Réf : LY3-1

Zone d'Aménagement Concerté Part-Dieu Ouest

3/ETUDE D'IMPACT

Dossier de réalisation de la ZAC – Septembre 2016



GRANDLYON
la métropole

setec
environnement

SOMMAIRE

PREAMBULE 11

1. LES MODIFICATIONS APPORTEES A L'ETUDE D'IMPACT ENTRE LE DOSSIER DE CREATION ET LE DOSSIER DE REALISATION DE LA ZAC 12

2. LES RAISONS DE LA CREATION DE LA ZAC 13

3. LA CONCERTATION PREALABLE A LA CREATION DE LA ZAC 13

A. CONTEXTE, OBJECTIFS ET DESCRIPTION DU PROJET 14

1. LOCALISATION DU PROJET ET PERIMETRE DE LA ZAC EN PROJET 15

2. ENJEUX TERRITORIAUX ET URBAINS LIES AU PROJET 16

2.1. LYON, METROPOLE EUROPEENNE 16

2.2. QUARTIER DE LA PART-DIEU 17

2.2.1. PRESENTATION DU QUARTIER DE LA PART-DIEU 17

2.2.2. HISTOIRE DU QUARTIER DE LA PART-DIEU 17

3. LA ZAC PART-DIEU OUEST 19

3.1. OCCUPATION ACTUELLE DES SOLS 19

3.2. LE PROJET URBAIN LYON PART-DIEU, LE PROJET DU POLE D'ECHANGES MULTIMODAL (PEM) LYON PART-DIEU ET LE PROJET DU NFL (NŒUD FERROVIAIRE LYONNAIS) 21

3.2.1. LE PROJET URBAIN LYON PART-DIEU 21

3.2.2. LE PROJET DU POLE D'ECHANGES MULTIMODAL LYON PART-DIEU ET DU TWO LYON 22

3.2.3. LE PROJET DU NŒUD FERROVIAIRE LYONNAIS 26

3.3. LE PROGRAMME DE LA ZAC PART-DIEU OUEST 26

3.3.1. CHIFFRES CLES 26

3.3.2. STRATEGIES DE PROGRAMMATION 26

3.3.3. DEVELOPPER DES MOBILITES DURABLES 27

3.3.4. RENDRE LE QUARTIER ENCORE PLUS AGRÉABLE A VIVRE 27

3.3.5. CONFORTER L'ATTRACTIVITÉ ÉCONOMIQUE PAR LE DÉVELOPPEMENT D'UNE NOUVELLE OFFRE IMMOBILIERE 28

3.3.6. PLANS DE REFERENCE DU PROJET 28

3.3.7. ESQUISSE DES PRINCIPALES SOLUTIONS DE SUBSTITUTION EXAMINEES, ET RAISONS DU CHOIX DU PROJET 30

4. L'ETUDE D'IMPACT 31

4.1. RAISON DE L'ETUDE D'IMPACT 31

4.2. CONTENU DE L'ETUDE D'IMPACT 31

4.3. NOTION DE PROGRAMME DE TRAVAUX 32

4.4. DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE 32

B. ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT 33

1. CONTEXTE URBANISTIQUE REGLEMENTAIRE 34

1.1. LA DIRECTIVE TERRITORIALE D'AMENAGEMENT DE L'AIRE METROPOLITAINE LYONNAISE 34

1.2. LE SCHEMA DE COHERENCE TERRITORIALE (SCOT) DE L'AGGLOMERATION LYONNAISE 34

1.2.1. PRESENTATION GENERALE DU SCOT 34

1.2.2. DOCUMENT DE PRESENTATION DU SCOT 35

1.2.3. PROJET D'AMENAGEMENT ET DE DEVELOPPEMENT DURABLE DU SCOT 35

1.2.4. DOCUMENT D'ORIENTATIONS GENERALES DU SCOT 36

1.3. LE PLAN DE DEPLACEMENTS URBAINS (PDU) DE L'AGGLOMERATION LYONNAISE 37

1.4. LE PROGRAMME LOCAL DE L'HABITAT (PLH) DE LA METROPOLE DE LYON 38

1.5. LE PLAN LOCAL D'URBANISME (PLU) DE LA METROPOLE DE LYON 38

1.5.1. PRESENTATION GENERALE DU PLU 38

1.5.2. PROJET D'AMENAGEMENT ET DE DEVELOPPEMENT DURABLE DU PLU 38

1.5.3. ZONAGES ET PRESCRIPTIONS 39

1.5.4. EMPLACEMENTS RESERVES 40

1.5.5. SERVITUDES 40

2. ENVIRONNEMENT SOCIO-ECONOMIQUE 42

2.1. POPULATION 42

2.1.1. A L'ECHELLE DE LA COMMUNE 42

2.1.2. A L'ECHELLE DE L'ARRONDISSEMENT 42

2.1.3. A L'ECHELLE DE L'IRIS PART-DIEU 42

2.1.4. EVOLUTION PROJETEE DE LA POPULATION 43

2.2. LOGEMENT 43

2.2.1. A L'ECHELLE DE LA VILLE DE LYON 43

2.2.2. A L'ECHELLE DE L'ARRONDISSEMENT 43

2.2.3. A L'ECHELLE DE L'IRIS PART-DIEU 43

2.2.4. EVOLUTION PROJETEE DU NOMBRE DE LOGEMENTS 43

2.3. LES ACTIVITES ECONOMIQUES ET COMMERCIALES 44

2.3.1. A L'ECHELLE METROPOLITAINE 44

2.3.2. A L'ECHELLE DU QUARTIER D'AFFAIRES DE LA PART-DIEU 45

2.4. LES EQUIPEMENTS 47

2.4.1. SERVICES PUBLICS 47

2.4.2. EQUIPEMENTS CULTURELS ET SPORTIFS 47

2.4.3. EQUIPEMENTS EDUCATIFS 47

2.4.4. EQUIPEMENTS SOCIAUX ET DE SANTE 47

3. INFRASTRUCTURES ET DEPLACEMENTS 48

3.1. LES INFRASTRUCTURES A L'ECHELLE DU GRAND LYON 48

3.2. LES INFRASTRUCTURES A L'ECHELLE DU QUARTIER ET DU PERIMETRE D'ETUDE 48

3.2.1. VOIRIES ET TREMIES 48
3.2.2. RESEAU FERROVIAIRE 51
3.2.3. RESEAU DES TRANSPORTS EN COMMUN URBAINS (TCU) 51
3.2.4. LES AUTRES OFFRES DE TRANSPORTS EN COMMUN 53
3.2.5. VELOS 54
3.2.6. PIETONS 55
3.2.7. PARKINGS ET STATIONNEMENT 57

3.3. LES DEPLACEMENTS A L'ECHELLE DU QUARTIER ET DU PERIMETRE D'ETUDE 59

3.3.1. LA CIRCULATION ROUTIERE 59
3.3.2. LES TRANSPORTS EN COMMUN 60
3.3.3. LES FLUX PIETONS ET CYCLES DU QUARTIER 60
3.3.4. ZOOM SUR LES FLUX GENERES PAR LE POLE D'ECHANGES MULTIMODAL (PEM) PART-DIEU 61

3.4. LES ENJEUX 62

4. L'ENVIRONNEMENT URBAIN ET LE CADRE DE VIE 63

4.1. CONTEXTE PAYSAGER 63

4.1.1. LE CADRE PAYSAGER GLOBAL 63
4.1.2. LA MORPHOLOGIE DU QUARTIER ET LE BATI EXISTANT 64
4.1.3. LES DIFFERENTS ESPACES DU PERIMETRE D'ETUDE 66
4.1.4. LES DIFFERENTES COMPOSANTES PAYSAGERES 66
4.1.5. POINTS DE VUE SUR LE SITE DEPUIS L'EXTERIEUR 67
4.1.6. SYNTHESE DES ENJEUX PAYSAGERS DU SITE : UN QUARTIER A FORT POTENTIEL 71

4.2. LE PATRIMOINE CULTUREL 71

4.2.1. LES SITES ET MONUMENTS HISTORIQUES 71
4.2.2. LES VESTIGES ARCHEOLOGIQUES 72
4.2.3. LE STYLE PART-DIEU, LE BATI ET LES AMENAGEMENTS EXISTANTS 73

4.3. L'AMBIANCE SONORE 75

4.3.1. QUELQUES DEFINITIONS SUR LE BRUIT 75
4.3.2. LA REGLEMENTATION 76
4.3.3. LE CLASSEMENT SONORE DES INFRASTRUCTURES A PROXIMITE DU SITE 76
4.3.4. PLAN DE PREVENTION DU BRUIT DANS L'ENVIRONNEMENT (PPBE) 77
4.3.5. LE NIVEAU DE BRUIT AU SEIN DU PERIMETRE DE PROJET ET L'EXPOSITION DES POPULATIONS 80

4.4. LA QUALITE DE L'AIR 84

4.4.1. GENERALITES 84
4.4.2. POLLUANTS A ENJEUX : PM_{10} ET NO_2 86
4.4.3. AUTRES POLLUANTS REGLEMENTES 90
4.4.4. EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES REALISEE DANS LE CADRE DE L'ETUDE AIR-SANTE 91
4.4.5. QUALITE DE L'AIR INTERIEUR 91

4.5. LES EMISSIONS LUMINEUSES 92

4.6. LES RISQUES TECHNOLOGIQUES 93

4.6.1. LES INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT 93
4.6.2. LES PLANS DE PREVENTION DES RISQUES TECHNOLOGIQUES 93
4.6.3. LES RISQUES DE TRANSPORT DE MATIERES DANGEREUSES 93
4.6.4. LES RISQUES DE RUPTURE DE BARRAGE 94

4.7. LES RESEAUX 94

4.8. LES CONSOMMATIONS D'ENERGIE 95

4.9. LA GESTION DES DECHETS 96

4.9.1. A L'ECHELLE DE LA METROPOLE DE LYON 96
4.9.2. A L'ECHELLE DU PERIMETRE DE PROJET 96

5. L'ENVIRONNEMENT NATUREL ET PHYSIQUE 97

5.1. LE MILIEU NATUREL 97

5.1.1. CONTEXTE ECOLOGIQUE DU SITE 97
5.1.2. CORRIDORS DE DEPLACEMENT DE LA FAUNE 103
5.1.3. BILAN : ENJEUX ECOLOGIQUES AU DROIT DU SITE 105

5.2. LE CONTEXTE CLIMATIQUE 106

5.2.1. CONFORT D'ETE 106
5.2.2. ENSOLEILLEMENT 108
5.2.3. CONFORT AU VENT 110

5.3. LE CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE 114

5.4. LE CONTEXTE GEOLOGIQUE 115

5.5. L'ETAT DES SOLS 116

5.6. LE CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE 117

5.6.1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE 117
5.6.2. LES EAUX SOUTERRAINES 119
5.6.3. LES EAUX SUPERFICIELLES 122

5.7. RISQUES NATURELS 125

5.7.1. RISQUES SISMIQUES 125
5.7.2. RISQUES D'INONDATION OU DE REMONTEE DE NAPPE 125
5.7.3. RISQUES DE MOUVEMENT DE TERRAIN 126
5.7.4. RISQUES DE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES 126

6. SYNTHESE DES ENJEUX ET INTERRELATIONS ENTRE LES ELEMENTS DE L'ETAT INITIAL . 127

6.1. SYNTHESE DES ENJEUX DU PERIMETRE D'ETUDE 127

6.2. INTERRELATION ENTRE LES ELEMENTS DE L'ETAT INITIAL 129

C. ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET ET LES MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION ET DE COMPENSATION 130

1. PREAMBULE 131

1.1. OBJET DU CHAPITRE 131
1.2. ORGANISATION DU CHAPITRE 131

2. ANALYSE DES EFFETS CUMULES DU PROJET AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS 132

2.1. RECENSEMENT DES PROJETS CONNUS 132
2.2. ANALYSE DES EFFETS CUMULES POTENTIELS 134

3. ANALYSES DES IMPACTS PERMANENTS DU PROJET ET MESURES ASSOCIEES 135

3.1. LES ESPACES PUBLICS ET LE PRINCIPE DE SOL FACILE 135
3.1.1. LE PRINCIPE DE SOL FACILE 135
3.1.2. LES ESPACES PUBLICS 135
3.2. L'ENVIRONNEMENT SOCIO-ECONOMIQUE 139
3.2.1. POPULATION ET LOGEMENT 139
3.2.2. ACTIVITES ECONOMIQUES ET COMMERCIALES 139
3.2.3. LES EQUIPEMENTS ET LEUR FONCTIONNEMENT 142
3.3. LES INFRASTRUCTURES ET LES DEPLACEMENTS 145
3.3.1. IMPACTS GENERAUX DU PROJET 145
3.3.2. LES VOIRIES ET TREMIES 145
3.3.3. LE RESEAU FERROVIAIRE 148
3.3.4. LE RESEAU TCU 148
3.3.5. LES MODES DOUX : LES VELOS 149
3.3.6. LES MODES DOUX : LES PIETONS 149
3.3.7. LES TAXIS ET LES LIVRAISONS 151
3.3.8. PARKING ET STATIONNEMENT 152
3.4. L'ENVIRONNEMENT URBAIN ET LE CADRE DE VIE 153
3.4.1. CADRE PAYSAGER 153
3.4.2. PATRIMOINE CULTUREL 156
3.4.3. AMBIANCE SONORE 157
3.4.4. QUALITE DE L'AIR 171
3.4.5. EMISSIONS LUMINEUSES 177
3.4.6. RISQUES TECHNOLOGIQUES 177
3.4.7. RESEAUX 178
3.4.8. CONSOMMATIONS D'ENERGIE ET CONCEPTION ENVIRONNEMENTALE 178
3.4.9. GESTION DES DECHETS 182
3.5. L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE ET NATUREL ET MESURES ASSOCIEES 183
3.5.1. MILIEU NATUREL 183
3.5.2. CLIMAT ET GAZ A EFFET DE SERRE 184
3.5.3. CONFORT D'ETE, ENSOLEILLEMENT ET CONFORT AU VENT 184
3.5.4. TOPOGRAPHIE, GEOLOGIE ET GEOTECHNIQUE 190
3.5.5. HYDROGEOLOGIE ET HYDROLOGIE 190
3.5.6. RISQUES NATURELS 192

4. IMPACTS TEMPORAIRES DU PROJET EN PHASE CHANTIER ET MESURES ASSOCIEES 193

4.1. DEROULEMENT DU CHANTIER 193
4.1.1. DEMARCHE DE COORDINATION DES CHANTIERS 193
4.1.2. ORGANISATION ET COORDINATION DES CHANTIERS A LA PART-DIEU 193
4.1.3. GESTION DURABLE DU CHANTIER ET COMMUNICATION 195
4.2. L'ENVIRONNEMENT SOCIO-ECONOMIQUE 196
4.2.1. POPULATION ET LOGEMENT 196
4.2.2. ACTIVITES ECONOMIQUES ET COMMERCIALES ET EQUIPEMENTS 196
4.3. LES INFRASTRUCTURES ET LES DEPLACEMENTS 196
4.4. L'ENVIRONNEMENT URBAIN ET LE CADRE DE VIE 198
4.4.1. CADRE PAYSAGER 198
4.4.2. PATRIMOINE CULTUREL 198
4.4.3. NUISANCES SONORES ET VIBRATIONS 198
4.4.4. QUALITE DE L'AIR, ODEURS ET POUSSIERES 204
4.4.5. EMISSIONS LUMINEUSES 205
4.4.6. RISQUES TECHNOLOGIES 206
4.4.7. RESEAUX 206
4.4.8. GESTION DES MATERIAUX ET DECHETS DE CHANTIER 206
4.5. L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE ET NATUREL 208
4.5.1. MILIEU NATUREL 208
4.5.2. CHANGEMENTS CLIMATIQUES (EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE) 208
4.5.3. TOPOGRAPHIE, GEOLOGIE ET GEOTECHNIQUE 208
4.5.4. HYDROGEOLOGIE ET HYDROLOGIE 209

5. EFFETS DU PROJET SUR LA SANTE, LA SECURITE ET LA SALUBRITE PUBLIQUE 210

5.1. ANALYSE DES SCENARIOS D'EXPOSITION 210
5.1.1. Les cibles 210
5.1.2. LES SOURCES DE DANGERS 210
5.1.3. LES VOIES D'EXPOSITION 212
5.2. EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES ET MESURES 213

6. MESURES DE PROTECTION ENVIRONNEMENTALES ET SUIVI 218

6.1. COUTS DES MESURES 218
6.2. SUIVI DES MESURES 218

7. COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION URBAINE ET ENVIRONNEMENTALE 220

7.1. COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS D'URBANISME OPPOSABLES 220

7.2. COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS DE L'ARTICLE R122-17 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT 223

8. AUTEURS DE L'ETUDE, METHODES UTILISEES ET DESCRIPTION DES DIFFICULTES RENCONTREES 228

8.1. NOMS ET QUALITES DES AUTEURS DE L'ETUDE D'IMPACT 228

8.2. LES METHODES ET SOURCES UTILISEES 228

8.2.1. HYPOTHESES PRISES EN COMPTE POUR LA DETERMINATION DES FLUX A HORIZON 2030 229

8.2.2. MODELISATION DES EMISSIONS SONORES 230

8.2.3. MODELISATION DE LA QUALITE DE L'AIR 233

8.2.4. MODELISATION DES IMPACTS DU PROJET SUR LA PIEZOMETRIE DE LA NAPPE 234

8.3. LES DIFFICULTES RENCONTREES 235

9. TABLE DES ABREVIATIONS 237

10. ANNEXES DE L'ETUDE D'IMPACT 238

10.1. RESULTATS DES MESURES ACOUSTIQUES, REALISEES PAR SETEC EN 2016 238

10.2. RESULTATS DES MESURES ACOUSTIQUES, REALISEES PAR SETEC EN 2016 256

10.3. ETUDE D'IMPACT AIR-SANTE, REALISEE PAR NUMTECH EN 2016 284

SOMMAIRE DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 1 : Localisation du site de projet 15
Figure 2 : Périmètre de la ZAC Part-Dieu Ouest 15
Figure 3 : Position stratégique de la métropole lyonnaise en Europe 16
Figure 4 : Périmètres du Grand Lyon et du pôle métropolitain 16
Figure 5 : Localisation des différents quartiers dans le 3ème arrondissement de Lyon 17
Figure 6 : L'évolution du quartier de la Part-Dieu dans l'agglomération lyonnaise 17
Figure 7 : Casernes de la Part-Dieu et emprise de la gare de marchandise au fond 18
Figure 8 : Patrimoine moderne de la Part-Dieu (source : Agence l'AUC, septembre 2012) 18
Figure 9 : Occupation historique des sols à l'Ouest du boulevard Vivier-Merle 19
Figure 10 : Occupation historique des sols à l'Est du boulevard Vivier-Merle 19
Figure 11 : Plan masse des secteurs « Cœur Part-Dieu » et « Lac Cuirassiers Desaix », au niveau de la rue 20
Figure 12 : Secteurs d'intervention du Projet Lyon Part-Dieu 22
Figure 13 : Périmètre de la ZAC Part-Dieu Ouest, du projet PEM et du Two-Lyon 22
Figure 14 : Phasage des aménagements du projet PEM : tranche 1 (à gauche) et tranche 2 (à droite) 23
Figure 15 : Schéma simplifié du projet PEM/Two Lyon 23
Figure 16 : Organisation projetée de la gare 25
Figure 17 : Plans de référence du projet (source : Dossier de concertation de la ZAC) 29
Figure 18 : Les 3 pièces du SCOT 34
Figure 19 : Territoire du SCOT 35
Figure 20 : Organisation de la ville de Lyon 35
Figure 21 : Sites de projets urbains de l'aire métropolitaine lyonnaise 36
Figure 22 : Carte des projets réalisés ou à venir à proximité des lignes fortes TC du PDU de 2005, Urba'Lyon (février 2014) ..37
Figure 23 : Organisation du tissu urbain de la commune de Lyon 39
Figure 24 : Localisation des emplacements réservés, au sein du périmètre de projet 40
Figure 25 : Ouvrages soumis à servitudes (source : PLU du Grand Lyon, mai 2014) 41
Figure 26 : Ouvrages non soumis à servitude (source : PLU, mai 2014) 41
Figure 27 : Evolution de la population par grandes tranches d'âge dans la commune de Lyon (source : INSEE) 42
Figure 28 : Evolution de la population par grandes tranches d'âge dans le troisième arrondissement de Lyon (source : INSEE) 42
Figure 29 : Sites d'implantation des activités dans le Grand Lyon 44
Figure 30 : Répartition de l'effectif total estimé par activité 45
Figure 31 : Caractéristiques actuelles de l'offre commerciale du quartier 46
Figure 32 : Equipements à proximité du site de projet 47
Figure 33 : Infrastructures routières et ferroviaires du Grand Lyon, Grand Lyon 48
Figure 34 : Carte du secteur Part-Dieu, IGN Geoportail 48
Figure 35 : Plan de circulation routière 50
Figure 36 : Le réseau TCL au niveau de la Part Dieu (Source : Egis) 52
Figure 37 : Localisation actuelle des arrêts TCU de la Part Dieu 52
Figure 38 : Accès à la ligne B du métro 53
Figure 39 : Arrêts TCL côté Vivier Merle et côté Villette 53
Figure 40 : Cars Transisère sur la place de Francfort 53
Figure 41 : Plan des pistes cyclables autour du site de projet (source : www.velov.grandlyon.com) 54
Figure 42 : Piste cyclable de la rue du docteur Bouchut 54
Figure 43 : Stations Vélo'v sur le parvis de la gare 55
Figure 44 : Rue Servient, passage Est-Ouest sous le centre commercial interdit aux piétons 55
Figure 45 : Place Béraudier, illustration du sol difficile 55
Figure 46 : Diagnostic d'un sol difficile à la Part-Dieu (Source : Plan de référence v2, cahier « Sol facile ») 56
Figure 47 : Passage de l'avenue Pompidou sous les foies ferrées 56
Figure 48 : L'offre de stationnement à proximité de la Part Dieu 57
Figure 49 : Fonctionnement de la dépose/reprise taxis du PEM (source : Diagnostic des flux actuels, Egis, 08/06/2012) 58
Figure 50 : Espaces utilisés pour les livraisons 58
Figure 51 : Les trafics actuels en HPS (Source : Egis/Arcadis, Etudes déplacements tous modes dans l'organisation multipolaire de l'agglomération, lot 1, décembre 2014) 59
Figure 52 : Les niveaux de charge actuels des carrefours (Source : Egis/Arcadis, Etudes déplacements tous modes dans l'organisation multipolaire de l'agglomération, décembre 2014) 59
Figure 53 : Potentiel de la marche à pied et du vélo pour les déplacements courts 60
Figure 54 : Estimation des flux depuis/vers la salle d'échange (JOB) 61
Figure 55 : Modes d'accès ou de diffusion des voyageurs train à la Gare en situation actuelle (2011) (source : Egis – Etude des flux piétons) 61
Figure 56 : Origine et destination des modes doux 62
Figure 57 : Unités paysagères en Région Rhône-Alpes 63
Figure 58 : Vue aérienne sur le site depuis le Sud-Est (Crédit : S. Guiochon pour le Progrès, août 2014) 64
Figure 59 : Vue aérienne sur le site depuis l'Ouest (Crédit : S. Guiochon pour le Progrès, août 2014) 64
Figure 60 : Vue aérienne de la place Béraudier avant démolition du B10 (crédit : D. Nicole – Bibliothèque Municipale de Lyon, 2010) 65
Figure 61 : Place Béraudier après démolition du B10 (Setec, 2016) 65
Figure 62 : Une matérialité « typique » de la Part-Dieu (source : AUC) 65
Figure 63 : de g. à d. : tour Oxygène, tour Suisse, auditorium et tour Part-Dieu (source : Atlas paysager de la Part-Dieu, Urbalyon, 2010) 65
Figure 64 : Vue sur le site depuis le carrefour Vivier-Merle/Paul Bert (source : Googlemaps, mai 2014) 67
Figure 65 : Vue sur le site depuis le carrefour Garibaldi/Paul Bert (source : Googlemaps, mai 2014) 67
Figure 66 : Vue sur le site depuis le carrefour Vivier-Merle/Lafayette (source : Googlemaps, mai 2014) 67
Figure 67 : Vue sur le site depuis le carrefour Garibaldi/Bonnel (source : Googlemaps, mai 2014) 68
Figure 68 : Vue sur le site depuis le boulevard périphérique Nord (source : Googlemaps, juin 2014) 68
Figure 69 : Vue sur le site le Pont Wilson (source : Googlemaps, juin 2014) 68
Figure 70 : Vue sur le site la rue d'Austerlitz sur le plateau de la Croix Rousse (source : Googlemaps, juin 2014) 68
Figure 71 : Vue sur le site depuis Fourvière (source : www.visitelyon.fr) 69
Figure 72 : Vue aérienne du cœur de la Part-Dieu 70
Figure 73 : Vue aérienne de la Part-Dieu depuis le Sud-Ouest 70
Figure 74 : Immeubles protégés au titre des monuments historiques (source : base Mérimée) et site inscrit (source : Carmen Rhône-Alpes) à proximité du périmètre de projet 72
Figure 75 : Localisation du périmètre archéologique sur le 3ème arrondissement 72
Figure 76 : Echelle de perception du bruit 75
Figure 77 : Classement sonore des voies routières dans la zone du projet 77
Figure 78 : Carte de bruit des voies routières LDen 24h (sources : cartes de bruit stratégiques du Grand Lyon, 2013) 78

Figure 79 : Carte de bruit des voies routières Ln (22h-6h) (sources : cartes de bruit stratégiques du Grand Lyon, 2013) 78
Figure 80 : Carte de bruit des voies ferroviaires LDen 24h (sources : cartes de bruit stratégiques du Grand Lyon, 2013) 79
Figure 81 : Carte de bruit des voies ferroviaires Ln (22h-6h) (sources : cartes de bruit stratégiques du Grand Lyon, 2013) 79
Figure 82 : Carte de bruit des voies routières dans la zone du projet (sources : cartes de bruit stratégiques du Grand Lyon, 2012) 80
Figure 83 : Carte de bruit des voies ferroviaires dans la zone du projet (sources : cartes de bruit stratégiques du Grand Lyon, 2012) 81
Figure 84 : Localisation des mesures acoustiques (fond de carte : Géoportail) 81
Figure 85 : Localisation des sites sensibles dans le domaine d'étude (source : Etude air-santé, Numtech, juin 2016) 82
Figure 86 : Sources d'émissions des principaux polluants atmosphériques dans le département du Rhône 86
Figure 87 : Ordres de grandeur des émissions actuelles (année 2013) d'oxydes d'azote pour les principaux postes d'émissions recensés sur le périmètre de la ZAC (détail des sources de données dans le texte) 86
Figure 88 : Localisation de la station de mesure la plus proche du site « Lyon Centre » 87
Figure 89 : Cartographie d'exposition à la pollution aux particules fines PM10 (nb jours > 50µg/m3) en 2013, à l'échelle de la ZAC 88
Figure 90 : Cartographie d'exposition à la pollution au NO_2 en 2013, à l'échelle de la ZAC 89
Figure 91 : Part de la population et de la surface exposées à des dépassements des valeurs limites PM_{10} et NO_2 90
Figure 92 : évolution des concentrations en particules fines PM2.5 sur l'agglomération lyonnaise entre 2000 et 2010 91
Figure 93 : Vue panoramique de Lyon la nuit depuis la colline de Fourvière (2009) 92
Figure 94 : Localisation des établissements ICPE autour du site de projet 93
Figure 95 : Localisation des périmètres d'étude des PPRT autour du site de projet 93
Figure 96 : Consommation d'énergie finale de la ville de Lyon en ktep à climat normal tous secteurs 95
Figure 97 : Maquette des consommations énergétiques et des surfaces 95
Figure 98 : Déchèteries du Grand Lyon à proximité de la Part-Dieu (source : site internet Grand Lyon) 96
Figure 99 : Lac de Miribel-Jonage - Source : site du Grand Parc 98
Figure 100 : Carte des zones d'inventaire (ZNIEFF I en vert clair, ZNIEFF II en vert foncé) 100
Figure 101 : Répartition des espèces végétales sur le quartier Part-Dieu 101
Figure 102 : Fauconneaux dans leur nichoir (source : LPO, J.P. Faverjon et lyon.fr) 102
Figure 103 : Tour EDF (sources : lyon-info.fr à gauche, SETEC à droite) 103
Figure 104 : Extrait de la carte de spatialisation des enjeux relatifs aux continuités écologiques en Rhône-Alpes (source : SRCE) 104
Figure 105 : Extrait de la planche D03 de l'Atlas cartographique de la TVB (source : SRCE) 104
Figure 106 : Normales de températures et précipitations, station météo de Bron 1981-2010 (source : Météo France) 106
Figure 107 : Phénomènes annuels - moyennes 1960-1990 106
Figure 108 : Température de surface par observation satellite en avril 2011 107
Figure 109 : Mesures de température dans le quartier de la Part-Dieu durant l'été 2011 107
Figure 110 : Type de couverture végétale sur le quartier de la Part-Dieu 108
Figure 111 : Porosité des surfaces au sol sur le quartier de la Part-Dieu 108
Figure 112 : Cumul d'ensoleillement (exprimé en heures d'ensoleillement direct) sur le quartier de la Part-Dieu (source : Etude d'ensoleillement, Elements Ingénierie, mai 2016) 109
Figure 113 : Rose des vents annuelle pour la station météorologique de Lyon Bron sur les années 2001 à 2010 de 7h à 22h (source : étude Optiflow, 2012) 110
Figure 114 : Plan d'exploitation des résultats de simulation au vent (source : étude Optiflow, 2016) 110
Figure 115 : Cartographies de la fréquence de dépassement de la vitesse critique de confort au vent dans l'état initial du site (source : étude Optiflow, 2016) 112
Figure 116 : Extrait de la carte topographique de la région lyonnaise (source : http://fr-fr.topographic-map.com) 114
Figure 117 : Illustration des variations de hauteur et du principe de « sol difficile » sur le quartier Part-Dieu (source : Plan de Référence V2 du projet Lyon Part-Dieu, cahier « Paysage Part-Dieu ») 114
Figure 118 : Schéma de la superposition théorique des principales formations géologiques (source : BRGM) 115
Figure 119 : Contexte géologique du site de projet (source : BRGM/Infoterre) 115
Figure 120 : Sites potentiellement pollués (extrait de l'étude « Modèle de gestion dynamique des impacts hydrogéologiques du projet », EGIS - Novembre 2012) 116
Figure 121 : Ancienne station-service – site BASOL, situé au Nord-Est du périmètre de projet (hors périmètre) 117
Figure 122 : Carte des contrats de milieu au droit du secteur d'étude (source : CARMEN Rhône-Alpes) 118
Figure 123 : Carte des masses d'eau souterraine les moins profondes (source : SIE SIERM) 119
Figure 124 : Extrait de la carte du des nappes aquifères (inondationsnappes.fr) 120
Figure 125 : Carte des captages du Grand Lyon (source : Grand Lyon) 121
Figure 126 : Extrait de carte de l'étude « Modèle de gestion dynamique des impacts hydrogéologiques du projet » - (Source EGIS – Novembre 2012) 122
Figure 127 : Carte du milieu physique et des milieux aquatiques 123
Figure 128 : Principe du phénomène d'inondation indirecte par remontée de nappe et saturation des réseaux d'assainissement (source: PPRi Rhône et Saône) 125
Figure 129 : Extrait de la carte du PPRi du Rhône et de la Saône - secteur Lyon et Villeurbanne 126
Figure 130 : Interrelations 129
Figure 131 : Localisation des « autres projets connus » au sens du Code de l'environnement, par rapport à la ZAC Part-Dieu Ouest 133
Figure 132 : Vue projetée depuis la place Béraudier sur la bibliothèque (source : Plan de référence v2) 135
Figure 133 : Principe d'aménagement de la rue du Docteur Bouchut et des espaces publics associés (source : Plan de référence v2) 136
Figure 134 : Vue projetée depuis la place Béraudier sur la rue du Docteur Bouchut (source : Plan de référence v2) 136
Figure 135 : Vue projetée depuis le centre commercial sur la place Béraudier (source : Présentation COTECH, décembre 2015) 136
Figure 136 : Vue projetée depuis la rue Garibaldi sur la place Charles de Gaulle (source : Plan de référence v2) 137
Figure 137 : Qualité des ambiances urbaines projetées (source : Plan de référence v2) 137
Figure 138 : Programme de développement de l'offre immobilière tertiaire (source : Plan de référence V2) 140
Figure 139 : Programme des commerces et services (source : Plan de référence V2) 141
Figure 140 : Principes d'extension/restructuration du centre commercial, vue d'intention globale (source : Unibail Rodamco, mai 2016) 141
Figure 141 : Principes d'extension/restructuration du centre commercial, vue en plan au niveau de la rue (source : Unibail Rodamco, mai 2016) 141
Figure 142 : Principes d'extension/restructuration du centre commercial, vue d'intention sur la nouvelle entrée rue Servient (source : Unibail Rodamco, mai 2016) 142
Figure 143 : Principes d'extension/restructuration du centre commercial, vue d'intention sur l'espace accessible au public sur le toit (source : Unibail Rodamco, mai 2016) 142
Figure 144 : Programmation culturelle du projet Transdisciplinaire Lyon Part-Dieu (source : Plan de référence v2) 143
Figure 145 : Programme d'habitat et équipements de proximité (source : Plan de référence V2) 144
Figure 146 : Evolution de la répartition modale des déplacements avec le quartier Part-Dieu (source : Plan de référence v2) 145
Figure 147 : Principe de hiérarchisation du réseau de voirie à l'horizon 2030 (source : Plan de référence v2) 146
Figure 148 : Evolution de la structure des trafics à l'échelle du quartier (source : Egis/Arcadis – Etudes déplacements tous modes dans l'organisation multipolaire de l'agglomération, lot 1, décembre 2014) 147
Figure 149 : Trafics en heure de pointe du soir à l'horizon 2030 (source : Egis/Arcadis – Etudes déplacements tous modes dans l'organisation multipolaire de l'agglomération, lot 1, décembre 2014) 147
Figure 150 : Principe de développement des TCU à l'horizon 2030 (source : Plan de référence v2) 148

Figure 151 : Principe des aménagements cyclables à l'horizon 2030 (source : Plan de référence v2) 149
Figure 152 : Espace piéton sur la rue du Docteur Bouchut entre le bd Vivier Merle et la rue des Cuirassiers (source : Plan de référence v2) 149
Figure 153 : Continuité de l'espace piéton à l'horizon 2030 (source : Plan de référence v2) 150
Figure 154 : Articulation des espaces piétonniers majeurs (source : Plan de référence v2) 150
Figure 155 : Le Sol Facile et les modes doux (source : Plan de référence v2) 151
Figure 156 : Schéma de principe pour l'organisation de la desserte taxis à l'horizon 2030 (source : Plan de référence v2) 151
Figure 157 : Schéma de principe de l'accessibilité automobile, avec localisation des principaux parcs de stationnement public (source : Plan de référence v2) 152
Figure 158 : Vues projetées sur le site (source : Plan de référence v2) 154
Figure 159 : principe de régénération de l'existant, exemple du projet architectural de restructuration/extension du centre commercial (source : Unibail Rodamco, mai 2016) 154
Figure 160 : Visualisation de la lumière et des contrastes recherchés (source : Plan de référence v2) 155
Figure 161 : Palette végétale, et évolutivité du paysage à plusieurs horizons (à la plantation/+10 ans/+20 ans/à terme) (source : AVP des espaces publics, juin 2016) 155
Figure 162 : Végétalisation projetée sur le périmètre de projet (source : Plan de référence v2) 156
Figure 163 : Principe de la traversée culturelle (source : Plan de référence v2, cahier « Culture ») 157
Figure 164 : Carte de repérage des bâtiments faisant l'objet de l'analyse acoustique – Situation actuelle 162
Figure 165 : Carte de la situation future, avec représentation des bâtiments dont la protection est à évaluer 162
Figure 166 : Niveaux de bruit par étage pour les bâtiments existant et projetés, en situation future (2030) en période de jour et de nuit 163
Figure 167 : Niveaux de bruit en façades des bâtiments existant et projetés, en situation future, en période de jour et de nuit 165
Figure 168 : Déplacements par mode dans le quartier de la Part-Dieu (source : EGIS-Arcadis, décembre 2014) 171
Figure 169 : Evolution tendancielle des émissions de NOx et de PM10 liées au trafic routier (source : étude Air Santé, Numtech, 2016) 172
Figure 170 : Evolution des émissions d'oxydes d'azote entre l'état initial et l'état futur selon deux scénarios : fil de l'eau et projet (source : étude Air Santé, Numtech 2016) 172
Figure 171 : Evolution des émissions de particules fines (PM_{10}) entre l'état initial et l'état futur selon deux scénarios : fil de l'eau et projet (source : étude Air Santé, Numtech 2016) 172
Figure 172 : Modélisation prospective des concentrations de dioxyde d'azote (NO_2), état initial (à gauche), fil de l'eau (au milieu) et projet (à droite) 173
Figure 173 : Modélisation prospective des concentrations de particules fines (PM_{10}), état initial (à gauche), fil de l'eau (au milieu) et projet (à droite) 173
Figure 174 : Evolution tendancielle des émissions liées au chauffage des bâtiments (source : d'après étude ENR et facteurs d'émissions OMINEA 9ème édition) 174
Figure 175 : Emissions de NO_x, PM_{10} et $PM_{2,5}$ suivant les scénarios étudiés pour l'approvisionnement en énergie de la ZAC175
Figure 176 : « Grille énergie globale » à suivre dans le cadre du projet Part-Dieu (source : Plan de référence v2, Immobilier Durable) 180
Figure 177 : Passages obligés (source : Plan de référence v2, Immobilier Durable) 180
Figure 178 : Outil d'analyse multicritère des ambiances urbaines (source : Plan de référence v2, Immobilier Durable) 181
Figure 179 : Les actions en matière de gestion des déchets (source : Plan de référence v2) 182
Figure 180 : Le cercle vertueux des déchets (source : Plan de référence v2) 182
Figure 181 : Utilisation d'héliostats éclairant le cœur d'ilot public / Tear drop park - New York 185
Figure 182 : Comparaison cumul d'ensoleillement (exprimé en heures d'ensoleillement direct) (source : Etude Eléments Ingénierie, mai 2016) 186
Figure 183 : Plan d'exploitation des résultats de simulation au vent avec situation 2030 (source : étude Optiflow, 2016) 187
Figure 184 : comparaison du confort au vent entre l'état actuel du site et sa version projet dans les différentes saisons (source : étude Optiflow, 2016) 188
Figure 185 : Illustration de différentes solutions permettant de contourner ou freiner le vent 189
Figure 186 : Impact permanent du projet 190
Figure 187 : Synoptique des itinéraires d'accès aux chantiers de 2016 à 2022 (prévisions mars 2016) 197
Figure 188 : Schéma de représentation de la décroissance du niveau sonore au droit d'une activité bruyante ponctuelle, exemple rue du Dr. Bouchut 198
Figure 189 : Secteurs de regroupement des opérations pour l'analyse qualitative des nuisances sonores en phase chantier (fond : googlemaps) 200
Figure 190 : Habitations potentiellement impactées par les nuisances sonores en phase chantier (fond : googlemaps) 203
Figure 191 : Exemples de mesures mises en place dans le cadre du chantier de la Tour Incity : contrôle continu grâce à des capteurs (en haut), arrosage et micro-nébulisation pour limiter les poussières (en bas) 205
Figure 192 : Exemple de pictogrammes proposés pour le tri des déchets de chantier 207
Figure 193 : Exemple de valorisation possible de matériaux issus d'une déconstruction (source : Plan de référence v2) 208
Figure 194 : Exemple de schéma conceptuel d'exposition lié à une installation industrielle (source : INERIS 2013) 210
Figure 195 : Valeurs guides définies par l'OMS au regard des effets du bruit sur la santé 211
Figure 196 : Carte de co-exposition (Air et Bruit) et mono-exposition (Air ou Bruit) en Rhône-Alpes (source : ORHANE, Observatoire RHônAlpin des Nuisances Environnementales) 212
Figure 197 : Localisation des sites sensibles dans le domaine d'étude (source : Etude air-santé, Numtech, juin 2016) 215
Figure 198 : Synthèse des mesures prévues et des coûts associés 218
Figure 199 : Modalités de suivi des mesures et de leurs effets 219
Figure 200 : Plan de localisation des points de mesure sonométrique déjà réalisés dans le cadre des projets PEM/Two Lyon et Voie L (CIA 2014) 232
Figure 201 : Implantation des mesures de bruit/comptages réalisées en 2016 232

Tableaux

Tableau 1 : Rubriques du Code de l'Environnement applicables....31
Tableau 2 : Emplacements réservés de voirie à proximité du site de projet....40
Tableau 3 : Répartitions de population sur le 3ème arrondissement de Lyon et l'IRIS Part-Dieu (source : INSEE, 2011)....42
Tableau 4 : Composition des ménages du 3ème arrondissement de Lyon et de l'IRIS Part-Dieu (source : INSEE, 2011)....42
Tableau 5 : Besoin en matière d'offre hôtelière dans le secteur Centre (Lyon Villeurbanne)....45
Tableau 6 : L'offre TCU à la Part Dieu et la fréquentation 2011....52
Tableau 7 : Services cars TER Rhône-Alpes en gare de la Part Dieu....54
Tableau 8 : Répartition entre les différents transports en commun (source : Spatialisation des fonctions TC, Egis, Réunion du 11/07/2012)....60
Tableau 9 : Fréquentation des TCU du secteur Part-Dieu (source : Analyse des usages des espaces publics ou privés à usage public Diagnostics des flux actuels, Egis, juillet 2012)....60
Tableau 10 : Flux piétons et vélos franchissant le faisceau ferroviaire....61
Tableau 11 : Valeur patrimoniale Part-Dieu selon l'agence d'urbanisme....74
Tableau 12 : Type de zone d'ambiance sonore....76
Tableau 13 : Catégories de classement sonore des voies....76
Tableau 14 : Seuils de bruit réglementaires relatifs à l'exposition des populations....80
Tableau 15 : Synthèse des résultats des mesures acoustiques (Source : CIA, SETEC, 2014, 2016)....82
Tableau 16 : Part de la population des niveaux de bruit ferroviaire élevés sur la zone de la ZAC....83
Tableau 17 : Part de la population des niveaux de bruit routier élevés sur la zone de la ZAC....83
Tableau 18 : Seuils à prendre en considération pour l'état initial de la qualité de l'air....85
Tableau 19 : Seuils à prendre en considération pour l'état initial de la qualité de l'air (suite)....85
Tableau 20 : Résultats issus des mesures PM_{10} et NO_2 à la station Lyon Centre (d'après données Air Rhône-Alpes)....87
Tableau 21 : Evaluation quantitative des risques sanitaires au droit des sites sensibles à l'état initial....91
Tableau 22 : Site d'Importance Communautaire (SIC) des Pelouses, milieux alluviaux et aquatiques de l'Île de Miribel-Jonage....97
Tableau 23 : Arrêté Préfectoral de Protection du Biotope (APPB) des Îles de Crépieux-Charmy....98
Tableau 24 : ZNIEFF présentes à proximité de la zone d'étude (source : INPN)....99
Tableau 25 : Catégories du zonage de confort en fonction des espaces et des activités (source : étude Optiflow, 2016)....111
Tableau 26 : Description des sites potentiellement pollués dans le périmètre de projet et du site pollué le plus proche (source : BASIAS, BASOL)....116
Tableau 27 : Tableau des masses d'eau souterraine (source : SIERM)....119
Tableau 28 : Etat de la masse d'eau « Alluvions du Rhône entre le confluent de la Saône et de l'Isère + alluvions du Garon » (source : sierm eaurmc)....120
Tableau 29 : Etat des masses d'eau superficielles (Source SIERAM Eau RMC)....124
Tableau 30 : Etat de la masse d'eau du Rhône (Source SIERAM Eau RMC)....124
Tableau 32 : Synthèse des enjeux....128
Tableau 33 : Synthèse des effets cumulés potentiels....134
Tableau 34 : Seuils réglementaires en périodes diurne et nocturne à respecter en cas de voirie nouvelle....157
Tableau 35 : Seuils réglementaires en période diurne (en haut) et en période nocturne(en bas) à respecter en cas de modification significative de voirie....158
Tableau 36 : Seuils acoustiques admissibles sur les logements....163
Tableau 37 : Principaux résultats du modèle de dispersion....174
Tableau 38 : Scénarios d'approvisionnement en énergie de la ZAC, étudiés dans le cadre de l'étude de potentiel en énergie renouvelables....175
Tableau 39 : Récapitulatif des consommations prévisionnelles sur la ZAC suivant deux hypothèses (en MWh énergie utile/an), extrait de l'étude de faisabilité sur le potentiel des énergies renouvelables....178
Tableau 40 : Synthèse par scénarios des consommations prévisionnelles sur la ZAC (en MWh énergie utile/an), extrait de l'étude de faisabilité sur le potentiel des énergies renouvelables....179
Tableau 41 : Bilan des émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation des bâtiments....184
Tableau 42 : Activités potentiellement bruyantes liées aux chantiers....199
Tableau 43 : IPP globaux pour chaque scénario, en milliers d'unités (source : étude air-santé, Numtech, juin 2016)....215
Tableau 44 : Variation de l'IPP en NO_2, entre l'état initial et le projet (source : étude air-santé, Numtech, juin 2016)....215
Tableau 45 : Estimation des intervalles de contribution des niveaux de fond ambiants dans les niveaux totaux moyens en substances (source : étude air-santé, Numtech, juin 2016)....216
Tableau 46 : Résultats de l'évaluation quantitative des risques sanitaires au droit des sites sensibles....216
Tableau 47 : Tableau de synthèse des points de mesures de bruit réalisées en 2016....232

PREAMBULE

Vocabulaire employé

Préalablement à l'étude d'impact, il est utile de préciser clairement le vocabulaire employé pour désigner les entités concernées.

- ✓ *Par « projet Lyon Part-Dieu », on entend le projet urbain à l'échelle du quartier de la Part-Dieu, initié en 2010 par la Communauté Urbaine de Lyon.*
- ✓ *On appellera communément « périmètre de projet » (ou « site de projet ») le périmètre de la ZAC et sur lequel porte l'étude d'impact.*
- ✓ *L'«aire d'étude » (ou encore « périmètre d'étude », « site d'étude »…) a une étendue variable suivant les thématiques étudiées, les enjeux identifiés et les impacts considérés. Elle correspond le plus souvent au périmètre de projet, mais peut être étendue au-delà si nécessaire.*

Conformément à la loi n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles, le Grand Lyon est devenu la Métropole de Lyon depuis le 1er janvier 2015. Le terme de métropole est donc utilisé dans la présente étude d'impact ; néanmoins, les termes « Grand Lyon » ou « Communauté Urbaine » peuvent être parfois mentionnés, notamment dans le cas de référence à des documents établis avant le changement d'entité.

Dans le cadre du projet de création de la Zone d'Aménagement Concerté (ZAC) Part-Dieu Ouest, et conformément au Code de l'urbanisme et au Code de l'environnement, une étude d'impact a été réalisée au stade de la création.

Celle-ci a été transmise à l'Autorité environnementale du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD), qui a donné un avis sur cette étude le 9 septembre 2015.

Des premiers éléments d'informations et de réponses ont été apportés suite aux remarques formulées par l'Autorité environnementale, et mis à disposition du public lors de la concertation qui s'est déroulée en 2015.

Cette étude d'impact fait l'objet de compléments au stade du dossier de réalisation de la ZAC, comme le permet l'article R 311-7 du Code de l'Urbanisme.

Tel est l'objet du présent document.

Sont intégrés des éléments d'information et de réponse à la suite des remarques formulées par l'autorité environnementale, en fonction de l'avancement des études des projets au sein du périmètre de la ZAC.

Le parti adopté, pour une meilleure approche des impacts, a été de consolider l'étude d'impact initiale avec ces éléments et non de présenter les seuls compléments à l'étude d'impact.

1. LES MODIFICATIONS APPORTEES A L'ETUDE D'IMPACT ENTRE LE DOSSIER DE CREATION ET LE DOSSIER DE REALISATION DE LA ZAC

Le tableau suivant permet d'identifier les modifications apportées à l'étude d'impact par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 dans le cadre de l'instruction de l'étude d'impact du dossier de création de la ZAC.

Les modifications apportées, qui ne sont pas directement liées aux recommandations formulées par l'avis de l'autorité environnementale émis en septembre 2015, sont identifiées en gris.

Partie de l'étude d'impact	Modifications apportées à l'étude d'impact par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015
Partie A, CONTEXTE, OBJECTIFS ET DESCRIPTION DU PROJET	
3.2. Le projet urbain Lyon Part-Dieu, le projet du Pôle d'Echanges Multimodal (PEM) Lyon Part-Dieu et le projet du NFL (Nœud Ferroviaire Lyonnais)	Mise à jour des éléments descriptifs des projets du Pôle d'Echanges Multimodal Lyon Part-Dieu et du Two Lyon, suivant l'évolution des projets depuis le dossier de création de la ZAC
Partie B, ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT	
1. Contexte urbanistique réglementaire	Mise à jour du contexte réglementaire en date de juin 2016
2. ENVIRONNEMENT socio-économique	Précisions sur les opérations immobilières engagées sur la ZAC
4.3. L'ambiance sonore	Compléments cartographiques suivant le Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement, approuvé en novembre 2015 Précisions ajoutées sur l'exposition des populations à l'échelle de la ZAC, et suivant les campagnes de mesures sonométriques réalisées en février 2016
4.4. La qualité de l'air	Précisions ajoutées sur l'exposition des populations à l'échelle de la ZAC, et suivant l'étude air-santé pour l'état initial
5.2. Le contexte climatique	Mise à jour des éléments relatifs à l'ensoleillement et au confort au vent, en cohérence avec les études mises à jour en 2016 dans le cadre du projet PEM/Two Lyon
5.6. Le contexte hydrogéologique et hydrologique	Précisions ajoutées suivant l'étude d'impact hydrogéologique des aménagements PEM/Two Lyon et ZAC Part-Dieu Ouest, réalisée en 2016 Mise à jour du contexte réglementaire en date de juin 2016 (SDAGE)
Partie C, ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET ET LES MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION ET DE COMPENSATION	
2. Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus	Mise à jour des projets connus réglementairement, en date de juin 2016
3.2.2. Activités économiques et commerciales	Précisions ajoutées sur les impacts permanents du projet, suivant les études menées dans le cadre de l'opération du centre commercial
3.3. Les infrastructures et les déplacements	Mise à jour des trafics suivant les dernières données trafic
3.4.1. Cadre paysager	Précisions ajoutées sur les impacts permanents du projet, suivant les études menées sur les espaces publics et dans le cadre de l'opération du centre commercial
3.4.3. Ambiance sonore	Compléments des impacts permanents du projet suivant la modélisation des niveaux sonores après projet
3.4.4. Qualité de l'air	Compléments des impacts permanents du projet suivant l'étude air-santé, dont modélisation de la dispersion des polluants
3.4.7. Réseaux	Précisions ajoutées sur les impacts permanents du projet, suivant les études menées dans le cadre du projet PEM/Two Lyon
3.4.8. CONSOMMATIONS d'énergie et conception environnementale	Précisions ajoutées sur le bilan énergétique des besoins liés à la consommation des bâtiments, suivant les éléments de l'étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables sur la ZAC, réalisée dans le cadre du dossier de création de la ZAC
3.5.2. Climat et gaz à effet de serre	Précision ajoutées sur le bilan des émissions de gaz à effet de serre, suivant les éléments de l'étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables sur la ZAC, réalisée dans le cadre du dossier de création de la ZAC
3.5.3. Confort d'été, ensoleillement et confort au vent	Mise à jour des éléments relatifs aux impacts permanents du projet sur l'ensoleillement et le confort au vent, en cohérence avec les études mises à jour en 2016 dans le cadre du projet PEM/Two Lyon
3.5.5. HYDROGEOLOGIE et hydrologie	Précision ajoutée sur le bilan des superficies imperméabilisées Mise à jour des impacts permanents suivant l'étude d'impact hydrogéologique des aménagements PEM/Two Lyon et ZAC Part-Dieu Ouest, réalisée en 2016
4.3. Les infrastructures et les déplacements	Précisions ajoutées sur les mesures en phase chantier, suivant les études menées dans le cadre du projet PEM/Two Lyon
4.4.3. Nuisances sonores et vibrations	Compléments des impacts temporaires du projet suivant l'évaluation des nuisances sonores pendant la phase travaux
4.4.7. Réseaux	Précisions ajoutées sur les impacts temporaires du projet, suivant les études menées dans le cadre du projet PEM/Two Lyon
5. EFFETS du projet sur la santé, la sécurité et la salubrité publique	Précisions ajoutées pour les espèces végétales envahissantes Compléments de l'analyse des effets du projet sur la santé, suivant les compléments pour les volets air et bruit. Sur la qualité de l'air : compléments suivant l'étude air-santé, incluant le calcul de l'indice pollution-population et l'évaluation quantitative des risques sanitaires au droit des sites sensibles
6. MESURES de protection environnementales et suivi	Précisions ajoutées sur le coût et les modalités de suivi des mesures Mise en cohérence des éléments suivant les modifications effectuées dans le reste de l'étude d'impact
7. Compatibilité avec les documents de planification urbaine et environnementale	Mise à jour en prenant en compte le SDAGE 2016-2021
8. Auteurs de l'étude, méthodes utilisées et description des difficultés rencontrées	Mise en cohérence des éléments suivant les modifications effectuées dans le reste de l'étude d'impact ; compléments sur les méthodes et difficultés suivant les modélisations réalisées

Des chapitres, autres que ceux listés dans ce tableau, ont également fait l'objet de modifications à la marge en lien avec l'avancement du projet (exemple : le B10 est en cours de démolition → le B10 est démoli depuis fin 2015).

Les études concernant le volet air-santé et le volet hydrogéologique sont disponibles en annexe.

Ainsi, les modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015, concernent des compléments, des précisions et/ou des mises à jour pour les thèmes listés ci-dessus.

Elles ont confirmé ce qui a été présenté dans l'étude d'impact du dossier de création de la ZAC. Les niveaux d'enjeux et les niveaux d'impacts identifiés restent inchangés.

Remarque : Le contenu de la présente étude d'impact respecte les prescriptions énoncées par le Décret n° 2016-1110 du 11 août 2016 relatif à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementale des projets, plans et programme.

2. LES RAISONS DE LA CREATION DE LA ZAC

En 2010, le Grand Lyon a engagé une réflexion de fond sur le devenir du quartier de La Part-Dieu. Cette réflexion part du constat que le développement du quartier atteint aujourd'hui des limites, en termes de fonctionnement, de capacité et de qualité urbaine. Pour dépasser ces limites, il est nécessaire de concevoir et de mettre en œuvre un projet urbain global, cohérent et transversal, c'est à dire un projet qui réarticule les composantes essentielles du quartier (la mobilité, l'immobilier tertiaire, les commerces et les services, l'habitat, les espaces publics) dans une nouvelle logique. Il s'agit donc à la fois d'actualiser un quartier dont la conception remonte aux années 1960 et de redonner des capacités de développement à une structure urbaine dont, a priori, on pourrait considérer qu'elle est «remplie », «achevée».

Le projet Lyon Part-Dieu vise à apporter une réponse cohérente aux enjeux de développement économiques, immobiliers et urbains majeurs pour la métropole lyonnaise. Il vise aussi à coordonner dans l'espace, dans le temps et dans les formes qu'elles peuvent prendre, les initiatives portées par des acteurs publics et privés, individuels ou institutionnels, pour les faire concourir à un développement intégré et durable du quartier.

Réinventer la Part-Dieu, ce n'est pas repartir à zéro. C'est intensifier et stimuler le potentiel de ce qui est déjà là. Ce n'est pas chercher à lisser la spécificité de ce quartier hérité des années 1960-70, différent des quartiers qui l'entourent, pour le faire ressembler à n'importe quel autre quartier d'affaires. C'est, au contraire, s'appuyer sur cette singularité, cette situation, pour développer un projet inédit, exemplaire et contemporain. Tous les ingrédients sont là. Le projet Lyon Part-Dieu consiste à les mettre en musique et en mouvement.

Indépendamment de ce projet global, deux secteurs se sont déjà profondément transformés :

- ✓ le secteur autour du parc Nelson Mandela avec le redressement de la ligne de tramway T3 et l'arrivée du T4, l'aménagement de la rue Mouton Duvernet et la livraison de l'immeuble Equinox et des archives départementales du Rhône
- ✓ le secteur Garibaldi / Les Halles avec le réaménagement de la première phase de la rue Garibaldi et la construction de la tour Incity.

D'autres opérations sont en cours ou achevées : la démolition du bâtiment B10 place Béraudier, face à la gare, le chantier du programme Silex 1, rue du Docteur Bouchut et la rénovation de la résidence Desaix.

Aujourd'hui, s'ouvre une nouvelle étape de développement du projet Lyon Part-Dieu. En raison de la complexité technique, juridique et financière du projet, il est proposé de le conduire dans le cadre d'un outil opérationnel efficace et lisible : la Zone d'Aménagement Concerté, dite « ZAC Part-Dieu Ouest ».

La ZAC s'articule autour d'interventions de requalification des infrastructures, des voiries et espaces publics, associées à des opérations immobilières sur certains îlots. Ces objectifs sont de :

- ✓ Développer des mobilités durables :
  - En donnant priorité à l'intermodalité,
  - Grâce à une gare agrandie et ouverte sur la ville,
- ✓ Rendre le quartier encore plus agréable à vivre :
  - A travers des espaces publics et voiries réaménagés et végétalisés,
  - En proposant des logements diversifiés dans des immeubles neufs ou réhabilités,
  - En développant une nouvelle offre de commerces et de services,
  - En proposant de nouveaux équipements,
- ✓ Conforter l'attractivité économique par le développement d'une nouvelle offre immobilière.

3. LA CONCERTATION PREALABLE A LA CREATION DE LA ZAC

La ZAC Part-Dieu Ouest a été créée par délibération n°2015-0917 du 10 décembre 2015 par le Conseil de la Métropole.

Le conseil de la communauté urbaine de Lyon a approuvé l'ouverture et les modalités de la concertation préalable à la création d'une Zone d'Aménagement Concerté dans le 3ème arrondissement de Lyon, la ZAC Part-Dieu Ouest, par la délibération n°2014-0411 en date du 3 novembre 2014.

Cette concertation a été ouverte le lundi 5 janvier 2015. Initialement prévue pour se terminer début juillet 2015 elle a été prolongée jusqu'au 30 octobre 2015 par la délibération n° 2015-0411.

La concertation a été clôturée le 30 octobre 2015 soit au final près de 10 mois de concertation.

Suite à cela, le bilan de la concertation a été établi pour faire le bilan des échanges et des contributions de tous les publics à travers une analyse tant quantitative que qualitative des avis, des questions, remarques, critiques, analyses et suggestions : il présente les avis formulés par l'ensemble des usagers impactés par la future ZAC de la manière la plus exhaustive afin de répondre à 3 objectifs majeurs :

1. rendre compte de manière fidèle de la participation des citoyens,
2. constituer un outil d'aide à la décision des élus à partir d'un état des lieux clair et détaillé des différents avis et suggestions,
3. informer les habitants de l'agglomération sur le bilan de la concertation et sur ses conclusions et préconisations

Le bilan de sa concertation a été approuvé par délibération n°2015-0917 du 10 décembre 2015 par le Conseil de la Métropole.

Une étude d'impact a été produite parallèlement à cette phase de concertation, et publiée en avril 2015. Elle a fait l'objet de l'avis de l'Autorité Environnement n°2015-52, adopté lors de la séance du 9 septembre 2015 et mis à disposition du public. La Métropole a émis des éléments d'informations et de réponses suite aux remarques de l'Autorité Environnementale sur l'étude d'impact, en octobre 2015.

Cette nouvelle version de l'étude d'impact de la ZAC est complétée et prend en compte les remarques de l'AE, les réponses apportées par la Métropole ainsi que le bilan de la concertation.

A. CONTEXTE, OBJECTIFS ET DESCRIPTION DU PROJET

1. LOCALISATION DU PROJET ET PERIMETRE DE LA ZAC EN PROJET

Le site de projet se trouve sur la commune de Lyon, dans le département du Rhône (69) et la région Rhône-Alpes (devenue Auvergne-Rhône-Alpes depuis le 1er janvier 2016).

Au sein de la ville, le site de projet appartient au quartier de la Part-Dieu, dans le 3ème arrondissement, qui occupe une position stratégique au cœur de l'agglomération lyonnaise (Figure 1).

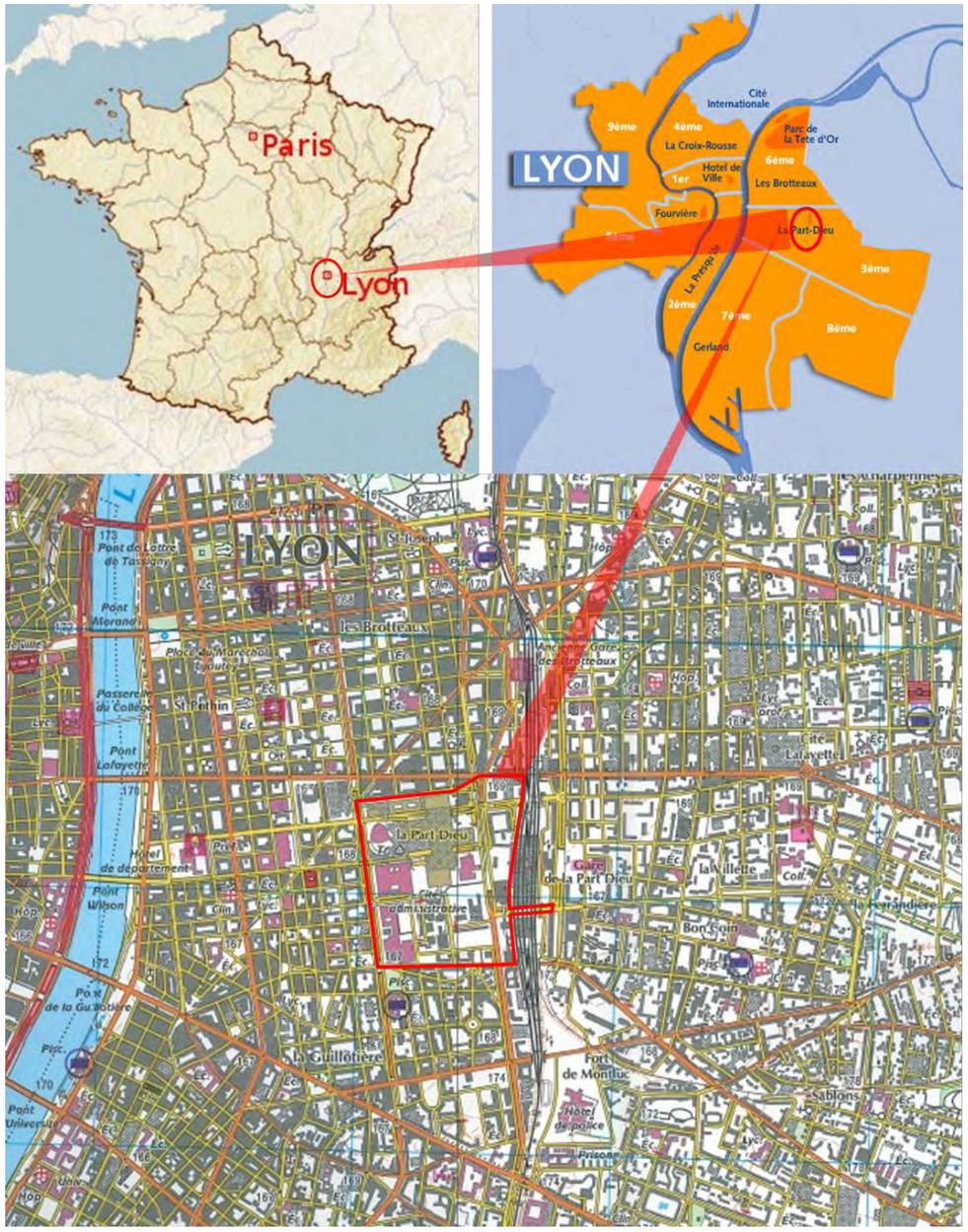


Figure 1 : Localisation du site de projet

Le périmètre de la ZAC est délimité :

- ✓ au Nord par le cours Lafayette, puis le boulevard Eugène Deruelle,
- ✓ à l'Est par les voies ferrées, en incluant l'avenue Pompidou sous les voies jusqu'à la rue de la Villette,
- ✓ au Sud par la rue Paul Bert,
- ✓ à l'Ouest par la rue Garibaldi.

La zone ainsi délimitée s'étend sur 38 hectares environ.

Les ensembles immobiliers suivants sont exclus du périmètre : le Britannia, la barre Desaix, la barre du Lac, la Porte Sud (cf. figure suivante).

Par ailleurs, le périmètre de projet s'arrête dans certains cas en limite de parcelle ou de trottoir, et n'inclut pas les espaces publics de voirie attenants. Ainsi, la rue Garibaldi, le Cours Lafayette et une portion du boulevard Eugène Deruelle ne font pas partie du périmètre de la ZAC.

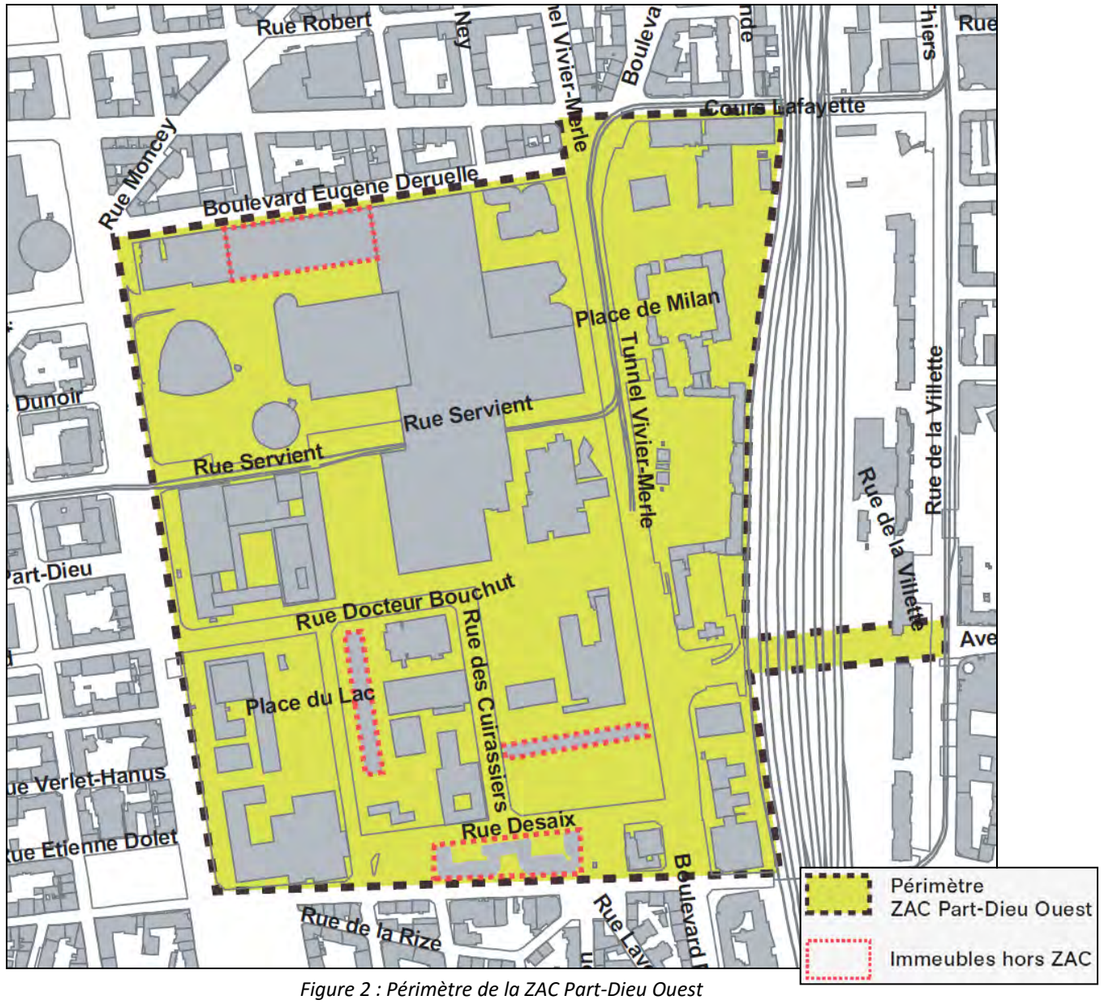


Figure 2 : Périmètre de la ZAC Part-Dieu Ouest

Remarque : Dans la suite de l'étude, les immeubles hors ZAC ne sont pas présentés sur la plupart des figures. Ils restent néanmoins exclus du périmètre de la ZAC.

2. ENJEUX TERRITORIAUX ET URBAINS LIES AU PROJET

2.1. LYON, METROPOLE EUROPEENNE

La métropole lyonnaise bénéficie d'une position stratégique au cœur de l'Europe à l'interface de l'« arc méditerranéen » et de l' « axe vital de l'Europe », comme présenté Figure 3.



Figure 3 : Position stratégique de la métropole lyonnaise en Europe
(source : les mots du SCOT, Sepal, 2010)

L'accès aux grandes métropoles européennes depuis Lyon est facilité par la qualité et la diversité des modes de transport proposés : en avion (au départ de l'aéroport Saint-Exupéry via le Rhônexpress), en TGV et TER (au départ des gares de la Part-Dieu, Perrache ou Saint-Exupéry) ou par la route pour les destinations les plus proches.

Au-delà du cadre institutionnel de la commune, du département ou de la région, l'aire métropolitaine est structurée à différentes échelles par des entités qui témoignent de son dynamisme :

- ✓ Le **pôle métropolitain lyonnais**

  Superficie : 1 600 km² ; population : près de 2 millions d'habitants

C'est un établissement public créé le 16 avril 2012. Il regroupe le Grand Lyon (désormais Métropole de Lyon), Saint-Etienne Métropole, la Communauté d'Agglomération Porte de l'Isère et ViennAgglo, pour un total de 145 communes. Ses actions concernent la mobilité et les déplacements, le développement économique, l'aménagement et la planification et enfin la culture et le tourisme. La Métropole de Lyon héberge sur son territoire 70% des habitants et 75% des emplois du Pôle métropolitain (source : BASECO-OMPREL, 2013).



Figure 4 : Périmètres du Grand Lyon et du pôle métropolitain
(source : http://www.polemetropolitain.fr/)

- ✓ La **Métropole de Lyon**

  Superficie : 527 km² ; population 2012 : 1 282 000 habitants

Les compétences de la Métropole s'exercent dans de nombreux domaines, comme l'élaboration de documents d'urbanisme locaux, la voirie, la distribution d'eau potable et l'assainissement, la collecte et le traitement des ordures ménagères, les déplacements, l'habitat, les grands équipements, le schéma de développement économique du territoire.

Conformément à la loi n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles, le Grand Lyon est devenu la **Métropole de Lyon** depuis le 1er janvier 2015. Cette collectivité territoriale compte 59 communes. Elle intègre les compétences du Conseil Général sur son territoire.

2.2. QUARTIER DE LA PART-DIEU

2.2.1. PRESENTATION DU QUARTIER DE LA PART-DIEU

Le quartier de la Part-Dieu se situe dans la partie Ouest du 3ème arrondissement de Lyon, sur la rive gauche du Rhône. Il s'agit d'une zone de plaine alluviale. Le 3ème arrondissement, qui s'étend de la rive gauche du Rhône jusqu'aux communes de Bron et Villeurbanne, se divise en 5 quartiers avec d'Ouest en Est :

- ✓ le quartier de la Préfecture,
- ✓ le quartier de la Part-Dieu,
- ✓ le quartier de la Villette, à l'Est des voies ferrées,
- ✓ le quartier du Dauphiné, au Sud-Est de la gare Part-Dieu,
- ✓ le quartier de Montchat, formant la zone Est de l'arrondissement.

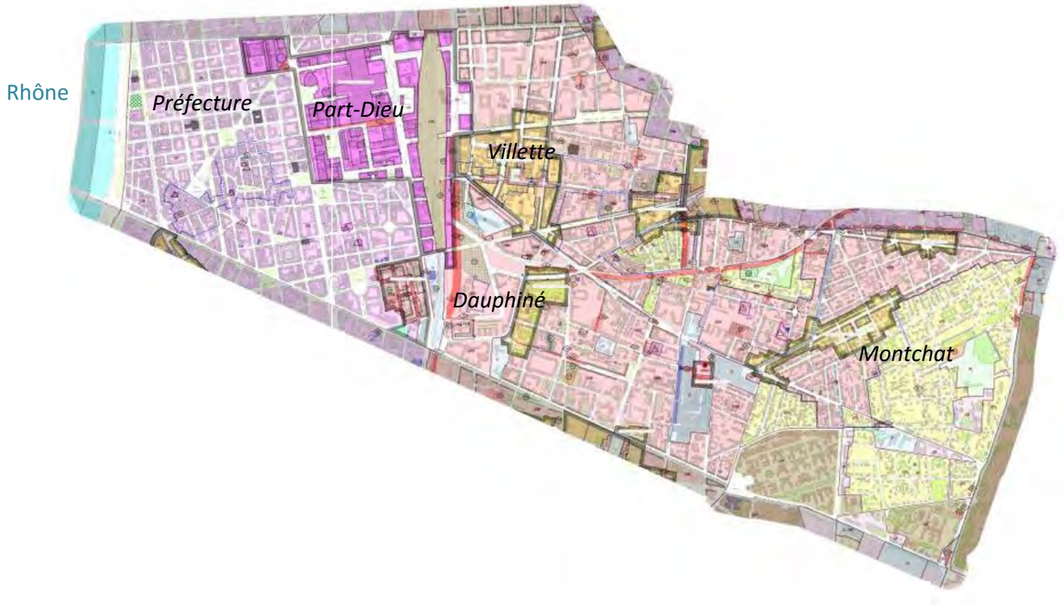


Figure 5 : Localisation des différents quartiers dans le 3ème arrondissement de Lyon
(source : PLU du Grand Lyon)

2.2.2. HISTOIRE DU QUARTIER DE LA PART-DIEU

A l'époque gallo-romaine, l'évolution de l'urbanisation juxtaposa une ville haute, située sur le site initial choisi en position d'acropole sur la colline de Fourvière, et une ville basse aux activités directement liées aux deux grands cours d'eau (Saône et Rhône).

Durant la période du XIVème siècle au début du XVIIème siècle, le bâti n'occupera qu'une partie du territoire lyonnais. L'urbanisation entre Saône et Rhône resta discontinue jusqu'au XVIIème siècle, et l'extension considérable du périmètre fortifié enserra des zones qui ne furent urbanisées qu'au cours du XIXème siècle. Le développement spatial de l'agglomération, limité à l'Ouest par le relief, s'est effectué à l'Est de manière tentaculaire, les voies essentielles de communication jouant un rôle structurant très net.

La plaine de l'Est lyonnais porte les traces du développement de la ville aux XIXème et XXème siècles. L'urbanisation de la rive gauche, du Rhône aux voies ferrées, se développe essentiellement à partir de 1856 (date de l'endiguement du Rhône). Le quartier de la Part-Dieu se compose alors de terres cultivées et de pâturages.

La carte ci-après, extraite de l'Atlas Historique des Villes de France, retrace le déplacement du centre de Lyon vers l'Est au fil du temps.

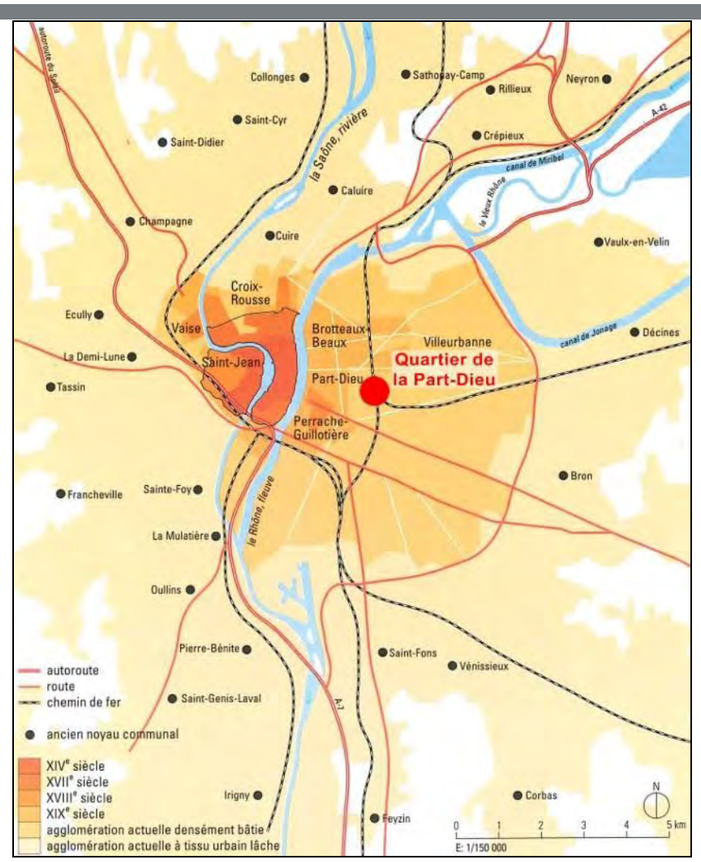


Figure 6 : L'évolution du quartier de la Part-Dieu dans l'agglomération lyonnaise
(source : Atlas Historique des Villes de France)

Au XIXème siècle, les terrains non cultivés d'une surface de 28 hectares sont vendus à l'administration militaire, et les casernes militaires qui y sont édifiées sont inaugurées en 1860. En 1957, après un siècle d'activité militaire, l'armée confirme la cession des terrains à la ville de Lyon et la fermeture de la caserne. Elles s'étendaient sur un terrain aujourd'hui délimité par le Boulevard Vivier-Merle à l'Est, le boulevard Eugène Deruelle au Nord, la rue Garibaldi et la rue du Lac à l'Ouest, et la rue Paul Bert au Sud.

L'arrivée de la ligne à grande vitesse à la gare de Lyon Part-Dieu a encore recentré la ville sur le quartier de la Part-Dieu. La gare de la Part-Dieu a été mise en service suite à la fermeture de la gare des Brotteaux en juin 1983.



Figure 7 : Casernes de la Part-Dieu et emprise de la gare de marchandise au fond

(cliché anonyme, source : archives municipales de Lyon, 1965)

La Ville de Lyon a décidé de réaliser une opération de Rénovation Urbaine (RU) en 1957, confiée initialement à la SERL, pour réaliser un nouveau centre administratif, culturel et commercial. En 1962, un groupement d'étude se constitue pour restructurer le quartier et aménager les emprises libérées. Il s'agit alors d'édifier un centre-ville contemporain, en réponse au centre historique de la Presqu'Île. Un plan masse du « Grand ensemble » est élaboré par J. Perrin-Fayolle, J. Sillian et J. Zumbrunnen. Les aménagements menés depuis 1970 jusqu'à la fin des années 1980 contribueront à faire du quartier de la Part-Dieu un nouveau site stratégique de la rive gauche de la ville. Les différents bâtiments construits à cette période forment une part significative du patrimoine architectural du quartier. La Rénovation Urbaine a été clôturée en juillet 2014.

Le projet de rénovation urbaine répondait à l'époque à l'objectif de ne pas se limiter à la seule fonction résidentielle, et de créer une dynamique de centre décisionnel pour conférer au site une importance stratégique. Il comporte ainsi la réalisation d'équipements publics mais aussi de bâtiments administratifs. La construction du centre commercial et de nombreuses tours de bureaux contribue à la tertiarisation du quartier. Des immeubles de logements sous forme de barres sont construits : la résidence Desaix (1963), les immeubles Moncey-Nord (1963-1965), la résidence du Lac (1972).

Le tissu urbain du quartier comporte donc un patrimoine architectural du XX^{ème} siècle, de style « moderne ».

Dans l'objectif de ne pas se limiter à la seule fonction résidentielle et pour conférer au site une importance stratégique, le projet de rénovation urbaine comporte l'implantation de bâtiments administratifs et de bureaux, et d'équipements publics. Il s'agit alors de créer une dynamique de centre décisionnel.

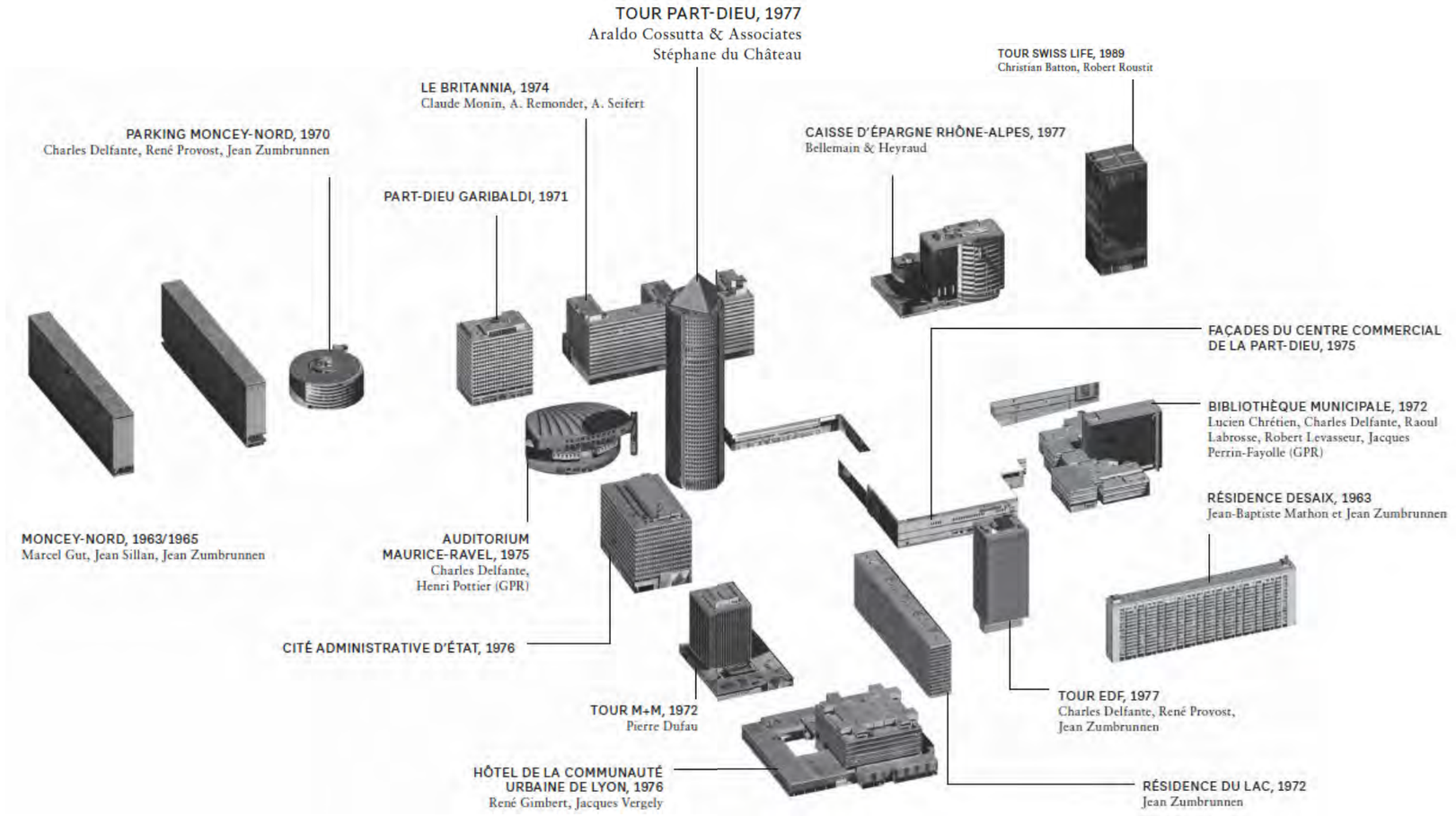


Figure 8 : Patrimoine moderne de la Part-Dieu (source : Agence l'AUC, septembre 2012)

Les bâtiments majeurs, caractéristiques du site, sont :

- ✓ des équipements publics : la bibliothèque municipale (1972), l'auditorium Maurice Ravel (1975)
- ✓ des bâtiments administratifs : l'hôtel de la Communauté urbaine de Lyon (1976), la cité administrative d'Etat (1976)
- ✓ des immeubles tertiaires : Part-Dieu Garibaldi (1971), M+M (1972), Tour EDF (1977), Tour Part-Dieu - le « crayon » (1977), la Caisse d'Epargne Rhône-Alpes (1977), et plus récemment la tour Swiss Life (1989)
- ✓ le centre commercial de la Part-Dieu (1975)

En 1979, la construction d'une gare est prévue en réponse à la création de la ligne de TGV Paris-Lyon.

Le Grand Lyon a créé la ZAC de la gare Part-Dieu en 1980, pour permettre la réalisation de la gare TGV de la Part Dieu, inaugurée le 24 octobre 1983. La gare des Brotteaux avait accueilli les tous premiers TGV en 1981 et 1982. La gare de la Part-Dieu s'implante sur l'emprise de l'ancienne gare de marchandises et de ses voies. L'objectif principal de la ZAC est d'intégrer ce nouvel équipement public majeur au reste du quartier de la Part Dieu, par la création de nouvelles surfaces de bureaux, logements et hôtels à l'Ouest et à l'Est des voies ferrées, ainsi que les voies d'accès et équipements liés à la desserte de la gare. La place Béraudier notamment est ainsi créée, encadrée par la façade de la gare et deux ailes de bâtiments en retour, et de la place de Milan. Cette ZAC a été clôturée en 2014.

3. LA ZAC PART-DIEU OUEST

3.1. OCCUPATION ACTUELLE DES SOLS

Afin de mieux appréhender l'environnement du site de projet et de situer les différentes opérations envisagées, les figures suivantes présentent (d'après l'Atlas urbain et paysager de la Part-Dieu, Urbalyon, 2010) :

- ✓ La dénomination des différents lots sur le périmètre de projet
- ✓ L'occupation des sols sur le périmètre de projet

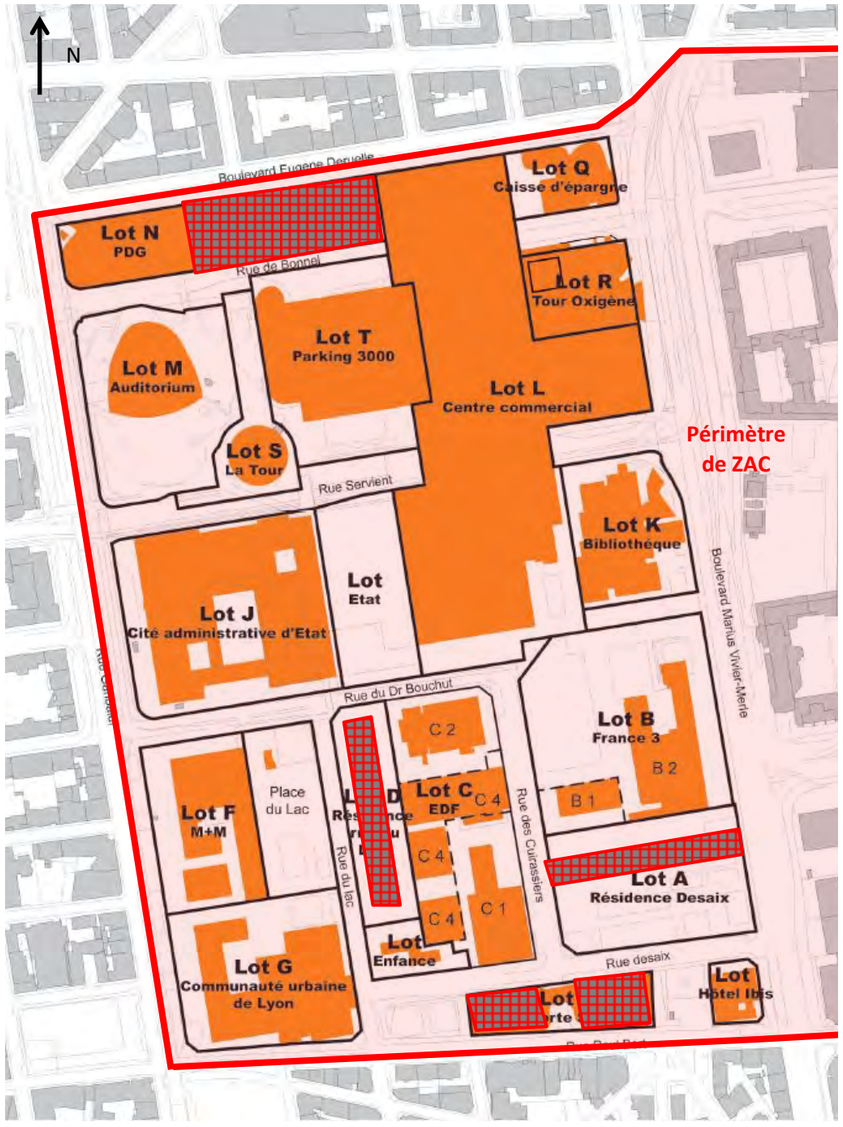


Figure 9 : Occupation historique des sols à l'Ouest du boulevard Vivier-Merle

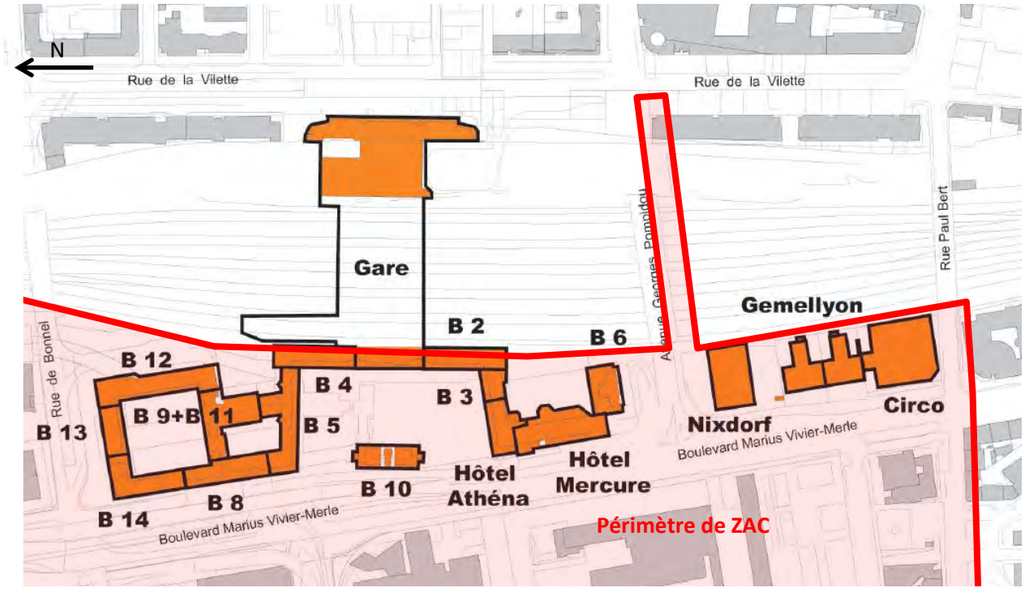


Figure 10 : Occupation historique des sols à l'Est du boulevard Vivier-Merle

Le site est caractérisé par un urbanisme de grands ensembles, ce qui se traduit par des îlots de taille importante.

A noter que dans le secteur « gare ouverte », les bâtiments de l'aile Nord (B8, B9+B11, B12, B13, B14) forment un ensemble connu sous le nom de place de Milan, et que le bâtiment B10 est démoli depuis fin 2015.

Le périmètre de ZAC est constitué d'espaces publics et d'infrastructures, de la façade Ouest de la gare SNCF et de plusieurs bâtiments, à vocation essentiellement de commerces et de bureaux, tel que présenté sur la figure suivante.

Une des particularités du quartier Part-Dieu est d'être un quartier « sur dalle ». Ainsi le périmètre de projet est parcouru par une dalle piétonne, au-dessus du niveau de la rue.

Cette dalle crée des continuités piétonnes entre les principaux bâtiments du site : le centre commercial, l'amphithéâtre, la tour Part-Dieu… Des passerelles piétonnes assurent les traversées en hauteur des axes motorisés, pour passer d'un îlot à l'autre. Par exemple, une passerelle au-dessus de la rue Servient relie le pied de la tour Part-Dieu à la Cité Administrative d'Etat. Les espaces sur dalles peuvent prendre la forme, suivant les cas, d'une pelouse, d'un patio terrasse, ou simplement d'espaces de passage à l'image des passerelles.

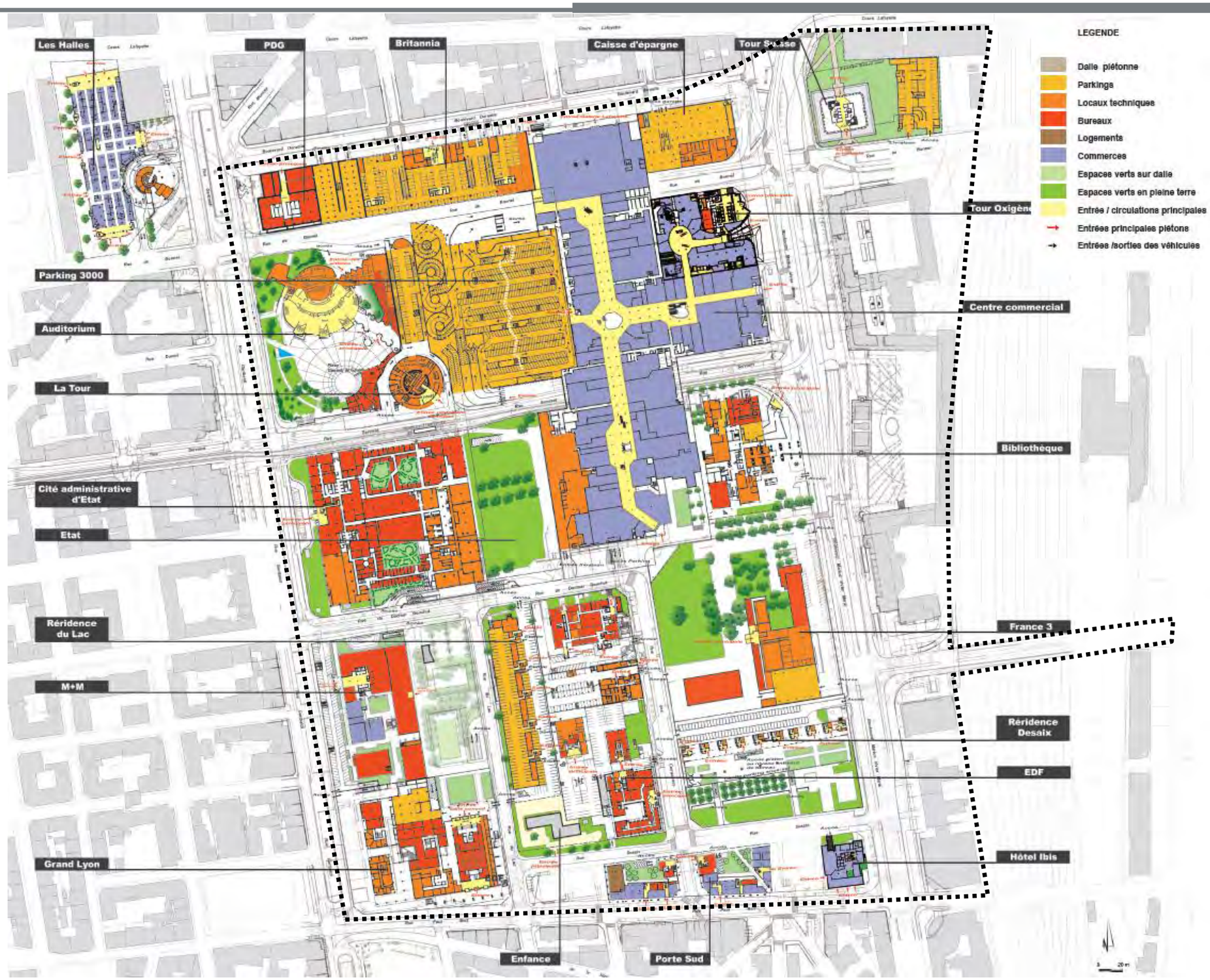


Figure 11 : Plan masse des secteurs « Cœur Part-Dieu » et « Lac Cuirassiers Desaix », au niveau de la rue

3.2. LE PROJET URBAIN LYON PART-DIEU, LE PROJET DU POLE D'ECHANGES MULTIMODAL (PEM) LYON PART-DIEU ET LE PROJET DU NFL (NŒUD FERROVIAIRE LYONNAIS)

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :

Mise à jour des éléments descriptifs des projets du Pôle d'Echanges Multimodal Lyon Part-Dieu et du Two Lyon, suivant l'évolution des projets depuis le dossier de création de la ZAC

3.2.1. LE PROJET URBAIN LYON PART-DIEU

Le site de la ZAC s'inscrit dans le périmètre d'intervention plus large du projet urbain Lyon Part-Dieu. Il s'agit d'un projet urbain de 177 ha initié en 2010 par le Grand Lyon. Les aménagements prévus doivent contribuer à faire du quartier un lieu d'échanges, de destination et d'innovation, lisible et agréable à parcourir, fidèle à sa vocation de quartier tertiaire, mais orienté vers un quartier à vivre. Le principe de « sol facile » oriente la réflexion sur les espaces publics et les mobilités, et garantit ainsi une mise en lien des entités entre elles et avec les quartiers voisins. Le traitement réfléchi des voiries et espaces publics permet la cohésion entre les différentes échelles de projet. Par ailleurs, l'utilisation de « socles actifs » (aménagement des locaux en rez-de-chaussée avec des surfaces de mezzanine) pour l'implantation d'activités est rendue obligatoire sur de nombreux linéaires de façade. Associés à l'augmentation de la présence végétale en ville, ces réalisations contribueront à la création d'ambiances urbaines de qualité.

Le projet Lyon Part-Dieu comporte quatre entités opératoires distinctes, qui sont :

- ✓ « Gare ouverte » inclut le Pôle d'Echanges Multimodal (PEM) et ses abords : places Béraudier, de Francfort, de Milan.
- ✓ « Cœur Part-Dieu » s'étend, principalement sur la dalle et autour du centre commercial, de la rue Garibaldi au boulevard Vivier-Merle et de la rue du Docteur Bouchut à la rue Deruelle. Il regroupe de nombreux équipements (centre commercial, bibliothèque, auditorium, etc.) et espaces publics de la Part-Dieu.
- ✓ « Lac Cuirassiers Desaix » va de la rue du Docteur Bouchut à la rue Paul Bert, et du boulevard Vivier-Merle à la rue Garibaldi. Ce secteur en pleine terre, qui comprend le site France Télévisions, l'hôtel de la Métropole de Lyon ou encore la résidence Desaix est le plus favorable au développement de l'habitat.
- ✓ « Part-Dieu Sud » se déploie du boulevard Vivier-Merle à la rue Maurice Flandin et de la rue Paul Bert au cours Gambetta dans la continuité de la ZAC de la Buire. C'est un périmètre voué au tertiaire mais aussi aux sports et loisirs.

La Figure 12 montre l'articulation entre la ZAC et ces entités opératoires.

Le projet urbain a fait l'objet d'une concertation préalable à titre volontaire entre septembre 2012 et novembre 2014. A ce titre, plusieurs dispositifs d'information et de concertation ont été mis en place par la Communauté urbaine :

- ✓ un dossier consultable à la disposition du public dès le 13 septembre 2012 à l'accueil de l'Hôtel de Communauté ainsi que dans les mairies des 3° et 6° arrondissements de Lyon,
- ✓ des permanences d'information spécifiques dans les locaux de la mission Part-Dieu ouvertes dès le 11 septembre 2012, les lundis matin et mercredis après-midi,
- ✓ une réunion publique, à laquelle ont participé 700 personnes, présidée par monsieur le Président de la Communauté urbaine, a initié la concertation le 13 septembre 2012,
- ✓ 3 rencontres-débats, auxquelles ont participé 370 personnes, présidées par mesdames et messieurs les Vice-Président(e)s de la Communauté urbaine en présence du concepteur du projet, autour de thématiques qui le sous-tendent :
  - o la mobilité et les déplacements, le 27 novembre 2012,
  - o le quartier actif, le 13 décembre 2012,
  - o les espaces publics, le 31 janvier 2013.

Des rendez-vous d'information réguliers sur le projet ont eu lieu, à travers notamment les conseils de quartier. Une maison du projet, l'Atelier, située au 192, rue Garibaldi a été installée. Elle permet de répondre aux demandes ponctuelles d'information émanant d'associations, de syndicats de copropriétés, de gestionnaires d'entreprise, de délégations de riverains et de conseils de quartiers mais aussi de donner de la visibilité au projet auprès des délégations françaises ou étrangères. Un site internet www.lyon-partdieu.com a également été ouvert pour informer et échanger à propos du projet.

Par la délibération n° 2013-4229 du 21 octobre 2013, le conseil de la Communauté urbaine a dressé un bilan intermédiaire de cette première étape de la concertation. Le besoin d'information et d'approfondissement s'est le plus fortement exprimé sur les sujets suivants :

- ✓ la stratégie de production de logements et l'évolution du parc existant : une forte mobilisation des habitants du quartier a été constatée, à travers les associations ou instances de participation citoyenne. Des interrogations ont été émises sur les mutations envisagées, certaines représentations graphiques des intentions du projet pouvant laisser supposer que des démolitions étaient prévues à court terme. Ainsi, le projet a évolué dans certains secteurs, pour tenir compte des remarques émises par les habitants, particulièrement celui de la Porte Sud qui a retrouvé sa physionomie actuelle dans les représentations du projet. Au-delà des immeubles d'habitation déjà présents, il est prévu une production de logements à la Part-Dieu (environ 2 200 à termes), en vue de pérenniser le statut de quartier d'habitation de la Part-Dieu et sa mixité vis-à-vis des activités tertiaires,
- ✓ la place des espaces verts, publics et du paysage : à travers l'objectif de faire de la Part-Dieu un quartier à vivre, la réflexion sur les espaces végétalisés est au centre des préoccupations des concepteurs du projet. A travers les projets de voiries, de places ou de parcs, un programme en faveur du paysage et de la végétalisation est élaboré aussi bien sur les espaces publics qu'au cœur des îlots privés.

La concertation préalable a donc permis l'expression de remarques et appréciations sur le projet qui ont contribué à son évolution et à l'apport de précisions et compléments pour en améliorer la lisibilité et l'appropriation par le public. La version 2 du plan de référence élaborée fin 2014 est davantage conforme aux attentes des riverains et usagers.

Cette concertation a également permis d'installer une relation de travail avec les habitants et les acteurs de la société civile et à mettre en place une démarche interactive entre habitants, experts, élus et aménageurs avant même la finalisation du projet urbain.

La ZAC Part-Dieu Ouest s'inscrit en totale cohérence avec l'ensemble du projet urbain.

Comme indiqué dans le préambule, la ZAC Part-Dieu Ouest a également fait l'objet d'une concertation en 2015 ; le bilan de cette concertation a été approuvé par délibération n°2015-0917 du 10 décembre 2015 par le Conseil de la Métropole.

Lors de la même cession, le Conseil de la Métropole a approuvé le dossier de création de la ZAC Part-Dieu Ouest.



Figure 12 : Secteurs d'intervention du Projet Lyon Part-Dieu

3.2.2. LE PROJET DU POLE D'ECHANGES MULTIMODAL LYON PART-DIEU ET DU TWO LYON

Le périmètre de l'opération PEM[1] s'étend sur le quadrilatère formé par le Cours Lafayette, le Boulevard Vivier Merle, la rue Flandin et la rue Paul Bert. La ZAC recoupe ce périmètre sur sa partie à l'Ouest des voies ferrées, et inclut l'avenue Pompidou.

Le projet du PEM intègre le projet de la gare Lyon Part Dieu, le nouvel accès aux quais par l'avenue Pompidou et l'ensemble des fonctions d'intermodalités, ainsi que les voiries et espaces publics s'étendant dans son périmètre.

Le projet est partenarial, piloté globalement par le Grand Lyon. Les trois maîtres d'ouvrage coordonnés sont :

- ✓ La Communauté urbaine de Lyon, devenu Métropole de Lyon, Maître d'ouvrage du réaménagement des espaces publics et des voiries et pilote général du projet urbain. En 2015, la Métropole de Lyon a décidé par délibération du 10 décembre de déléguer sa maîtrise d'ouvrage à la Société Publique Locale (SPL) Lyon Part-Dieu. La SPL pilote principalement le projet,
- ✓ SNCF Gares&Connexions (branche de la SNCF créée en 2009 pour la gestion et le développement des gares françaises) est maître d'ouvrage de la gare,
- ✓ SNCF Réseau (ex-RFF, Réseau Ferré de France) est maître d'ouvrage des quais et de leurs accès, ainsi que de la galerie Pompidou.

Le projet est mené en partenariat avec l'État, la Région Auvergne Rhône-Alpes, le Sytral et la Ville de Lyon.

[1]Pôle d'échanges multimodal : lieu d'articulation et d'interconnexion de différents modes de transport et déplacement : le train (interurbains ou longue distance), les véhicules particuliers, les transports en commun urbains (bus, tramway, métro), les taxis, les vélos, la marche…

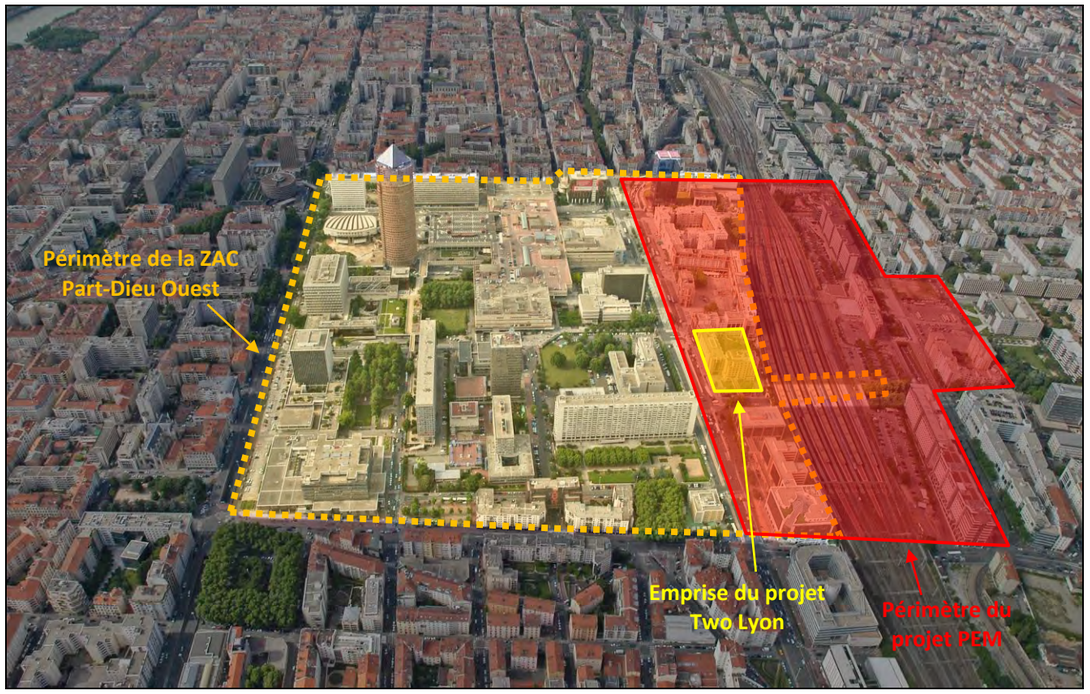


Figure 13 : Périmètre de la ZAC Part-Dieu Ouest, du projet PEM et du Two-Lyon

Par délibération en date du 27 mai 2013, le conseil de la Communauté urbaine a approuvé l'ouverture et les modalités de la concertation préalable aux projets du Pôle d'échange multimodal (PEM) de Lyon Part-Dieu et création de la voie L au titre des articles L.300-2 et R.300-1 du Code de l'urbanisme. Dans ce cadre, les maîtres d'ouvrage (Communauté urbaine, SNCF-Gares & Connexions et RFF) ont convenu, d'une part, d'organiser une concertation préalable commune à leurs opérations, et d'autre part, de confier le pilotage de la procédure à la Communauté urbaine. Cette concertation s'est déroulée du lundi 17 juin 2013 au mardi 29 octobre 2013. Le bilan a été délibéré par le Grand Lyon par Délibération n° 2014-4390 le 13 janvier 2014. Réseau Ferré de France et Gares & Connexions ont également validé le bilan pour les éléments du projet relevant de leur maîtrise d'ouvrage.

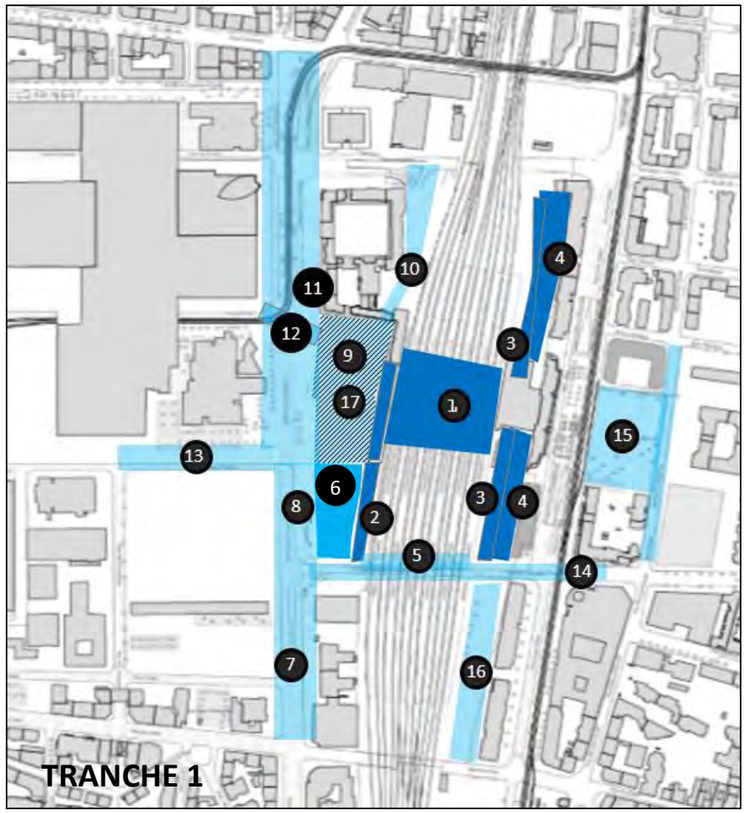
Les objectifs du projet PEM, qui tiennent compte du bilan de la concertation préalable menée en 2013, sont les suivants :

- ✓ La désaturation de la gare et des quais, et l'augmentation de la capacité pour absorber les flux projetés à l'horizon 2030,
- ✓ Le renforcement des intermodalités : les aménagements réalisés doivent améliorer à la fois la desserte du Pôle d'échanges par l'ensemble des modes de transports (prioritairement modes doux et TCU), encourager les reports modaux vers les transports en commun et les modes doux, et conforter globalement la fonction de hub métropolitain, régional, national et européen,
- ✓ L'amélioration du service aux voyageurs, pour la préparation et la réalisation du voyage monomodal et intermodal, et pour accompagner les nouvelles pratiques et les nouveaux modes de vie, et renforcer la fonction d'accueil et de porte d'entrée à Lyon. Cette offre de commerces et services contribuera à l'équilibre de gestion et d'exploitation du projet PEM/gare.
- ✓ L'amélioration de l'insertion urbaine du PEM et de la gare, pour l'ouvrir sur les quartiers de part et d'autre du faisceau ferré.

L'opération Two Lyon, à l'étude par un opérateur privé, est développée sur l'emprise de « l'îlot des hôtels » au Sud de la Place Béraudier (cf. Figure 13). Cet ensemble immobilier devrait engager dans un projet mixte une tour de bureaux IGH de 65 000 m² sur 170 m de haut, un ensemble hôtelier, et des surfaces de services et de commerces ; la réalisation du parking Béraudier permet de répondre aux besoins en stationnement générés par l'opération Two Lyon.

La réalisation du Two Lyon, parallèlement à une reconfiguration complète de l'aménagement de la Place Béraudier, est prévue en même temps que la réalisation du projet de la gare.

Les plans ci-après permettent de visualiser le phasage des opérations du projet PEM/Two Lyon.



Opérations du projet :

1	Gare (salle d'échange sous voies)	10	Trémie Béraudier – Bonnel (sortie niveau -1)
2	Hall et galerie Béraudier Sud	11	Accès métro
3	Galerie Villette	12	Trémie Béraudier Servient
4	Cours Villette	13	Rue Bouchut
5	Galerie et accès Pompidou	14	Avenue Pompidou
6	Two Lyon	15	Place de Francfort et rue Flandin
7	Boulevard Vivier-Merle	16	Parking loueurs
8	Trémie Vivier-Merle	17	Parking Béraudier
9	Place Béraudier et Place Basse		



Opérations du projet :

1	Gare (salle d'échanges sous voie)	4	Cours villette Sud
2	Galerie Béraudier Nord	5	Place de Francfort, relocalisation parking minute et gare routière
3	Cours Villette Nord	6	Trémie Béraudier – Bonnel (sortie niveaux parkings)

Figure 14 : Phasage des aménagements du projet PEM : tranche 1 (à gauche) et tranche 2 (à droite)

Le schéma simplifié suivant permet d'illustrer les nouveaux aménagements et le fonctionnement projeté du PEM/Two Lyon en tranche 1.

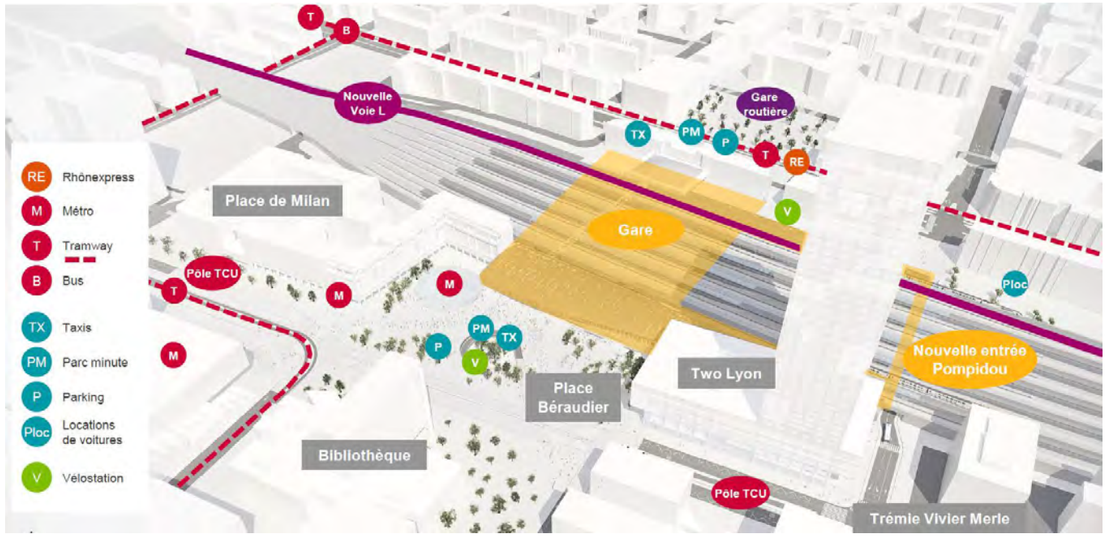


Figure 15 : Schéma simplifié du projet PEM/Two Lyon

Le programme global prévisionnel de la gare vise à désaturer progressivement et durablement les espaces de circulation et d'attente, et développer les surfaces de services, de commerces et logistiques nécessaires à l'échelle d'une grande gare européenne.

Le plan en page suivante permet d'illustrer les nouveaux aménagements et le fonctionnement projetés de la gare.

Une gare plus grande :

Le projet prévoit à terme le doublement de la surface en gare dédiée aux voyageurs, sous Maîtrise d'Ouvrage de SNCF-Gares&Connexions. La surface sera agrandie par son avancée à l'Est et à l'Ouest et la création de galeries déambulatoires de services et commerces latéralement aux voies ferrées.

Un nouvel accès à la gare par l'avenue Pompidou :

La création d'un nouvel accès aux quais depuis l'avenue Pompidou est proposée au niveau de l'actuelle voirie.

Les objectifs de l'opération sont les suivants :

- ✓ Apporter un gain de sécurité pour les usages en permettant une meilleure répartition des usagers sur les quais et dans les accès,
- ✓ Améliorer le confort pour l'accès aux quais par un rééquilibrage des flux entre les accès nord existants, via le hall de la gare et ces nouveaux accès situés sur la partie sud des quais. A ce stade, il est attendu que 20% des flux transiteront par ces nouveaux accès,
- ✓ Faciliter et fluidifier les échanges en améliorant les cheminements en gare et sur les quais,
- ✓ Permettre un fonctionnement optimal de la gare en « quadrilatère » en assurant un lien avec les galeries Béraudier et Villette,
- ✓ Assurer une connexion rapide entre les quais et la partie sud du quartier de la Part-Dieu pour les usagers ferroviaires habitant ou travaillant dans ce secteur.

Une gare plus fonctionnelle :

Au-delà de l'augmentation de la surface, le projet prévoit de mieux organiser les espaces au sein de la gare. Ainsi le hall actuel sera **libéré de la plupart des commerces et services** installés dans les galeries latérales.

Les accès verticaux, permettant d'accéder aux quais, seront complètement réorganisés de façon à optimiser les flux dans le hall.

L'objectif est que le Pôle d'Echanges Multimodal soit demain accueillant, confortable, accessible et favorise l'essor des modes doux, vélo et marche à pied.

Le renforcement des intermodalités :

Le projet de PEM vise à renforcer durablement les intermodalités en accès à la gare et au réseau de Transports en Commun Urbains (TCU) et rééquilibrer les accès en faveur des modes doux (marche à pied, vélos) et des TCU.

Le pôle d'échanges est conçu de façon intégrée, **pour garantir aux voyageurs un service de qualité adapté à leurs demandes, et ce quel que soit leur mode d'accès.**

Il s'agit de faire de la gare de Part-Dieu **un lieu d'échanges et de complémentarité entre les différents transports, un lieu de vie et de services pour les usagers, au centre d'un quartier urbain dense et durable.**

Les offres de mobilité et de de stationnement seront intégrées de manière lisible et fluide autour de la gare ferroviaire, et offriront un haut de niveau de service.

En matière d'intermodalité, les principaux aménagements liés au PEM seront :

- ✓ le réaménagement des quais pour les bus sur le boulevard Vivier-Merle, et un nouveau pôle bus entre la rue Bouchut et l'avenue Pompidou,
- ✓ la création de vélo-stations,
- ✓ la création d'un parking longue durée dans le sous-sol de la Place Béraudier, ayant pour objet principalement de tenir compte des besoins liés au projet Two Lyon,
- ✓ la relocalisation des parkings loueurs,
- ✓ la reprise de l'accès au métro depuis la place Béraudier,
- ✓ la relocalisation de la gare routière actuellement située sur la Place de Francfort côté Est de la gare, dans la Cour Villette Nord.

Des espaces publics et des voiries plus agréables et plus fonctionnels :

Le projet prévoit d'aménager une **gare reliant l'Est et l'Ouest du quartier**, de la Place Béraudier à la Place de Francfort, offrant de nouvelles perspectives vers les rues Bouchut et Servient réaménagées.

Côté Ouest, les projets concernent le boulevard Vivier-Merle, la place Béraudier et la rue Bouchut tels que présentés dans le programme de la ZAC.

Côté Est, les projets concernent :

- ✓ la place de Francfort : en tranche 1, la place sera réaménagée en conservant la gare routière et le parking-minute, pour laisser davantage d'espace aux piétons et à la végétation, et donner davantage de lisibilité à la sortie de la gare. Ces deux équipements seraient ensuite déplacés en tranche 2 afin de faire de la place un espace piétonnier.
- ✓ la rue de la Villette : elle serait réaménagée en tranche 2 de façon à assurer la cohabitation entre les taxis et l'accès à la gare routière relocalisée dans la Cour Villette Nord.

Les programmes du projet PEM, du Two Lyon et de la ZAC sont étudiés de manière totalement intégrées et poursuivent des objectifs cohérents.

Une étude d'impact unique portant sur l'ensemble du projet PEM (incluant les aménagements de voirie situés dans la ZAC Part-Dieu Ouest) et sur le projet immobilier Two Lyon est prévue au second semestre 2016 pour la tranche 1. La finalisation de l'étude d'impact PEM/Two Lyon nécessite l'aboutissement des études AVP des différents éléments du programme (gare, Two Lyon…).

Les opérations du projet PEM/Two Lyon sont, à ce jour, celles qui devraient donner lieu aux premières demandes d'autorisation au sein du périmètre de la ZAC Part-Dieu Ouest.

Les autres projets à l'intérieur de la ZAC, qui relèvent pour l'essentiel de maîtrises d'ouvrage privées, ne sont pas aussi avancés, à la connaissance de la Métropole.

L'ensemble des projets sur la ZAC sera encadré par le dossier de réalisation de la ZAC, qui porte également sur le programme des équipements publics à réaliser pour permettre la réalisation de ces projets.

Si elle est requise au titre du Code de l'environnement, l'étude d'impact de chaque projet sera établie sous la responsabilité des maîtres d'ouvrages concernés en fonction des caractéristiques précises de leur projet, comme c'est le cas pour le projet PEM/Two Lyon. ».



Figure 16 : Organisation projetée de la gare
(Source : Gares et Connexions, Présentation du projet, mai 2016)

3.2.3. LE PROJET DU NŒUD FERROVIAIRE LYONNAIS

Le Nœud Ferroviaire Lyonnais (NFL) est un projet sous maîtrise d'ouvrage de SNCF-Réseau d'amélioration de la performance du réseau ferré autour de Lyon, avec en limite de périmètre : Villefranche-sur-Saône, Villars-les-Dombes, Ambérieu, St-André-le-Gaz, Vienne, Givors et l'Arbresle. Ce projet fait l'objet d'un partenariat entre SNCF-Réseau, l'État, la Région Rhône-Alpes, le Grand Lyon, SNCF, SNCF Gares & Connexions et consiste à concevoir et mettre en œuvre les solutions les plus adaptées aux problèmes de fluidité et de capacité du nœud ferroviaire lyonnais à différents horizons de temps : court, moyen et long termes. Il assemble et articule en conséquence des analyses et actions d'exploitation, des investissements ciblés ainsi qu'un « grand projet » de long terme.

La création de la voie L au niveau de la gare Part-Dieu, qui vise à améliorer la qualité de service aux usagers du train qui utilisent le nœud ferroviaire lyonnais (régularité, éventuellement capacité), fait partie du projet du NFL.

Ce projet ne dépend pas du programme intéressant la présente étude d'impact et concerne uniquement les circulations ferroviaires.

Il peut être réalisé, fonctionner indépendamment de la ZAC et des projets associés à la ZAC et a une utilité ferroviaire propre. Les études sont cependant menées de manière totalement cohérente.

La création de la voie L a fait l'objet d'une étude d'impact, d'un avis de l'autorité environnementale en date du 17 février 2016, et d'une enquête publique qui s'est déroulée du 11 avril au 13 mai 2016.

3.3. LE PROGRAMME DE LA ZAC PART-DIEU OUEST

La Zone d'Aménagement Concerté (ZAC) est une procédure d'aménagement adaptée à la réalisation de projet urbain complexe. C'est une zone à l'intérieur de laquelle, la collectivité publique décide d'intervenir pour réaliser ou faire réaliser l'aménagement et l'équipement de terrains, en vue par exemple de mettre en œuvre un projet urbain, une politique locale de l'habitat, ou d'organiser le maintien ou l'accueil des activités économiques. L'opération d'aménagement d'une ZAC se traduit par la mise en œuvre d'un programme d'équipements publics nécessaires aux besoins des futurs occupants, la collectivité ayant la possibilité de percevoir une taxe d'aménagement de la part des constructeurs.

La procédure de ZAC comporte 3 étapes principales :

- ✓ Les études et concertation préalables,
- ✓ La création de la ZAC,
- ✓ La réalisation de la ZAC

La concertation préalable à la création de la ZAC a eu lieu du 05 janvier 2015 au 30 octobre 2015 et le bilan de sa concertation a été approuvé par délibération du 10 décembre 2015 par le Conseil de la Métropole. Lors de la même cession, le Conseil de la Métropole a approuvé le dossier de création de la ZAC.

La présente étude fait partie du dossier de réalisation de ZAC tel que défini à l'article R*311-7 du Code de l'Urbanisme.

3.3.1. CHIFFRES CLES

La ZAC Part-Dieu Ouest s'articule autour d'interventions de requalification des voiries et espaces publics, associées à des opérations immobilières sur certains îlots.

Le bilan de la concertation a permis de préciser le programme global prévisionnel des constructions à édifier sur la zone, tel que présenté dans le dossier de réalisation de la ZAC.

Au regard des études menées[2] et suite à cette concertation, la programmation de la ZAC a été ajustée et est la suivante :

- ✓ **350 000 m² de surface de plancher de bureaux supplémentaires**
- ✓ **création de 85 000 m² de surface de plancher de services, de commerces et d'hôtellerie**
- ✓ **création de 105 000 m² de surface de plancher de logements soit environ 1 600 logements**

Le projet prévoit également des équipements publics et le réaménagement d'environ 11 ha d'espaces publics.

Il est ici rappelé que les surfaces nettes créées exprimées ci-dessus n'intègrent pas les surfaces réhabilitées, hors changement de destination. Le projet prévoit également des équipements publics et des constructions exonérées de participation financière (gare, parkings…) qui ne sont pas inclus dans les m² décrits ci-dessus, conformément au dossier de création et au dossier de réalisation de la ZAC.

3.3.2. STRATEGIES DE PROGRAMMATION

L'équation programmatique du projet combine quatre stratégies :

- ✓ **La stratégie économique** : La dimension européenne de Lyon Part-Dieu ne s'affirmera pas seulement par des mètres carrés de bureaux supplémentaires, mais aussi et surtout à travers sa vocation différenciante de « Hub de l'intelligence productive ». De cette approche économique découlent les orientations qualitatives pour la production et le recyclage d'un immobilier tertiaire diversifié, adapté aux besoins de toutes les entreprises grandes, moyennes ou petites, qui composent ensemble l'écosystème économique de Lyon Part-Dieu, pour le rendre plus performant, propice à l'innovation, plus visible et plus rayonnant.
- ✓ **La stratégie habitat** vise à faire de la Part-Dieu un quartier plus habité, donc plus accueillant et plus vivant, mieux inscrit dans la continuité urbaine du 3e arrondissement et de la rive gauche. Il s'agit à la fois d'ancrer Lyon Part-Dieu dans la dynamique de l'habitat du cœur de l'agglomération lyonnaise, de contribuer à répondre aux besoins de logements d'une population diverse et de proposer, en lien avec la vocation de Hub Métropolitain du quartier, une offre innovante et atypique susceptible d'attirer de nouveaux publics.

---

[2] Pour partie exprimées en SHON ou en Surface Locative Brute (GLA)

- ✓ La **stratégie commerciale et de services** vise à renforcer et affirmer la vocation servicielle du quartier Lyon Part-Dieu, pour mieux s'adresser aux entreprises, aux actifs du quartier, à ses habitants, à ses visiteurs réguliers ou occasionnels, aux touristes. Cette stratégie s'appuie sur les grands pôles commerciaux et de services existants que sont le centre commercial et la gare de la Part-Dieu, pour en cadrer quantitativement et qualitativement le développement, et pour compléter celui-ci par une offre de commerces et de services de proximité qui fait défaut actuellement, à travers le dispositif des Socles Actifs.
- ✓ **La stratégie de la Traverse Culturelle** vise à activer le potentiel des grands équipements publics et privés existants, la Bibliothèque Municipale, l'Auditorium, les Halles de Lyon, les cinémas du centre commercial, à les relier et à les compléter pour irriguer le quartier d'une offre culturelle contemporaine s'adressant à tous ses publics.

Ces quatre stratégies ne sont ni cloisonnées ni conçues indépendamment les unes des autres. Elles sont indissociables, complémentaires, et sous-tendent, ensemble et par leur croisements, l'affirmation de Lyon Part-Dieu comme Hub Métropolitain Contemporain.

Les principaux objectifs de la ZAC Part-Dieu Ouest sont présentés ci-dessous :

3.3.3. DEVELOPPER DES MOBILITES DURABLES

L'intermodalité

Le projet vise à renforcer durablement les intermodalités en accès à la gare et au réseau de Transports en Commun Urbains et rééquilibrer les accès en faveur des modes doux, marche à pied et vélo prioritairement.

Les itinéraires d'accès en vélo seront améliorés, en lien avec la création des deux vélostations à proximité de la gare, avec la création d'un itinéraire sécurisé notamment sur Vivier Merle.

La suppression de la circulation automobile sur le boulevard Vivier-Merle entre les rues Servient et Bouchut, grâce au décalage de la trémie Vivier Merle plus au Sud, permettra également de libérer l'espace entre les rues Bouchut et Pompidou au profit, notamment, des transports en commun et des piétons.

Les itinéraires d'accès en voiture particulière visent à maîtriser les traversées des voies ferrées et le transit à travers le quartier pour y favoriser les modes alternatifs et garantir un accès direct depuis le périphérique, à une échelle plus large. Une partie de l'avenue Pompidou sera utilisée comme une nouvelle entrée de gare et traversée piétonne Est-Ouest du quartier, et le tourne-à gauche sur le boulevard Vivier-Merle vers la rue Servient sera supprimé. La rue du Docteur Bouchut sera prolongée jusqu'au boulevard Vivier-Merle, et la place des modes doux y sera renforcée. Les déposes et reprises taxis seront maintenues des deux côtés de la gare, au niveau de la rue de la Villette et sous la Place Béraudier.

Une gare ouverte sur la ville

Le projet vise l'intégration de la gare dans un schéma d'accessibilité repensé, pour assurer les liens entre celle-ci et le quartier de manière optimale.

Il s'agit de faire de la gare de Part-Dieu un lieu d'échanges et de complémentarité entre les différents transports, un lieu de vie et de services pour les usagers, au centre d'un quartier urbain dense et durable.

3.3.4. RENDRE LE QUARTIER ENCORE PLUS AGRÉABLE A VIVRE

Le quartier de la Part-Dieu est un quartier tertiaire de centre-ville. L'enjeu est de faire de la Part-Dieu un quartier à vivre 7 jours/7 pour les entreprises, salariés, habitants actuels et à venir mais aussi pour l'ensemble des grands lyonnais.

Des espaces publics et voiries réaménagés et végétalisés

Les espaces publics existants seront mis en valeur à travers un plan paysage. Des arbres seront plantés et relieront les principaux espaces publics. Plusieurs rues et places seront bordées de végétations : rues du Docteur Bouchut et Garibaldi, places Béraudier et Charles de Gaulle. De nouveaux espaces seront aménagés comme le toit - terrasse du centre commercial. Afin de contribuer au meilleur bien-être, le projet prend en compte la qualité des ambiances urbaines : accès à la lumière naturelle et à l'ensoleillement, maîtrise du bruit et des effets de vent, limitation de la pollution et des effets d'îlot de chaleur.

Le programme de la ZAC prévoit notamment le réaménagement des espaces publics et voiries suivantes :

- ✓ **Boulevard Vivier Merle** : Le trafic automobile sera supprimé en surface sur Vivier-Merle face à la place Béraudier. Le boulevard accueillera un itinéraire cyclable, des cheminements piétons sécurisés et deux nouveaux pôles de transports en commun. La rue du Docteur Bouchut sera élargie et prolongée jusqu'à Vivier Merle, pour permettre le tourne à gauche en amont de la place Béraudier, créer une perspective entre la gare et la rue Garibaldi et les quais du Rhône, et permettre la desserte de l'îlot France TV réaménagé. La trémie d'accès à la gare pour les taxis sera reprise, et la trémie Vivier-Merle sera décalée au Sud.
- ✓ **Avenue Pompidou** : Afin de créer des nouveaux accès aux quais, il est proposé la création d'un espace côté Nord donnant accès à chaque quai et relié aux nouvelles galeries latérales de la gare. Les traversées Est-Ouest du quartier pour les bus, véhicules et vélos sont maintenues.
- ✓ **Place Béraudier** : libérée suite à la démolition du bâtiment B10, face à la gare, la place Béraudier sera agrandie et réaménagée en espace public de rayonnement métropolitain ouvert sur la bibliothèque municipale, le centre commercial, les rues Bouchut et Servient. Elle accueillera en sous-sol un vaste espace de mobilité : vélostation, dépose minute, station taxis.
- ✓ **Rue du Docteur Bouchut** : Cette rue deviendra l'artère principale piétonne entre le boulevard Vivier-Merle et la rue Garibaldi. Elle sera redressée au niveau de la bibliothèque dans le prolongement de la rue actuelle. Elle accueillera un large mail piéton, la piste cyclable existante et deux voies de circulation automobile dans le sens Est-Ouest entre le boulevard Vivier-Merle et la rue du Lac, créant une perspective directe de la gare vers la rue Garibaldi.

Proposer des logements diversifiés dans des immeubles neufs ou réhabilités

Le projet propose de développer une offre de logements diversifiée, répondant aux besoins et adaptée aux moyens de tous les publics (familles, jeunes, seniors ou actifs mobiles), tout en s'inscrivant dans la réalité du marché lyonnais de l'habitat et en respectant les objectifs fixés par le Grand Lyon à l'échelle de la métropole.

La nouvelle offre de logements répondra à tous les besoins d'une adresse hyper centrale : logement social et privé, en accession ou en location, logements spécifiques et produits innovants combinant habitat et lieu de travail.

Développer une nouvelle offre de commerces et de services

A travers le principe des Socles Actifs, le projet vise à créer des rez-de-chaussée d'immeubles animés le long des principales rue piétonnes, notamment en direction des Berges du Rhône et de la Presqu'île, sur les axes structurants Nord / Sud et autour de la place Béraudier. Ces rez-de-chaussée accueilleront de nouveaux services et commerces répondant à tous les usagers du quartier (public grand-lyonnais, visiteurs, actifs pendulaires, salariés du quartier, clientèle d'affaires, résidents, entreprises...) et contribueront à l'animation des espaces publics.

A ces socles actifs, s'ajouteront la reconfiguration des commerces dans la gare de la Part-Dieu et l'extension du centre commercial, l'un des plus dynamiques en Europe. Le projet a pour objectif d'ouvrir le centre commercial et d'en multiplier ses accès pour en faire un espace de liaison entre la gare et la ville ; cette reconfiguration du centre existant doit permettre de renouveler et d'augmenter son offre de commerces, de loisirs, de culture et de restauration. Le programme prévoit :

- ✓ des traversées du centre commercial plus lisibles au niveau du sol, avec la création d'une nouvelle rue intérieure le long de la rue Servient,
- ✓ de nouvelles entrées rue du Docteur Bouchut et boulevard Vivier-Merle,
- ✓ le toit-terrasse, aujourd'hui entièrement dédié au stationnement, devient une vaste "place suspendue", en belvédère sur l'horizon des balmes de Lyon et sur la ligne des Alpes au lointain.

Proposer de nouveaux équipements

Le projet de traverse culturelle consiste à ouvrir, augmenter et hybrider les équipements culturels publics ou privés existants et futurs par leur mise en relation les uns avec les autres au moyen de leur ouverture sur l'espace public.

Des équipements de proximité accompagneront la création des nouveaux logements : crèches, maison de la petite enfance, extension de l'école Léon Jouhaux...

3.3.5. CONFORTER L'ATTRACTIVITÉ ÉCONOMIQUE PAR LE DÉVELOPPEMENT D'UNE NOUVELLE OFFRE IMMOBILIERE

Lyon Part-Dieu est aujourd'hui le deuxième pôle tertiaire français. Historiquement développé autour des activités de banque, assurance, services et administration, Lyon Part-Dieu a engagé sa mue depuis une dizaine d'années et devient le lieu où l'on produit et expérimente la ville de demain, intelligente et performante.

L'enjeu en terme économique est de produire une offre immobilière, neuve et réhabilitée, adaptée aux différents types d'entreprises : grand comptes, PME, TPE pour favoriser leur implantation ou leur développement sur le quartier. L'arrivée d'une nouvelle génération d'immeubles de grande hauteur dessinera un « Skyline » aux lignes contemporaines.

Ces constructions bénéficieront d'un environnement hyper connecté, offrant un cadre propice au développement des entreprises (hôtels et résidences hôtelières, restauration de prestige, lieux de séminaires, salles de réunion ou centres d'affaires) au bien-être de leurs salariés (crèches d'entreprises, salles de sport, commerces etc.).

3.3.6. PLANS DE REFERENCE DU PROJET

L'aménagement de la ZAC comprend des opérations prévues à court et moyen termes (jusqu'à l'horizon 2030).

A ce jour, les opérations immobilières déjà engagées dans le périmètre de la ZAC sont le Silex 1, le Silex 2 et le programme mixte rue Desaix.

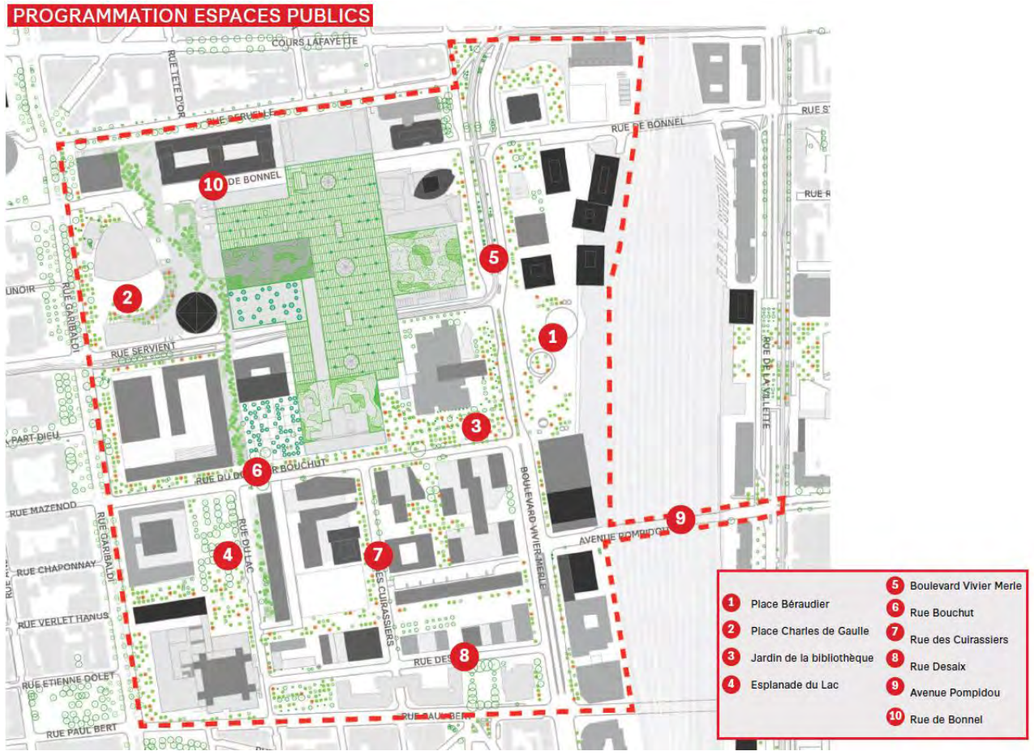
D'autre part, d'autres opérations sont prévues, les sites des opérations immobilières étant localisés sur les figures en page suivante :

- ✓ Programmes tertiaires : Two Lyon, France Télévision, Gemellyon, Place de Milan, Swiss Life, M+M, Caisse d'Epargne, PDG, Cité Administrative,
- ✓ Programmes de logements et d'hôtellerie : Two Lyon, France Télévision, Place de Milan, Radisson Tour Part-Dieu, Cité Administrative, Silex3,
- ✓ Equipements : auditorium, centre commercial, bibliothèque, crèche (et extension de l'école Léon Jouhaux hors périmètre ZAC mais pour répondre à ses besoins).

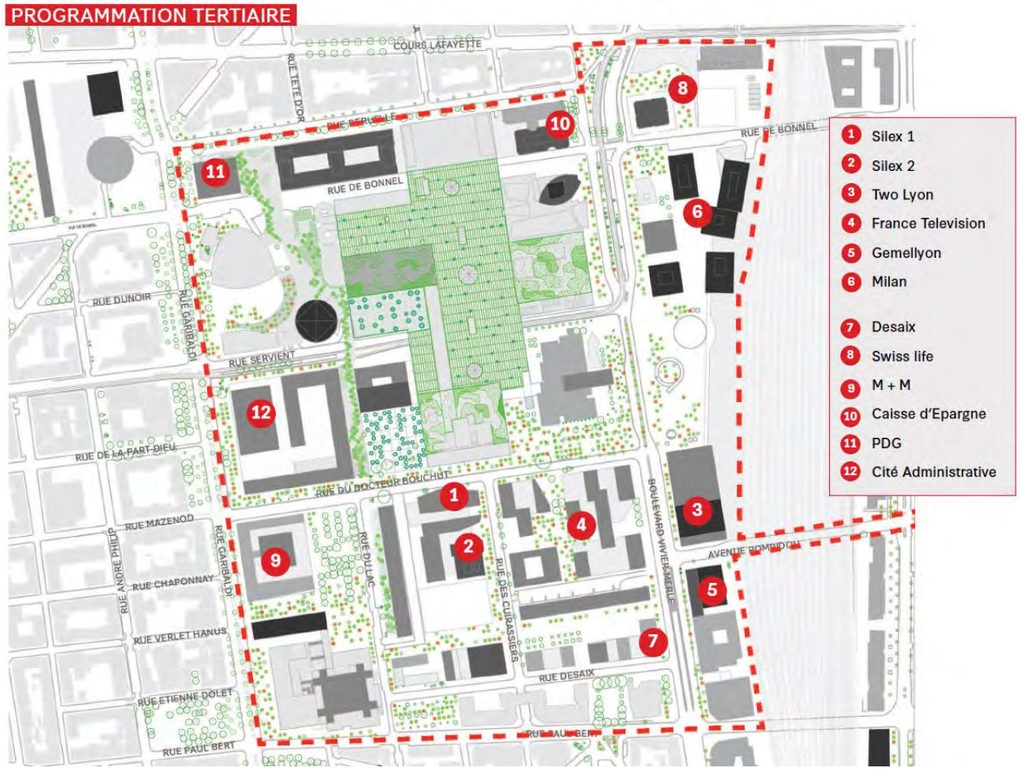
Les opérations prévues à court terme concernent la place Béraudier, le Two Lyon, les infrastructures et voiries associées, ainsi que le centre commercial.

Les figures suivantes présentent la programmation de la ZAC pour les espaces publics, les logements et l'hôtellerie, les activités tertiaire et les équipements.

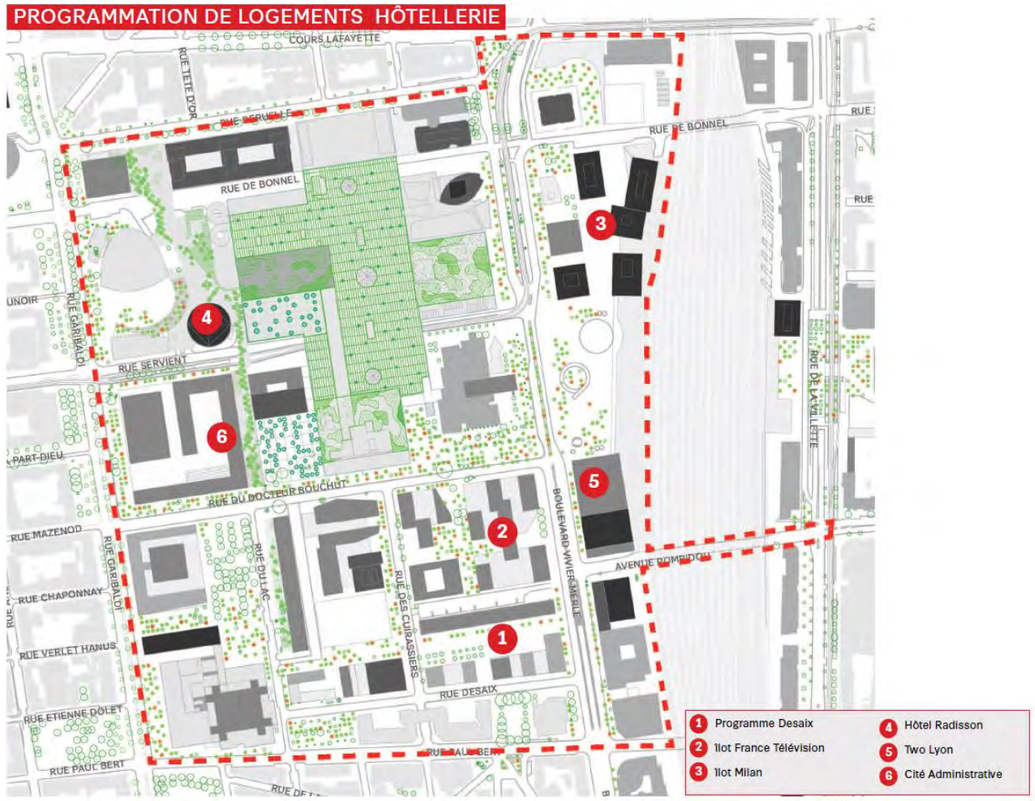
PROGRAMMATION ESPACES PUBLICS



PROGRAMMATION TERTIAIRE



PROGRAMMATION DE LOGEMENTS HÔTELLERIE



PROGRAMMATION EQUIPEMENTS

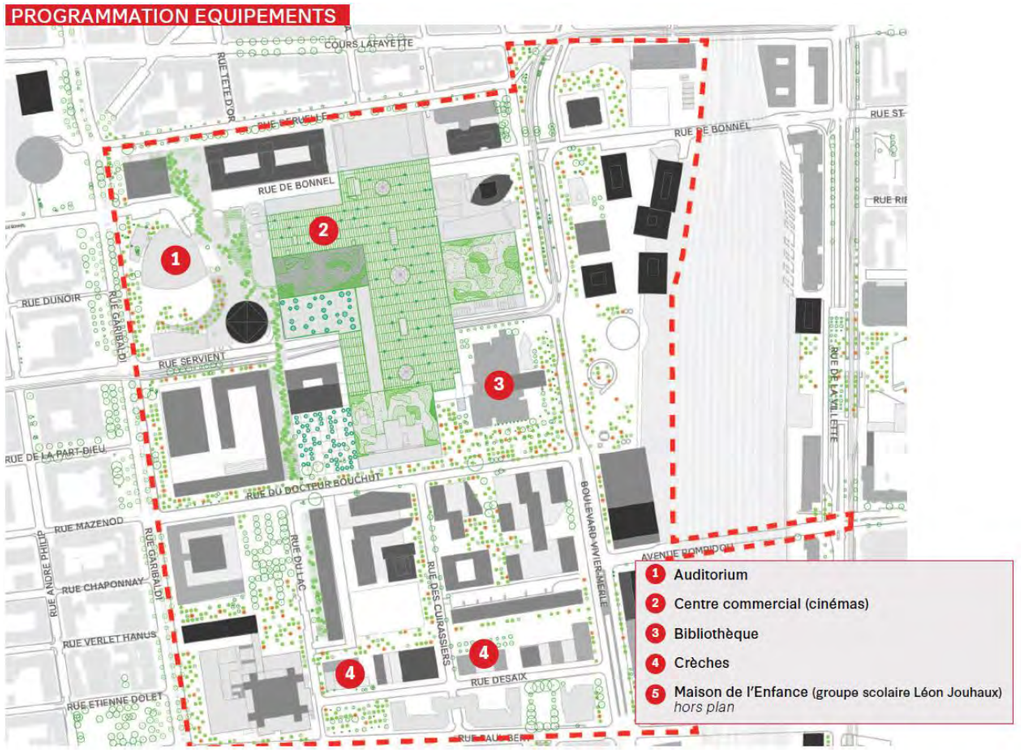


Figure 17 : Plans de référence du projet (source : Dossier de concertation de la ZAC)

3.3.7. ESQUISSE DES PRINCIPALES SOLUTIONS DE SUBSTITUTION EXAMINEES, ET RAISONS DU CHOIX DU PROJET

(1) L'EMERGENCE DU PROJET D'AMENAGEMENT

Suite à la publication en juillet 2009 de l'appel d'offres pour la mission d'accompagnement et de conception du projet de la Part-Dieu, le démarrage opérationnel du projet a débuté fin 2009 avec la volonté du Grand Lyon, sous l'égide de la Mission Part-Dieu[3], et à travers le choix du Groupement formé autour de l'AUC[4] et la mobilisation de l'ensemble des services du grand Lyon dans le montage de ce projet.

Après une première étape clef visant à l'élaboration de 4 workshops entre décembre 2009 et janvier 2010, puis les premières préconisations émises par l'AUC, le Plan concept proposé par le Groupement a été validé. Sera ensuite décliné le Plan-Guide, version plus précise, plus articulée et plus opérationnelle du Plan Concept intégrant les éléments de programmation, de stratégie de développement durable et de déplacement, qui sera validé le 6 janvier 2011.

La réflexion sur le positionnement stratégique du projet urbain de la Part-Dieu a fait apparaître quatre enjeux clés qui ont longuement été débattus :

- ✓ Quelle centralité pour la Part-Dieu ?
- ✓ Lieu de flux et/ou lieu de vie ?
- ✓ Comment s'adapter aux usages et aux évolutions sociales ?
- ✓ Quel projet de développement urbain durable ?

Ainsi, la construction du projet de la ZAC Part-Dieu Ouest, et plus globalement du Projet Part-Dieu, s'est réalisée graduellement, étape par étape, dans le cadre d'un management de projet offensif mais ouvert et participatif permettant à chaque étape d'enrichir et mûrir collectivement le projet et d'en favoriser l'appropriation.

La composante environnementale a ainsi été prise en compte à chaque étape de la définition à la construction du projet, et ce dans toutes les thématiques qui y sont liées : paysage, transport, nature, développement durable, santé, habitat, travail… C'est entre autres une des composantes qui a permis d'orienter vers le choix final du projet.

(2) L'EVOLUTION DU PROJET ET LES RAISONS ASSOCIEES

L'élaboration du projet de la ZAC Part-Dieu Ouest a été conduite selon une démarche itérative, avec comme objectifs principaux de « tout décloisonner » et d'affirmer la Part-Dieu comme un « Hub métropolitain contemporain », tout en considérant qu'un projet d'urbanisme est indissociable d'un projet de société.

Le projet est le fruit de plusieurs années de réflexion commune entre le Grand Lyon, le groupement l'AUC, plusieurs services de la ville ou de l'agglomération et des bureaux d'études spécialisés, et alimentée par la concertation publique.

Le projet présenté dans ce dossier s'est donc construit pas à pas. Il est donc difficile de présenter à proprement parler des « scénarii » alternatifs qui auraient été étudiés et écartés pour retenir la proposition actuelle.

Cependant, les quelques exemples ci-après illustrent cette démarche, en présentant pour certains points particuliers les choix ou les solutions de substitution examinées, et les raisons de ce choix eu égard aux effets sur l'environnement ou la santé.

La prise en compte des contraintes de réseaux :

L'idée initiale du projet d'aérer la place Béraudier en surface, et de libérer une partie du boulevard Vivier-Merle de la circulation automobile, a conduit à l'idée de la suppression du tourne à gauche en surface depuis le boulevard Vivier-Merle en direction de la rue Servient.

Afin de rétablir cette circulation, il a été envisagé dans un premier temps la mise en place d'un raccordement souterrain par un tourne-à-gauche vers la rue Servient. Toutefois, il s'est avéré que les réseaux sous le boulevard Vivier-Merle étaient très nombreux, et que pour certains il n'était pas envisageable de les déplacer (eau potable et eaux usées notamment).

Pour cette raison, et en considérant que les modifications sur la place Béraudier et le boulevard Vivier-Merle étaient primordiales dans le cadre du projet urbain, il a été choisi de ne pas reproduire en sous-sol cette liaison, mais plutôt en surface via la rue du Docteur Bouchut.

Cette ouverture correspond par ailleurs à la volonté d'imaginer le nouvel îlot « Lac Cuirassiers Desaix », et crée une vue offrant une perspective de la gare jusqu'aux quais du Rhône.

A noter que le trafic attendu en tourne à gauche vers la rue du Docteur Bouchut sera nettement inférieur à celui de l'actuel tourne à gauche vers la rue Servient, de par la réorganisation globale de la circulation et des mobilités.

Le prolongement de la trémie Vivier Merle plus au Nord a également été étudié, au-delà du carrefour avec le cours Lafayette. Le carrefour Bonnel/Vivier Merle/Lafayette est en effet marqué par la sortie de cette infrastructure, cisaillé par le tramway et les lignes de trolleybus, et présente une configuration très peu lisible pour le piéton.

Cependant le prolongement nécessiterait de descendre à un niveau "-2" sous le cours Lafayette, du fait des nombreux réseaux présents, et produirait un allongement de plusieurs dizaines de mètres remontant proche de la gare des Brotteaux, dans un secteur qui ne peut pas accueillir une telle infrastructure. Cette option n'a donc pas été retenue, au profit d'un réaménagement en surface du secteur Bonnel/Lafayette/Vivier-Merle.

A noter que le « comblement » de la trémie Vivier Merle, comme cela a été fait pour la rue Garibaldi, n'est pas retenu car il conduirait à devoir gérer en surface un trafic important juste devant la gare, et aurait grevé le principe de « gare ouverte » et le développement d'un pôle d'échanges multimodal ambitieux pour les transports en commun urbains.

La prise en compte des enjeux de desserte des îlots et d'ouverture visuelle :

Concernant la rue du Docteur Bouchut, outre les contraintes réseaux évoquées ci-dessus, son élargissement d'une trentaine de mètres permet également d'ouvrir une perspective de la gare jusqu'aux quais du Rhône, et de desservir l'îlot France TV réaménagé.

La prise en compte des enjeux de circulation :

Suite aux premiers aménagements de voiries envisagés, des études de flux ont permis d'analyser les effets positifs et négatifs en termes de circulation automobile, notamment en heures de pointe sur les flux et la charge des différents carrefours.

Ces études successives ont permis d'aboutir à des solutions qui permettent d'atteindre l'objectif de maintenir l'accessibilité du site pour les véhicules, tout en contenant l'augmentation du trafic à un niveau limité.

Concernant plus particulièrement le rétablissement du tourne-à-gauche, il apparait que la traversée du parking Béraudier, dans le niveau -2, par un trafic seulement de transit n'est pas envisageable : les règlementations parking et tunnels/voiries sont très différentes, cela entraînerait des difficultés d'aménagement (ventilation, mise aux normes tunnels du parking,…) et de gestion très importantes. D'une façon générale, le plan de circulation a été étudié pour atteindre une cohérence d'ensemble pour l'ensemble des circulations qu'elles soient de transit ou d'accès au quartier pour les habitants et les salariés, tel que présenté sur la Figure 35 pour la situation actuelle. L'ouverture de la rue Bouchut s'inscrit dans cette cohérence globale.

La prise en compte de l'ensoleillement, de l'ambiance urbaine et du bâti existant :

Au stade même du plan concept, il est apparu que la densification urbaine était nécessaire pour répondre aux besoins de surface immobilière nouvelle sur le périmètre de projet. En ce sens, la création d'immeubles de grande hauteur a été prévue, dans la continuité de la Tour Oxygène et la Tour Incity.

[3] Désormais Société Publique Locale d'aménagement (SPL) Lyon Part-Dieu

[4] Groupement l'AUC : équipe des urbanistes du projet rassemblant l'ensemble des compétences nécessaires à la conception du projet urbain dans tous ces volets : urbanisme, architecture, logements, programmation, environnement, énergie, déplacements, commerces et services, culture…

Cependant, le choix d'implantation et de hauteur de ces nouvelles tours a fait l'objet de plusieurs itérations pour définir la meilleure solution du point de vue de l'environnement : ensoleillement de l'espace public, perspectives et cônes de vue, ambiances urbaines, impacts sur les constructions existantes et futures, desserte, réseaux d'énergie, etc.

Par exemple, le projet Two Lyon prévu sur la place Béraudier sera constitué de deux bâtiments, dont une tour, dans un alignement globalement Nord/Sud. Il a donc été choisi d'implanter la tour côté Sud, de façon à ce que l'ombre portée concerne dans une moindre mesure les espaces publics.

De même, le projet immobilier entre la rue Desaix et la barre Desaix a été revu pour tenir compte au mieux de l'impact sur les logements de la barre et les pratiques en rez-de-chaussée.

La prise en compte des enjeux culturels et de qualité des espaces publics :

Dans un premier temps, la copropriété du centre commercial a envisagé une extension du centre commercial sur le lot J voisin.

Après plusieurs réflexions et échanges entre les différents acteurs, il s'est avéré que la localisation du lot J en faisait un élément important de la « traversée culturelle », qui relie les équipements déjà existants que sont les Halles de Lyon, l'auditorium, les cinémas du centre commercial, ainsi que la bibliothèque.

Il a donc été étudié la possibilité de mettre en place sur le lot J une serre tempérée, équipement de grand volume qui pourrait être utilisable pour des fonctions culturelles de type galerie d'art.

Il est apparu que cet aménagement avait également d'autres impacts positifs, puisqu'il pouvait constituer à la fois un lieu de sérénité et de pause abrité et tempéré, et offrir une connexion piétonne directe entre les rues Bouchut et Servient et vers les terrasses du centre commercial.

Cette solution a donc été retenue dans le cadre de la programmation initiale. Ainsi, des études sont en cours pour expertiser le montage juridique et économique de cet élément de programme, afin d'arbitrer sa faisabilité.

(3) LE PROCESSUS DE CO-PRODUCTION

La co-production est l'une des originalités du projet, qui permet de composer avec l'existant, de mettre en mouvement les projets d'une grande diversité d'opérateurs publics et privés, propriétaires ou utilisateurs du quartier.

L'ensemble des aspects des projets sont négociés, dans le respect des principes d'ensemble du projet. Parcelle par parcelle, la discussion s'engage avec les promoteurs, investisseurs, ou utilisateurs de manière à ajuster les objectifs dans le sens d'une dynamique de co-production et de projet partagé, respectant les objectifs du projet urbain porté notamment par la ZAC.

Concrètement, la Collectivité encadre chacune des opérations immobilières, de l'amont à l'aval, de manière à ce que chaque îlot participe de la cohérence globale et de la qualité du projet urbain, prédéfini dans ses grandes lignes, et discute ensuite avec les opérateurs des composantes de leurs projets, et des principes auxquels ils adhèrent.

A ce titre la Collectivité définit le tènement concerné ainsi que ses limites foncières, ses alignements et ses hauteurs ; elle élabore aussi, avec l'appui de son architecte en chef, un cadrage préconisant programme, forme urbaine et architecturale, parti pris attendus, etc.

Des séances d'architecture-conseil sont notamment organisées avant le dépôt des demandes de permis de construire, avec tous les acteurs concernés (Architecte des Bâtiments de France, Agence d'urbanisme, Ville de Lyon, direction de la voirie, etc.) de manière à valider collectivement l'opération avant dépôt du permis de construire à la Ville de Lyon.

Le travail en architecture-conseil s'appuie sur des guides prescriptifs tels que « Part-Dieu Immobilier Durable », qui définit les objectifs environnementaux de chaque opération immobilière. Ce guide de prescriptions environnementales sera intégré par chaque Maître d'Ouvrage d'opération.

4. L'ETUDE D'IMPACT

La présente étude d'impact est établie en application du Code de l'Environnement, étant donné la nature et les dimensions des projets.

4.1. RAISON DE L'ETUDE D'IMPACT

Selon l'article R122-2 du Code de l'Environnement, « Les travaux, ouvrages ou aménagements énumérés dans le tableau annexé au présent article sont soumis à une étude d'impact soit de façon systématique, soit après un examen au cas par cas, en fonction des critères précisés dans ce tableau. » Après consultation du tableau annexé à cet article, les rubriques suivantes font entrer les travaux projetés dans le champ de l'étude d'impact :

Opération	Rubrique de l'article R122-2 du Code de l'Environnement qui nécessite une étude d'impact de façon systématique ou une étude au cas par cas
ZAC Part-Dieu Ouest	33°) Zones d'aménagement concerté, permis d'aménager et lotissements situés sur le territoire d'une commune dotée, à la date du dépôt de la demande, d'un PLU ou d'un document d'urbanisme en tenant lieu ou d'une carte communale n'ayant pas fait l'objet d'une évaluation environnementale permettant l'opération. Travaux ou constructions, réalisés en une ou plusieurs phases, lorsque l'opération crée une SHON supérieure ou égale à 40 000 mètres carrés ou dont le terrain d'assiette couvre une superficie supérieure à 10 hectares. **(étude d'impact systématique)**

Tableau 1 : Rubriques du Code de l'Environnement applicables

L'étude d'impact fait partie du dossier de création de Zone d'Aménagement Concerté tel que défini à l'article R*311-2 du Code de l'Urbanisme. Conformément à l'article R*311-7 du Code de l'Urbanisme, le dossier de réalisation complète en tant que de besoin le contenu de l'étude d'impact, notamment en ce qui concerne les éléments qui ne pouvaient être connus au moment de la constitution du dossier de création.

Ainsi, cette étude d'impact complétée est jointe au dossier de réalisation de la ZAC.

4.2. CONTENU DE L'ETUDE D'IMPACT

Le contenu d'une étude d'impact est fixé par l'article R122-5 du Code de l'environnement, qui a notamment été complété par le Décret n° 2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements.

Ainsi, l'étude d'impact comporte les éléments suivants :

- ✓ Une description du projet comportant des informations relatives à sa conception et à ses dimensions, y compris une description des caractéristiques physiques de l'ensemble du projet et, le cas échéant, une description des principales caractéristiques des procédés mis en œuvre pendant l'exploitation ;
- ✓ Une analyse de l'état initial de la zone et des milieux susceptibles d'être affectés par le projet, portant notamment sur la population, la faune et la flore, les habitats naturels, les sites et paysages, les biens matériels, les continuités écologiques, les équilibres biologiques, les facteurs climatiques, le patrimoine culturel et archéologique, le sol, l'eau, l'air, le bruit, les espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs, ainsi que les interrelations entre ces éléments ;
- ✓ Les éléments permettant d'apprécier la compatibilité du projet avec l'affectation des sols, ainsi que son articulation avec certains plans, schémas et programmes ;

- ✓ Une analyse des effets négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires et permanents, à court, moyen et long terme, du projet sur l'environnement, en particulier sur les éléments énumérés ci-dessus, et sur la consommation énergétique, la commodité du voisinage (bruits, vibrations, odeurs, émissions lumineuses), l'hygiène, la santé, la sécurité, la salubrité publique, ainsi que l'addition et l'interaction de ces effets entre eux ;
- ✓ Une analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus ;
- ✓ Une esquisse des principales solutions de substitution examinées et les raisons pour lesquelles le projet présenté a été retenu ;
- ✓ Les mesures prévues pour :
  - éviter les effets négatifs notables du projet, et réduire les effets n'ayant pu être évités,
  - compenser, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits,

  ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes, et une présentation des principales modalités de suivi de ces mesures et du suivi de leurs effets ;
- ✓ Une présentation des méthodes utilisées pour établir l'état initial et évaluer les effets du projet ;
- ✓ Une description des difficultés éventuelles, de nature technique ou scientifique, rencontrées pour réaliser cette étude ;
- ✓ Les noms et qualités précises et complètes du ou des auteurs de l'étude d'impact.

Conformément au Code de l'environnement, un résumé non technique permet de faciliter la prise de connaissance par le public des informations contenues dans l'étude d'impact.

De manière générale, au stade d'un dossier de création de ZAC, le programme des constructions et des aménagements et équipements publics n'est pas encore connu avec précision, le dossier de création portant sur un « programme global prévisionnel » des constructions à édifier dans la zone conformément au Code de l'urbanisme.

C'est seulement au stade du dossier de réalisation de la ZAC que le « programme des équipements publics » est défini et que le programme des constructions, toujours « global » est arrêté et cesse d'être « prévisionnel ». Même au stade du dossier de réalisation, la Métropole de Lyon ne connait pas le détail des aménagements et des constructions et de leurs impacts, la destination exacte, l'architecture et le gabarit des futures constructions relevant le plus souvent de Maîtrises d'Ouvrage privées.

Dans ce contexte, l'étude d'impact initiale du dossier de création de ZAC a été établie au regard des éléments disponibles lors de sa rédaction. Ainsi le projet PEM/Two Lyon, qui est dans le périmètre de la ZAC pour sa partie Ouest, était décrit dans ses grandes lignes, et les impacts prévisibles de ce projet ont été présentés.

L'article R.311-7 du Code de l'urbanisme prévoit que l'étude d'impact peut être complétée lors de l'établissement du dossier de réalisation de la ZAC, notamment en ce qui concerne les éléments qui ne pouvaient être connus au moment de la constitution du dossier de création.

Ainsi, les études d'avant-projet des opérations du PEM et du Two Lyon qui ont démarré en octobre 2015, ont permis de préciser le projet et d'alimenter l'étude d'impact unique PEM/Two Lyon, en cours pour la tranche 1.

Les effets cumulés de ces opérations avec la ZAC Part-Dieu Ouest ont complétés et présentés dans la présente étude d'impact de la ZAC, notamment à travers les différentes modélisations réalisées.

Conformément au Code de l'urbanisme et au Code de l'environnement, et après finalisation des études d'avant-projet, le détail des aménagements et constructions liés aux opérations du PEM et du Two Lyon, ainsi que leurs impacts et les mesures associées, seront présentés et analysés dans l'étude d'impact PEM/Two Lyon.

L'article L128-4 du Code de l'urbanisme stipule que :

« Toute action ou opération d'aménagement telle que définie à l'article L. 300-1 et faisant l'objet d'une étude d'impact doit faire l'objet d'une **étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables** de la zone, en particulier sur l'opportunité de la création ou du raccordement à un réseau de chaleur ou de froid ayant recours aux énergies renouvelables et de récupération. »

La ZAC Part-Dieu Ouest étant une opération d'aménagement telle que définie à l'article L. 300-1, une étude de faisabilité en énergies renouvelables de la zone a donc été réalisée. Elle a été jointe au dossier de création de ZAC.

Remarque : Le contenu de la présente étude d'impact respecte les prescriptions énoncées par le Décret n° 2016-1110 du 11 août 2016 relatif à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementale des projets, plans et programme.

4.3. NOTION DE PROGRAMME DE TRAVAUX

Un programme de travaux, d'aménagements ou d'ouvrages est constitué par des « projets de travaux, d'ouvrages et d'aménagements réalisés par un ou plusieurs maîtres d'ouvrage et constituant une unité fonctionnelle ».

L'articulation entre programme de travaux et étude d'impact est précisée à l'article L122-1 II du Code de l'environnement : « Lorsque ces projets concourent à la réalisation d'un même programme de travaux, d'aménagements ou d'ouvrages et lorsque ces projets sont réalisés de manière simultanée, l'étude d'impact doit porter sur l'ensemble du programme. Lorsque la réalisation est échelonnée dans le temps, l'étude d'impact de chacun des projets doit comporter une appréciation des impacts de l'ensemble du programme. »

La présente étude porte ainsi sur le programme de la ZAC à terme.

4.4. DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE

L'aire d'étude associée à chaque thématique étudiée est définie en fonction de l'état initial du site et des enjeux identifiés, ainsi que de l'impact considéré. Suivant les thématiques environnementales abordées, on peut envisager que l'aire d'étude :

- ✓ se limite au périmètre de projet, quand les effets du projet concernent un secteur localisé,
- ✓ couvre les abords proches du périmètre de projet, quand les effets du projet concernent une zone qui dépasse son emprise (quelques centaines de mètres),
- ✓ couvre un périmètre élargi, quand les effets du projet touchent des secteurs plus étendus.

L'aire d'étude est ainsi ajustée au regard de la portée des composantes environnementales concernées par le projet : zonages naturels, points de vues sur la gare, infrastructures et déplacements, etc.

Cette approche est en adéquation avec le principe de proportionnalité du contenu de l'étude d'impact, qui doit être en relation avec les enjeux environnementaux et socio-économiques propres au site étudié, l'importance et la nature du projet, ainsi que ses incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine.

B. ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

1. CONTEXTE URBANISTIQUE REGLEMENTAIRE

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :
Mise à jour du contexte réglementaire en date de juin 2016

Le développement du territoire lyonnais est réglementé par des documents d'urbanisme, aux aires d'influence variées, allant de la région pour la Directive Territoriale d'Aménagement (DTA) à la parcelle pour le Plan Local d'Urbanisme. Ces documents présentent une hiérarchie les uns par rapport aux autres, certains étant opposables.

Ce chapitre vise à présenter les différents documents d'urbanisme et à identifier comment s'inscrit le projet par rapport à ceux-ci.

1.1. LA DIRECTIVE TERRITORIALE D'AMENAGEMENT DE L'AIRE METROPOLITAINE LYONNAISE

Les Directives Territoriales d'Aménagement sont des documents de planification à long terme établis à l'initiative de l'Etat et produits conjointement par l'Etat et les communes concernées. Elaborées sur des territoires qui présentent des enjeux spécifiques, les DTA expriment les orientations fondamentales de l'Etat pour le développement des équipements et grandes infrastructures de transport, et la préservation des espaces naturels, des sites et des paysages. Elles définissent les grands projets de territoire.

La DTA de l'aire métropolitaine lyonnaise a été approuvée par décret le 9 janvier 2007. Son périmètre, organisé autour des pôles de Lyon, de Saint-Etienne et du Nord-Isère (l'Isle d'Abeau), concerne 382 communes réparties dans les départements du Rhône, de l'Ain, de l'Isère et de la Loire.

Approuvée avant la loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, dite Grenelle II, la DTA de l'aire métropolitaine lyonnaise est en particulier opposable au Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT) et au Plan Local d'Urbanisme (PLU), qui doivent lui être compatibles.

L'aire métropolitaine lyonnaise est un territoire urbain : 80% de sa population vit dans des unités urbaines de plus de 10 000 habitants. L'agglomération lyonnaise en est le pôle structurant, au cœur d'une organisation hiérarchisée mais insuffisante et menacée. L'étalement urbain et le manque de hiérarchisation du système de transport entraînent des dysfonctionnements du territoire, avec une prédominance de la voiture. La poursuite des tendances démographiques conduirait à accueillir, sur le périmètre de la DTA, 250 000 habitants supplémentaires d'ici 2020. Malgré un territoire dynamique et une activité économique solide, l'agglomération doit mener des projets d'ampleur pour assurer son attractivité et sa compétitivité à l'échelle européenne.

Suite à ce diagnostic, la DTA de l'aire métropolitaine lyonnaise exprime les objectifs suivants :

- ✓ Reconnaître et soutenir la métropole lyonnaise comme métropole internationale, notamment en contribuant à y développer des fonctions de commandement et de rayonnement :
  - Miser sur quelques pôles d'excellence pour passer d'une métropole régionale généraliste à une métropole européenne multi spécialisée,
  - Renforcer ces pôles d'excellence par le développement des fonctions métropolitaines (enseignement supérieur, culture, santé),
  - Organiser une métropole multipolaire (autour de Lyon, de Saint-Etienne, de l'agglomération Nord-Isère et de pôles secondaires),
  - Valoriser la situation géostratégique de la métropole grâce à des infrastructures et des services de transport garantissant une bonne accessibilité,
  - Conforter la plate-forme de Saint-Exupéry et préserver son potentiel de développement.
- ✓ Œuvrer pour une métropole solidaire et durable :
  - Aller vers une nouvelle répartition des dynamiques démographiques, plus favorable à certains territoires en perte d'attractivité et aux pôles urbains déjà équipés,
  - Maîtriser l'étalement urbain et lutter contre la banalisation de l'espace,
  - Prendre en compte dans les projets de développement les risques technologiques et naturels.

Le quartier de la Part-Dieu est spécifiquement mentionné par la DTA en tant qu'espace économique d'intérêt métropolitain, et est identifié comme zone d'envergure métropolitaine pour l'accueil des entreprises. Il s'agit de renforcer la fonction d'un quartier déjà largement dédié aux activités économiques. Dans ce cas, la DTA requiert l'élaboration d'un projet d'aménagement en vue de la densification des installations, avec phasage de réalisation et modalités de mise en œuvre.

1.2. LE SCHEMA DE COHERENCE TERRITORIALE (SCOT) DE L'AGGLOMERATION LYONNAISE

1.2.1. PRESENTATION GENERALE DU SCOT

Créés par la loi Solidarité et Renouvellement Urbain (SRU) du 13 décembre 2000, les Schémas de Cohérence Territoriale sont les outils de planification à moyen terme à l'échelle intercommunale. Ils remplacent les schémas directeurs préexistants (Schéma Directeur de l'Agglomération Lyonnaise notamment).

Le SCOT comporte trois documents : le rapport de présentation, qui définit le contexte et analyse les enjeux du territoire, le projet d'aménagement et de développement durable (PADD), qui formule les projets de territoire portés par de grands axes stratégiques, et enfin le document d'orientations générales (DOG), qui contient les prescriptions liées à la mise en œuvre du SCOT. Le DOG est le seul document opposable du SCOT, et il sert de guide lors de l'élaboration des documents de secteur que sont le Programme Local de l'Habitat, le Plan de Déplacements Urbains et le Plan Local d'Urbanisme, qui doivent lui être compatibles.

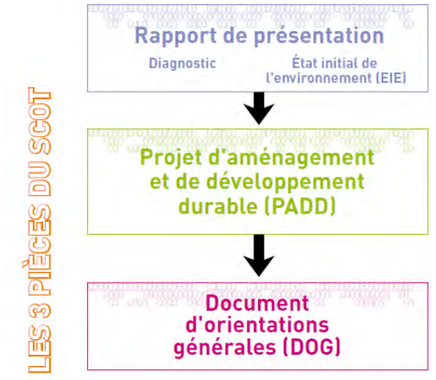


Figure 18 : Les 3 pièces du SCOT
(source : les mots du SCOT)

Approuvé le 16 décembre 2010, le Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT) de l'Agglomération Lyonnaise porte le projet de territoire à 20 ans (horizon 2030) de 73 communes du centre de l'aire métropolitaine lyonnaise. Il s'agit de la Communauté Urbaine de Lyon (ou Grand Lyon), des Communautés de Communes de l'Est Lyonnais et du Pays d'Ozon, ainsi que de quatre communes isolées, sur un territoire de 730 km².

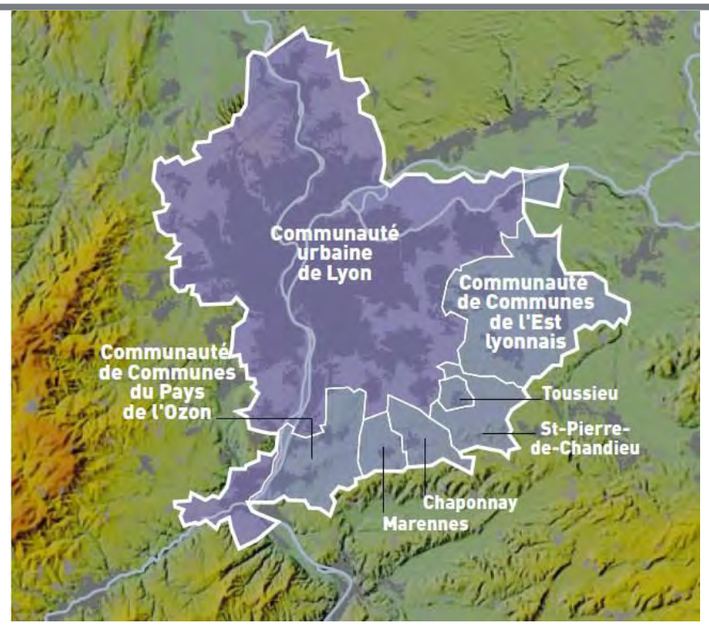


Figure 19 : Territoire du SCOT
(source : SCOT Agglo Lyon)

Le SCOT reprend les grandes orientations de la DTA de l'aire métropolitaine lyonnaise.

1.2.2. DOCUMENT DE PRESENTATION DU SCOT

Le SCOT concerne 75% de la population et 80% des emplois de l'aire urbaine lyonnaise, répartis sur 20 % du territoire. Avec 1 355 000 habitants en 2010, il envisage à l'horizon 2030 d'accueillir 1 450 000 habitants sur son territoire.

Le site de projet se situe dans le territoire Centre (communes de Lyon et Villeurbanne). Il s'agit du cœur politique, économique et culturel de l'aire métropolitaine. Son patrimoine urbain constitue un facteur d'attractivité et de rayonnement international. Depuis les années 1990, ce territoire dispose d'un rôle moteur sur les plans économique et démographique.

Le quartier de la Part-Dieu se distingue :

- ✓ Sur les plans stratégique et géographique, en tant que centre contemporain. Il forme avec le centre historique le site hypercentral du territoire Centre.
- ✓ Sur le plan économique, en tant que centre directionnel et d'affaires. Il est identifié « zone économique métropolitaine ». Le quartier concentre de grandes administrations publiques, des sièges d'entreprises, des grands équipements publics (auditorium, médiathèque) et la gare TGV. Il participe donc au rayonnement et au dynamisme de l'agglomération. Enfin, d'autres sites tertiaires majeurs sont appelés à se développer sur le territoire Centre (Lyon Confluence, Carré de Soie, Gerland, Cité Internationale).
- ✓ Sur le plan des transports, avec la gare de niveau euro-régional de la Part-Dieu. Cette gare est au cœur du nœud ferroviaire lyonnais, aujourd'hui saturé. Elle concentre aussi un accès aux différents transports en commun urbains.

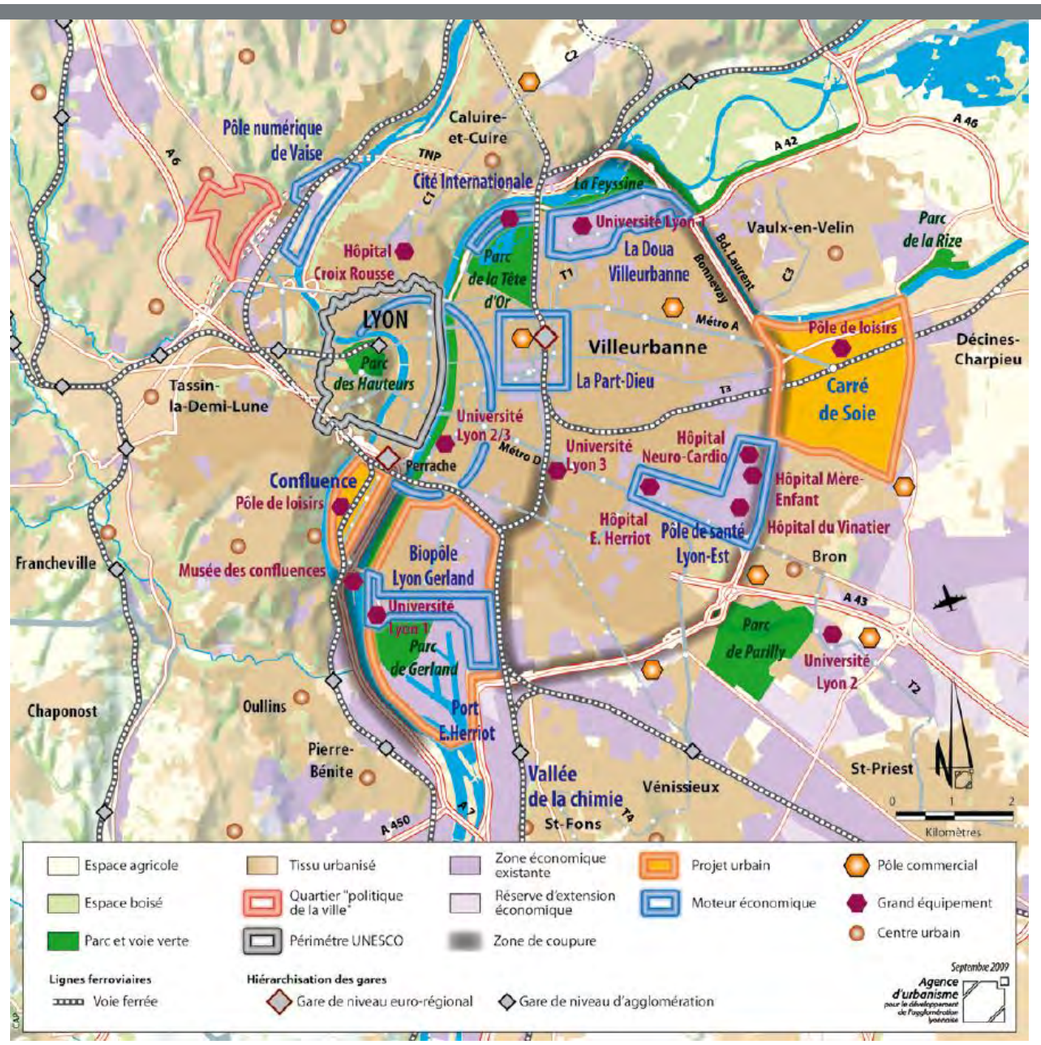


Figure 20 : Organisation de la ville de Lyon
(source : diagnostic du SCOT de l'agglomération lyonnaise, 2010)

1.2.3. PROJET D'AMENAGEMENT ET DE DEVELOPPEMENT DURABLE DU SCOT

Le SCOT a pour ambition de conforter l'attractivité de l'agglomération lyonnaise, et ainsi de la faire figurer au rang des grandes métropoles européennes. Les choix fondateurs du SCOT sont la croissance économique, la croissance démographique et résidentielle, le respect de l'environnement, l'équité sociale et la solidarité territoriale.

Pour cela, le SCOT privilégie une organisation multipolaire, articulée autour de trois réseaux : réseau des espaces naturels et agricoles, réseau bleu et réseau métropolitain de transport collectif, avec la constitution d'un RER lyonnais à l'horizon 2030 (Réseau Express de l'Aire métropolitaine Lyonnaise ou REAL).

En termes de croissance économique, le renforcement de l'attractivité de l'hypercentre et du pôle tertiaire de la Part-Dieu en particulier doit passer par le renouvellement du parc immobilier. Pour cela, il convient d'envisager la création d'un véritable centre décisionnel, lieu d'intensité marqué par des projets ambitieux en termes de densité et de mixité urbaine.

1.2.4. DOCUMENT D'ORIENTATIONS GENERALES DU SCOT

Selon le DOG, le développement urbain sur le territoire de l'agglomération passe par :

- ✓ Le développement résidentiel, avec la construction de 150 000 logements neufs d'ici 2030, dont 60 000 logements dans le secteur Centre,
- ✓ Le renforcement de pôles d'excellence et de compétitivité, avec 2 000 ha dédiés à l'accueil d'activités économiques et le développement d'équipements hôteliers et immobiliers de rang international,
- ✓ Un principe général d'économie des ressources naturelles, de sobriété énergétique et d'amélioration de la santé publique, avec la protection des espaces agricoles et naturels, et la protection de la ressource en eau,
- ✓ La solidarité territoriale, par une répartition équilibrée des équipements et du potentiel de développement.

Pour limiter l'étalement urbain, les projets de renouvellement doivent être réalisés en priorité dans des zones pourvues d'équipements et connectées aux réseaux de transport en commun. La priorité est donnée à la densification, pour construire une « ville des courtes distances », plus sobre énergétiquement. Dans cette optique, le DOG du SCOT identifie quatre types de secteur où il importe de mobiliser le foncier de manière prioritaire :

- ✓ les « polarités urbaines », pourvues en équipements, emplois et services et bien desservies par le réseau de transport en commun (en priorité Vaulx-en-Velin, Décines, Meyzieu, Bron, Saint-Priest, Chassieu et Genas) ;
- ✓ les quartiers autour des gares du réseau express métropolitain et les corridors urbains desservis par le réseau des transports collectifs d'agglomération ;
- ✓ quatre sites à fort potentiel d'accueil où l'ouverture à l'urbanisation est conditionnée à la mise en œuvre d'une politique d'agglomération et à la réalisation d'un plan d'ensemble (Lyon Saint-Exupéry, Portes du Dauphiné, aérodrome de Corbas, Hôpitaux Sud) ;
- ✓ une vingtaine de « sites de projet » prioritaires pour la réalisation de grandes opérations d'aménagement mixtes, et porteurs d'une grande qualité urbaine et environnementale.

Les sites de projet, présentés sur la Figure 21, sont de natures variées :

- ✓ Sites de projets urbains métropolitains : Ces sites sont des lieux privilégiés de mixité fonctionnelle (habitats, bureaux, équipements, services…). Ils accueillent de manière privilégiée les grandes opérations d'urbanisme.
- ✓ Sites d'agrafe urbaine : leur aménagement vise à limiter l'effet de coupure généré par une infrastructure routière ou un obstacle naturel.
- ✓ Grands projets de ville : grands quartiers d'habitat social en renouvellement urbain.

Le quartier de la Part-Dieu est désigné comme un site de projet urbain métropolitain. Ces sites sont des lieux privilégiés de mixité fonctionnelle, qui accueillent de grandes opérations d'urbanisme.

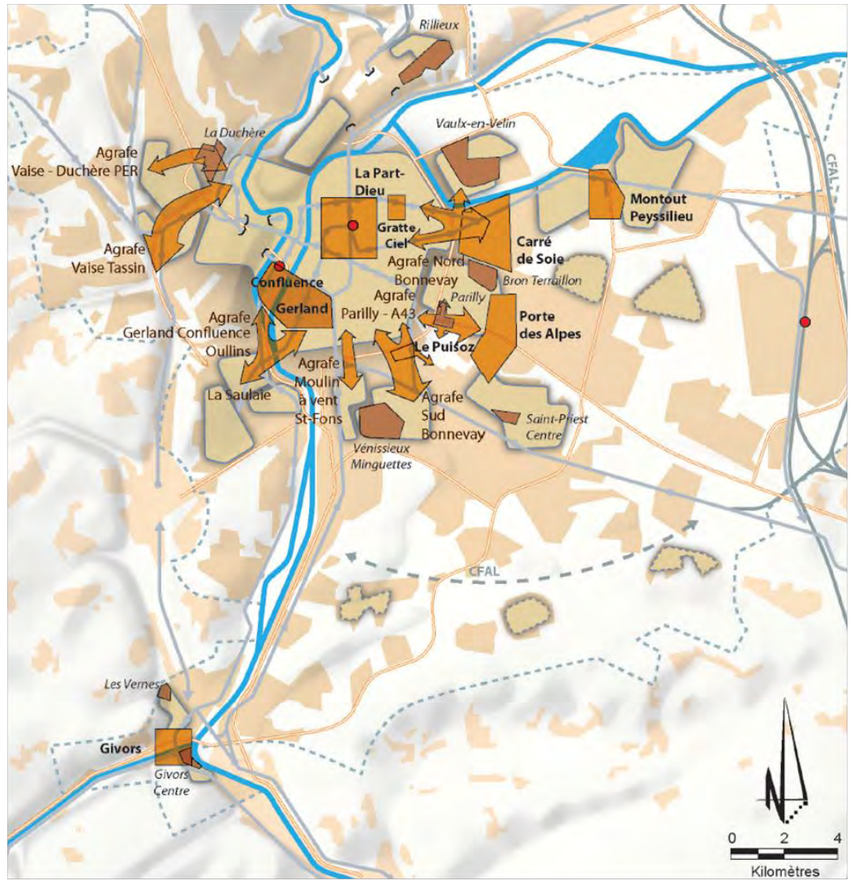


Figure 21 : Sites de projets urbains de l'aire métropolitaine lyonnaise (source : SCOT)

1.3. LE PLAN DE DEPLACEMENTS URBAINS (PDU) DE L'AGGLOMERATION LYONNAISE

Le Plan de Déplacements Urbains (PDU) est un document de planification obligatoire pour les collectivités de plus de 100 000 habitants. Il a pour objectif d'optimiser l'organisation des transports (des personnes et des marchandises), de la circulation et du stationnement sur un territoire.

Il fixe les orientations de la politique des déplacements de l'agglomération à moyen et long terme. C'est dans le PDU que sont inscrits les projets de développement du réseau de transport en commun ou des idées d'actions qui resteront à être étudiées plus précisément avant leur mise en œuvre.

Le PDU concerne l'agglomération lyonnaise (ou Grand Lyon). Il a été élaboré en 1997 et actualisé le 2 juin 2005 pour intégrer les préconisations nouvelles de la loi relative à la Solidarité et au Renouvellement Urbain (SRU) et également mener conjointement les réflexions du PDU et du Plan local d'Urbanisme (PLU). Cette révision a également approfondit les domaines peu traités jusqu'alors, comme les marchandises en ville, et les sujets nouveaux, comme la sécurité des déplacements et les plans de déplacements d'entreprises (PDE).

Les objectifs visés par la révision du PDU sont multiples. Quatre orientations principales du PDU se déclinent en près de 200 actions :

1) Une agglomération où tous les moyens de déplacements ont leur place :

- ✓ Diminuer l'usage de la voiture au profit des modes alternatifs grâce à un espace public aménagé en priorité pour les modes doux, la mise en place du réseau de lignes fortes de transport collectif (prolongement des lignes T1, T2, T3, T4, C1, C2, C3 et du métro B à Oullins), l'amélioration de la circulation et de la régularité des principales lignes de bus, un meilleur partage de la voirie, une politique de stationnement volontaire, la mise en cohérence et complémentarité des réseaux, la mise en place d'une tarification intermodale ...

2) Une agglomération équitable :

- ✓ Rendre accessible physiquement et financièrement le réseau de transport urbain.
- ✓ Améliorer la desserte des quartiers en périphérie.

3) ***Une agglomération sûre et agréable à vivre*** :

- ✓ Réduire les pollutions et nuisances en limitant le trafic automobile ;
- ✓ Améliorer la sécurité routière ;
- ✓ Sécuriser l'espace transport collectif.

4) Faire partager les choix :

- ✓ Concerter, informer, communiquer, sensibiliser.

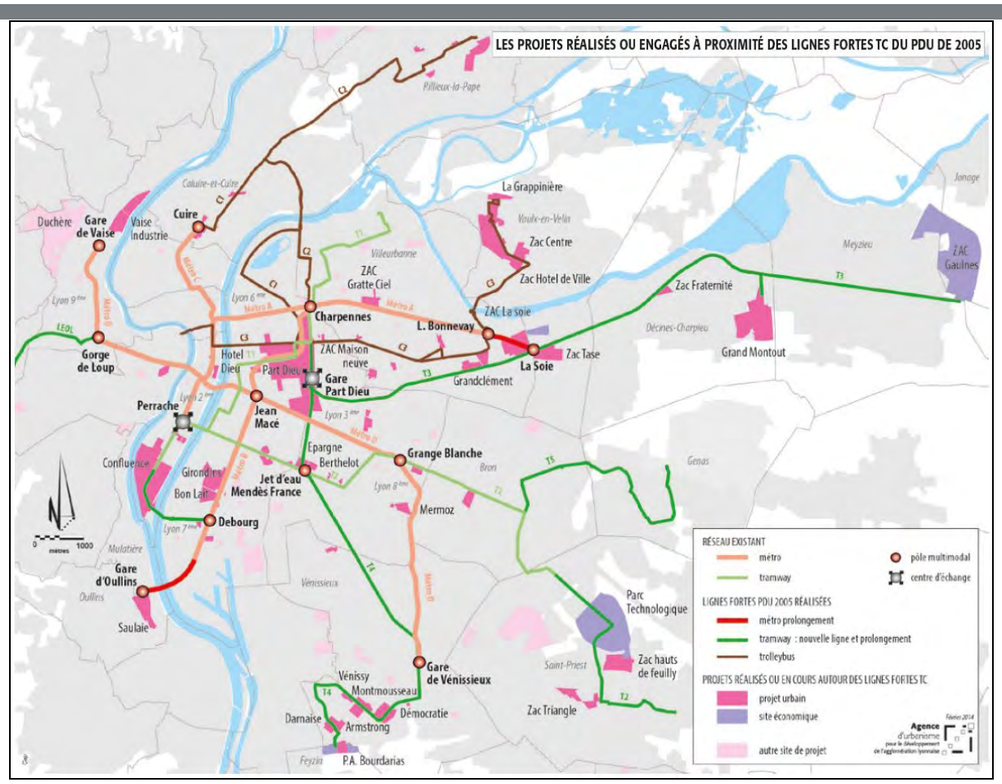


Figure 22 : Carte des projets réalisés ou à venir à proximité des lignes fortes TC du PDU de 2005, Urba'Lyon (février 2014)

Depuis 2005, l'agglomération lyonnaise a fortement évolué :

- ✓ nouveaux habitants et de nouveaux emplois,
- ✓ développement du réseau de transport : nouvelles lignes de tramway, de bus, le prolongement de métro.

Le Syndicat Mixte des transports pour le Rhône et l'agglomération lyonnaise (SYTRAL) a engagé l'élaboration du nouveau PDU de l'agglomération lyonnaise en mars 2015. Il a identifié 9 objectifs majeurs qui devront être au cœur de la révision du PDU, dont : l'anticipation des besoins de développement des transports collectifs (sujet n°3), le développement de la marche à pieds, au service des politiques de santé publique (sujet n°5).

Après l'établissement du bilan de concertation, le recueil de l'avis des personnes publiques associées, le dossier sera mis à l'enquête publique durant le premier semestre 2017. La révision du PDU est un travail partenarial qui prendra effet en 2017.

Le PDU préconise l'établissement de plans de déplacement d'entreprise dans les quartiers tertiaires concernés par les déplacements pendulaires, et les mieux desservis par le réseau de transport en commun. Cela vaut donc particulièrement pour le quartier de la Part-Dieu.

Le PDU définit une norme de stationnement spécifique au quartier de la Part-Dieu, qui est reprise par le PLU.

1.4. LE PROGRAMME LOCAL DE L'HABITAT (PLH) DE LA METROPOLE DE LYON

Le programme local de l'habitat (PLH) est un document de planification à court terme. Le PLH concerne le périmètre de la communauté urbaine de Lyon (ou Grand Lyon). Il a été adopté le 10 janvier 2007 et actualisé le 4 avril 2011.

La Communauté urbaine de Lyon, par délibération du 16 avril 2012, a prescrit la mise en révision de son plan local d'urbanisme (PLU) qui, conformément à la loi du 12 juillet 2010 (Grenelle II) et à la loi pour l'accès au logement et un urbanisme rénové (ALUR) du 24 mars 2014, tiendra également lieu de PLH. La prolongation du PLH de la Métropole de Lyon jusqu'à l'approbation du PLU intercommunal, tenant lieu de PLH, a été approuvé par délibération le 21 septembre 2015.

Le PLH est compatible avec les orientations du SCOT et du PDALPD (Plan Départemental d'Action pour le Logement des Personnes Défavorisées). Pour mémoire, le PDALPD du Rhône 2012-2015 vise à favoriser l'accès au logement des personnes défavorisées, accueillir et soutenir les ménages défavorisés pour une insertion dans un logement, et enfin améliorer et développer le parc à vocation très sociale.

Le PLH permet de planifier l'offre de logement pour répondre aux besoins, et fait la promotion d'une répartition équilibrée des logements, en vue de favoriser la mixité sociale. Il s'agit en particulier de prendre en compte la forte demande de logements sociaux. Les enjeux liés au logement sont les suivants :

- ✓ Favoriser une production d'habitat suffisamment abondante et diversifiée pour répondre aux besoins en logement et accompagner une croissance démographique équilibrée sur le territoire de la Ville de Lyon,
- ✓ Poursuivre la production, le renouvellement ou la réhabilitation en faveur d'un habitat durable et de qualité,
- ✓ Soutenir la mise en œuvre du droit au logement en maintenant un rôle d'accueil des populations modestes et en assurant l'égalité de traitement des demandeurs de logement.

Le site de projet appartient au secteur centre du PLH, qui englobe les communes de Lyon et Villeurbanne. Pour la période 2011-2013, l'objectif de production sur ce secteur était de 1500 logements sociaux par an, dont 25% de logement financés par un prêt locatif social (PLS).

Par ailleurs, le PLH a pour objet de lutter contre l'habitat indigne. Dans le 3ème arrondissement, le PLH indique que « l'amélioration du cadre de vie et le renouvellement urbain de certains quartiers (Moncey, Voltaire, Part Dieu) doit également être poursuivi, notamment par poursuite de la lutte contre l'habitat indigne et la revalorisation des patrimoines publics diffus notamment pour la production d'une offre de logements à loyers maîtrisés. »

A l'échelle de la ville de Lyon, cet objectif se traduit par l'instauration d'un Programme d'Intérêt Général (PIG). Un PIG « Habitat indigne » a été mis en place sur les 1er, 4ème, 3ème Ouest et 7ème arrondissements où se concentrent les principales difficultés. Pour faire suite aux PIG « Immeubles Sensibles » Rive Droite et Rive Gauche mis en œuvre de 2005 à 2010, il a été mis en place un PIG « Habitat dégradé » sur le reste du territoire communal. Sur ce territoire qui inclut le 3ème arrondissement, depuis la rue Garibaldi à l'Ouest jusqu'à sa limite à l'Est, le programme « a pour objet de définir et mettre en œuvre des solutions opérationnelles concrètes pour environ 60 immeubles des arrondissements de Lyon précités, identifiés comme indignes et/ou nécessitant une intervention publique, compte tenu des désordres diagnostiqués ».

Le quartier de la Part-Dieu est identifié comme un secteur où le logement notamment social est à développer. Par ailleurs, le projet Lyon Part-Dieu est cité en réponse à l'objectif de poursuite de production, renouvellement et réhabilitation d'un habitat durable et de qualité.

1.5. LE PLAN LOCAL D'URBANISME (PLU) DE LA METROPOLE DE LYON

1.5.1. PRESENTATION GENERALE DU PLU

Le Plan Local d'Urbanisme définit les règles d'utilisation des sols à l'échelle de la parcelle. Porteur du projet d'aménagement de la commune, il s'agit aussi d'un outil opérationnel précis grâce aux plans d'aménagement de zones, qui couvrent l'ensemble du territoire communal. Il est opposable, et est établi en compatibilité avec le SCOT, le PLH et le PDU. Il remplace le Plan d'Occupation des Sols (POS) depuis la loi Solidarité et Renouvellement Urbain de 2000.

Le PLU de la Métropole Lyon a été élaboré en concertation avec ses 58 communes, et adopté le 11 juillet 2005. Par ailleurs, la Métropole mène de 2012 à 2016 une réflexion commune autour de la révision de son PLU, par l'intégration d'une composante habitat. La concertation pour l'élaboration du PLU valant Plan Local d'Urbanisme et de l'Habitat (PLU-H) a lieu depuis 2013.

A l'échelle de la Métropole, le PLU est composé :

- ✓ du rapport de présentation, avec le diagnostic du territoire et ses enjeux, le bilan des mesures prises par le PLU, les motifs des changements apportés lors des procédures de modification,
- ✓ du Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD), qui présente le projet global d'urbanisme,
- ✓ du règlement, qui explicite les règles de construction et les servitudes d'utilité publiques,
- ✓ des annexes sanitaires relatives à l'eau, à l'assainissement et aux déchets.

Le PLU se décline à l'échelle du territoire communal, par le biais d'un cahier communal, qui comporte rapport de présentation, PADD et Orientations d'Aménagement relatives à des Quartiers ou à des Secteurs (OAQS). Le cahier communal est complété par des documents graphiques (zonages) et des annexes spécifiques relatives aux servitudes, au bruit, aux risques, à l'archéologie et à la publicité.

La modification n°11 du PLU a été approuvée par délibération du Conseil de la Métropole le 29 juin 2015.

Les évolutions correspondent essentiellement aux préoccupations suivantes : la prise en compte de projets d'aménagement et d'espaces publics, la poursuite de la mise en œuvre du programme local de l'habitat, la prise en compte d'études concernant les risques d'inondation et les risques technologiques, les adaptations aux dynamiques commerciales, l'accompagnement des projets d'équipements publics et de voirie, ainsi que la préservation du caractère paysager de la zone UV.

Le plan local d'urbanisme (PLU) de la Métropole de Lyon a été mis à jour le 23 Février 2016.

Sont en cours une modification n°12, deux déclarations de projet emportant mise en compatibilité du PLU et la révision simplifiée n°14 : toutes concernent des communes autres que Lyon.

La modification simplifiée n°7 pour la commune de Lyon 3ème concerne le périmètre de projet et intègre l'évolution du volume constructible en façade de la place Béraudier : la modification consiste à faire évoluer le tracé du polygone d'implantation, place Charles Béraudier, dans lequel la hauteur des constructions est limitée à 17 m. Il s'agit d'élargir d'environ 6 m la partie Sud de ce dernier, générant une emprise supplémentaire d'environ 200 m², pour s'adapter à la conception de la galerie Béraudier Ouest, en lien avec l'ensemble immobilier Two Lyon. Cette modification simplifiée est mise à disposition du public en septembre 2016.

1.5.2. PROJET D'AMENAGEMENT ET DE DEVELOPPEMENT DURABLE DU PLU

Le quartier de la Part-Dieu est concerné par le cahier communal de Lyon et celui du 3ème arrondissement. Il se trouve plus précisément dans le secteur 3 – Quartier Part-Dieu / Gare. Pour la commune de Lyon, les objectifs généraux du PADD sont les suivants :

- ✓ Développer la ville dans le respect de son environnement naturel
  - Révéler un site géographique remarquable (reconquête des berges…) et en assumer les contraintes, par la prise en compte des risques naturels liés au fleuve et au relief,
  - Conforter et renouveler le cœur de l'agglomération pour limiter l'étalement urbain, au sein de sites stratégiques de projet (en particulier les territoires du croissant Est de la ville, à l'Est des voies ferrées).

- ✓ Renforcer la cohésion et la mixité sociale
  - Développer un cadre de vie de qualité pour une ville à l'échelle humaine : renforcement de l'hypercentre de Lyon, valorisation du patrimoine et de la diversité des tissus, diversification de l'habitat et renforcement de la proximité des services au quotidien, développer le végétal en ville et la qualité des espaces publics,
  - Renforcer l'accessibilité : mieux relier la ville centre et les pôles urbains périphériques par le maillage des axes forts de transports collectifs, assurer l'insertion urbaine des pôles d'échange intermodaux, promouvoir les modes doux.
- ✓ Favoriser le développement des activités économiques
  - Développer les activités commerciales d'agglomération mais aussi de quartier,
  - Conforter les sites stratégiques du développement économique,
  - Favoriser l'insertion des activités économiques dans le tissu urbain,
  - Prendre en compte les risques technologiques.

Dans le cadre de la révision du plan local d'urbanisme tenant lieu de programme local de l'habitat (PLU-H) de la Métropole de Lyon, un débat sans vote a lieu sur les orientations générales du projet d'aménagement et de développement durable (PADD) du PLU-H.

Par délibération du 11 mai 2015, le Conseil de la Métropole a pris acte, après en avoir débattu, des orientations générales du projet d'aménagement et de développement durable (PADD) du plan local d'urbanisme tenant lieu de programme local de l'habitat de la Métropole de Lyon, incluant la Commune de Quincieux.

Le site de projet se situe à la frontière de l'hypercentre, en lien avec les territoires de l'Est lyonnais.

Concernant le quartier Part-Dieu/Gare, le PADD précise que l'aménagement de la Part-Dieu doit être terminé pour mieux l'intégrer à la ville, ce qui se traduit entre autre par la requalification de ses espaces publics, le développement de possibilités d'accueil d'activités tertiaires, et l'ouverture du quartier sur les secteurs environnants.

Le quartier de la Part-Dieu est identifié comme un grand centre contemporain d'affaire et de commerce, et un pôle intermodal majeur de déplacements.

En tant que quartier de l'hypercentre, il est attractif pour toute l'agglomération. Son identité patrimoniale moderne doit être préservée. Il est précisé que l'aménagement de la Part-Dieu doit être terminé pour mieux l'intégrer à la ville.

Le PADD soulève l'enjeu des déplacements et en particulier l'insertion urbaine des PEM ainsi que leur lien avec le réseau de transports en commun. Il insiste aussi sur la densification et la gestion économe de l'espace.

La ZAC Part-Dieu Ouest s'inscrit parfaitement dans ces enjeux.

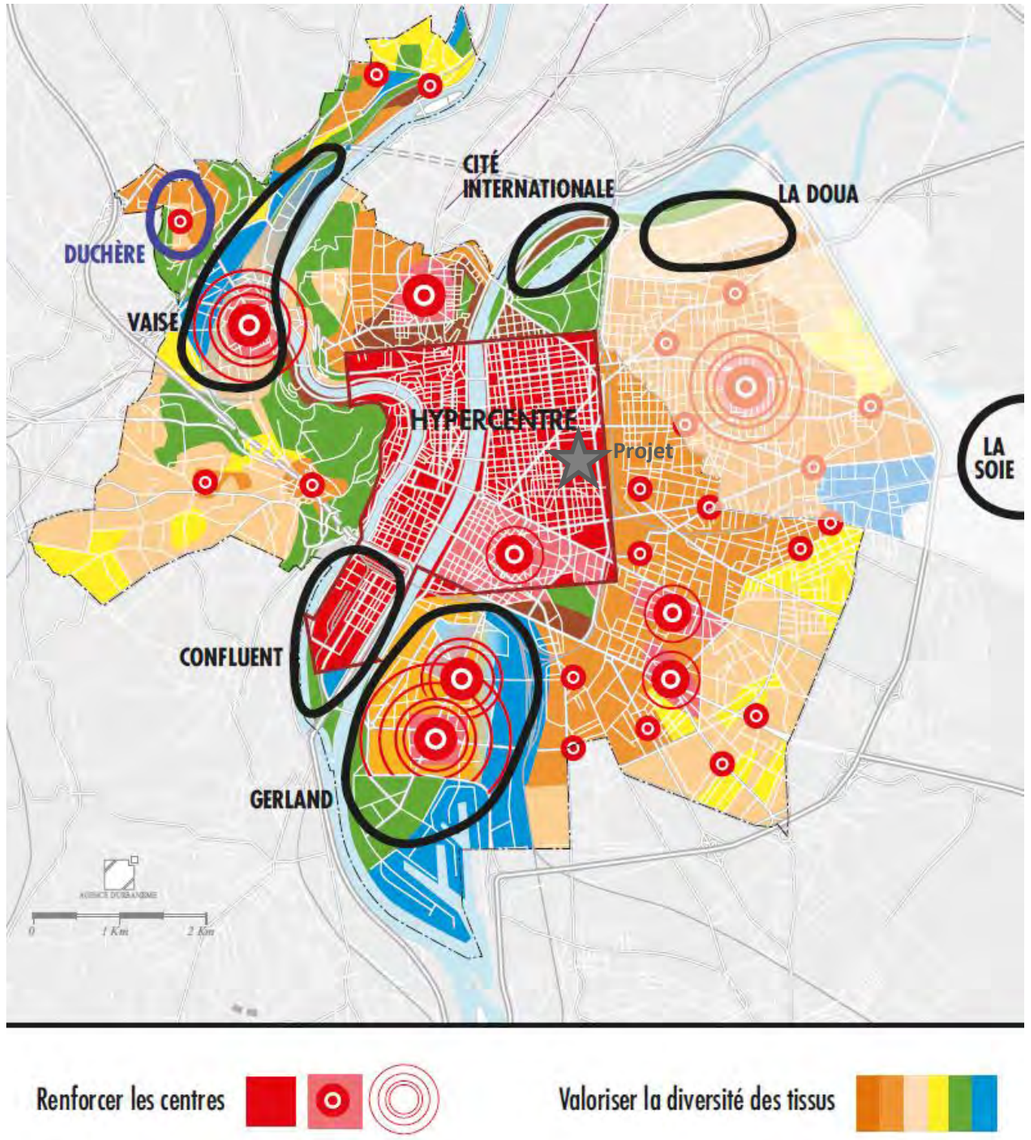


Figure 23 : Organisation du tissu urbain de la commune de Lyon
(source : PADD du PLU de la commune de Lyon, modification n°10, 2013)

1.5.3. ZONAGES ET PRESCRIPTIONS

Le périmètre de projet se décompose entre :

- ✓ zone UAt sur la quasi-totalité du périmètre,
- ✓ zone UB pour une parcelle au Nord-Est du périmètre de projet.

Le zonage UAt est un zonage spécifique de la zone UA. Il correspond aux zones denses et multifonctionnelles (habitat, commerce et services majeurs, production, artisanat et équipements collectifs) du centre de l'agglomération. Le zonage UAt est un zonage destiné aux pôles à dominante économique et de services, que l'on trouve dans les quartiers centraux de la Part-Dieu et de la Cité Internationale. Le règlement spécifie les caractéristiques suivantes de ce zonage :

- ✓ Polygones d'implantation permettant une gestion des hauteurs de construction extrêmement variées, depuis des hauteurs faibles jusqu'à des hauteurs très importantes,
- ✓ Linéaires artisanaux et commerciaux, ou « toutes activités », imposant des « socles actifs » au niveau de la rue, le long de la plupart des rues de la Part-Dieu, selon des règles spécifiquement prévues par le règlement de la zone UAt.

Le long des linéaires « toutes activités », les locaux au rez-de-chaussée doivent être obligatoirement affectés à des commerces, bureaux ou services, activités artisanales ou à des équipements publics ou d'intérêt collectif.

Le long des linéaires «artisanaux et commerciaux », les locaux au rez-de-chaussée doivent être obligatoirement affectés à des activités artisanales ou commerciales, cafés, restaurants, ou à des équipements publics ou d'intérêt collectif (les bureaux et services sont interdits).

Des prescriptions de linéaires « toutes activités » et « artisanaux et commerciaux » sont ainsi réparties au sein du périmètre de projet.

Le zonage UB est un zonage couvrant une morphologie organisée sous forme d'îlots réguliers (constructions en continu et à l'alignement) : quartiers d'habitat collectif dont certains secteurs en mutation s'ouvrent à une diversité d'usage et d'implantation de constructions confrontant les diverses époques du développement de la ville. Il s'agit de renforcer le caractère urbain de ce tissu et aérer les cœurs d'îlot tout en préservant un front bâti constitué le long des voies (renforcement de l'ambiance urbaine et animation de la rue). Ce zonage concerne notamment le 6ème arrondissement de Lyon, ainsi que les îlots en limite de périmètre de projet entre le boulevard Deruelle et le cours Lafayette.

A l'Ouest du boulevard Vivier-Merle, l'ensemble du périmètre de projet est classé comme polarité commerciale « sans plafond ». L'implantation de fonctions commerciales y est permise sans limite de surface. Le reste du site de projet n'est pas concerné par une polarité commerciale. Il est donc soumis au plafond imposé par les zones UAt et UB, qui est de 300 m² de surface commerciale maximum par unité commerciale.

1.5.4. EMPLACEMENTS RESERVES

Les emplacements réservés de voirie au sein du périmètre de projet, sont les suivants :

N°	Localisation	Opération	Bénéficiaire	Largeur approximative
56	Prolongement du Docteur Bouchut de : Rue Garibaldi à : Boulevard Marius Vivier-Merle	Elargissement de voie	Communauté urbaine	29.50m
72	Boulevard Marius Vivier-Merle de : Cours Lafayette à : Rue de Bonnel	Elargissement de voie	Communauté urbaine	de 11 à 13 m à compter du muret est de la trémie
74	Avenue Georges Pompidou de : Boulevard Marius Vivier-Merle à : Avenue Georges Pompidou	Elargissement de voie	Communauté urbaine	22m

Tableau 2 : Emplacements réservés de voirie à proximité du site de projet

Aucun emplacement réservé pour des équipements publics n'est recensé au sein du périmètre de projet.



Figure 24 : Localisation des emplacements réservés, au sein du périmètre de projet
(source : extrait du plan de zonage au 1/5000, PLU du Grand Lyon, juillet 2016)

1.5.5. SERVITUDES

Les servitudes d'utilité publique suivantes concernent le site (Figure 25):

- ✓ AC1 : servitude de protection des monuments historiques. Un périmètre de protection de 500 m de rayon s'applique autour de chaque édifice classé ou inscrit. Le Nord du site de projet est concerné par le périmètre de protection de la gare des Brotteaux, place Jules Ferry, classée parmi les Monuments Historiques. Dans ce rayon, toutes les modifications de l'aspect extérieur des immeubles nécessitent l'approbation de l'ABF (Architecte des Bâtiments de France).
- ✓ I4 : servitude relative à l'établissement des canalisations électriques. Le site est concerné par la ligne forte du trolleybus C13 (servitude d'ancrage de lignes caténaires sur les façades des immeubles)
- ✓ PM1 : servitude liée au plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRNI) du Rhône et de la Saône, sur le secteur de Lyon et Villeurbanne. Aucune prescription particulière n'est associée à cette servitude.
- ✓ PT1 : servitude relative aux transmissions radioélectriques concernant la protection des centres de réception contre les perturbations électromagnétiques. La station créant la servitude est la Tour Lumière EDF (Centre radioélectrique CCT 69.22.026). Dans la zone de garde, il est interdit de produire ou de propager des perturbations se plaçant dans la gamme d'ondes électromagnétiques reçues par le centre.
- ✓ PT2 : Servitude relative aux transmissions radioélectriques concernant la protection contre les obstacles des centres d'émission et de réception exploités par l'Etat. La liaison hertzienne et les stations créant la servitude sont LYON Fourvière / LYON La Part Dieu (Faisceau hertzien 69.13.001 et 69.13.002).

- ✓ T1 : servitude relative aux chemins de fer. Il est interdit d'élever des constructions, d'établir des plantations ou d'effectuer des excavations à l'intérieur de la zone de servitude. Entre autres, aucune construction autre qu'un mur de clôture ne peut être établie à moins de 2 m de la limite légale du chemin de fer.

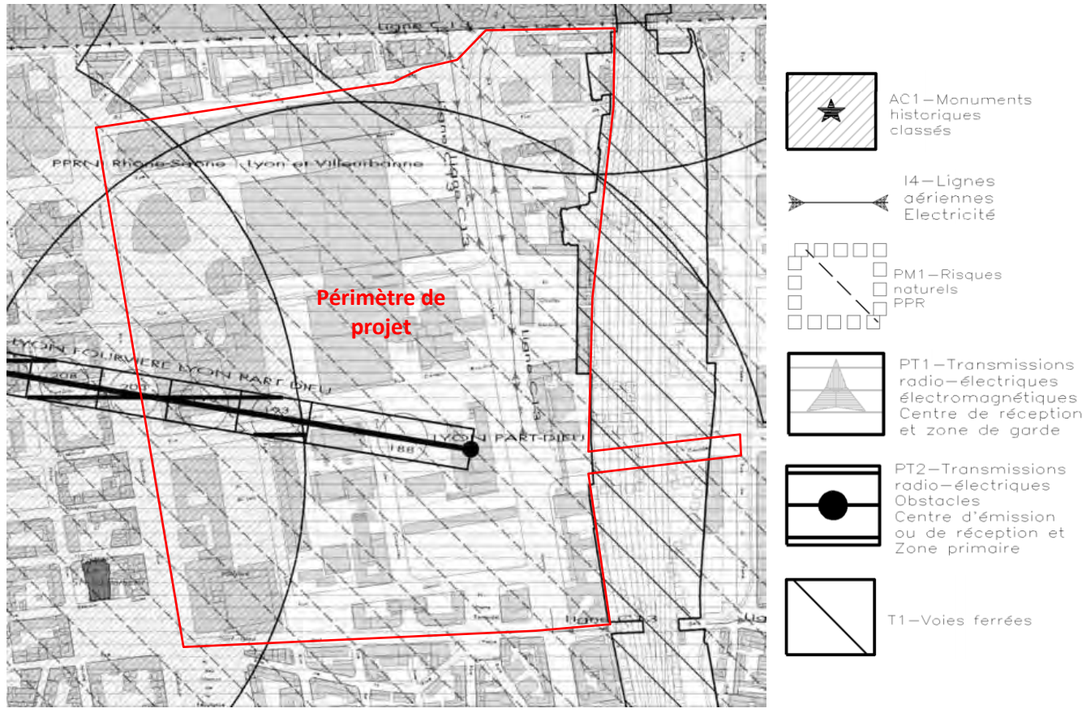


Figure 25 : Ouvrages soumis à servitudes (source : PLU du Grand Lyon, mai 2014)

Enfin, le PLU fait apparaître des ouvrages non soumis à servitude à l'Ouest du site de projet (Figure 26):

- ✓ tréfonds des ouvrages du métro Ligne B (CHARPENNES/JEAN MACE) et de la station de métro Part-Dieu. Cela implique de respecter des conditions d'exécution de travaux conformes à l'article 72 du décret 2003-425.
- ✓ Télécommandes liées aux canalisations électriques à haute tension. Le site est concerné par la ligne Jules Ferry/Part-Dieu, qui est souterraine. EDF demande à être consulté pour tous travaux effectués dans la voie concernée par le passage d'une télécommande afin d'en donner l'emplacement exact.

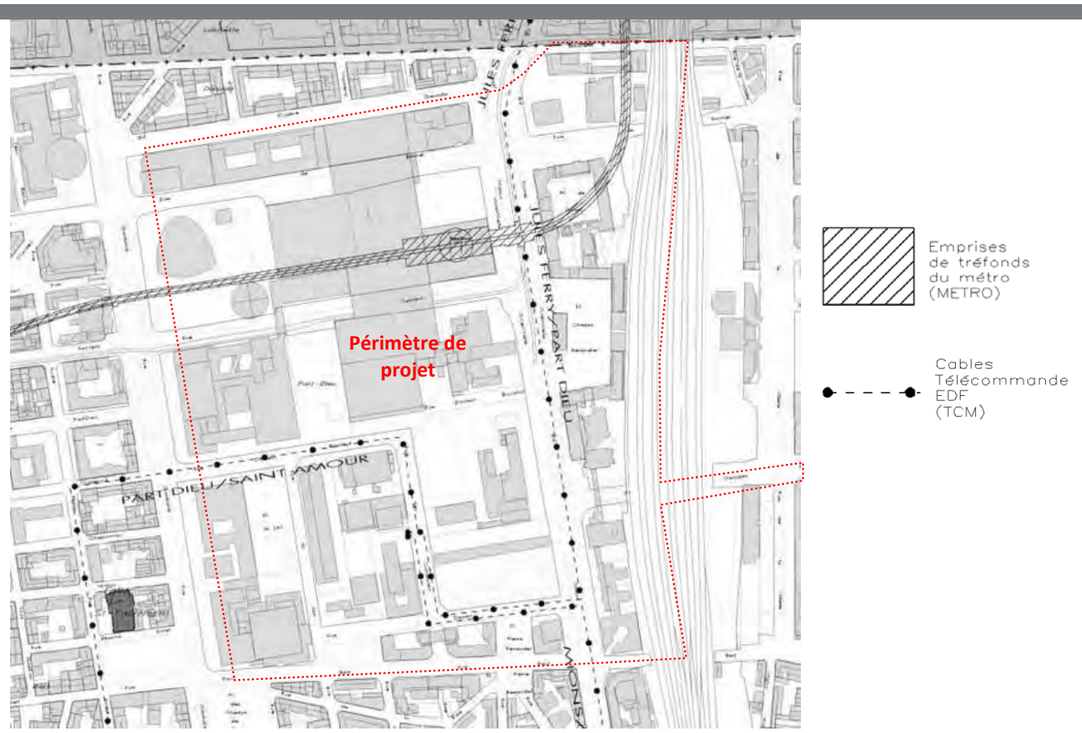


Figure 26 : Ouvrages non soumis à servitude (source : PLU, mai 2014)

2. ENVIRONNEMENT SOCIO-ECONOMIQUE

2.1. POPULATION

Dans le cadre des procédures d'établissement des indicateurs statistiques, l'INSEE s'appuie sur un découpage du territoire en « Ilots Regroupés pour l'Information Statistique » (IRIS). Les IRIS respectent des critères géographiques et démographiques donnés, pour former un maillage homogène du territoire.

L'IRIS n°0301 (Part-Dieu) est délimité par le cours Lafayette, la rue Garibaldi, la rue Paul Bert et les voies ferrées. Il correspond approximativement au périmètre de la ZAC.

2.1.1. A L'ECHELLE DE LA COMMUNE

La population légale 2011 de la commune de Lyon est de 491 268 habitants et a enregistré une augmentation de 4 % entre 2006 et 2011.

Comme présenté sur le graphique ci-dessous, la population est plutôt jeune, puisque en 2009, 45 % de la population se situe dans la tranche d'âge 0-29 ans. La structure de la population a peu évolué entre 1999 et 2009.

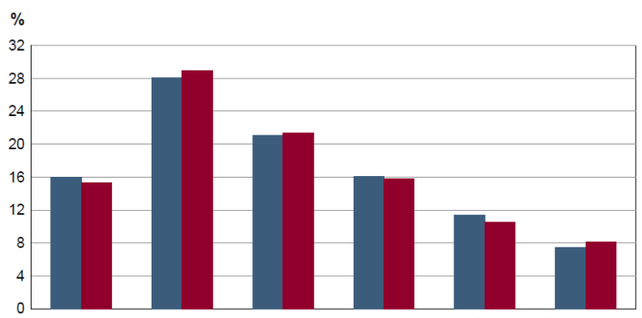


Figure 27 : Evolution de la population par grandes tranches d'âge dans la commune de Lyon (source : INSEE)

2.1.2. A L'ECHELLE DE L'ARRONDISSEMENT

Avec 97 662 habitants en 2011, le 3ème arrondissement est de loin le plus peuplé de la commune, avec 20 % des habitants de la commune. Il est densément peuplé, avec en 2011 une densité de population de 15 300 habitants au km², contre 10 000 habitants au km² pour la commune.

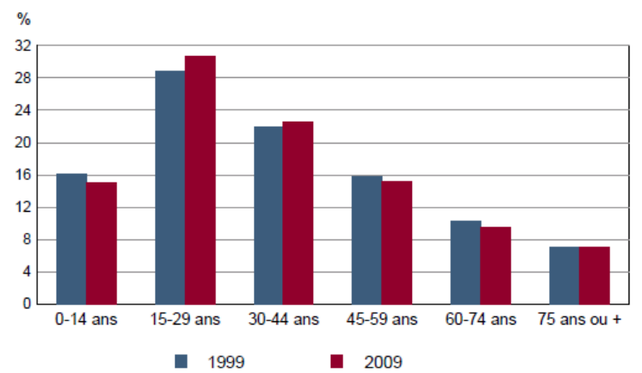


Figure 28 : Evolution de la population par grandes tranches d'âge dans le troisième arrondissement de Lyon (source : INSEE)

Dans les années 90, c'est l'arrondissement qui a connu la plus forte croissance de Lyon, avec une augmentation de sa population de 17,6 %, liée à une densification urbaine du secteur par la mutation des parcelles industrielles. Entre 2006 et 2011, sa population a encore enregistré une augmentation de 10 %.

La comparaison des Figure 27 et Figure 28 montre que la répartition de population du 3ème arrondissement est représentative de la population de la commune dans son ensemble. En particulier, la moitié de la population se situe dans la tranche d'âge 0-29 ans.

Le taux d'activité des 15-64 ans en 2009 est un peu plus élevé dans le 3ème arrondissement (73,6 %) que dans la commune de Lyon (71,9 %).

2.1.3. A L'ECHELLE DE L'IRIS PART-DIEU

Démographie et composition des ménages

Le Tableau 3 présente la comparaison des répartitions de population entre le 3ème arrondissement de Lyon et l'IRIS Part-Dieu.

Dans l'IRIS Part-Dieu, environ la moitié de la population a moins de 30 ans. La tranche d'âge des 0-14 ans est légèrement sous-représentée par rapport au 3ème arrondissement, tandis que la tranche d'âge des 15-29 ans (étudiants et jeunes actifs) est surreprésentée.

Il s'agit donc d'une population jeune, avec une prédominance d'étudiants et de jeunes actifs.

	Tranche d'âge	0 - 14 ans	15 - 29 ans	30 - 44 ans	45 - 59 ans	60 - 75 ans	75 ans et +	total
Lyon 3ème	Population	14 992	29 656	22 224	14 682	9 596	6 511	97 662
	en % du total	15,3	30,4	22,8	15,0	9,8	6,7	100,0
IRIS Part-Dieu	Population	349	1 281	698	458	272	167	3 226
	en %	10,8	39,7	21,7	14,2	8,4	5,2	100,0

Tableau 3 : Répartitions de population sur le 3ème arrondissement de Lyon et l'IRIS Part-Dieu (source : INSEE, 2011)

Les grands ensembles immobiliers concentrent la majeure partie de la population de l'IRIS : résidence Desaix, résidence du Lac, Porte Sud, logements place de Milan, pour un total de l'ordre de 1.100 habitants.

La résidence Desaix, la résidence du Lac, Porte Sud étant exclus du périmètre de ZAC, la population de la ZAC est de l'ordre de 380 habitants, pour environ 296 logements.

La composition moyenne des ménages sur le 3ème arrondissement et l'IRIS Part-Dieu est la suivante. Les ménages de petite taille sont prédominants, avec une présence marquée de personnes seules.

	Composition des ménages	1 personne	Couple sans enfants	Couple avec enfants	Famille monoparentale	Autre	Total
Lyon 3ème	Population	23 423	10 376	9 276	3 454	3 135	49 663
	en % du total	47,1	20,9	18,7	7,0	6,3	100,0
IRIS Part-Dieu	Population	831	254	215	121	136	1 557
	en %	53,4	16,3	13,8	7,8	8,7	100,0

Tableau 4 : Composition des ménages du 3ème arrondissement de Lyon et de l'IRIS Part-Dieu (source : INSEE, 2011)

Formation et emploi

Dans l'IRIS Part Dieu, la proportion de personnes scolarisées parmi les 18 à 24 ans est de 71,5% soit environ la même proportion qu'à l'échelle de l'arrondissement (73,6%) ou de la ville de Lyon (73,5%).

En 2011 sur l'IRIS Part-Dieu, 68% de la population âgée de 15 à 64 ans est active, et 59% est active occupée. Ce taux d'activité est inférieur à celui rencontré à l'échelle de l'arrondissement et de la commune (74,5% et 72,8%).

Les cadres et professions intellectuelles, de même que les professions intermédiaires, y sont sous-représentées par rapport à l'arrondissement et à la ville ; la part d'employés est à l'inverse plus importante. La part des artisans, commerçants et chefs d'entreprise est toutefois proche de celle de la commune.

En 2011, le taux de chômage du cœur de la Part-Dieu est de 9,4%, un peu supérieur à celui de l'arrondissement et proche de celui de la commune.

Sur l'IRIS Part-Dieu, près de 67% des actifs occupés travaillent sur leur commune de résidence c'est-à-dire la commune de Lyon, et 33% travaillent sur une autre commune, dont 27% sur une autre commune située dans le département du Rhône (données 2010).

Revenu fiscal

En 2010, les ménages de la Part-Dieu déclarent des revenus fiscaux plus modestes que la population du périmètre élargi ou de la ville de Lyon.

2.1.4. EVOLUTION PROJETEE DE LA POPULATION

Source : lettre de l'INSEE n°144, mai 2011, *Territoires de Rhône-Alpes, à l'horizon 2040, cinq profils d'évolution démographique*.

Il est possible de projeter les évolutions de la population dans le futur, à des échelles géographiques plutôt larges sur la base des données de recensement de la population et de l'outil de projection démographique Omphale 2010. Ce dernier permet de prendre en compte des paramètres de fécondité, de mortalité et de migration. Ces projections ne sont pas des prévisions. Elles permettent de décrire l'évolution de la population suivant des hypothèses retenues.

L'intérêt dans le cadre de cette étude d'impact est de connaître les dynamiques globales du territoire à l'échelle temporelle des projets, c'est-à-dire à horizon 2020, puis à horizon 2030.

Il est projeté pour le territoire du SCOT lyonnais un taux de variation annuel moyen entre 2007 et 2040 de 0,5% par an.

La population sur le territoire du SCOT, d'environ 1 355 000 habitants en 2010, pourrait donc atteindre suivant cette projection 1 403 000 habitants en 2020 et 1 470 000 habitants en 2030.

Le territoire du SCOT présente un profil d'évolution démographique de « zone à population jeune et source de nouveaux habitants pour les alentours » entre 2007 et 2040, comme quatre autres zones de la région. Dans ces zones, l'augmentation relative de la population due au solde naturel serait plus importante que pour la région. Bien que la part des jeunes diminuerait comme partout, ces territoires auraient la plus forte proportion de jeunes en 2040.

Pour la population à l'échelle de la commune de Lyon, on peut procéder par estimation proportionnelle. Entre 2006 et 2010, la population de la commune de Lyon représente 36% du total de la population du territoire du SCOT. Cette méthode a ses limites car elle suppose que l'évolution sur le territoire de la commune de Lyon restera exactement proportionnelle à l'évolution sur le périmètre du SCOT. Or le SCOT rassemble des territoires de nature et de caractéristiques variées, ce qui implique des évolutions de population qui peuvent différer de l'un à l'autre. Néanmoins, elle permet d'établir une estimation à l'échelle de la commune, de 505 000 habitants en 2020 et 529 000 habitants en 2030.

2.2. LOGEMENT

2.2.1. A L'ECHELLE DE LA VILLE DE LYON

D'après le dernier recensement INSEE, la ville de Lyon compte 246 581 résidences principales en 2009, ce qui représente environ 43 % des résidences principales du Grand Lyon. L'habitat collectif est prédominant, avec seulement 3 % de logements individuels en 2007.

La loi SRU Solidarité et Renouvellement Urbain du 13 décembre 2000, a institué un seuil minimal de 20% de logements sociaux sur l'ensemble des résidences principales. En 2009, la ville de Lyon comptait 17,7% de logements sociaux, avec 46 065 logements. L'objectif de construction de 4 500 logements pour 2011-2014 inscrit au PLH vise à résorber ce déficit progressivement. Cet objectif répond aussi à un indice de pression de la demande de logements sociaux supérieur à celui de l'agglomération.

Les ménages de petite taille étant prédominants, le programme d'actions du PLH met en évidence le déficit de petits logements (T1 et T2) ainsi que de grands appartements familiaux (T5) pour le parc social de la ville de Lyon. Les objectifs fixés pour 2011-2013 sont une part de 20% du total de la production pour les petits logements, et la réalisation d'un logement T5 par tranche de 10 logements.

2.2.2. A L'ECHELLE DE L'ARRONDISSEMENT

En 2009, le 3ème arrondissement compte 50 713 résidences principales, ce qui correspond à 20 % du total de la commune de Lyon. La répartition entre logement collectif et individuel est la même qu'à l'échelle de la commune. Le parc locatif privé représente presque la moitié des logements, et 35% des logements sont occupés par leurs propriétaires.

L'arrondissement compte 7 639 logements sociaux en 2009, ce qui représente 15 % du parc résidentiel. Ainsi, le déficit de logements sociaux est estimé à 2 503 logements en 2009. Les objectifs de production fixés par le PLH au sein de l'arrondissement sont de 200 logements par an.

2.2.3. A L'ECHELLE DE L'IRIS PART-DIEU

L'objectif du projet Lyon Part-Dieu est la construction de 125 000 m² de logements supplémentaires au sein du quartier, afin de poursuivre la production, le renouvellement ou la réhabilitation d'un habitat durable et de qualité.

En 2011, l'IRIS Part-Dieu compte 1 794 logements dont 1 557 résidences principales (87 % des logements). Il compte par ailleurs 12 % de logements sociaux. La majorité des résidences (79 %) est en location, tendance plus marquée qu'à l'échelle de l'arrondissement ou la commune (63% et 64%).

En 2011, 57% des ménages avaient emménagé depuis moins de 4 ans. Cette proportion est plus importante qu'à l'échelle de l'arrondissement (50%) ou de la commune (48%).

Le périmètre de projet comporte des logements dans sa partie Est, autour de la place de Milan. Les résidences Desaix, du Lac et Porte Sud accueillent aussi des logements, mais n'appartiennent pas au périmètre de la ZAC. Dans l'ensemble immobilier autour de la Place de Milan, les bâtiments suivants accueillent environ 296 logements (données issues du diagnostic *Occupation du site*, Egis, juin 2012) :

- ✓ bâtiment B5 Dynacité : 5 000 m² de logements, 63 logements sociaux (PLA)
- ✓ bâtiment B8 Le Vivarais : 3 800 m² de logement libre, 65 boîtes aux lettres
- ✓ bâtiment B14 Le Vivarais : 2 000 m² de logement libre, 25 boîtes aux lettres
- ✓ bâtiment B9 : 2 200 m² de logements, 32 logements sociaux (PLA)
- ✓ bâtiment B11 : 1 920 m² de logements, 40 logements sociaux (PLA)
- ✓ bâtiment B13 l'Amphytrion : 3 300 m² de logement libre, 71 boîtes aux lettres

2.2.4. EVOLUTION PROJETEE DU NOMBRE DE LOGEMENTS

En vue d'accueillir les nouveaux habitants projetés sur le territoire du SCOT à l'horizon 2030, le SCOT envisage la construction de 7 500 logements neufs par an sur son territoire. L'objectif est d'aboutir à la création de 75 000 logements neufs d'ici 2020 et 150 000 d'ici 2030. En 2030, le SCOT prévoit que les logements sociaux représentent 50 000 à 60 000 logements sur les 150 000 prévus.

L'objectif du projet Lyon Part-Dieu est la construction de 125 000 m² de logements supplémentaires au sein du quartier, afin de poursuivre la production, le renouvellement ou la réhabilitation d'un habitat durable et de qualité.

2.3. LES ACTIVITES ECONOMIQUES ET COMMERCIALES

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :
Précisions sur les opérations immobilières engagées sur la ZAC

2.3.1. A L'ECHELLE METROPOLITAINE

Lyon est classée 19ème métropole européenne pour son attractivité économique selon le baromètre Cushman&Wakefield de 2011. Elle accueille des centres de décision d'entreprises (1 500), des institutions internationales de renom (principalement dans le domaine de la santé), des pôles de recherche et développement et des sites de production et de logistique.

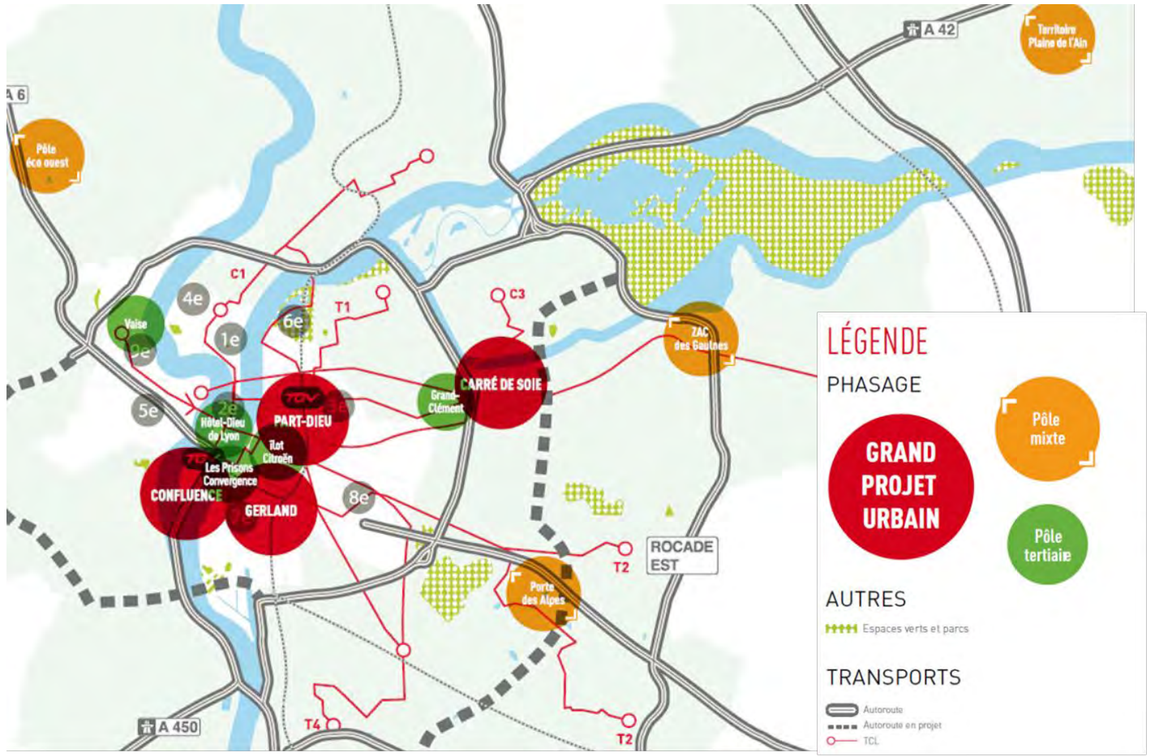


Figure 29 : Sites d'implantation des activités dans le Grand Lyon
(source : Grand Lyon, 2012)

La Figure 29 présente la structure des pôles d'activités économiques, tertiaires ou mixtes, à l'échelle du Grand Lyon. L'aire métropolitaine se caractérise par une activité économique dynamique et diversifiée, à base généraliste, avec toutefois des secteurs plus fortement développés : textile et habillement, chimie, pharmacie, santé, métallurgie. En particulier, la métropole est le premier centre européen de production de vaccins.

(1) TERTIAIRE

On compte à Lyon plus de deux emplois sur trois dans le secteur tertiaire. La ville de Lyon est un lieu d'accueil privilégié, avec un prix du m² de bureau moitié moins cher qu'à Paris. Ainsi, le marché de l'immobilier d'entreprise se développe à Lyon, avec un investissement dans les bureaux en hausse (+ 75 % entre 2010 et 2011). Les grands sites de projets urbains comme Part-Dieu, Confluence, Gerland ou Carré de Soie, permettent le développement de l'offre immobilière dans le secteur tertiaire.

(2) SECTEURS SPECIALISES ET INDUSTRIE

Le Grand Lyon finance une partie de la recherche d'entreprises et de laboratoires dans le cadre des "pôles de compétitivité". Il en existe cinq sur le territoire, dont deux de dimension mondiale : Lyonbiopôle, référence des sciences de la vie en infectiologie, cancérologie et neurosciences ; Axelera pour la chimie et l'environnement ; Lyon Urban Truck & Bus pour les systèmes de transport ; Techtera pour les textiles techniques ; Imaginov pour les loisirs numériques.

Par ailleurs, Lyon est la deuxième agglomération industrielle de France après l'Île-de-France. Au XIXème siècle, les industries du textile et de la soie structurent l'économie de la ville, et des industries spécialisées (constructions mécaniques, industries chimiques) s'implantent dans les faubourgs. Aujourd'hui, les territoires à l'Est de l'agglomération (ZAC des Gaulnes à Meyzieu Jonage, Parc industriel de la plaine de l'Ain) présentent encore une dominante industrielle.

(3) OFFRE HOTELIERE

Au 1er janvier 2013, le parc hôtelier du Grand Lyon comptait ainsi 12 538 chambres en hôtels, et 3 052 chambres en résidences de tourisme. Cette offre est complétée par des campings, des meublés de tourisme, des hébergements collectifs, des chambres d'hôtes… La majorité de l'offre (59 %) et la quasi-exclusivité de l'offre haut de gamme (84 %), se concentre sur le secteur Centre (Lyon-Villeurbanne).

De manière générale, l'offre hôtelière du Grand Lyon est en croissance. Entre 2002 et 2011, elle a enregistré une augmentation de 10,6% du nombre de chambres d'hôtel. Dans le même intervalle, le nombre d'appartements et studios en résidences de tourisme a triplé. Cela accompagne l'augmentation de la demande touristique globale.

Le taux d'occupation moyen du parc est de 65% tout hébergement compris. Néanmoins, l'offre hôtelière est saturée lors de la tenue à Lyon de congrès, séminaires, expositions ou évènements. Cela dénote les faiblesses de l'offre : dispersée et manquant d'établissements de grande capacité.

La répartition de la clientèle sur 2009-2012 est de 66% de touristes d'affaire et 33% de touristes d'agrément. Lyon est la deuxième ville française pour le tourisme d'affaires. Ainsi, l'hôtellerie d'affaires (3*, 4* et 5*) représente 42,5 % du parc total. Son poids, bien que restreint à l'échelle européenne, a augmenté de 1 000 chambres supplémentaires, conformément aux orientations du précédent Schéma de Développement Hôtelier de 2003-2008.

Le *Schéma de Développement de l'Hébergement Touristique* (SDHT) du Grand Lyon (2011-2015) propose d'accompagner le développement et la modernisation de cette offre, au service de la politique d'agglomération en matière de tourisme, de développement économique et d'aménagement du territoire. Il s'adresse à une clientèle d'agrément ou d'affaires, lors des salons ou congrès notamment.

Suite au diagnostic, le SDHT recense un besoin de 3 013 chambres supplémentaires sur le territoire du Grand Lyon, dont 1 978 dans le secteur Centre (Lyon et Villeurbanne), réparti comme suit :

Catégorie hôtelière	Besoin de chambres supplémentaires
0/1 *	167
2*	435
3*	472
4/5*	456
Total hôtellerie	1 530
Résidences	448
Total	1 978

Tableau 5 : Besoin en matière d'offre hôtelière dans le secteur Centre (Lyon Villeurbanne)
(source : Schéma de Développement de l'Hébergement Touristique du Grand Lyon)

Ce besoin est en partie couvert par des projets déjà engagés à la Part-Dieu. En particulier, le complexe Porte de la Part-Dieu (Mercure Lyon la Part-Dieu, Ibis Budget Lyon la Part-Dieu, Ibis Styles Lyon la Part-Dieu) a conduit en 2011 à la création de 108 chambres en hôtel 2*, 99 chambres en hôtel 3* et 108 chambres en hôtel 4*.

2.3.2. A L'ECHELLE DU QUARTIER D'AFFAIRES DE LA PART-DIEU

(1) TISSU D'ENTREPRISES

Le quartier de la Part-Dieu est le premier pôle d'emploi tertiaire de l'agglomération, vient ensuite celui de la Presqu'Île. Il accueille 56 000 emplois dans 1 125 000 m² de bureaux (données 2014).

Le quartier compte 2 200 établissements, ce qui représente le quart des établissements de l'arrondissement. La moitié des établissements de 50 salariés et plus de l'arrondissement y est implantée, ce qui représente 7% des établissements de la ville.

Historiquement, les secteurs d'activité représentés sont la banque, l'assurance, les services et l'administration. Depuis une dizaine d'années, cette répartition s'est étoffée avec l'implantation d'entreprises de l'ingénierie et des systèmes industriels et urbains.

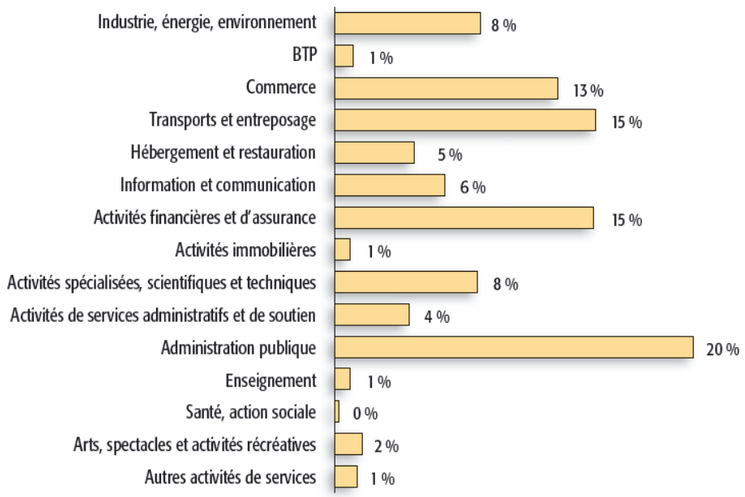


Figure 30 : Répartition de l'effectif total estimé par activité
(source : Insee-fichier Sirène, janvier 2009 - Agence d'urbanisme)

Le tissu d'entreprises est dynamique et comporte des start-up, des TPE, des PME ainsi que des grands groupes internationaux. On trouve à la Part-Dieu les sièges mondiaux de quelques entreprises (April, Bluestar silicones), les sièges régionaux et interrégionaux de banques (Caisse d'Épargne, Banque Populaire, Société Générale, Axa, Banque Rhône-Alpes, Caisse des Dépôts et Consignations…), des sites majeurs de grandes entreprises (EDF, ERDF, AREVA). Par ailleurs, 20 entreprises internationales sont accueillies au « World Trade Center » implanté dans la tour Oxygène depuis 2012. Néanmoins, le quartier comporte en proportion moins de sièges sociaux que les autres sites tertiaires de l'agglomération. 21% des entreprises de 50 salariés et plus de la Part-Dieu sont des établissements sièges contre 53% des entreprises des autres pôles tertiaires (données INSEE – fichier Sirène, 2009).

La plupart des entreprises du quartier se sont fédérées au sein du Club des Entreprises de Lyon Part-Dieu. Son action s'exerce dans les domaines de l'immobilier et du service aux entreprises, de la communication, des mobilités et de la culture.

Le parc immobilier tertiaire se compose actuellement des immeubles d'ancienne génération, du parc de seconde main récent ou réhabilité, et enfin du parc tertiaire neuf. Le parc immobilier tertiaire a progressé de 30% pendant les 10 dernières années. La qualité du parc se traduit par un taux d'occupation élevé, le taux de remplissage des bureaux s'élevant à 96%. De plus, les bureaux placés dans le quartier de la Part Dieu en 2014 correspondent à 19% de la demande globale placée dans le Grand Lyon.

L'objectif du Grand Lyon est de construire 650 000 m² de bureaux supplémentaires d'ici 2020.

(2) COMMERCES

Les caractéristiques actuelles de l'offre commerciale du quartier sont présentées sur la Figure 31. Elle met en évidence son fonctionnement en hub autour de la place Béraudier.

La principale polarité est le centre commercial de la Part-Dieu, identifié comme une polarité de destination.

Cette offre commerciale importante est complétée par une offre de restauration et de commerces de proximité :

- ✓ Lafayette / Garibaldi, en limites Nord et Ouest du périmètre de projet,
- ✓ Moncey, à l'Ouest du périmètre de projet,
- ✓ Paul Bert, au Sud du périmètre de projet,
- ✓ Lafayette / Bellecombe au Nord-Est du périmètre de projet.

Concernant le centre commercial, celui-ci est attractif au-delà des frontières du quartier et de l'agglomération lyonnaise. Il s'agit d'un des plus grands centres commerciaux de centre-ville en Europe, fréquenté par 33 millions de visiteurs par an, qui compte 267 boutiques et grandes surfaces.

Pourtant situé au cœur du quartier, son fonctionnement est quasi-totalement intériorisé (exception faite des Terrasses qui ont été aménagées au niveau «dalle» face à la Tour Part-Dieu) et l'absence de commerces au rez-de-chaussée des immeubles de bureaux (souvent liée à la présence de parkings dans les niveaux inférieurs de ces immeubles), génèrent des ruptures dans la trame des linéaires commerciaux environnants. Cela contribue à l'isolement de la Part-Dieu vis-à-vis des quartiers voisins et au manque d'animation et d'attractivité de ses espaces publics.

Le quartier Part-Dieu compte également une centaine de restaurants, depuis la restauration traditionnelle aux grandes tables en passant par les chaînes de restauration. Les Halles gastronomiques Paul Bocuse, halles historiques de la ville de Lyon, sont situées à proximité sur le cours Lafayette. Elles accueillent une cinquantaine de commerces de bouche et restaurants.

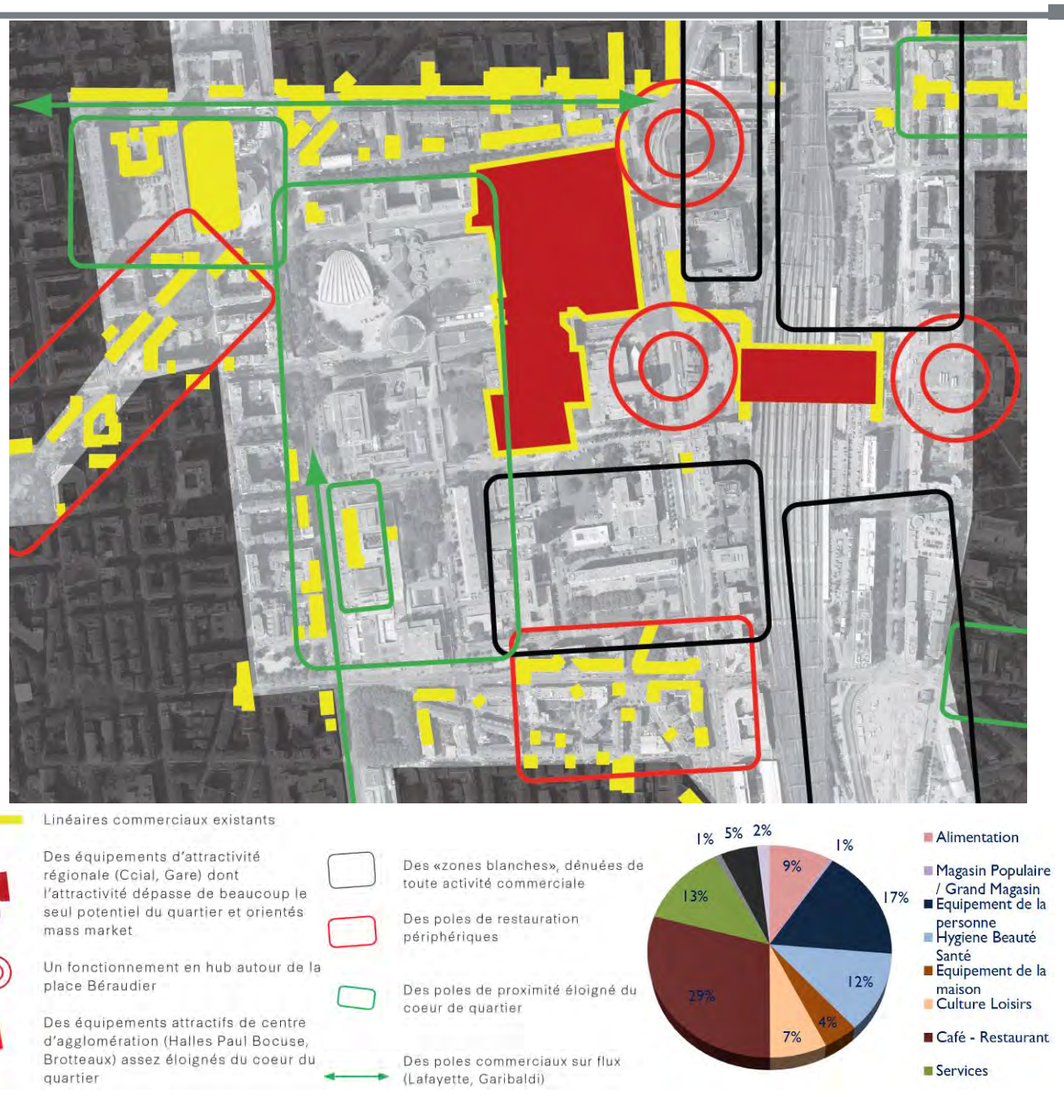


Figure 31 : Caractéristiques actuelles de l'offre commerciale du quartier
(source : Plan de référence v2 du projet Part-Dieu, cahier « Commerces et services »)

L'offre commerciale et de services du quartier Part Dieu présente aujourd'hui les caractéristiques suivantes :

- ✓ Une offre majeure dans le centre commercial, diversifiée, globalement moyen de gamme et centrée, à de rares exceptions près (Apple Store), sur des formats, des offres et canaux de ventes classiques ;
- ✓ Une offre de commerce de flux centrée sur la restauration moyen-bas de gamme dans le secteur du pôle d'échange multimodal / gare ;
- ✓ Un équipement commercial des pieds d'immeubles diffus, absent du cœur de quartier, et dominé par la restauration moyen de gamme et les services de proximité ;
- ✓ Des équipements de restauration et d'alimentation qualitatifs en marge du cœur de quartier (Les Halles, Les Brotteaux).

Le *Schéma Directeur d'Urbanisme Commercial* (SDUC) de la métropole lyonnaise (2009-2015), vise à développer une stratégie de développement commercial en phase avec le SCOT, pour éviter l'évasion commerciale en marge du Grand Lyon. Le SDUC insiste sur l'attractivité du centre commercial de la Part-Dieu à l'échelle métropolitaine, pour les commerces du secteur non alimentaire.

Le SDUC encourage le développement des commerces et des services en cohérence avec le développement du pôle tertiaire, afin de répondre à la demande des actifs.

Il faut par ailleurs tenir compte de l'absence de marges importantes de création de nouvelles surfaces commerciales dans l'agglomération, et respecter les équilibres métropolitains à long terme.

(3) OFFRE HOTELIERE

L'offre hôtelière du quartier est importante et on compte de nombreux hôtels de taille moyenne, dans et à proximité immédiate du périmètre de la ZAC, pour un total de 880 chambres soit environ 7% de l'offre totale du Grand Lyon.

Dans le cœur de la Part-Dieu, on trouve notamment l'Hôtel Radisson Blu (Tour Part-Dieu, 245 chambres).

Le reste de l'offre est concentrée à proximité de la Gare, le long du boulevard Vivier-Merle ou à l'Est des voies ferrées :

- ✓ Boulevard Vivier-Merle :
  - o Athéna Hôtel Part-Dieu (3*, 126 chambres et 2 salles de réunion),
  - o Novotel Lyon Part-Dieu (4*, 124 chambres et une salle de réunion),
  - o Hôtel Ibis Lyon Part-Dieu Gare (144 chambres),
- ✓ Complexe hôtelier « Porte de la Part-Dieu » côté Villette Sud :
  - o Mercure Lyon la Part-Dieu, (4*, 108 chambres),
  - o Ibis Budget Lyon la Part-Dieu (108 chambres),
  - o Ibis Styles Lyon la Part-Dieu (99 chambres).
- ✓ Hôtel Campanile Lyon Centre (rue Maurice Flandin, 171 chambres), Résidence de tourisme Temporim Lyon Part-Dieu (avenue Georges Pompidou).

Le quartier de la Part-Dieu est mis en évidence comme une zone préférentielle de développement de l'offre hôtelière et le SDHT souhaite promouvoir le développement de l'offre d'hébergement alternative (meublés de tourisme, chambres d'hôtes).

Ainsi en termes d'activités économiques, les enjeux liés au redéveloppement du quartier sont les suivants :

- ✓ Respecter les objectifs métropolitains du SDUC 2007-2015 en matière de cadrage quantitatif, d'équilibres métropolitains comme d'orientations transversales ;
- ✓ Renforcer Lyon Part-Dieu comme une destination métropolitaine y compris en soirée, le week-end et en périodes de vacances ;
- ✓ Respecter les équilibres commerciaux à l'échelle du quartier en organisant des complémentarités positives entre le centre commercial, la gare, les « socles actifs » et l'offre commerciale environnante ;
- ✓ Accompagner la production et le renouvellement d'un quartier où la qualité de services et d'usage doit primer sur les préoccupations purement fonctionnelles ;
- ✓ Fournir au quartier d'affaires les aménagements et les équipements permettant son développement.

2.4. LES EQUIPEMENTS

Les équipements du quartier de la Part-Dieu sont nombreux, mais concernent des domaines spécifiques, en lien avec l'histoire de l'urbanisation du quartier : administration et services publics, culture et loisirs. La présence du pôle de transports en commun urbains à la gare de la Part-Dieu permet d'accéder facilement et rapidement à l'ensemble des équipements et services de la ville.

2.4.1. SERVICES PUBLICS

La planification de l'aménagement du quartier dans la seconde moitié du XX^{ème} siècle prévoyait l'intégration de bâtiments administratifs et de nombreux équipements publics au quartier Part-Dieu. L'administration publique représente le premier poste d'emploi dans le quartier, avec 20% des effectifs. Dans le périmètre élargi du quartier Part-Dieu, on trouve des services publics, à différents échelons stratégiques relatifs à :

- ✓ l'administration : Cité Administrative d'Etat, Métropole de Lyon, la Mairie du 3ème arrondissement, et en bordure Ouest du périmètre élargi, la Région Urbaine de Lyon, la Préfecture du Rhône ;
- ✓ l'emploi : différentes antennes Pôle Emploi, Caisse Assurance retraite et santé au travail (CARSAT) ;
- ✓ la justice : Tribunal Administratif et Cour Administrative d'Appel, Tribunal d'Instance de Lyon et Tribunal de Grande Instance de Lyon, Conseil de Prud'hommes ;
- ✓ la sécurité : postes de police boulevard Deruelle et de la gare Part-Dieu ;
- ✓ d'autres services : INSEE, Caisse d'Allocations Familiales de Lyon, Crédit Municipal de Lyon, Service territorial de l'Architecture et du Patrimoine du Rhône, Société d'équipement du Rhône et de Lyon (SERL), CPAM du 3ème arrondissement.

2.4.2. EQUIPEMENTS CULTURELS ET SPORTIFS

Dans le quartier, on recense de nombreux équipements, privés ou publics. L'auditorium de Lyon et la bibliothèque de la Part-Dieu sont des équipements culturels qui rayonnent à l'échelle de la ville et du Grand Lyon. A ceux-ci s'ajoute le multiplexe cinéma intégré au centre commercial, ainsi qu'un boulodrome rue du Lac. Ces équipements culturels sont situés dans le périmètre de la ZAC.

Aucun équipement public sportif n'est situé à l'intérieur du périmètre de projet. A proximité se trouvent la piscine d'hiver Garibaldi, la halle des sports Vivier-Merle, la salle de sports Paul Bert, le gymnase Bellecombe et le boulodrome Moncey. Les terrains de sport Meynis et Dauphiné sont plus éloignés que les autres équipements sportifs mais restent accessibles en transports.

2.4.3. EQUIPEMENTS EDUCATIFS

Dans le périmètre de projet, il existe une structure d'accueil de jeunes enfants : la Ronde Enfantine (20 places). A proximité directe du périmètre se trouvent la crèche municipale Boileau (90 places), la halte-garderie municipale Dunoir (20 places), les crèches associatives Les Oursons (20 places) et Mirabilis Villette (40 places). Il existe également 6 crèches interentreprises dédiées aux actifs du quartier.

En matière d'établissements scolaires, l'offre se situe en périphérie du cœur de la Part-Dieu. A proximité, on peut citer 7 écoles maternelles (Etienne Dolet, Léon Jouhaux, Saint-Sacrement, André Philip, Antoine Charial, de la Rize, Laurent Mourguet) et 6 écoles élémentaires (Léon Jouhaux, Saint-Sacrement, André Philipp, Georges Pompidou, Antoine Charial, de la Rize). Les collèges (Raoul Dufy, Gilbert Dru et Lacassagne) et les lycées (Lacassagne, lycée professionnel du premier film) sont plus éloignés. Enfin, l'université Jean Moulin Lyon 3 se situe au Sud du site dans un périmètre plus éloigné.

2.4.4. EQUIPEMENTS SOCIAUX ET DE SANTE

Des sites d'hébergement d'urgence pour les personnes en difficulté se trouvent plutôt à l'Est du périmètre d'étude. Citons le centre social Riboud, Habitat jeune, Point accueil, la Charade, Accueil sympa.

L'établissement Boileau à l'Ouest, l'établissement Danton au Sud et l'EHPAD la Villette d'Or à l'Est du quartier permettent d'accueillir les personnes âgées dépendantes.

Il existe dans le 3ème arrondissement des centres sociaux et Antennes Solidarité, mais ils sont éloignés du quartier, vers le Sud-Est.

L'offre hospitalière est absente du quartier. Une offre abondante et diversifiée se trouve en bordure Est de l'arrondissement, à la frontière avec Bron et Villeurbanne. On y trouve la présence de 5 hôpitaux du Centre Hospitalier Universitaire de Lyon (Hospices Civils).

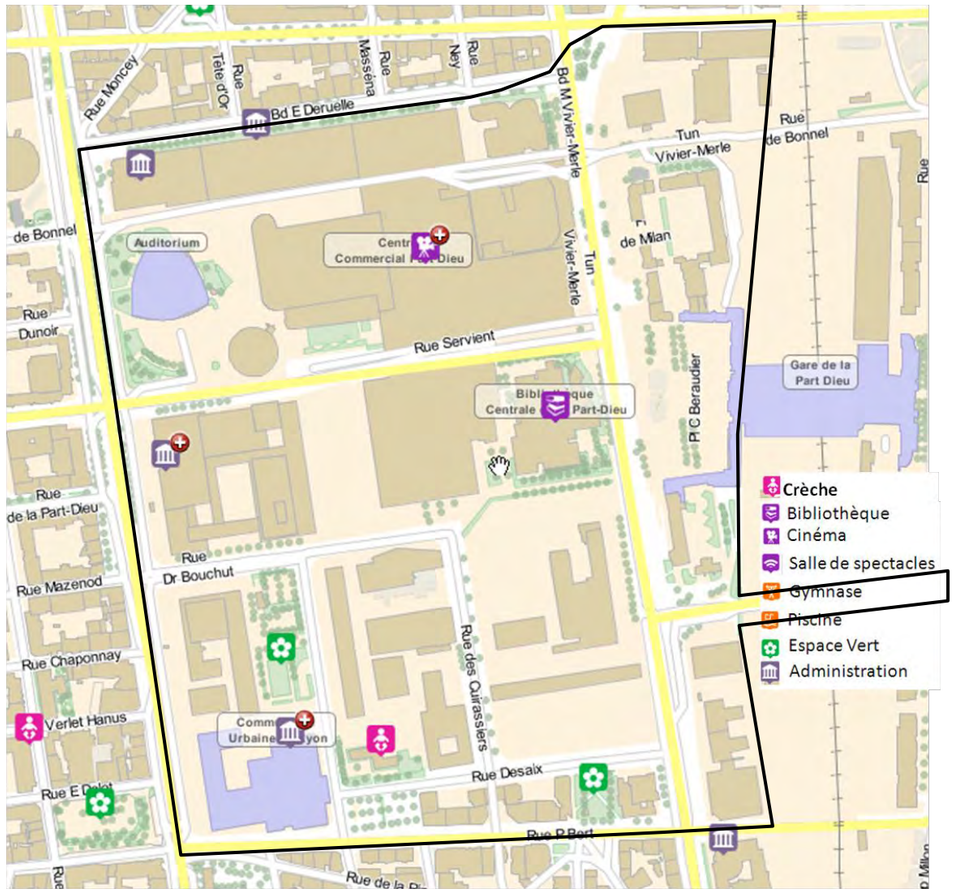


Figure 32 : Equipements à proximité du site de projet
(source : cartographie interactive de la ville de Lyon)

3. INFRASTRUCTURES ET DEPLACEMENTS

3.1. LES INFRASTRUCTURES A L'ECHELLE DU GRAND LYON

L'agglomération lyonnaise bénéficie d'une position de carrefour à la croisée d'infrastructures majeures de transport, tant en routier qu'en ferroviaire ou en fluvial :

- ✓ Le corridor Rhône-Saône qui concentre des infrastructures pour l'ensemble des modes selon un axe Nord-Sud et constitue une des principales artères économiques à l'échelle nationale et européenne ;
- ✓ Les voies d'accès au Massif central à l'Ouest, en contournant les monts du lyonnais par le Sud (Saint-Etienne) ou par le Nord (Tarare, Roanne) ;
- ✓ Les voies d'accès à l'arc alpin au Nord-Est vers Genève et au Sud-Est vers Grenoble, Chambéry et l'Italie.

Les réseaux routiers et ferroviaires présentent de ce fait de fortes similitudes dans leur structure et font face aux mêmes problématiques de franchissement du nœud lyonnais du fait d'une congestion croissante des réseaux à l'approche du cœur de l'agglomération.

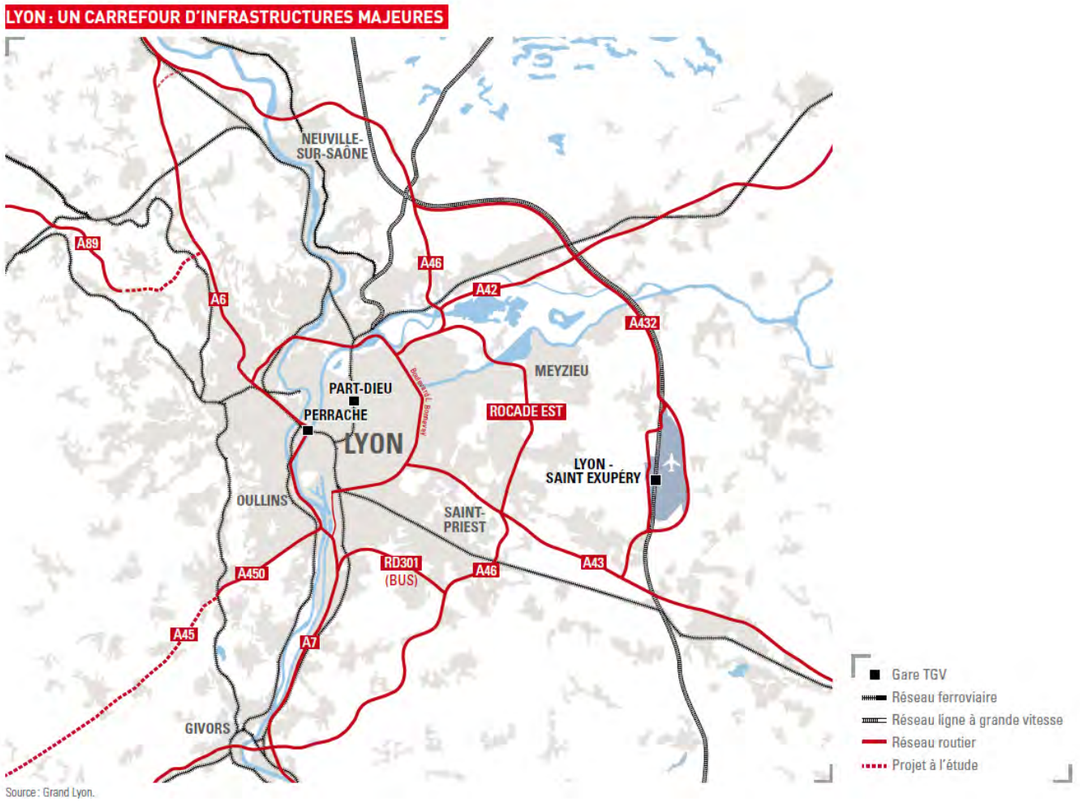


Figure 33 : Infrastructures routières et ferroviaires du Grand Lyon, Grand Lyon (source : Document du Maître d'Ouvrage, Débat public de l'anneau des Sciences)

3.2. LES INFRASTRUCTURES A L'ECHELLE DU QUARTIER ET DU PERIMETRE D'ETUDE

La figure suivante illustre les principales infrastructures à l'échelle de la ville et du périmètre d'étude.

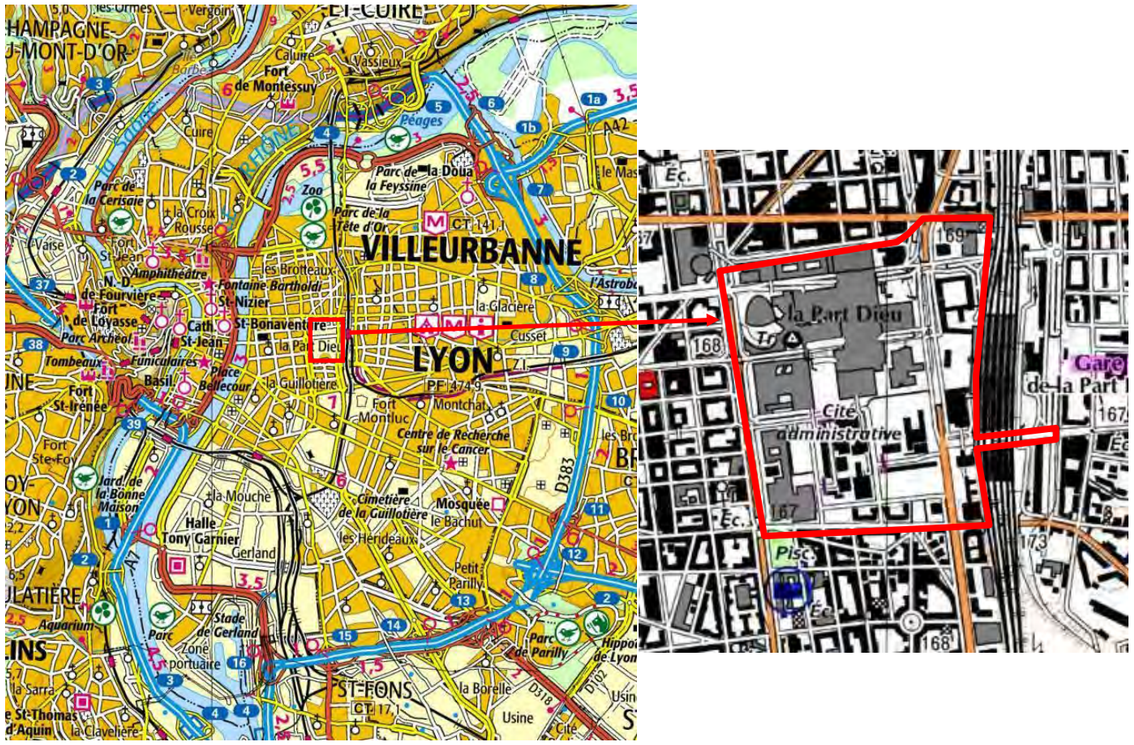


Figure 34 : Carte du secteur Part-Dieu, IGN Geoportail

3.2.1. VOIRIES ET TREMIES

La structure du réseau routier est relativement simple et contrainte par la trame quadrangulaire du quartier de la Part-Dieu. Elle a été conçue initialement dans les années 60 dans un esprit de séparation des fonctions laissant aux véhicules un large espace au niveau du sol, les piétons étant renvoyés au niveau +7m (dalle). Les axes encadrants étaient initialement de gabarit très large avec des trémies, et ont été progressivement diminués.

Le périmètre est délimité par deux axes Nord-Sud, le boulevard Vivier-Merle à l'Est et la rue Garibaldi à l'Ouest, et compte trois axes traversant Est-Ouest : le Cours Lafayette, la rue de Bonnel et la rue Paul Bert. L'avenue Pompidou permet également la traversée du quartier Ouest-Est.

Le **boulevard Vivier-Merle** constitue le principal axe Sud ⇨ Nord structurant entre le Rhône et le faisceau ferroviaire. Entre l'avenue Georges Pompidou et le Cours Lafayette, les flux automobiles en direction du boulevard Jules Favre au Nord passent en trémie afin de laisser les voiries de surface à l'usage des TCU et des taxis. Il constitue le principal accès routier à la Part Dieu depuis le Sud et le Sud-Est de l'agglomération.

La **rue Garibaldi** offre le pendant au boulevard Vivier-Merle en façade Ouest du périmètre de projet. Suite à la première de requalification de cette rue, la circulation automobile s'effectue uniquement dans le sens Nord ⇨ Sud entre le cours Lafayette et la rue du Docteur Bouchut. A partir de la rue du Docteur Bouchut, la circulation s'effectue en double sens ; les contre-allées permettent la desserte des voies perpendiculaires, et une trémie à sens unique Nord ⇨ Sud permet de franchir le carrefour avec la rue Paul Bert.

Les axes Est ⇨ Ouest permettent d'accéder au quartier de la gare et de franchir le faisceau ferroviaire depuis le centre de Lyon (3ème et 5ème arrondissements, Presqu'ile,…) et Villeurbanne :

- ✓ Le **Cours Lafayette** est un axe Est - Ouest structurant à l'échelle de l'agglomération dans le prolongement de la rue Grenette sur la Presqu'ile et du Cours Tolstoi à l'Est.
- ✓ La **rue de Bonnel** est le principal axe de liaison Ouest ⇨ Est permettant de relier l'Ouest du 3ème arrondissement et la Presqu'île au Sud de Villeurbanne et à l'Est du 3ème arrondissement. Elle sert également de sortie du quartier de la Part-Dieu vers le Nord de l'agglomération (via Villette Nord).
- ✓ La **rue Servient** est le principal axe de liaison Est ⇨ Ouest permettant de relier le quartier de la Part-Dieu et les quais du Rhône. Elle sert de sortie du quartier de la Part-Dieu vers l'Ouest, soit par un tourne à gauche sur le boulevard Vivier-Merle, soit par la trémie Brotteaux - Servient en arrivant du Nord par le boulevard des Brotteaux.
- ✓ **L'avenue Georges Pompidou** dispose d'un statut mixte accueillant essentiellement des liaisons de courte et moyenne distance reliant notamment le Sud de Villeurbanne et l'Est du 3ème arrondissement aux secteurs situés à l'Ouest des voies ferrées. Elle sert également à relier rapidement les deux côtés du quartier avec notamment des trafics provenant de l'Ouest de Lyon et de l'agglomération à destination du côté Villette de la Part-Dieu.
- ✓ Enfin, la **rue Paul Bert** est principalement utilisée dans les liaisons Ouest ⇨ Est. Dans sa partie la plus à l'Ouest, elle permet d'accéder au quartier de la Part-Dieu depuis les quais du Rhône. Dans sa partie centrale, incluant la traversée des voies ferrées, elle permet de relier notamment l'avenue Lacassagne, second axe de sortie du quartier de la Part-Dieu vers l'Est et le Sud-Est après la rue Garibaldi. Ce flux reste aujourd'hui très important mais est en baisse continuelle depuis les dernières années

Ce réseau principal est complété par les voiries de desserte locale du quartier, non traversantes : le boulevard Eugène Deruelle, la rue du Docteur Bouchut, la rue du Lac, la rue Desaix, la rue des Cuirassiers.

Le plan de circulation est marqué par la présence de nombreux axes à sens unique, et par les points durs que constituent les passages sous les voies ferrées. Ces points de passage obligés, constituent une réelle contrainte pour l'ensemble des déplacements (points de concentration des flux) et le plan de circulation entraîne des phénomènes de bouclages systématiques générant des trafics superflus.



Figure 35 : Plan de circulation routière

3.2.2. RESEAU FERROVIAIRE

Aujourd'hui, la gare de la Part-Dieu est traversée par 11 voies accessibles depuis 6 quais voyageurs et 5 quais de services. Le projet de création de la voie L a pour objet la création d'une 12ème voie en gare.

En termes d'offre de transport, on recense, sur un Jour Ouvert de Base (JOB) de juin 2014, 463 trains desservant la gare.

- ✓ L'offre est majoritairement régionale puisque les TER représentent 64% des dessertes (318 trains par jour) avec pour principales dessertes Grenoble (56 allers-retours) et Saint-Etienne (58 allers-retours), viennent ensuite Roanne (21 allers-retours) et Dijon (20 allers-retours).
- ✓ L'offre grande ligne représente 145 trains par jour, l'offre intercité étant marginale (4 trains par jour avec Tours), il s'agit essentiellement de TGV. La gare de la Part-Dieu est en effet un hub TGV d'envergure nationale et européenne avec 141 TGV ou Lyria par jour qui assurent des dessertes avec la majorité des grandes villes françaises :
    - Paris gare de Lyon (52 aller-retours par jour)
    - Marseille (49 aller-retours par jour dont 10 avec Nice)
    - Lille (26 aller-retours dont 14 avec Bruxelles)
    - Montpellier (29 aller-retours par jour dont 6 avec Toulouse)
    - Strasbourg (12 aller-retours)
    - Nantes (9 aller-retours par jour) et Rennes (6 aller-retours par jour)

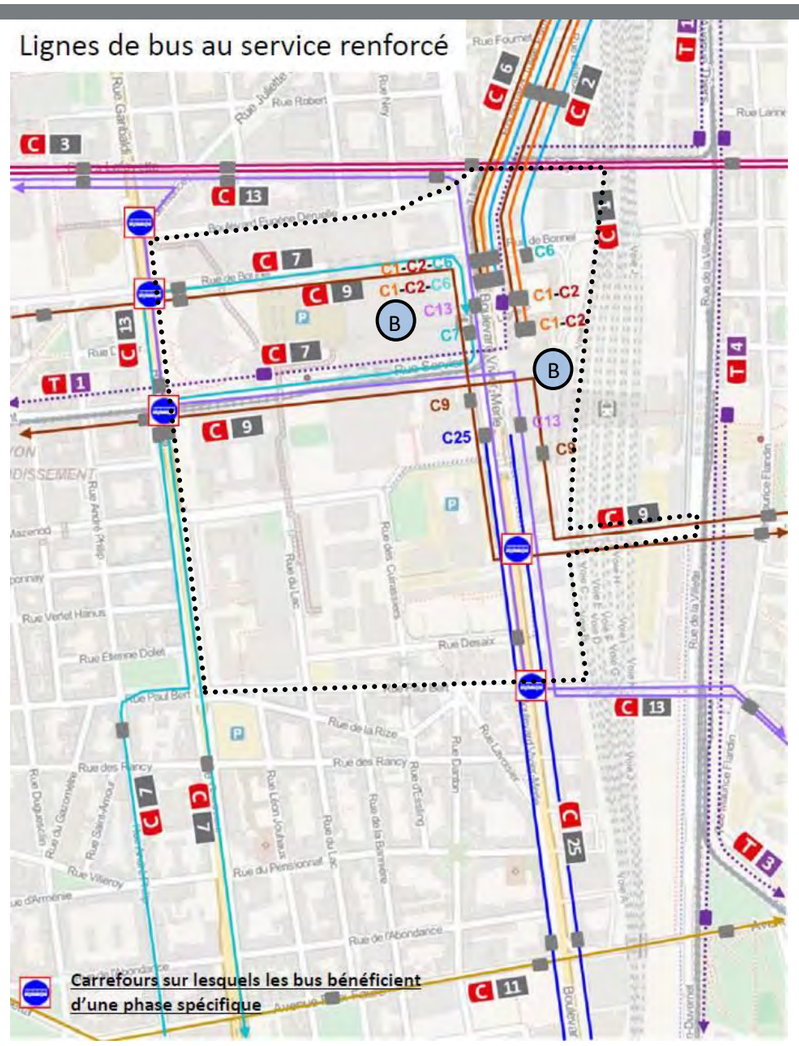
La gare accueille également des liaisons européennes à destination de Londres (Eurostars), Barcelone,…

3.2.3. RESEAU DES TRANSPORTS EN COMMUN URBAINS (TCU)

L'offre TCU est très dense au niveau de la Part-Dieu qui constitue un des principaux nœuds du réseau lyonnais. Le quartier est ainsi desservi par 16 lignes de transport urbain :

- ✓ Une ligne de métro (ligne B)
- ✓ Trois lignes de tramway (T1, T3, T4)
- ✓ Trois lignes de trolleybus (C1, C2, C3)
- ✓ Neuf lignes de bus (C6, C7, C9, C13, C25, 25, 37, 38, 70)

Au total, ce sont près de 3 000 bus, trolleybus ou tramway qui marquent chaque jour un arrêt au niveau de la Part-Dieu et plus de 500 métros, pour une fréquentation globale de 165 000 voyageurs en 2011. En heure de pointe du matin (8h-9h) ou du soir (17h-18), on compte environ 200 dessertes bus ou tramway (soit 3 à 4 bus par minute).



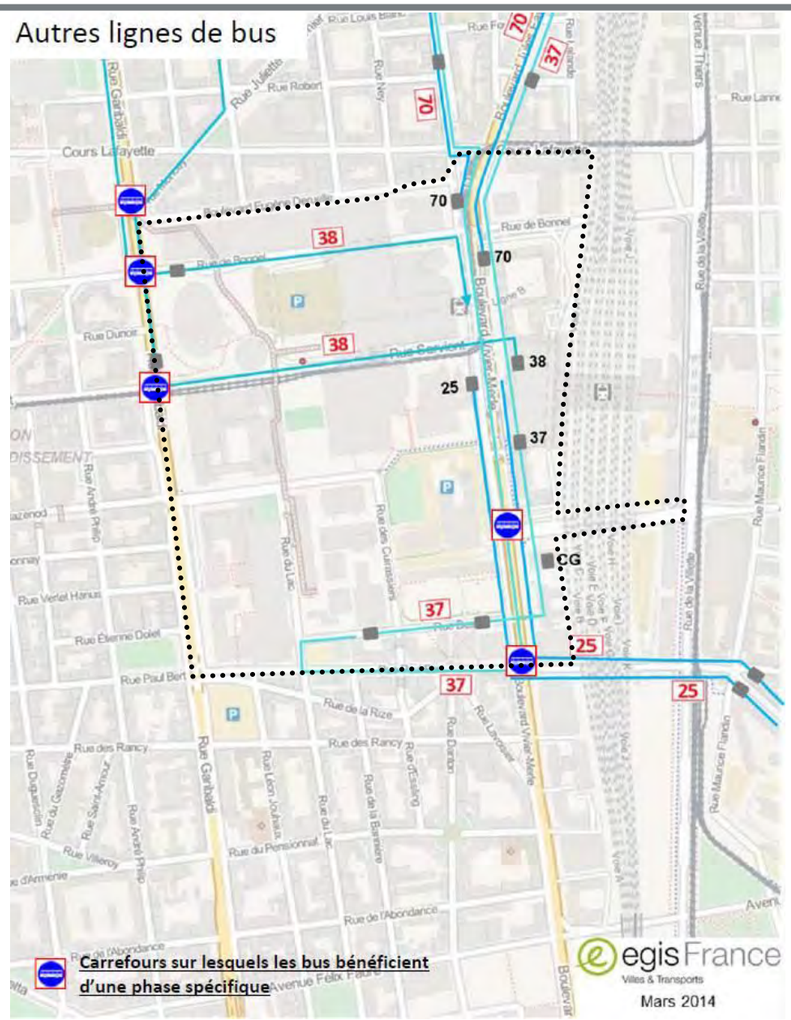


Figure 36 : Le réseau TCL au niveau de la Part Dieu (Source : Egis)

La desserte TCU de la Part Dieu est organisée en trois pôles :

- ✓ Le pôle Part Dieu – Vivier Merle : situé en façade ouest de la gare, il donne accès aux principaux pôles d'attractivité du quartier (centre commercial de la Part Dieu, bibliothèque municipale centrale,…). Desservi par la ligne B du métro, le tramway T1 et 11 lignes de bus, sa fréquentation journalière est d'environ 140 000 voyageurs. Une quinzaine d'arrêts de bus implantés le long du boulevard Vivier-Merle permettent d'organiser la desserte bus.
- ✓ Le pôle Part Dieu – Villette accueille les tramways T3 et T4 mais aucune ligne de bus urbaine.
- ✓ Le pôle Part Dieu - Jule Favre est desservi en doublon par certaines lignes desservant Part-Dieu – Vivier Merle, mais la ligne C3 qui permet de rejoindre la Presqu'ile et le Vieux Lyon, ne marque l'arrêt qu'à cet endroit.

Ligne	Liaison	Arrêt	Matériel	Offre JOB			Services		Fréquentation		
				sens 1	sens 2	Total	HPM	HPS	Montées	Descentes	Total
B	Charpennes - Gare d'Oullins	Vivier-Merle	Métro	253	252	505	38	38	33 493	37 087	70 580
T1	Debourg - IUT Feyssine	Vivier-Merle	Tramway	143	143	286	17	21	10 463	10 732	21 195
T3	Gare Part-Dieu Villette - Meyzieu les Panettes	Villette	Tramway	104	105	209	16	16	6 666	6 185	12 851
T4	La Doua Gaston Berger - Hôpital Feyzin Vénissieux	Villette	Tramway	127	120	247	16	16	nd	nd	nd
C1	Gare Part-Dieu Vivier Merle - Cuire	Vivier-Merle	Trolleybus	114	114	228	17	17	3 609	3 097	6 706
C2	Gare Part Dieu Vivier Merle - Rillieux Semailles	Vivier-Merle	Trolleybus	115	114	229	17	17	2 557	2 195	4 752
C3	Gare Saint-Paul - Vaulx-en-Velin La Grappinière	Jules Favre	Trolleybus	170	173	343	19	21	6 437	5 501	11 938
C6	Gare Part Dieu Vivier Merle - Ecully Le Pérollier	Vivier-Merle	Bus	82	81	163	10	10			
C7	Gare Part Dieu Vivier Merle - Hôpital Lyon Sud	Vivier-Merle	Bus	83	83	166	11	12			
C9	Bellecour - Hôpitaux Est	Vivier-Merle	Bus	100	100	200	14	15			
C13	Grange Blanche - Montessuy	Vivier-Merle	Bus	108	114	222	13	14			
C25	Gare Part Dieu Vivier Merle - Saint Priest plaine de Saythe	Vivier-Merle	Bus	84	80	164	10	10	19 232	16 507	35 739
25	Gare Part Dieu Vivier Merle - Bron Sept Chemins	Vivier-Merle	Bus	47	47	94	6	6			
37	Part Dieu Sud - Vaulx Cachin	Vivier-Merle	Bus	83	85	168	13	12			
38	Gare Part Dieu Vivier Merle - Caluire Place de la Bascule	Vivier-Merle	Bus	73	71	144	10	10			
70	Gare Part Dieu Vivier Merle - Neuville	Vivier-Merle	Bus	42	40	82	5	7			

Tableau 6 : L'offre TCU à la Part Dieu et la fréquentation 2011
(source : TCL, Kéolis)

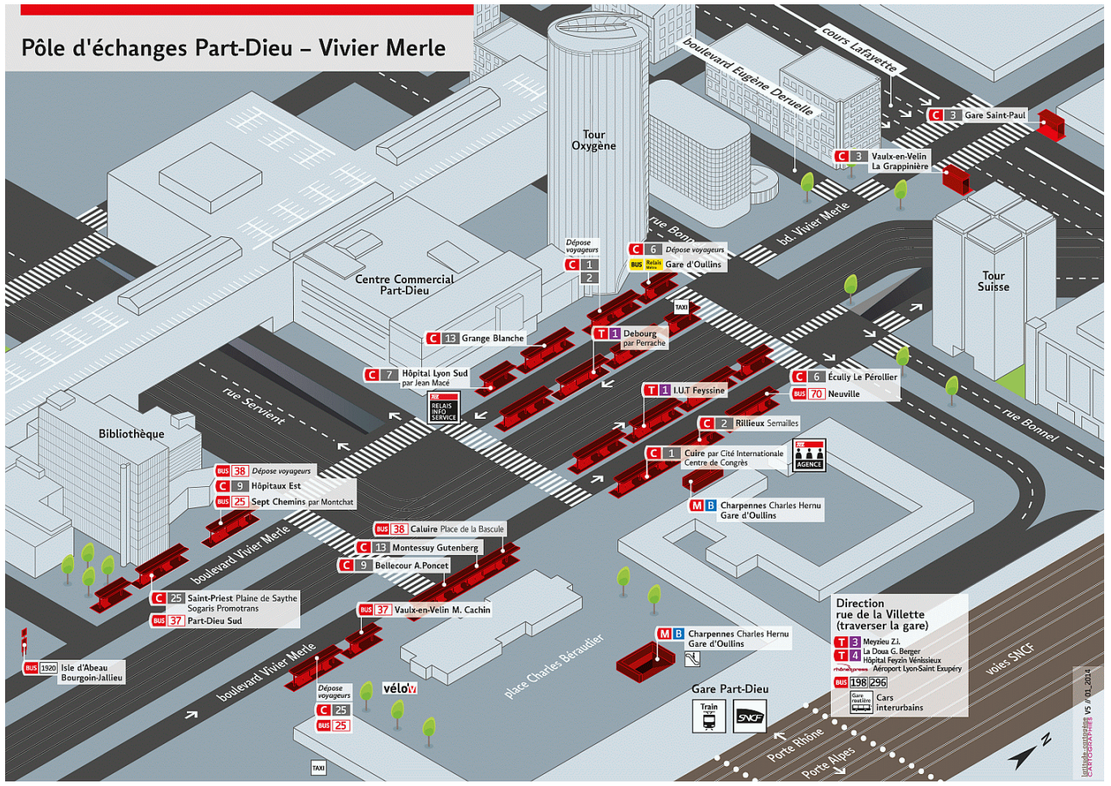


Figure 37 : Localisation actuelle des arrêts TCU de la Part Dieu
(source : TCL, Kéolis)



Figure 38 : Accès à la ligne B du métro



Figure 39 : Arrêts TCL côté Vivier Merle et côté Villette

En complément des tramways qui bénéficient de sites propres intégrables, des sites propres bus ont été aménagés sur certaines voiries du quartier. Le boulevard Vivier-Merle au droit de la place Charles Béraudier dispose de sites propres réservés aux bus dans les deux sens.

Au-delà du périmètre de la gare, certaines lignes de bus bénéficient de sites propres :

- ✓ Sur la rue Garibaldi, dans les 2 sens, pour les lignes C13 et 38
- ✓ Sur le cours Lafayette dans le sens Est – Ouest pour les lignes C3 et C13
- ✓ Sur le boulevard Jules Favre, dans les 2 sens, pour les lignes C1, C2, C6, 37 et 70

Ainsi, la ZAC est desservie par plusieurs lignes de transports en commun, qui empruntent essentiellement les axes Nord-Sud et Est-Ouest quadrillant le périmètre de projet. La rue Paul Bert n'est cependant pas utilisée pour la circulation des transports en commun, et parmi les voies secondaires, seule la rue Desaix est empruntée par une ligne de bus.

3.2.4. LES AUTRES OFFRES DE TRANSPORTS EN COMMUN

En parallèle de l'offre urbaine des TCU, la Part Dieu est desservie par des offres de transports en commun non urbains (TCNU). L'offre de TCNU permet la desserte du quartier et de la ZAC, mais les aménagements ne sont pas situés sur son périmètre.

La liaison Rhônexpress

La liaison Rhônexpress mise en place par le département du Rhône, et désormais organisée par la Métropole et le SYTRAL, permet de rejoindre l'aéroport Saint-Exupéry en moins de 30 minutes grâce à des navettes tramway cadencées tous les quarts d'heure. L'arrêt est situé côté Villette.

Le réseau Transisère (CG38)

La ligne Transisère n°2960 du conseil général de l'Isère assure la liaison entre Lyon et Saint Jean de Bournay avec une quinzaine de services par jour.

Quatre lignes du réseau Transisère desservent également la Part Dieu sur le secteur Lac Cuirassiers-Desaix :

- ✓ La ligne 1350 qui assure chaque jour un service dans chaque sens depuis Satolas-et-Bonce ;
- ✓ Les lignes 1920/1930/1940 qui desservent L'Isle d'Abeau et Bourgoin-Jallieu avec au global 109 services quotidiens.



Figure 40 : Cars Transisère sur la place de Francfort

Le réseau Cars du Rhône (CG69)

Depuis la restructuration du réseau des Cars du Rhône, ils ne desservent plus la gare de la Part Dieu, la ligne 165 qui desservait auparavant la gare routière de la place de Francfort, fait aujourd'hui son terminus à Grange Blanche (Ligne 1Ex).

Les lignes du réseau Cars du Rhône ne desservent donc pas le quartier de la Part-Dieu, et se rabattent sur les principaux pôles d'échanges du réseau TCL.

Le réseau TER Rhône-Alpes (région Rhône-Alpes)

La gare routière est également utilisée par les services **cars du réseau TER Rhône-Alpes**. En temps normal, on compte 34 cars TER au départ ou à l'arrivée à Part-Dieu en lien avec les villes suivantes :

Ville	en provenance	à destination	Total
Annecy	4	4	8
St Etienne	2	6	8
Bourg en Bresse	2	3	5
Annonay	2	2	4
Amberieu en Bugey	1	2	3
Grenoble	1	1	2
Roanne	1	1	2
Mâcon	1	0	1
Valence	0	1	1

Tableau 7 : Services cars TER Rhône-Alpes en gare de la Part Dieu (source : SNCF RIHO)

En cas de perturbation sur l'exploitation des lignes (travaux,…) des services de substitution peuvent être assurés en car, avec un renforcement de l'activité sur la gare routière de la place de Francfort.

3.2.5. VELOS

Les voiries du périmètre sont partiellement aménagées pour les cycles avec une discontinuité des itinéraires au niveau de la gare :

- ✓ Sur la rue Garibaldi réaménagée (entre le cours Lafayette et la rue du Docteur Bouchut), une piste cyclable bidirectionnelle sécurisée nettement séparée de la voirie et des trottoirs,
- ✓ Une piste cyclable bidirectionnelle sur la rue du docteur Bouchut, qui constitue le principal itinéraire d'accès au quartier depuis le centre de Lyon (3ème Ouest, Presqu'ile),
- ✓ Sur l'avenue Pompidou, sous le faisceau ferroviaire, une bande cyclable sur couloir bus dans le sens Est – Ouest et une piste cyclable sur trottoir dans le sens Ouest – Est,
- ✓ Des pistes cyclables sur trottoir au Sud de la gare sur la rue de la Villette et le boulevard Vivier-Merle.

Ainsi les possibilités de traversées d'Ouest en Est sont limitées à quelques voiries, et le boulevard Vivier-Merle ne dispose pas de pistes cyclables sur sa partie Nord.

Ces conditions de desserte peu favorables aux vélos expliquent la faible part modale qu'ils représentent (3,7% des déplacements dans le quartier).

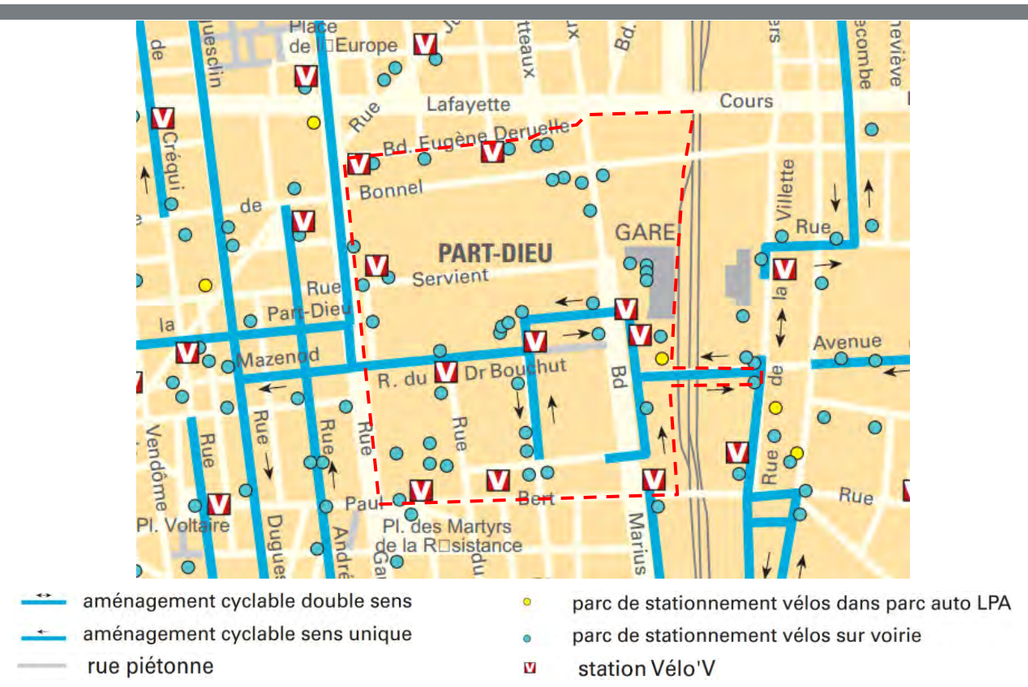


Figure 41 : Plan des pistes cyclables autour du site de projet (source : www.velov.grandlyon.com)

Des stations de vélos en libre-service sont implantées sur le périmètre de la ZAC, ainsi que plusieurs places de stationnement en parking souterrain ou sur voirie.

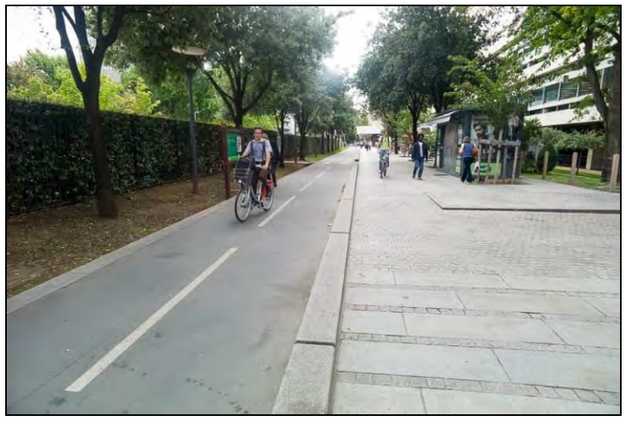


Figure 42 : Piste cyclable de la rue du docteur Bouchut

Les équipements cyclables au niveau de la Part-Dieu sont de trois ordres :

Les places de stationnement sur arceaux (gratuites)

Les emplacements de stationnement sur arceaux sont disséminés sur l'ensemble du périmètre. L'offre se concentre cependant à proximité de la gare et sur la partie Sud du périmètre avec un déficit d'offre sur la partie Nord.

Selon les comptages réalisés en mars 2012 à proximité de la gare, le taux d'occupation moyen est de 52% sur le périmètre mais avec d'importantes disparités selon les emplacements ; à proximité de la gare le taux d'occupation dépasse largement 50% et peut atteindre 100% sur certains secteurs.

Les places de stationnement sur arceaux sécurisés (payantes)

Le parking minute géré par Lyon Parc Auto (LPA) sous les hôtels NOVOTEL et ATHENA, côté Vivier Merle, propose 40 places de stationnement vélo sécurisées. Le service payant s'élève à 35,70€ par an pour la place de stationnement réservée, 47,85€ par an avec la location d'un casier.

Lors des comptages de mars 2012, le taux d'occupation était de 25%. L'accès de ce parking vélo est confidentiel, ce qui explique son faible taux de remplissage alors que la demande de stationnement vélos est forte.

Les stations libre-service Vélo'v

Plusieurs stations Vélo'v sont réparties sur le périmètre pour une capacité totale de 276 places, dont 62 places sur la Place Béraudier.

La vélo-station de la gare reste très confidentielle.



Figure 43 : Stations Vélo'v sur le parvis de la gare

3.2.6. PIETONS

A l'échelle du quartier Part-Dieu, les espaces piétons ont été conçus initialement comme des cheminements le long des voiries routières, ou sur la dalle, plutôt que comme des espaces publics à part entière.

L'orientation est globalement difficile, à part pour les habitués du quartier. Par exemple, la liaison piétonne entre la rue Garibaldi et la gare n'est possible dans le cœur du périmètre que par la rue du Docteur Bouchut, qui n'offre pas de perspective d'un bout à l'autre, ou par le Boulevard Deruelle, au Nord du périmètre.

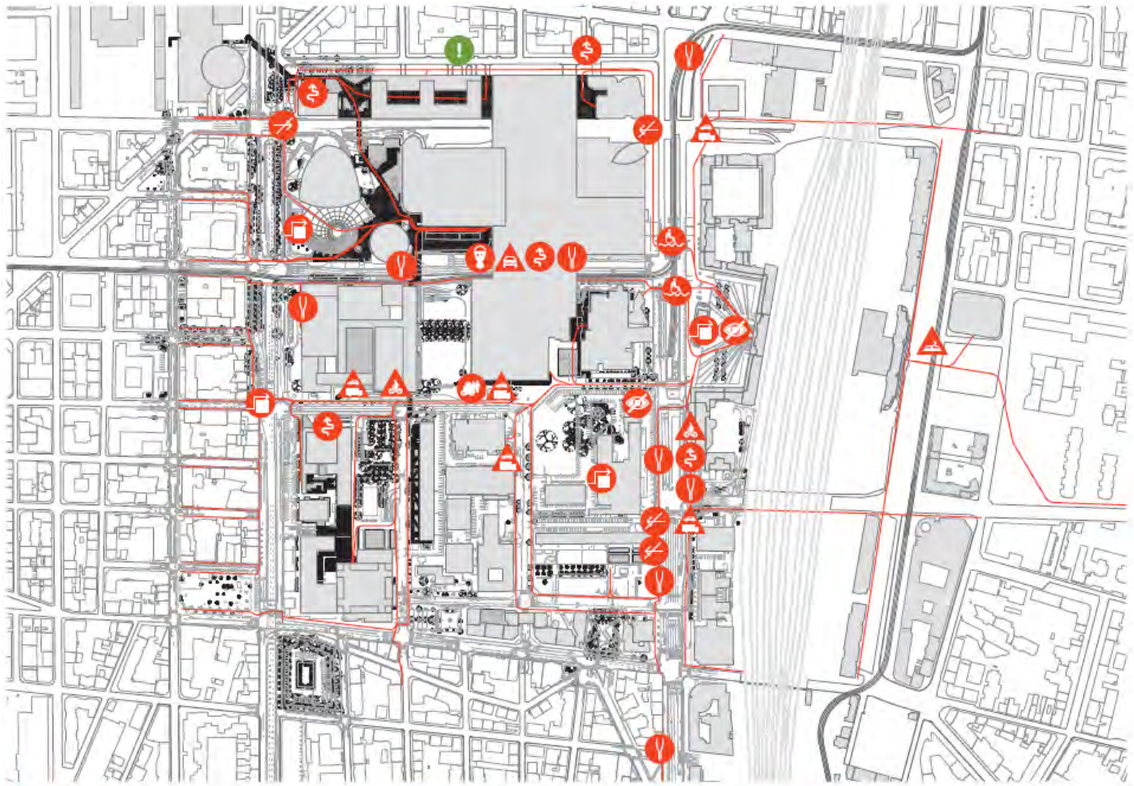


Figure 44 : Rue Servient, passage Est-Ouest sous le centre commercial interdit aux piétons

Le travail de diagnostic des espaces publics mené a conduit globalement à identifier une problématique de « sol difficile » : cheminements étroits, contournements, passages sous tunnel, flux piétons engorgés, visibilité encombrée… L'état du site entraîne des inconforts voire des dangers lors des déplacements en modes doux (piétons, cyclistes…) ou pour les personnes à mobilité réduite.

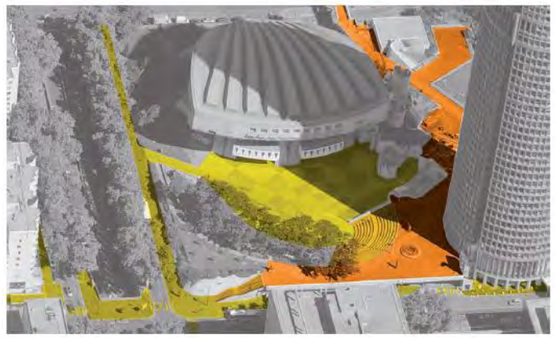


Figure 45 : Place Béraudier, illustration du sol difficile




Boulevard Vivier-Merle


Mail Bouchut (actuel)


Place Charles de Gaulle


Arrière de la Bibliothèque municipale

Figure 46 : Diagnostic d'un sol difficile à la Part-Dieu (Source : Plan de référence v2, cahier « Sol facile »)

Il faut également noter que les passages sous les voies ferrées sont relativement peu attractifs pour les piétons.



Figure 47 : Passage de l'avenue Pompidou sous les foies ferrées

Les enjeux mis en valeur par la cartographie de diagnostic du sol difficile sont :

- ✓ la facilitation et la sécurisation des déplacements doux,
- ✓ pouvoir se déplacer plus efficacement (raccourcis, cheminements directs…),
- ✓ redonner de la visibilité et de la clarté aux déplacements.

3.2.7. PARKINGS ET STATIONNEMENT

L'offre de stationnement est particulièrement protéiforme dans le quartier de la Part-Dieu afin de répondre aux besoins des différents usagers du quartier.



Figure 48 : L'offre de stationnement à proximité de la Part Dieu

Les parcs sont en ouvrage, à l'exception du stationnement place des Martyrs et du parc Villette-Nord qui est en enclos.

Parkings ouverts au public

L'offre de stationnement se concentre sur la façade Est de la gare au sein de 4 parkings en ouvrage qui totalisent 2 927 places. La gestion de ces parkings est assurée par les opérateurs Lyon parc Auto (LPA), Effia, QPark et Euro Equipement.

Leurs grilles tarifaires sont homogènes avec un tarif courte-durée de 0,70 € pour 20 minutes, et un tarif journée de l'ordre de 19 € à 20 €.

A l'Est des voies ferrées, l'offre est également présente, principalement à proximité du cours Lafayette et de la rue de Bonnel permettant ainsi la desserte des divers équipements comme le centre commercial, l'auditorium et les Halles.

Dépose minute / Courte durée

A proximité de la gare, la dépose et la reprise minute s'organisent autour de 3 aires de stationnement qui totalisent 162 places :

- ✓ Le parking courte durée sous les hôtels NOVOTEL et ATHENA côté Vivier Merle (63 places)
- ✓ Le parking courte-durée sur la place de Francfort côté Villette (99 places)
- ✓ L'aire de dépose minute qui passe en trémie sous la gare entre la rue de Bonnel et l'avenue Pompidou, mais qui ne permet pas de stationner

Les deux parkings courte durée gérés par LPA sont gratuits les 20 premières minutes et payants au-delà avec un tarif élevé pour dissuader le stationnement moyenne ou longue durées (0,30€ par tranche de 2 minutes).

Stationnement sur voirie

Des places de stationnement sont disponibles en surface, dans l'ensemble des rues du périmètre de la ZAC (sauf exception, comme par exemple la rue Servient et la rue de Bonnel). Elle reste toutefois marginale à proximité de la gare, avec seulement 20 places payantes qui se concentrent sur la rue de la Villette entre l'avenue Pompidou et la rue Paul Bert.

Stationnement 2 roues motorisés

Le parking Part Dieu géré par LPA et le parking du centre commercial proposent des places de stationnement pour les deux-roues motorisés.

A proximité de la gare, les deux roues motorisés ne bénéficient pas de places de stationnement en dehors des places disponibles au sein des parkings en ouvrage. Le stationnement se fait donc de manière illicite sur les espaces piétons du périmètre ou sur les aires réservées aux vélos :

- ✓ La place Béraudier
- ✓ Le bas de la Tour Oxygène
- ✓ Les abords de la gare côté Villette.

Lors des comptages de mars 2012, 130 deux roues étaient en stationnement illicite sur le périmètre dont 72 sur la seule place Béraudier.

Stations taxis

L'offre taxi au niveau de la gare est organisée de part et d'autre de la gare, avec une capacité totale de 150 places.

- ✓ Côté Vivier Merle :
  - la dépose taxi est située dans la trémie qui passe sous la gare
  - la station taxi est située au Sud de la place Béraudier, sous les hôtels NOVOTEL et ATHENA. La capacité de la station est de 46 places.
- ✓ Côté Villette, les zones de prise en charge et de dépose se superposent sur la contre-allée réservée à cet usage. La capacité de stationnement est de 102 places réparties de part et d'autre de la contre-allée, plus 5 places dédiées aux taxis réservés.

Les infrastructures de la gare comportent une station de dépose / reprise taxi, sous la place Béraudier. L'entrée de la trémie s'effectue rue de Bonnel, et sa sortie avenue Georges Pompidou.

La même trémie fait aussi office de dépose-minute pour les véhicules particuliers.

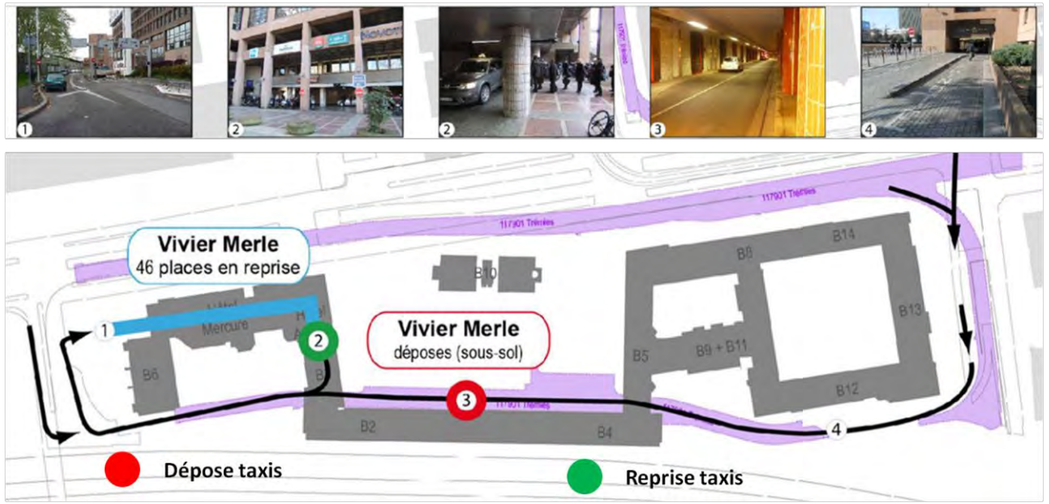


Figure 49 : Fonctionnement de la dépose/reprise taxis du PEM (source : Diagnostic des flux actuels, Egis, 08/06/2012)

Aires de livraison

Les aires de livraisons sont réparties sur l'ensemble du périmètre :

- ✓ Côté Vivier Merle, la principale aire de livraison est située sur le pourtour de la place Béraudier et permet de livrer les commerces de la place et de la gare. Des espaces de livraison sont également présents :
  - entre la voie ferrée et les bâtiments de part et d'autre de la gare ;
  - au niveau de la place de Milan ;
  - sur le boulevard Vivier-Merle face à l'hôtel ATHENA, ainsi que face aux restaurants au Nord de la place Béraudier.
- ✓ Côté Villette, les espaces de livraisons sont plus restreints et sont situés :
  - à proximité du local des loueurs de voitures
  - sur la contre allée face à la cafétéria

Figure 50 : Espaces utilisés pour les livraisons (source : Egis – Diagnostic mobilité 2012)

3.3. LES DEPLACEMENTS A L'ECHELLE DU QUARTIER ET DU PERIMETRE D'ETUDE

3.3.1. LA CIRCULATION ROUTIERE

Les trafics actuels sont issus de comptages directionnels, automatiques CRITER ou d'études antérieures réalisés dans le quartier au cours des dernières années. Par ailleurs, les chiffres présentés sont en Unité de Véhicule Particulier (1 VL = 1 UVP, 1 PL = 2 UVP).

De par son caractère structurant à l'échelle de l'agglomération en rive gauche du Rhône, le boulevard Vivier-Merle est l'axe le plus chargé du périmètre avec plus de 2 000 UVP en Heure de Pointe du Soir (HPS) sur la section la plus circulée.

La rue Garibaldi est également très circulée, au Nord du cours Lafayette et au Sud de la rue Paul Bert. En limite de périmètre, elle est essentiellement fréquentée entre la rue de Bonnel et la rue Servient. Les axes Est-Ouest qui permettent de franchir le faisceau ferroviaire sont globalement moins chargés mais le trafic reste important.

A l'intérieur du périmètre de projet, le trafic est plutôt faible, les voiries permettant une desserte locale.

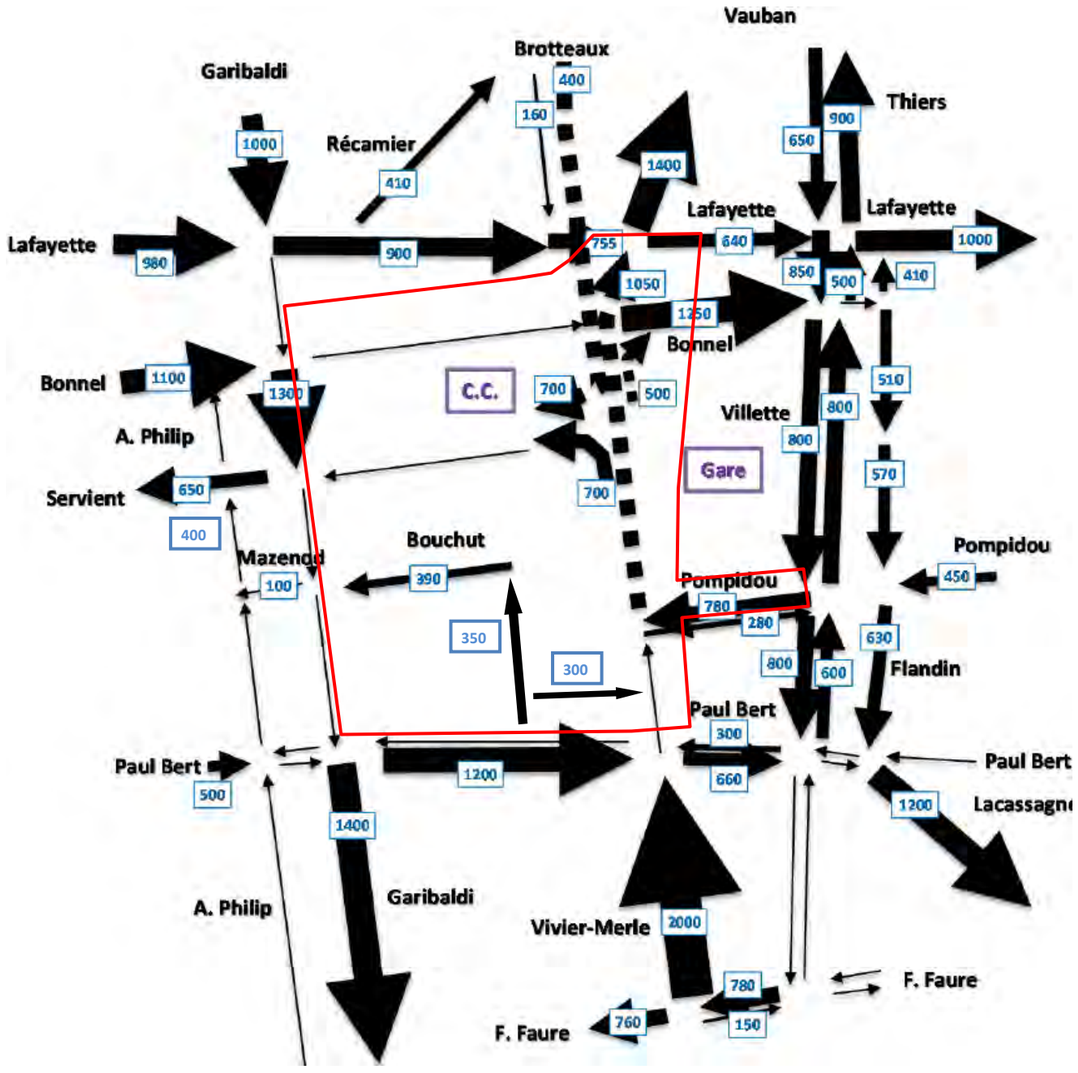


Figure 51 : Les trafics actuels en HPS (Source : Egis/Arcadis, Etudes déplacements tous modes dans l'organisation multipolaire de l'agglomération, lot 1, décembre 2014)

Ces niveaux de circulation génèrent des phénomènes de congestion au niveau des intersections suivantes, en particulier *:*

- ✓ Le carrefour Villette – Pompidou
- ✓ Le carrefour Paul Bert – Vivier Merle
- ✓ Le carrefour Vivier Merle – Lafayette qui génère des remontées de files dans la trémie
- ✓ Le carrefour Villette – Paul Bert

Les carrefours Bonnel/Garibaldi et Servient/Garibaldi présentent quant à eux un taux de charge entre 85% et 90%.

A noter que les parkings en lien avec la gare étant quasi tous situés à l'Est de celle-ci (côté Villette), les flux les alimentant doivent nécessairement passer par les secteurs sensibles que constituent les passages sous les voies ferrées et les carrefours les encadrant.

Les carrefours tramway constituent dans la plupart des cas, des points de saturation importants, notamment lorsqu'ils sont rapprochés : accumulation des effets de saturation locaux avec les interactions entre carrefours. La rue de la Villette constitue l'axe le plus problématique aux heures de pointe en raison de la présence d'un trafic soutenu et de fréquences de tramway élevées qui bridents fortement la capacité des carrefours.

A l'Est de la gare, les carrefours subissent des phénomènes de congestion. A l'Ouest, les carrefours ont peu de réserve de capacité.

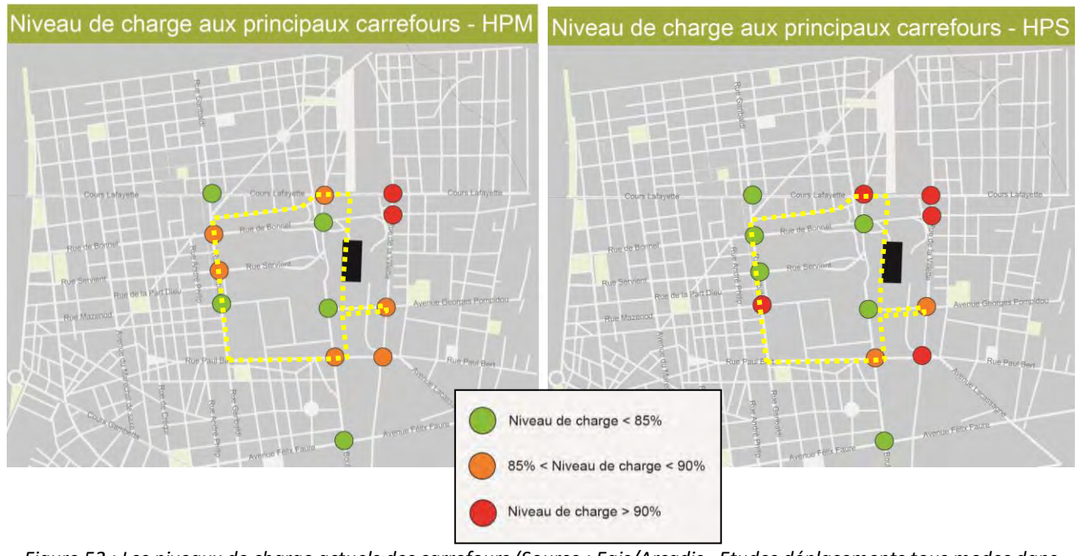


Figure 52 : Les niveaux de charge actuels des carrefours (Source : Egis/Arcadis, Etudes déplacements tous modes dans l'organisation multipolaire de l'agglomération, décembre 2014)

Concernant les deux roues motorisées, l'Enquête Ménage Déplacements de 2006 les crédite d'une part de 0,5% des déplacements. Les comptages réalisés annuellement sur l'ensemble de l'agglomération, ne montrent pas de tendance particulière à la hausse sur les quatre dernières années.

Des comptages routiers ont réalisés sur une semaine en février 2016, simultanément aux campagnes de mesures sonométriques. Ces comptages indiquent que la part des deux roues serait de l'ordre de 3 %.

3.3.2. LES TRANSPORTS EN COMMUN

Le quartier de la part-Dieu constitue un nœud du réseau TCU de Lyon et du Grand Lyon, et bénéficie d'une desserte dense (chiffres 2011) :

- ✓ ligne B : 500 services métro par jour
- ✓ lignes T1 et T3 : 550 services tramway par jour,
- ✓ lignes C1, C2 et C3 : 770 trolleybus par jour
- ✓ 11 lignes de bus : 1 300 bus par jour.

La répartition entre les différents transports en commun correspond à :

Transport en commun	Nombre de montées/descentes par jour	Pourcentage
Métro B	70 600	43%
Tramways T1 et T3	34 000	21%
Trolleybus C1, C2 et C3	23 400 (dont 12 000 pour C3)	14%
Lignes de bus	36 000	22%
Total	**164 000**	**100%**

Tableau 8 : Répartition entre les différents transports en commun (source : Spatialisation des fonctions TC, Egis, Réunion du 11/07/2012)

Les transports sont regroupés en 3 pôles. Le pôle Part-Dieu/Vivier Merle comptabilise 139 000 montées et descentes par jour, dont 70 600 liées au métro B (données Keolis 2011). Les deux autres pôles, le pôle Villette et le pôle Part-Dieu Jules Favre totalisent respectivement 13 100 et 11 900 montées et descentes par jour.

Arrêt	Type ligne	Numéro	Liaison	Montées	Descentes	Total
Arrêt Part-Dieu Jules Favre	*Trolleybus*	C3	Gare Saint Paul - Vaulx-en-Velin La Grappiniere	6 437	5 501	11 938
Arrêts Vivier-Merle	*Métro*	B	Charpennes - Gerland	33 493	37 087	70 580
	Tramway	T1	Hôtel de Région - IUT Feyssine	10 463	10 732	21 194
	Trolleybus	C1	Gare Part-Dieu Vivier Merle - Cuire	3 609	3 097	6 706
	Trolleybus	C2	Gare Part Dieu Vivier Merle - Rillieux Semailles	2 557	2 195	4 752
	Bus	Lignes Atoubus (C6, C7, C9, C13, C25, 25, 37, 38, 70)	-	19 232	16 507	35 739
	Total			***69 353***	***69 618***	**138 971**
Arrêts Villette	*Tramway*	T3	Gare Part-Dieu Villette - Meyzieu Z.I	6 666	6 185	12 851
	Bus	198, 296	-	152	100	252
	Total			***6 818***	***6 285***	**13 103**
TOTAL				***82 609***	***81 403***	**164 012**

Tableau 9 : Fréquentation des TCU du secteur Part-Dieu (source : Analyse des usages des espaces publics ou privés à usage public Diagnostics des flux actuels, Egis, juillet 2012)

3.3.3. LES FLUX PIETONS ET CYCLES DU QUARTIER

Le quartier de la Part-Dieu est pleinement inséré dans le secteur dense de l'agglomération, et la gare de la Part-Dieu concentre une grande partie des fonctionnalités en déplacements du quartier.

Autour de celle-ci s'est formé un Pôle d'Echange Multimodal d'importance pour la ville, sorte d'épicentre des mobilités de la métropole. Il permet les échanges entre des modes de déplacement à différentes échelles : internationale, nationale, régionale, métropolitaine, par la redistribution des flux issus des trains, Transports en Commun Urbains et interurbains, deux-roues motorisés, voitures particulières, taxis et modes doux.

Depuis le site de projet, la Presqu'Île, et le centre historique, le Parc de la Tête d'or, Villeurbanne ou le 8ème arrondissement de Lyon sont accessibles facilement à vélo.

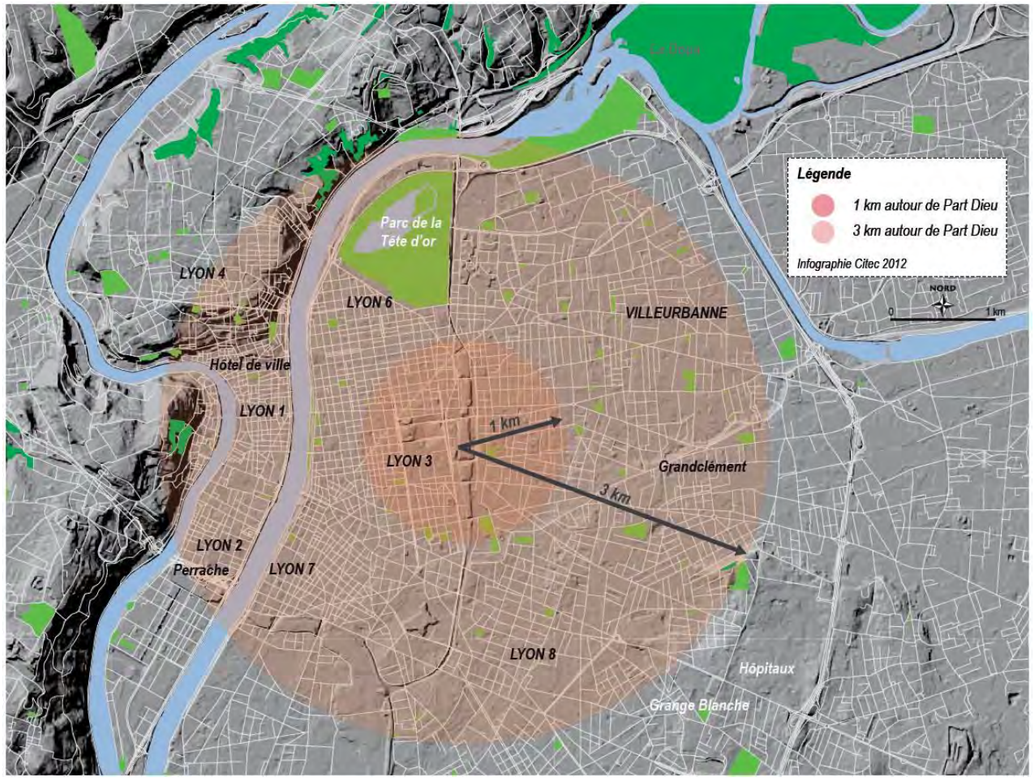


Figure 53 : Potentiel de la marche à pied et du vélo pour les déplacements courts

(Source : Plan de référence v2, cahier « Mobilités »)

La campagne de comptages réalisée en octobre 2011, dans le cadre de l'étude *Lyon Part Dieu – Etude des flux piétons (AREP)*, a permis de quantifier les flux modes doux franchissant le faisceau ferroviaire.

Environ 48 000 piétons traversent chaque jour les voies ferrées dans le secteur de la Part Dieu, en empruntant principalement le passage via la gare (33 000 piétons par jour soit près de 70% des flux traversant) ce qui est assez logique puisque la gare cumule différents types de flux piétons :

- ✓ Les flux de liaison interquartier (quartier – quartier) qui représentent environ 12 000 piétons par jour soit 45% des flux traversant les voies ferrées,
- ✓ Les flux d'accès aux offres de transport public (TCU – quartier) qui représentent environ 16 000 piétons par jour,
- ✓ Les flux de correspondance entre transports publics (TCU – TCU) qui représentent 5 000 piétons par jour.

Nous n'avons pas pris en compte dans cette analyse les flux piétons non traversants générés par la gare (voir chapitre suivant).

Les autres flux piétons se répartissent inégalement entre les 4 passages qui permettent de traverser d'Est en Ouest la gare et les voies ferrées. Du Nord au Sud :

- ✓ Le cours Lafayette supporte 5 700 piétons par jour (21% des flux) ;
- ✓ La rue de Bonnel, reçoit environ 2 800 piétons par jour (10% des flux) ;
- ✓ L'avenue Georges Pompidou supporte 2 400 piétons par jour (9% des flux) ;
- ✓ La rue Paul Bert absorbe 3 800 piétons par jour (14% des flux).

Concernant les flux vélos, leur volume est nettement plus faible avec environ 3 600 vélos par jour en franchissement des voies ferrées, qui se répartissent sur le cours Lafayette, l'avenue Pompidou et la rue Paul Bert. La rue de Bonnel n'accueille qu'un trafic faible sans doute du fait de sa situation dans le prolongement de la trémie sous le centre commercial, particulièrement inconfortable pour les vélos.

	cours Lafayette	rue Bonnel	gare Part-Dieu	avenue Pompidou	rue Paul Bert
Cheminements piétons	Larges trottoirs accessibles aux PMR	Larges trottoirs accessibles aux PMR sous l'ouvrage mais pas de part et d'autre	Espace uniquement piéton	Trottoir Nord étroit et non accessible PMR Trottoir Sud large, espace miXte piétons/vélos	Trottoirs accessibles PMR
			47 700		
Flux piétons	5 700	2 800	33 000	2 400	3 800
	12%	6%	69%	5%	8%
Cheminements cyclables	Aucun aménagement cyclable Cheminements sur trottoirs ou plateforme tramway	Aucun aménagement cyclable	Cycles tolérés mais pied à terre	Bande cyclable sur site propre bus dans le sens Est-Ouest Piste cyclable sur trottoir dans sens Ouest - Est	Aucun aménagement cyclable
			3 600		
Flux vélos	1 300	300		1 100	900
	36%	8%	0%	31%	25%

Tableau 10 : Flux piétons et vélos franchissant le faisceau ferroviaire
(source : AREP – Lyon Part Dieu – Etude des flux piétons)

A l'intérieur du périmètre de projet, la rue du Docteur Bouchut qui dispose d'une piste cyclable connait un flux vélos important en raison de son rôle de liaison Est-Ouest, et de la desserte des équipements tels que le centre commercial et la gare.

3.3.4. ZOOM SUR LES FLUX GENERES PAR LE POLE D'ECHANGES MULTIMODAL (PEM) PART-DIEU

La gare de la Part-Dieu est la première gare de correspondance de France.

La campagne de comptages réalisée en octobre 2011, dans le cadre de l'étude *Lyon Part Dieu – Etude des flux piétons (AREP)*, a permis de quantifier l'ensemble des flux généré par le PEM de la Part-Dieu.

Comme exposé dans le paragraphe précédent, la gare a un rôle de liaison piétonne avec 12 000 personnes traversant la gare pour des liaisons interquartier et 21 000 personnes traversant la gare pour rejoindre une offre de transport.

Mais l'essentiel des flux générés par la gare relève de son activité ferroviaire à l'origine de 89 300 montées/descentes quotidiennes (dont environ 9 000 correspondances train-train) et de 6 000 personnes venues accompagner ou chercher quelqu'un en gare.

Enfin, l'activité commerciale de la gare, de la SNCF mais aussi des autres enseignes, attire chaque jour 4 000 personnes.

Au total, la gare génère chaque jour un flux piétons d'échange avec l'extérieur de l'ordre de 123 500 personnes.

Les flux ne se répartissent pas de manière symétrique sur les deux façades de la gare, le côté Vivier Merle (à l'Ouest) est en effet bien plus attractif du fait :

- ✓ De la présence d'équipements commerciaux (centre commercial de la Part Dieu) et culturels (bibliothèque centrale, Auditorium) structurants à l'échelle de l'agglomération ;
- ✓ D'une offre de transports collectifs nettement plus dense : métro ligne B, tramway T1, pôle bus.

La répartition des flux entre les deux côtés de la gare est donc de l'ordre de 60% à 65% côté Vivier Merle (Ouest) et 35% à 40% côté Villette (Est).

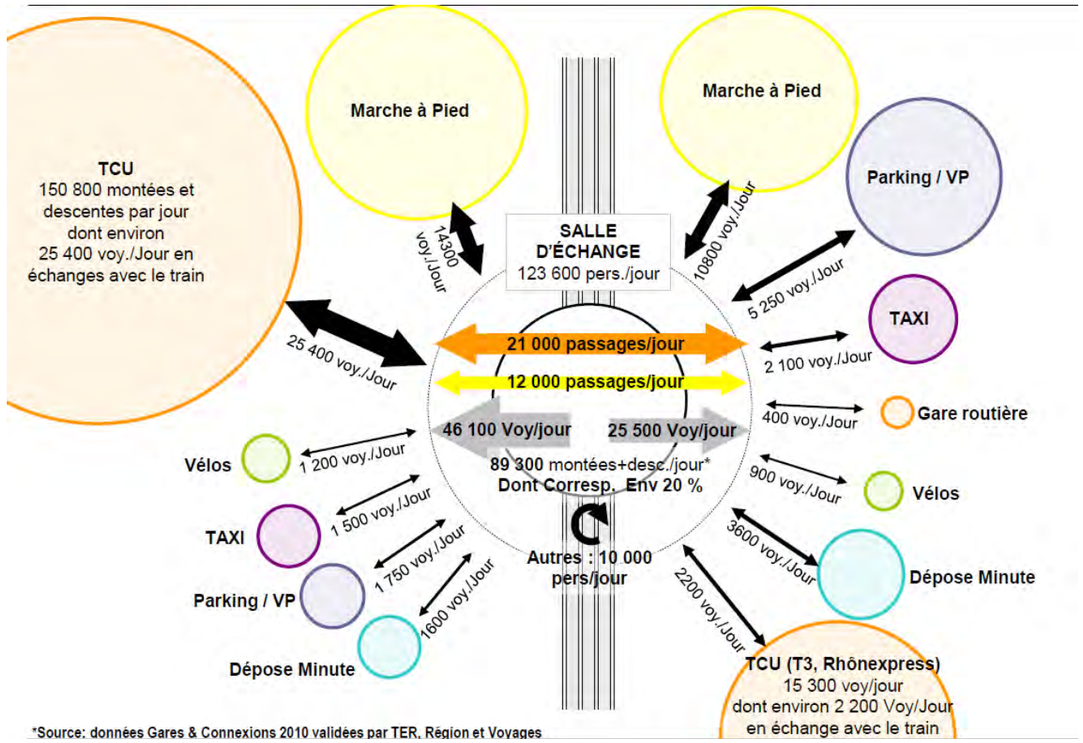


Figure 54 : Estimation des flux depuis/vers la salle d'échange (JOB)
(source : AREP – Lyon Part Dieu – Etude des flux piétons)

Les modes de rabattement/diffusion sur l'offre ferroviaire sont les suivants :

ACTUEL	VP	Taxi	TCU	Autres TC	Vélo	MAP	TOTAL
Déplacements	12 200	3 600	27 600	1 000	2 100	25 100	71 600
Pourcentage	17,0%	5,0%	38,5%	1,4%	2,9%	35,1%	100%

Avertissement : ces pourcentages sont à considérer en tant que parts de marché des usagers du train (hors correspondances ferroviaires) et ne consitutent en au aucun cas des parts modales.

* Déplacements Rhônexpress inclus dans TCU

Figure 55 : Modes d'accès ou de diffusion des voyageurs train à la Gare en situation actuelle (2011) (source : Egis – Etude des flux piétons)

Il apparait que la marche à pied reste un moyen privilégié d'accéder à la gare (35% en moyenne) compte tenu de sa position dans le centre de Lyon à proximité immédiate de zones très denses en termes de population et d'emplois. La part des TC est également très importante compte tenu de la densité de l'offre urbaine. La part modale vélo s'établit quant à elle à environ 3 %.

Concernant les flux piétons et cycles, les enquêtes réalisées permettent d'identifier leur provenance par rapport à la gare. On a ainsi 48% des piétons et des cyclistes qui proviennent du Sud de l'avenue Pompidou, ce qui représente 18% des voyageurs en train (hors corresp

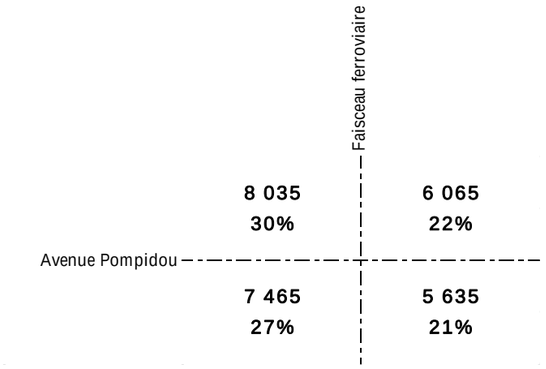


Figure 56 : Origine et destination des modes doux
(source : AREP – Lyon Part Dieu – Etude des flux piétons)

3.4. LES ENJEUX

La Part-Dieu est un quartier très fréquenté d'une part du fait de l'activité ferroviaire de la gare mais également de par le dynamisme économique et commercial du quartier.

Si le mode ferroviaire est une fonctionnalité primordiale du quartier de la Part-Dieu, il n'en constitue cependant pas la principale en terme de fréquentation puisque le pôle Transports en Commun de la Part-Dieu très développé accueille une forte concentration de services urbains (bus, métro, tramway) et interurbains (Rhônexpress, Transisère).

Compte tenu de l'attractivité du quartier de la Part-Dieu (emplois, commerces, hôtels), la marche à pied est en toute logique le principal mode de rabattement sur les TCU (67%) et l'un des principaux pour le ferroviaire (35%). La qualité des cheminements piétons vers les TCU et les services ferroviaires est donc déterminante pour le projet.

La stratégie de mobilité tous modes du projet Lyon Part-Dieu doit viser à mettre en place les conditions qui permettront de développer le quartier sans provoquer sa saturation, tant du point de vue des circulations en voiture, que du point de vue des transports en commun et des modes doux (piétons et vélos).

La place des différents modes d'accès et de déplacement doit être définie en fonction des besoins actuels et futurs, tout en s'inscrivant dans les politiques de déplacements définies à l'échelle de l'agglomération.

Le partage de l'espace public entre les différents modes de déplacement doit être rééquilibré pour mieux correspondre à la réalité des pratiques, optimiser l'espace disponible et assurer à chaque mode les meilleures conditions de fonctionnement possible.

L'enjeu étant de préserver une desserte de qualité de la Part-Dieu mais aussi permettre la réalisation d'un réseau de transport en commun performant ainsi que des liaisons douces pour rejoindre ce pôle majeur de l'agglomération.

4. L'ENVIRONNEMENT URBAIN ET LE CADRE DE VIE

4.1. CONTEXTE PAYSAGER

Le contexte paysager est abordé sur la base de l'analyse :

- ✓ de l'inventaire des paysages de la Région Rhône-Alpes mené par la DREAL Rhône-Alpes,
- ✓ du Plan de Référence V2 du projet Lyon Part-Dieu, et notamment le cahier « Paysage Part-Dieu »

4.1.1. LE CADRE PAYSAGER GLOBAL

(1) RAPPEL DE L'INVENTAIRE DES PAYSAGES DE LA REGION RHONE-ALPES

Un inventaire typologique des paysages à l'échelle de la Région Rhône-Alpes a été réalisé par la DREAL Rhône-Alpes à l'échelle des 8 départements de la région.

La méthode retenue est une approche typologique actualisée. La région est ainsi découpée en 302 unités paysagères géomorphologiques, classées en 7 grandes familles qui correspondent à des degrés croissants d'occupation humaine du territoire sans hiérarchie de valeur :

- ✓ paysages naturels,
- ✓ paysages naturels de loisirs,
- ✓ paysages agraires,
- ✓ paysages ruraux patrimoniaux,
- ✓ paysages émergents,
- ✓ paysages marqués par de grands aménagements,
- ✓ paysages urbains ou périurbains.

Le site de la ZAC s'inscrit dans la famille des « paysages urbains ou périurbains », la famille possédant le plus fort degré d'occupation humaine.

Ces derniers concernent l'ensemble des territoires qui présentent visuellement une part prépondérante de constructions, d'infrastructures, d'espaces revêtus ou bâtis.

Cette famille englobe des morphologies urbaines très distinctes : centres historiques vernaculaires ou réguliers, faubourgs transformés et rattachés à la ville-centre, quartiers pavillonnaires, grands ensembles, zones industrielles, entrées de villes…

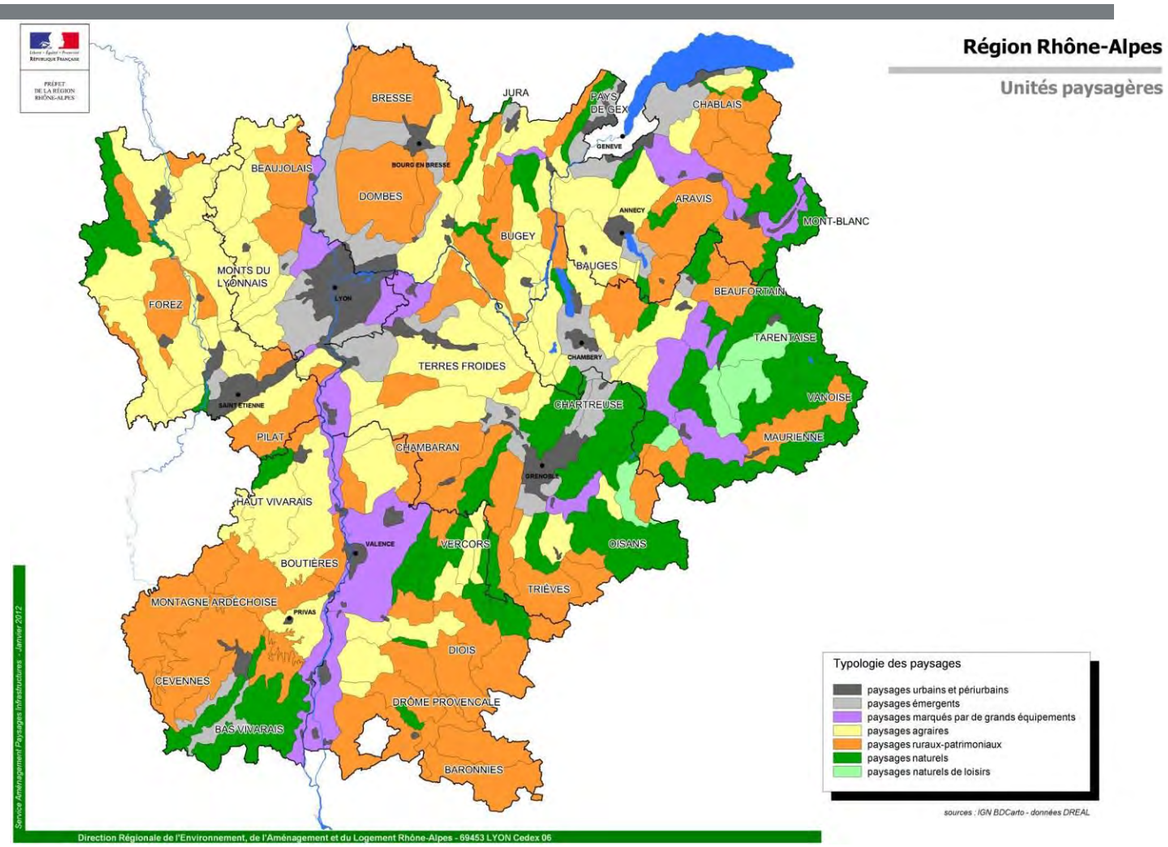


Figure 57 : Unités paysagères en Région Rhône-Alpes
(source : Inventaire des paysages, DIREN Rhône-Alpes)

Si le cadre de vie urbain est rarement identifié spontanément par la population comme étant un paysage, terme qu'elle réserve plutôt aux espaces naturels et ruraux, les espaces urbains ont pourtant été façonnés par une volonté esthétique de l'homme, à travers un urbanisme défini depuis le XVII^{ème} siècle comme un « art urbain ». Ces paysages captivent et sont abondamment représentés et décrits par la peinture, la photographie, la carte postale, le cinéma, la littérature…

L'inventaire des paysages de Rhône-Alpes recommande la mise en œuvre de trois objectifs pour les politiques publiques, qui s'appliquent parfaitement à la ZAC Part-Dieu Ouest :

- ✓ **poursuivre la valorisation du paysage patrimonial et des espaces publics des centres historiques tout en développant la recherche architecturale et paysagère contemporaine, qui participe à la dimension culturelle des quartiers,**
- ✓ **répondre à la demande des habitants en renforçant la présence des diverses formes de « nature en ville » et conserver des espaces naturels non bâtis au sein de la ville dense,**
- ✓ **réduire la place de l'automobile dans les paysages des villes et des banlieues, au profit de modes de déplacement moins consommateurs d'espace et plus favorables à la qualité des paysages et à leur appréciation.**

(2) ANALYSE TERRITORIALE ET PAYSAGERE

La ZAC Part-Dieu Ouest s'inscrit dans un milieu urbain, dans le 3ème arrondissement de la ville de Lyon, dans le quartier de la Part-Dieu. Ce quartier se caractérise par un tissu urbain ordonné, un bâti localement élevé comme la Tour Part-Dieu (165 m), la Tour oxygène (115 m) et la Tour Swiss Life (80 m), situées au sein du périmètre d'étude. La Tour Incity présente quant à elle une hauteur de 200 m.

C'est un quartier mixte, composé de bâtis d'habitations, d'immeubles de bureaux, de commerces, de la gare de la Part-Dieu, la plus importante gare de Lyon, avec un rayonnement local, régional, national et même européen.

Ce quartier est également composé de rues organisées selon un plan orthogonal, de divers espaces publics minéralisés et plus ou moins végétalisés (place urbaine, parc, jardin public, parvis, trottoir) et de quelques espaces verts ou aménagements paysagers représentés par des massifs boisés ou arbustifs, des alignements d'arbres, des surfaces enherbées, des bois ou des murs végétalisés.

Ce secteur est également le siège de nombreux déplacements (voitures, transports en commun urbains, modes doux : cycles et piétons). On note un important trafic piétonnier de part et d'autre de la gare ferroviaire.

4.1.2. LA MORPHOLOGIE DU QUARTIER ET LE BATI EXISTANT

Le quartier de la Part-Dieu est tout à fait identifiable sur la base d'une photo aérienne, compte-tenu de la différence de texture entre ce quartier et ceux alentours, marqués par la régularité des éléments.

Ainsi, le long de la voie ferrée, et dans le rectangle constituant la plus grande surface du quartier de la Part-Dieu à l'ouest des voies ferrées, une collection d'objets semble avoir pris place, et le maillage de voirie n'est pas inscrit en prolongement de celui des quartiers "historiques". Le seul point commun entre ces objets semble être leur différence marquée avec le système d'îlots des quartiers les bordant. Cette singularité se prolonge au Nord et au Sud le long des voies ferrées.

Le tissu urbain du quartier Part-Dieu diffère donc de celui des quartiers alentours, du fait de son histoire qui a conduit à la création d'une forme urbaine spécifique. Encore aujourd'hui, la rue Garibaldi et le boulevard Vivier-Merle sont ressentis comme des coupures urbaines, et de façon moindre le Cours Lafayette et la rue Paul Bert, qui font apparaître la discontinuité paysagère. La conception du projet de la gare après la réalisation des autres équipements structurants du quartier explique le manque de lisibilité de l'insertion urbaine de la gare.

Les vues éloignées sur le site mettent également en évidence le contraste urbain que le quartier de la Part-Dieu génère par rapport au tissu environnant. Sa silhouette est caractéristique, constituée de grands ensembles, et d'immeubles de grande hauteur, qui sont autant de points de repère pour les vues lointaines. La Tour Part-Dieu a été pendant longtemps le marqueur du quartier au loin.



Figure 58 : Vue aérienne sur le site depuis le Sud-Est (Crédit : S. Guiochon pour le Progrès, août 2014)



Figure 59 : Vue aérienne sur le site depuis l'Ouest (Crédit : S. Guiochon pour le Progrès, août 2014)

A l'échelle du site de projet, le bâti se distingue entre la partie à l'Est du boulevard Vivier-Merle (autour de la gare) et la partie à l'Ouest (secteur « Cœur Part-Dieu » et « Lac Cuirassiers Desaix »).

Les bâtiments construits autour de la gare (place Béraudier et place de Milan, ainsi que le bâtiment de la gare côté Villette), forment un ensemble homogène. Les parements sont à dominante ocre. Les façades présentent de grandes portions vitrées, qui offrent des vues traversantes du bâtiment de la gare. Les éléments structurels sont apparents (poteaux) et donnent un côté systématique aux façades. Enfin, les choix architecturaux, comme l'implantation d'arcades en pourtour de la place Béraudier, contribuent à l'unité de l'ensemble.



Figure 60 : Vue aérienne de la place Béraudier avant démolition du B10 (crédit : D. Nicole – Bibliothèque Municipale de Lyon, 2010)



Figure 61 : Place Béraudier après démolition du B10 (Setec, 2016)

Le tissu urbain des entités « cœur Part-Dieu » et « lotissement intégré » est plus hétérogène. Il comporte un patrimoine du vingtième siècle, de style « moderne », caractérisé par ses formes urbaines et architecturales et ses façades.

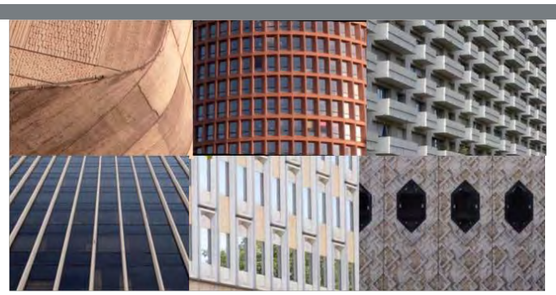


Figure 62 : Une matérialité « typique » de la Part-Dieu (source : AUC)

Chaque bâtiment constitue un objet architectural qui possède son identité propre. Sur le site de projet, les bâtiments suivants sont remarquables :

- ✓ l'auditorium, à la coque nervurée caractéristique,
- ✓ la bibliothèque municipale,
- ✓ le centre commercial,
- ✓ les nombreuses tours, qui sont autant de repères paysagers.

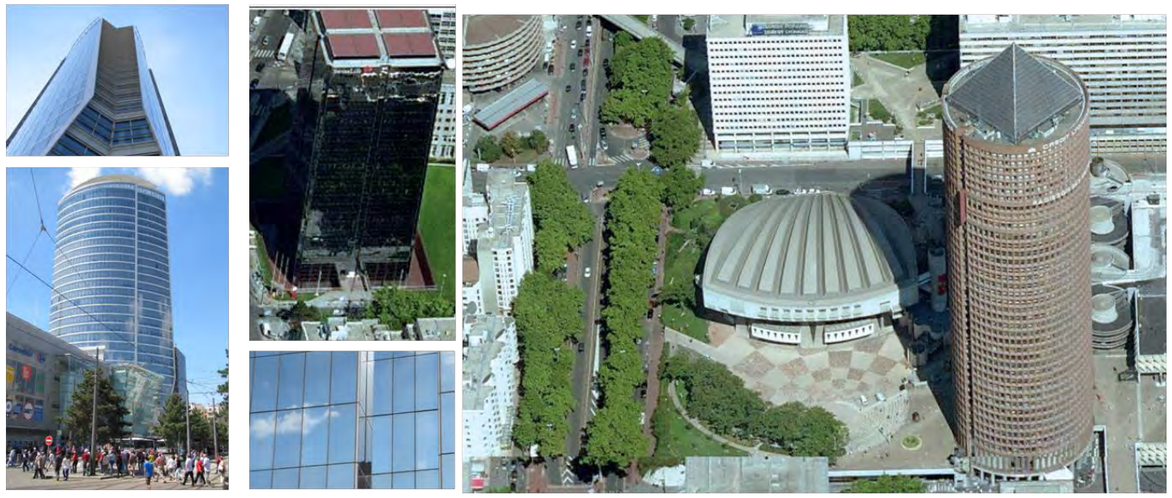


Figure 63 : de g. à d. : tour Oxygène, tour Suisse, auditorium et tour Part-Dieu (source : Atlas paysager de la Part-Dieu, Urbalyon, 2010)

Le bâti, compris dans le périmètre d'étude ou à proximité immédiate de celui-ci, se décline en plusieurs affectations du sol :

- ✓ le bâti à usage exclusif d'habitations,
- ✓ le bâti à usage de commerces,
- ✓ le bâti à usage de bureaux,
- ✓ le bâti à usage de services,
- ✓ le bâti mixte (habitations/commerces, etc.).

Le périmètre d'étude se caractérise ainsi par un bâti mixte d'une hauteur inférieure à 28 m datant de la seconde moitié du XX^{ème} siècle, et par des immeubles de plus grande hauteur et des bâtiments emblématiques qui constituent des bâtiments « repères » bien repérables pour les usagers ou les habitants du quartier de la gare Part-Dieu.

4.1.3. LES DIFFERENTS ESPACES DU PERIMETRE D'ETUDE

Les différents espaces composant le périmètre d'étude sont les espaces publics (ou à usage public) et les espaces dédiés aux infrastructures.

(A) LES ESPACES PUBLICS OU A USAGE PUBLIC

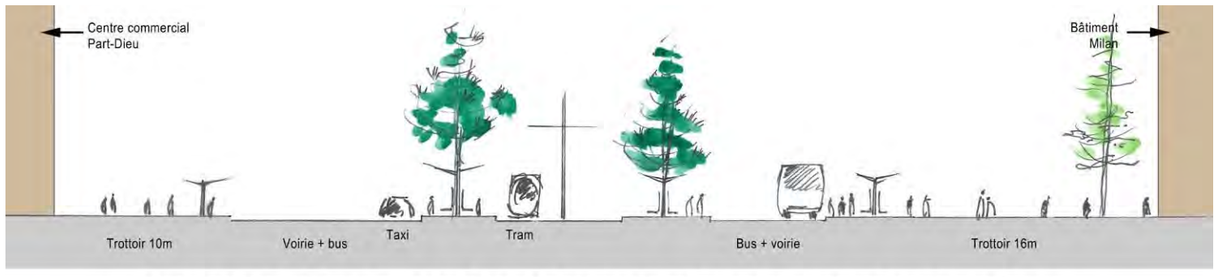
Le périmètre d'étude se compose de plusieurs espaces publics plus ou moins végétalisés. On note différents espaces : place, jardin public, parvis, parc et également des trottoirs, parfois très larges (une vingtaine de mètres) jouant très largement le rôle d'espaces publics. Certains sont décrits ci-après.

La place Béraudier, entrée principale de la gare ferroviaire de la Part-Dieu, est un des principaux espaces publics du périmètre d'étude. Elle relie la gare au centre historique de Lyon via le centre commercial de la Part-Dieu et le boulevard Vivier-Merle. Cette place entièrement pavée, se compose d'une fontaine centrale, d'un bâtiment imposant et en cours de déconstruction (B10) la coupant du Boulevard Vivier Merle. Des parkings deux roues et des bornes velo'V sont également présents au Sud de la place. De part et d'autre du B10, des plantations d'arbres sont également présentes. Ces éléments paysagers (massifs boisés et arbustifs, arbres d'alignements) sont bien visibles mais peu attractifs.

La place de Milan, espace à vocation public, revêt quant à elle une dimension « confidentielle » de cour intérieure. Elle se compose d'espaces végétalisés (massifs arbustifs et arbres d'alignement) et d'espaces imperméabilisés en pavages, avec présence d'un mobilier urbain vieillissant et peu attractif (bancs, candélabres). Ces espaces sont peu valorisés et donc peu fréquentés par les usagers et habitants du quartier.

En outre, la place Charles de Gaulle, avec l'auditorium et les gradins associés, constitue un ensemble urbain singulier. Cette place permet de mettre en scène l'auditorium, visible dans sa globalité uniquement depuis les gradins.

Enfin, les larges trottoirs de plusieurs rues ou boulevards constituent également de véritables espaces publics utilisés par les usagers ou habitants du quartier. C'est le cas de part et d'autre du Boulevard Vivier Merle. Ces espaces constitués majoritairement de revêtements en pavés et bien pourvus en mobilier urbain (bancs, candélabres) constituent également des espaces urbains de repos, pique-nique pour les usagers du quartier.



PROFIL REALISE SUR LE BOULEVARD VIVIER MERLE AU DROIT DU CENTRE COMMERCIAL PART-DIEU ET DU BATIMENT MILAN

A noter également la Rue du Docteur Bouchut (photo ci-contre), dédiée aux modes doux sur partie Est, et constituant un lieu de passage entre la gare SNCF à l'Est et la rue Garibaldi à l'Ouest, via le centre commercial de la Part-Dieu entre la rue des Cuirassiers et le boulevard Vivier-Merle.



Ainsi, les espaces publics sont globalement attractifs pour les habitants et usagers du quartier. Cependant certains d'entre eux sont minéralisés, avec peu de végétation et possèdent un mobilier urbain insuffisant ou vieillissant.

(B) LES INFRASTRUCTURES

Au droit du périmètre d'étude, le réseau d'infrastructures est dense et diversifié, avec de nombreuses stations aériennes. Le réseau structure la lecture de ces espaces, avec une domination par les TCU et leurs équipements associés (arrêts et rails).

Les infrastructures linéaires utilisées par les voitures et les transports en commun s'inscrivent dans la trame orthogonale du quartier. Les axes majeurs sont orientés Nord-Sud (Boulevard Vivier Merle et Rue Garibaldi) ou Est-Ouest (Cours Lafayette et Rue Paul Bert). Le réseau de transports en commun est important et s'organise de part et d'autre de la gare ferroviaire. Les bus et tramways sont présents dans le quartier de la Part-Dieu. Une ligne de Métro (ligne B) est également présente, mais elle reste un élément discret du paysage alors que le reste des infrastructures marquent visuellement le paysage.

Le réseau d'infrastructures s'inscrit donc visuellement dans le paysage et est en lien avec les espaces publics et les cheminements piétonniers.

4.1.4. LES DIFFERENTES COMPOSANTES PAYSAGERES

Les différentes composantes de ce paysage urbain sont **le bâti** (décrit précédemment), **la végétation et les éléments paysagers ponctuels** (mobilier urbain, éléments remarquables ou revêtements de sols).

(A) LE BATI

Le bâti est décrit dans les paragraphes précédents.

(B) LA PRESENCE VEGETALE

Le périmètre de projet comporte des zones où l'ambiance végétale prédomine :

- ✓ le théâtre de verdure aux abords de l'auditorium,
- ✓ le square Pierre Renaudel,
- ✓ les espaces extérieurs des résidences Desaix et du Lac,
- ✓ le Cours Lafayette, avec l'implantation de nombreux arbres d'alignement.

La présence végétale est élevée sur le périmètre d'étude par rapport au reste du quartier Part-Dieu en termes de couverture végétale, et pourtant celle-ci est peu ressentie.

L'impression générale dégagée par le quartier reste minérale, car de nombreux espaces verts restent cachés en cœur d'îlot, et inaccessibles aux passants. Sur des voies larges et rectilignes, on rencontre de nombreux alignements d'arbre, cependant le regard reste souvent guidé par le front bâti comme par exemple sur le boulevard Vivier-Merle.

Concernant la végétation présente dans le périmètre d'étude, les visites de terrains ont permis de mettre en évidence le fait que les espaces végétalisés rencontrés sont souvent une combinaison de plusieurs types de végétation détaillés ci-après :

- ✓ **Enherbement** : les espaces enherbés en ville, au pied des immeubles en particulier, constituent des parvis. Ils présentent l'avantage d'être drainants et de mettre en scène les bâtiments.
- ✓ **Arbres d'alignements** : les arbres d'alignement sont d'une importance capitale en ville. Ils permettent d'assurer fraicheur et ombrage et confèrent aux rues une image et un usage de qualité.
- ✓ **Massifs boisés ou arbustifs** : les massifs boisés constituent des masses végétales à l'échelle des bâtis, et les massifs arbustifs présentent un effet de masse plus faible.
- ✓ **Délaissés ferroviaires** : ils sont peu ou pas accessibles. Néanmoins, ils participent à la biodiversité et la fraicheur en ville et constituent d'intéressants masques visuels.

Sur le périmètre d'étude il apparaît que les espaces verts sont assez présents mais discontinus. Néanmoins, leur rôle de support de la biodiversité en ville est reconnu.

(C) LES ELEMENTS PAYSAGERS PONCTUELS

Concernant les éléments paysagers ponctuels, ils sont de plusieurs types :

- ✓ **Le mobilier urbain** (bancs, candélabres, abribus, panneaux signalétiques, …) : ce mobilier est parfois vieillissant et peu attractif, comme sur la place Béraudier par exemple. Cependant certains espaces ont fait l'objet d'un renouveau, tel que les abris-bus sur le Boulevard Vivier Merle ou le mobilier urbain des lignes de tramways.
- ✓ **Les éléments remarquables** jouant le rôle d'éléments paysages ponctuels.
- ✓ **Les revêtements de sols** : on compte deux grandes catégories de revêtements :
  - les enrobés sur les routes, et une partie des trottoirs, un enrobé de couleur rouge sur une partie du parvis de la Tour Swiss Life, etc.,
  - les pavages/dallages, de type décoratif sur la Place Charles de Gaulle au pied de l'auditorium, de type dalle gravillonnée sur les socles actifs autour du centre commercial, de types pavés en grès sur les trottoirs « espaces publics » du boulevard Vivier-Merle, de la rue du Docteur Bouchut et du boulevard Deruelle, etc.

Ainsi les traitements qualitatifs sont aujourd'hui hétérogènes et localisés, en lien avec les aménagements spécifiques de certaines places ou cheminements.

Les enrobés dominent, confirmant la place importante dédiée à la voiture.



Figure 65 : Vue sur le site depuis le carrefour Garibaldi/Paul Bert (source : Googlemaps, mai 2014)

4.1.5. POINTS DE VUE SUR LE SITE DEPUIS L'EXTERIEUR

Vues proches

Les figures suivantes permettent de visualiser les vues proches sur le site depuis l'extérieur.



Figure 64 : Vue sur le site depuis le carrefour Vivier-Merle/Paul Bert (source : Googlemaps, mai 2014)

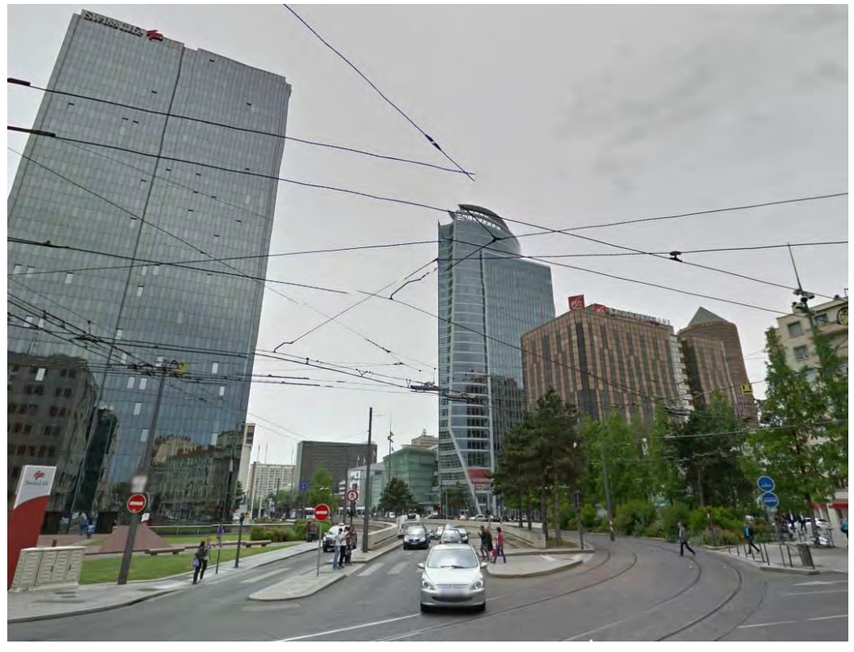


Figure 66 : Vue sur le site depuis le carrefour Vivier-Merle/Lafayette (source : Googlemaps, mai 2014)



Figure 67 : Vue sur le site depuis le carrefour Garibaldi/Bonnel (source : Googlemaps, mai 2014)

Les vues sur le site depuis l'extérieur montrent que les emprises des voiries sont larges et peu végétalisées. Le végétal se voit moins et le minéral domine, à l'exception des alignements d'arbres et de la rue Garibaldi sur sa partie réaménagée.

Il apparaît également un manque de repère visuel, qui se ressent dans le quartier, même si la Tour « Oxygène » et la Tour « le Crayon » se démarquent.

Vues lointaines

Les figures suivantes permettent de visualiser les vues lointaines sur le site depuis l'extérieur.



Figure 68 : Vue sur le site depuis le boulevard périphérique Nord (source : Googlemaps, juin 2014)



Figure 69 : Vue sur le site le Pont Wilson (source : Googlemaps, juin 2014)



Figure 70 : Vue sur le site la rue d'Austerlitz sur le plateau de la Croix Rousse (source : Googlemaps, juin 2014)

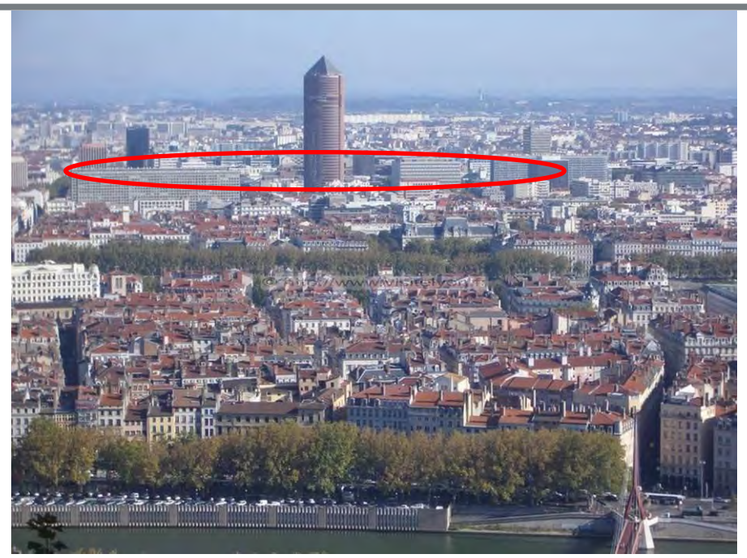


Figure 71 : Vue sur le site depuis Fourvière (source : www.visitelyon.fr)

Les vues lointaines sur le site sont masquées par les fronts bâtis ou la végétation existante. Elles mettent cependant en évidence les repères visuels que sont la Tour « le Crayon » et la Tour « Incity » (en construction sur les figures précédentes), et dans une moindre mesure la Tour « Oxygène ».



Figure 72 : Vue aérienne du cœur de la Part-Dieu

(source : Atlas urbain et paysager du quartier de la Part-Dieu - 2010, Agence d'urbanisme pour le développement de l'agglomération lyonnaise) [5]



Figure 73 : Vue aérienne de la Part-Dieu depuis le Sud-Ouest

(source : Plan de Référence V2 du projet Lyon Part-Dieu - 2014, cahier « Paysage Part-Dieu »)

[5] Sur les Figure 72 et Figure 73, vue aérienne de 2010 : tour Oxygène, tour Incity et entrée de la bibliothèque côté Béraudier non construites, bâtiment B10 non démoli.

4.1.6. SYNTHESE DES ENJEUX PAYSAGERS DU SITE : UN QUARTIER A FORT POTENTIEL

Le quartier se caractérise par un tissu urbain ordonné, un bâti dense avec de nombreux axes de transports en commun, des infrastructures routières relativement larges au caractère routier en limite de périmètre d'étude.

L'analyse paysagère met en évidence l'importance du végétal dans le périmètre d'étude dans un milieu urbain particulièrement minéral, avec cependant une présence végétale discontinue au sein des espaces publics et autour du bâti existant, certains espaces étant privés dans les cœurs d'îlots ou au pied des immeubles.

Les trottoirs sont larges et les espaces publics (ou à usage public) sont presque tous piétonniers. Néanmoins, les espaces publics pourraient être plus valorisés (recherche d'homogénéité de la trame végétale, des revêtements de sols et du mobilier urbain).

Il faut enfin noter des composantes paysagères hétérogènes, en particulier concernant le mobilier urbain, les éléments remarquables jouant le rôle d'éléments paysages ponctuels, et les revêtements de sol.

Les espaces disponibles, les avenues larges et la discontinuité de la trame végétale confère au périmètre d'étude un fort potentiel de renouvellement urbain et paysager.

En effet, en comparaison avec ce tissu urbain avoisinant, les différents objets du quartier libèrent de nombreuses emprises au sol, opportunités d'un espace public renouvelé et unitaire. Cette différence est à renforcer pour inventer un paysage Part-Dieu propre à cette situation, unique et identitaire, et où une présence végétale singulière aurait la capacité d'amener ce quartier à participer aux systèmes d'espaces publics majeurs lyonnais.

La ZAC Part-Dieu Ouest devra donc valoriser les espaces publics et voiries pour améliorer le quotidien et le ressenti des usagers et habitants.

Les points de vue depuis le site révèlent un quartier urbain, avec peu d'ouvertures visuelles vers le lointain et un manque de repère. Depuis l'extérieur, le quartier est très largement minéralisé et le végétal est discontinu.

Pour un site qui génère autant de déplacements piétons, le végétal pourrait être plus présent, par exemple en accompagnement des modes doux ainsi que dans la création d'espaces dédiés à la détente, notamment pendant les heures de midi (square, placettes plantées, accompagnement des rues, etc.).

4.2. LE PATRIMOINE CULTUREL

4.2.1. LES SITES ET MONUMENTS HISTORIQUES

Le site historique de Lyon a été inscrit sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO le 5 décembre 1998, en partie grâce à son important patrimoine architectural de la Renaissance. Le périmètre UNESCO comporte une zone inscrite, ainsi qu'une zone de préservation des abords du site. Dans ce périmètre, le Vieux-Lyon, secteur sauvegardé depuis 1964, fait l'objet d'un plan de sauvegarde et de mise en valeur (PSMV), qui réglemente les travaux et aménagements intérieurs et extérieurs sur son périmètre.

Le centre historique de Lyon est également inscrit à l'inventaire des sites pittoresques du département du Rhône. L'inscription d'un site est une reconnaissance de sa qualité justifiant une surveillance de son évolution, sous forme d'une consultation de l'architecte des Bâtiments de France sur les travaux qui y sont entrepris.

Par ailleurs, le secteur des Pentes de la Croix Rousse, dans le 1er arrondissement, est une Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager (ZPPAUP). Cela entraîne des prescriptions concernant l'archéologie, ainsi que la protection et la mise en valeur du patrimoine et du paysage urbain. La ZPPAUP a fait l'objet d'une révision en 2013, pour conduire à la création d'une Aire de mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine (AVAP), suite à la loi Grenelle II du 12 juillet 2010.

L'AVAP « Gratte-Ciel » de Villeurbanne, créée en octobre 2012, se situe à environ 2 km à l'Est du site de projet.

La base de données « Mérimée » recense les immeubles protégés au titre des Monuments Historiques (MH). La Presqu'île apparaît comme le cœur de la ville depuis le Moyen-âge. Les périmètres liés à la protection du patrimoine sont donc centrés autour de ce secteur.

Les trois monuments historiques les plus proches du site de projet sont :

- ✓ la gare des Brotteaux, place Jules Ferry, bâtiment de 1904, située à environ 700 m de la place Béraudier, mais à 400 m du Nord du site d'étude, qui intercepte donc le périmètre de protection de ce monument. La salle, l'élévation, les décors et la salle des pas perdus sont classés Monuments Historiques depuis le 7 mai 1982.
- ✓ la Bourse du Travail, 205 rue de Créqui, construite en 1929, située à moins de 500 mètres de la limite Ouest du site de projet. La cour, l'atrium, l'élévation et des décors intérieurs et extérieurs sont inscrits à l'inventaire supplémentaire des Monuments Historiques depuis le 2 novembre 1989.
- ✓ La prison du Fort de Montluc, 4 rue jeanne Hachette, construite en 1921 au sein du Fort bâti entre 1831 et 1835, située à environ 800 m de la limite la plus proche du site de projet. Le mur de clôture, la conciergerie, les escaliers, le chemin de ronde, le portail, la cour et le passage couvert sont protégés. Ils sont inscrits à l'inventaire supplémentaire des monuments historiques depuis le 25 juin 2009.

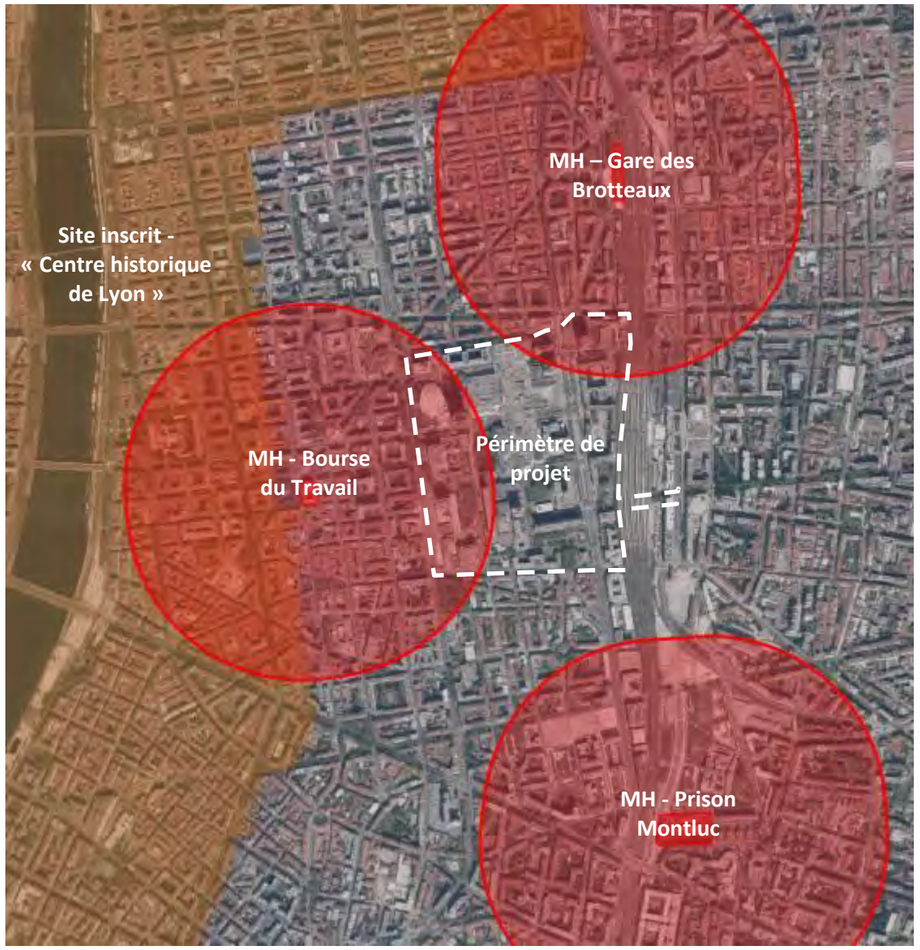


Figure 74 : Immeubles protégés au titre des monuments historiques (source : base Mérimée) et site inscrit (source : Carmen Rhône-Alpes) à proximité du périmètre de projet

La gare des Brotteaux et la Bourse du Travail portent par ailleurs le label du patrimoine du XX^{ème} siècle, qui a pour but de mettre en valeur les constructions et ensembles urbains majeurs construits entre 1900 et 1975.

En outre, un inventaire plus large du patrimoine lyonnais a été réalisé. Le patrimoine industriel représente un enjeu important, en particulier pour l'Est lyonnais. A l'heure actuelle, ces bâtiments sont démolis, ou évoluent vers d'autres usages (commercial en particulier). A proximité du site, l'usine de matériel ferroviaire « les Etablissements de l'Horme et de la Buire » (1882), l'usine Chevrot et Deleuze (1901), l'usine de construction électrique Soulé (1922), la câblerie de la société Electro-Câble SA (1934) sont quelques-uns des bâtiments qui témoignent du passé industriel de la ville.

L'inventaire général du patrimoine culturel relatif au mobilier (basse « Palissy ») ne recense aucun objet mobilier à proximité du projet. Sur le 3ème arrondissement, le seul objet recensé est un ostensoir dans l'église paroissiale du Sacré-Cœur, rue Antoine Charial. On peut également noter que le décor intérieur de la gare des Brotteaux (peintures) fait partie des objets classés Monuments Historiques.

Le site de la ZAC ne se situe dans aucun des deux périmètres UNESCO. Il n'est pas non plus situé dans une AVAP ni dans une ZPPAUP.

Les périmètres de protection des Monuments Historiques, de 500 m autour du Monument, interceptent le périmètre de projet (voir Figure 25) :

- ✓ au Nord (présence de la gare des Brotteaux)
- ✓ à l'Ouest (présence de la Bourse du Travail).

4.2.2. LES VESTIGES ARCHEOLOGIQUES

Le décret 2002-89 du 16 janvier 2002 prévoit que soient instituées des zones archéologiques de saisine sur certains dossiers d'urbanisme, afin que puissent être édictées des prescriptions d'archéologie préventive.

La notice de présentation archéologique annexée au PLU du Grand Lyon retrace le riche passé archéologique de la ville depuis la préhistoire jusqu'à la Renaissance. Le périmètre archéologique établi en conséquence concerne les 1er, 2ème, 5ème et 9ème arrondissements en quasi-totalité, une partie des 4ème et 7ème arrondissements, ainsi que du 3ème et 6ème en bordure du Rhône.

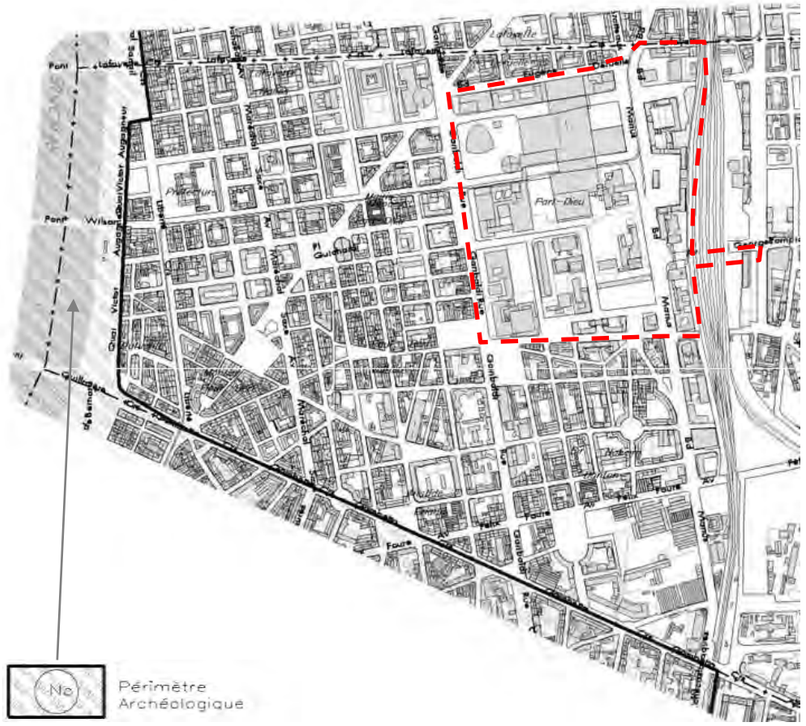


Figure 75 : Localisation du périmètre archéologique sur le 3ème arrondissement (source : PLU du Grand Lyon)

Le site de projet est situé à environ 900 m de la limite Est du périmètre archéologique. Aucune sensibilité archéologique n'est donc attendue.

4.2.3. LE STYLE PART-DIEU, LE BATI ET LES AMENAGEMENTS EXISTANTS

La Part-Dieu est un symbole clé du patrimoine urbain et architectural lyonnais, une pièce d'urbanisme Moderne singulier et stratifié, des architectures emblématiques, les immeubles Moncey Nord, la résidence Desaix, la résidence du Lac, la Bibliothèque Municipale de Lyon, la tour EDF, les Halles et le parking «Escargot», l'Auditorium, la Caisse d'Epargne de Lyon, la Communauté Urbaine de Lyon, le centre commercial, la «Tour Crayon», la Tour Swiss Life...

L'architecture est un des ressorts principaux de l'originalité du quartier de la Part-Dieu et donc de son attractivité.

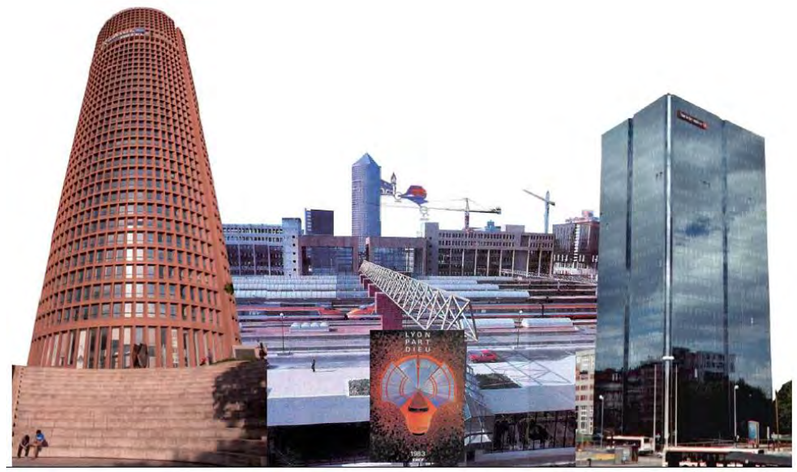
Depuis son origine, la Part-Dieu a toujours été une sorte de baromètre du développement économique et urbain de la métropole lyonnaise, les opérations et les architectures de la Part-Dieu en étant la vitrine.

Ainsi, sur le quartier de la Part-Dieu, les styles architecturaux suivants se sont succédés (*source : Plan de référence v2, cahier « Style part-Dieu »*) :

- ✓ **Brutalisme, 1960-1980 :**
  - Béton, formes géométriques anguleuses, répétition, "brut de décoffrage" sans revêtement ni fioriture, brique, verre, acier, pierre grossièrement taillée, gabions…



- ✓ **Post-modernisme, 1975-1990 :**
  - retour de l'ornement, composition hiérarchisée, symétries, références aux ordres de l'architecture classique



- ✓ **Réhabilitation / style tertiaire, 1990-2010 :**
  - amélioration de l'infrastructure, bâtiments neufs dans la périphérie de la Part-Dieu (ZAC Thiers, boulevard Vivier-Merle...)



- ✓ **Design Towers, 2010 – aujourd'hui :**
  - expériences sur des thèmes divers, mondialisation, superlatifs



L'identité de la Part-Dieu repose pour une large part sur une certaine continuité et une certaine cohérence de la matérialité des architectures : simplicité, répétivité assumée, minéralité, qualité des matériaux, textures.

En outre, l'utilisation de systèmes modulaires est un trait récurrent des façades de la Part-Dieu, un dénominateur commun à de nombreux bâtiments. Sans limiter la diversité des solutions et des volumes, la modularité donne un air de famille, une forme de cohérence aux architectures de la Part-Dieu.

Le quartier Part-Dieu possède ainsi une valeur patrimoniale certaine :

Elément	Valeur patrimoniale
Les Halles et parking des Halles	Architecture de toiture terrasses. Une dimension sculpturale de cette hélice en béton préfabriquée (« fleur de béton et de gravillons » Jacques Rey, architecte urbaniste).
Part-Dieu Garibaldi	Éléments de façade singuliers : embrasures marquées par des assemblages de panneaux de béton préfabriqués.
Le Britannia	Un travail de réflexion sur la valeur d'usage des espaces libres offerts par ce bâtiment doit être engagé. Une architecture massive, dure qui impacte fortement le contexte urbain (échelle, masque solaire très important). Les entrées sont peu lisibles et les espaces intérieurs en « patio » sont oppressants.
Caisse d'épargne Rhône-Alpes	Un ensemble architectural remarquable (y compris le socle) réalisé en béton (percements en façade, assemblage en étoile des poutres intérieures,…) avec des façades revêtues de murs rideaux sombres. Il s'agit d'une des 1ères réalisations de façade de murs rideaux à Lyon. Le plafond qui couvre l'atrium du hall d'entrée offre un exemple intéressant de structure BA de poutres inversées en étoile
Tour Swiss Life	Un bâtiment remarquable qui bénéficie d'unité de matière. Un ensemble immobilier au sein duquel les façades de la tour de bureaux et du parc de stationnement en superstructure sont traitées de manière uniforme en verre réfléchissant de couleur sombre.
Auditorium Maurice Ravel	Bâtiment réalisé en béton armé ; voile de béton (murs périmétriques), dalle nervurée monolithe (couverture du velum), béton moulé (couronnement, bandeaux, acrotère), béton brut de décoffrage (escaliers),...
Tour Part-Dieu	La tour offre une architecture de qualité qui se caractérise par sa forme cylindrique, ses proportions et sa couleur. La peau est constituée d'une juxtaposition d'éléments de béton préfabriqués organisés autour de profondes embrasures. La couleur ocre rouge est tirée d'une poussière volcanique rougeâtre, qui rappelle celle des toits des quartiers anciens. Les lyonnais ont un attachement fort à la Tour Signal, qu'ils surnomment le crayon, un des principaux landmark de la ville avec la Basilique de Fourvière.
Parking 3000	Ossature poteaux/poutres. Éléments de façade en plaques de béton préfabriquées.
Bibliothèque municipale	En 1973, la bibliothèque de la Part-dieu était la 1ère bibliothèque de France pour sa capacité de ses salles de lecture et la 2ème pour l'importance de son fonds. Un ensemble architectural homogène et moderne : l'architecture verticale du silo, posé sur pilotis et revêtu d'une céramique sombre s'oppose au ton clair du bâtiment principal, avec ses larges baies horizontales et ses terrasses. À l'extérieur les poutres apparentes en béton se croisent, se superposent et permettent une lecture évidente des assemblages de la structure. Une ambiance intérieure très riche ponctuée de murs de béton imprimés de modénatures abstraites réalisée par le plasticien Denis Morog.
Résidence du Lac	Ce bâtiment témoigne du premier projet de cité résidentielle imaginé en 1967 qui portait « l'utopie urbaine » de la ville du mouvement moderne, la charte d'Athènes. Architecture de béton brut pour les murs de façade et de béton brut pour les façades pignons. Les balcons sont revêtus d'une résille verticale en aluminium. Les loggias sont protégées par des stores toiles de couleur vive. Les sols protégés des galeries sont recouverts de pierre.
Hôtel de communauté du Grand Lyon	Une performance technique, symbole de modernité et d'ambition : le bâtiment est suspendu à 4 caissons de béton qui s'entrecoupent sur les piles verticales et qui présentent une structure en béton apparente qui couronne l'édifice. Les murs rideaux « miroirs » habillent les façades.
Résidence Desaix	Témoignage du premier projet de « cité résidentielle » imaginé en 1967, qui reprenait l'utopie urbaine du mouvement moderne et de la charte d'Athènes. Architecture de béton « paré », rythme de balcons saillants sur les façades nord et sud. Sur ce lot, une grande partie de l'assiette foncière reste encore libre de toute construction et de tout ouvrage en infrastructure.

Tableau 11 : Valeur patrimoniale Part-Dieu selon l'agence d'urbanisme
(source : Plan de référence v2, cahier « Style part-Dieu »)

Les bâtiments du «Patrimoine Part-Dieu » constituent une matrice d'architectures qui, de proche en proche, font l'identité de la Part-Dieu. De manière générale, les projets touchant à ces objets doivent contribuer à les valoriser, à leur donner une seconde vie et à les compléter par d'autres dans l'optique d'une démarche contemporaine et durable.

4.3. L'AMBIANCE SONORE

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :

Compléments cartographiques suivant le Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement, approuvé en novembre 2015

Précisions ajoutées sur l'exposition des populations à l'échelle de la ZAC, et suivant les campagnes de mesures sonométriques réalisées en février 2016

4.3.1. QUELQUES DEFINITIONS SUR LE BRUIT

Le bruit est un ensemble de sons produits par une ou plusieurs sources, lesquelles provoquent des vibrations de l'air qui se propagent jusqu'à notre oreille. Il est dû à une variation de la pression acoustique autour de la pression atmosphérique, qui agit sur notre tympan.

La dimension qualitative et subjective du bruit

Le son se caractérise par trois critères : le niveau (faible ou fort, intermittent ou continu), la hauteur ou la fréquence (grave ou aiguë) et enfin la perception qu'en a chaque individu (agréable ou désagréable).

L'oreille humaine a une sensibilité très élevée, puisque le rapport entre le son juste audible (2.10^{-5} Pascal) et un son douloureux (20 Pascals) est de l'ordre de 1 000 000.

Le niveau sonore (ou intensité sonore) se mesure en décibel (dB) ; il correspond aux variations de pression de l'air ambiant lors du passage de l'onde sonore.

L'échelle usuelle pour mesurer le bruit est une échelle logarithmique et l'on parle de niveaux de bruit exprimés en décibels A [dB(A)], où A est un filtre pondérant le son suivant la fréquence pour se rapprocher des caractéristiques de l'oreille humaine. La pondération A atténue fortement les fréquences en deçà de la gamme de fréquence 500-1000 Hertz.

L'échelle de perception du bruit présentée ci-après traduit de manière didactique un certain nombre de bruits caractéristiques des activités humaines à proximité de la source sonore.

Une arithmétique particulière

Le doublement de l'intensité sonore, dû par exemple à un doublement du trafic routier, se traduit par une augmentation de 3 dB(A) du niveau de bruit.

60 dB(A) + 60 dB(A) = 63 dB(A)

Si deux niveaux de bruit sont émis simultanément par deux sources sonores et si le premier est au moins supérieur de 10 dB(A) par rapport au second, le niveau sonore résultant est égal au plus grand des deux : le bruit le plus faible est alors masqué par le plus fort.

60 dB(A) + 70 dB(A) = 70 dB(A)

L'indice réglementaire

Le bruit de la circulation, qu'elle soit routière ou ferroviaire, est un phénomène essentiellement fluctuant. Il peut être caractérisé par une valeur sur un temps donné, le niveau énergétique équivalent (abrégé LAeq) qui répond à la définition suivante : « le niveau équivalent LAeq d'un bruit variable est égal au niveau d'un bruit constant qui aurait été produit avec la même énergie que le bruit perçu pendant la même période. Il représente l'énergie acoustique moyenne perçue pendant la durée d'observation ».

La mesure instantanée (au passage d'un véhicule par exemple), ne suffit pas pour caractériser le niveau d'exposition des riverains. Les enquêtes et études menées ces vingt dernières années dans différents pays ont montré que c'était le cumul d'énergie sonore reçue par un individu qui était l'indicateur le plus représentatif des effets du bruit sur l'homme et, en particulier, de la gêne issue du bruit de trafic.

Ce cumul se traduit par le niveau énergétique équivalent noté LAeq. Le LAeq s'exprime en dB(A). Actuellement, en France, ce sont les périodes 6h-22h et 22h-6h qui ont été adoptées comme référence pour le calcul du LAeq : on parle de niveaux diurnes et nocturnes.

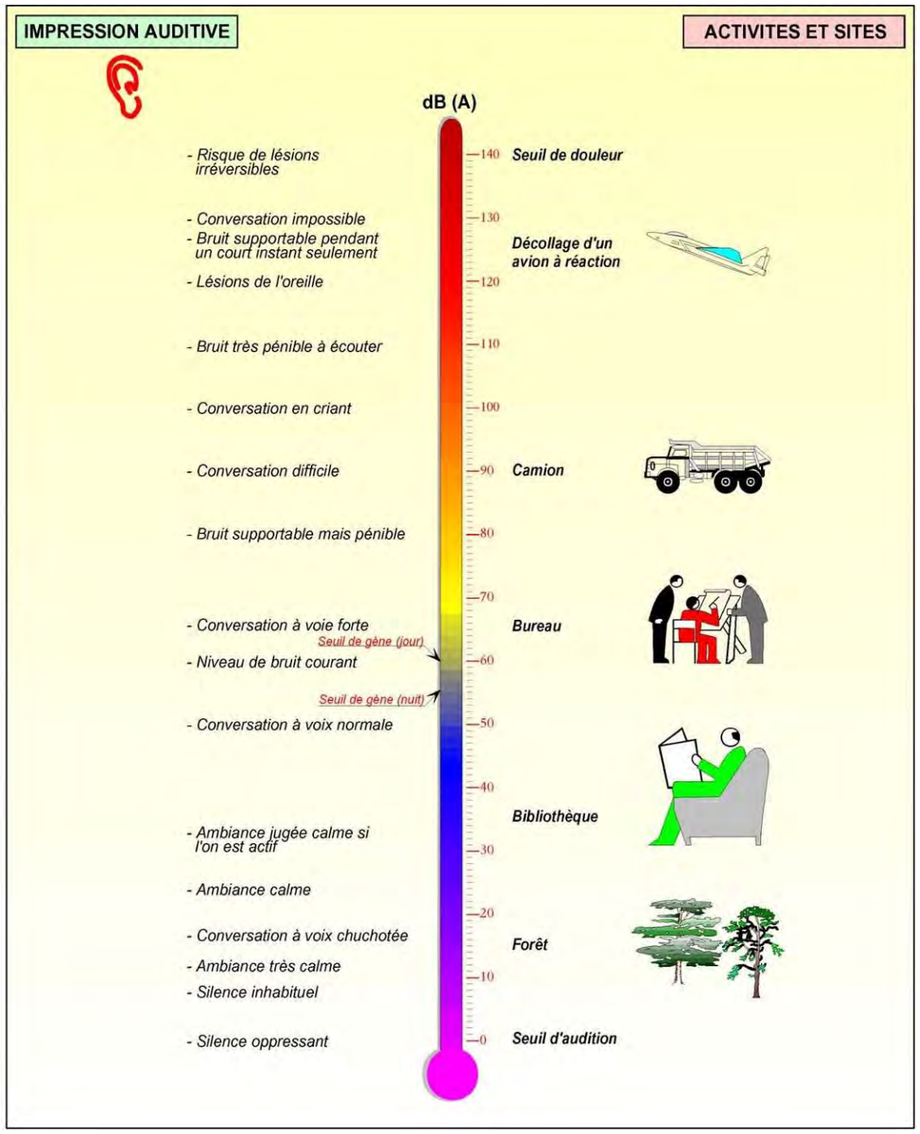


Figure 76 : Echelle de perception du bruit

La propagation acoustique

Le bruit est produit par une vibration. Tout élément matériel qui se déplace dans l'atmosphère vibre et fait vibrer l'air. Un élément en vibration transmet son mouvement aux molécules d'air situées à sa proximité immédiate. De proche en proche, la vibration se propage d'une molécule d'air à l'autre, à la vitesse approximative de 340 m/s. Au bout de ce cheminement, le bruit parvient à notre oreille dont le tympan se met à vibrer à son tour, engendrant le mécanisme de l'audition.

La propagation d'un bruit dans un site donné dépend des conditions du milieu ambiant et notamment de multiples paramètres : distance parcourue, effet de sol (réflexion ou absorption du son), obstacle, météorologie (température et vent), etc.

4.3.2. LA REGLEMENTATION

Le cadre règlementaire en matière de prise en compte des nuisances sonores liées aux projets d'infrastructures de transports terrestres est défini par l'**article L. 571-9 du Code de l'environnement** (transcription de l'**article 12 de la loi n° 92-1444 du 31 décembre 1992** relative à la lutte contre le bruit) et à ses textes d'application.

Du point de vue de la règlementation acoustique, le projet de ZAC entre dans le cadre de la transformation d'infrastructure routière existante.

Bruit des infrastructures routières

Le cadre règlementaire, en matière de réduction du bruit routier, est défini par :

- ✓ la **loi n°92-1444 du 31 décembre 1992** (art.L.571-1 à L.571-26 du Code de l'environnement) relative à la lutte contre le bruit ;
- ✓ l'**arrêté du 5 mai 1995**, relatif au bruit des infrastructures routières ;
- ✓ le **décret n°2007-1467 du 12 octobre 2007** relatif au livre V de la partie réglementaire du Code de l'environnement et modifiant certaines autres dispositions de ce code relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres ;
- ✓ l'**arrêté du 30 mai 1996**, relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et de l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit ;
- ✓ la **circulaire n°97-110 du 12 décembre 1997**, relative à la prise en compte du bruit dans la construction de routes nouvelles ou l'aménagement de routes existantes du réseau national.

Pour les modifications des voies routières existantes, leur réaménagement rentre dans le cadre de la règlementation spécifique à la transformation de voies existantes.

Pour la détermination des contributions sonores maximales admissibles d'une infrastructure réaménagée, l'**arrêté du 5 mai 1995** introduit la notion de "zone d'ambiance sonore modérée". La définition de critère d'ambiance sonore modérée est donnée par l'**article 2 de l'arrêté du 5 mai 1995** :

« *Une zone est d'ambiance sonore modérée si le niveau de bruit ambiant existant avant la construction de la voie nouvelle, ou du réaménagement de la voie, à 2 m en avant des façades des bâtiments est tel que le LAeq (6h-22h) est inférieur à 65 dB(A) et le LAeq (22h-6h) est inférieur à 60 dB(A)* ».

Ce critère d'ambiance sonore modérée peut se traduire par le tableau suivant :

Bruit ambiant existant avant travaux (toutes sources) [dB(A)]		Type de zone d'ambiance sonore
LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)	
< 65	< 60	Modérée de jour et de nuit
≥ 65	< 60	Non modérée de jour et modérée de nuit
< 65	≥ 60	Modérée de jour et non modérée de nuit
≥ 65	≥ 60	Non modérée de jour et de nuit

Tableau 12 : Type de zone d'ambiance sonore

L'objectif de protection dépend de l'ambiance sonore préexistante.

4.3.3. LE CLASSEMENT SONORE DES INFRASTRUCTURES A PROXIMITE DU SITE

Le classement sonore des voies, au titre de l'**arrêté du 30 mai 1996**, permet d'identifier les voies plus ou moins bruyantes à l'échelle du département et des communes.

Ce classement sonore des voies permet de fixer les isolements sonores des bâtiments neufs vis-à-vis des bruits extérieurs. Il apparaît au POS / PLU des communes.

Le classement sonore des voies définit, d'une part, cinq catégories, listées dans le tableau ci-après. Ces catégories correspondent à une bande de largeur variable, de part et d'autre de la voie, affectée par une plage de niveau sonore sur les périodes diurne (6h-22h) et nocturne (22h-6h). D'autre part, le classement définit le type de tissu urbain (ouvert ou « rue en U »).

Catégorie	Niveau sonore de référence LAeq (6h-22h) [dB(A)]	Niveau sonore de référence LAeq (22h-6h) [dB(A)]	Largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure
1	L > 81	L > 76	d = 300 m
2	76 < L ≤ 81	71 < L ≤ 76	d = 250 m
3	70 < L ≤ 76	65 < L ≤ 71	d = 100 m
4	65 < L ≤ 70	60 < L ≤ 65	d = 30 m
5	60 < L ≤ 65	55 < L ≤ 60	d = 10 m

Tableau 13 : Catégories de classement sonore des voies

(source : arrêté du 30 mai 1996)

En vertu de l'**arrêté du 30 mai 1996**, les niveaux sonores de référence donnés dans le tableau précédent sont évalués en des points de référence situés, conformément à la norme NF S 31-130, à une hauteur de 5 m au-dessus du plan de roulement et :

- ✓ à 2 m en avant de la ligne moyenne des façades pour les « rues en U » ;
- ✓ à une distance de l'infrastructure de 10 m, augmentés de 3 dB(A) par rapport à la valeur en champ libre pour les tissus ouverts, afin d'être équivalents à un niveau en façade.

Seules les infrastructures routières de plus de 5 000 véhicules par jour, les voies ferrées interurbaines de plus de 50 trains par jour, les lignes en site propre de transport en commun et les lignes ferroviaires urbaines de plus de 100 autobus ou trains sont concernées par ce classement.

La prise en compte des nuisances sonores des infrastructures de transport terrestre dans la commune de Lyon fait l'objet d'un arrêté préfectoral (**arrêté n°2009-3525 du 2 juillet 2009**).

A partir du classement sonore des voies, le bruit ambiant actuel dans le secteur qui accueillera le projet peut être apprécié.

Infrastructures ferroviaires classées

Dans la zone du projet (3ème arrondissement de Lyon), deux voies ferrées sont classées :

- ✓ Catégorie 4 : Ligne Rhônexpress, mise en service 2010 (initialement nommée tramway Leslys)
- ✓ Catégorie 1 : Ligne de Collonges-Fontaines à Lyon-Guillotière (n°893000)

Infrastructures routières classées

Dans la zone du projet (3ème arrondissement de Lyon), plusieurs voies routières sont classées en catégories 3 ou 2 :

- ✓ Catégorie 3 :
  - Cours Lafayette (Boulevard Jules Favre à la Rue Bellecombe) – tronçon 3501
  - Rue de Bonnel (Boulevard Marius Vivier Merle à la Rue de la Villette) – tronçon 3016
  - Rue Paul Bert (Sortie de la Trémie à la Rue de la Villette) – tronçon 3037
  - Avenue Félix Faure (Boulevard Marius Vivier Merle à la Rue Maurice Flandin) – tronçon 3043
  - Rue de la Villette (Cours Lafayette à la Rue d'Aubigny) – tronçon 3117
  - Rue de la Villette (Rue d'Aubigny à l'Avenue Georges Pompidou) – tronçon 3118
  - Rue de la Villette (Avenue Georges Pompidou à la Rue Paul Bert) – tronçon 3119
  - Rue Paul Bert (Rue de la Villette à la Rue Maurice Flandin) – tronçon 3038
  - Rue Saint Antoine (Rue de la Villette à la Rue Maurice Flandin) – tronçon 3017
  - Boulevard Marius Vivier Merle (Cours Lafayette à la Rue de Bonnel) – tronçon 3120

✓ Catégorie 2 :

- Cours Lafayette (Boulevard Marius Vivier Merle au Boulevard Jules Favre) – tronçon 3500
- Boulevard Marius Vivier Merle (Rue de Bonnel à la Rue Desaix) – tronçon 3121
- Boulevard Marius Vivier Merle (Rue Desaix à la Rue Paul Bert) – tronçon 3122
- Boulevard Marius Vivier Merle (Rue des Rancy au Cours Gambetta) – tronçon 3124
- Avenue Georges Pompidou (Boulevard Marius Vivier Merle à la Rue M. Flandin) – tronçon 3023
- Rue Paul Bert (Boulevard Marius Vivier Merle à la Sortie de la Trémie) – tronçon 3036
- Rue Paul Bert (Rue de la Bannière au Boulevard Marius Vivier Merle) – tronçon 3035
- Cours Lafayette (Rue Bellecombe à la Rue des Charmettes) – tronçon 3006

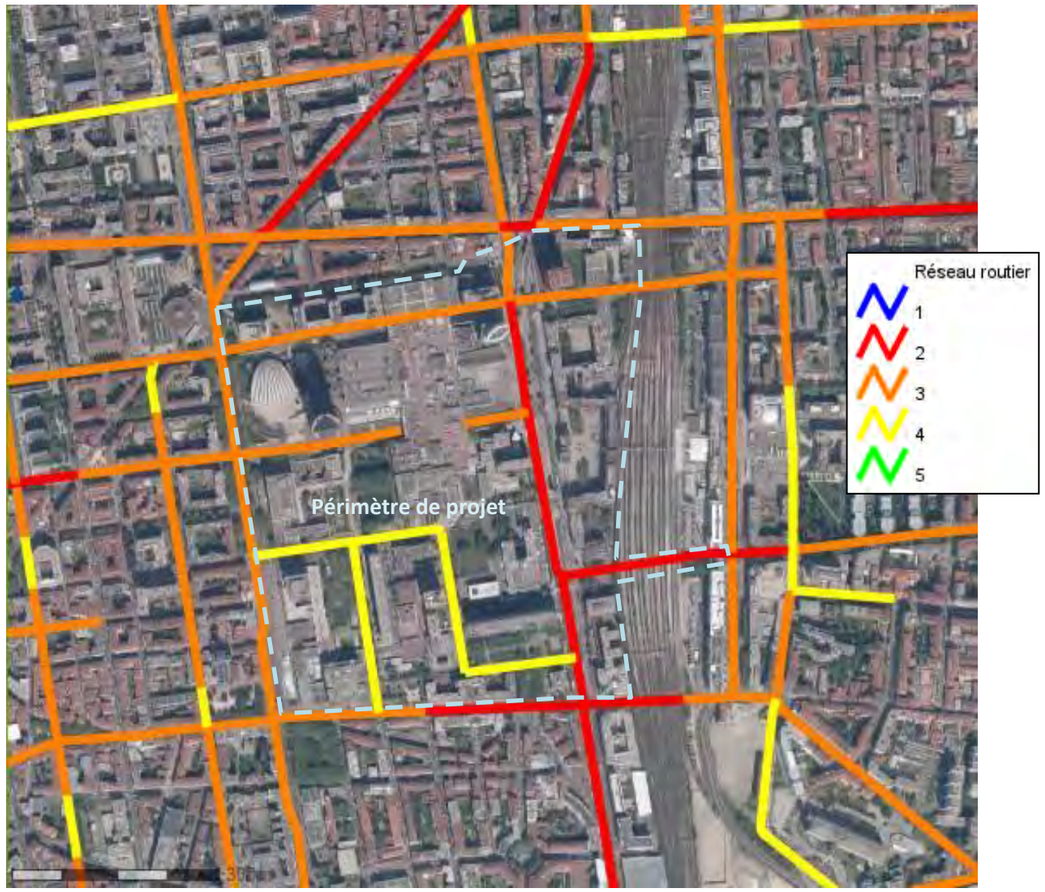


Figure 77 : Classement sonore des voies routières dans la zone du projet
(source : cartelie.application.developpement-durable.gouv.fr – DDE 69, 2009)

4.3.4. PLAN DE PREVENTION DU BRUIT DANS L'ENVIRONNEMENT (PPBE)

La **directive européenne 2002/49/CE du 25 juin 2002** a été transposée en droit français par les a**rticles L. 572-1 à L. 572-11 du Code de l'environnement**, le **décret n° 2006-361 du 24 mars 2006** et deux **arrêtés des 3 et 4 avril 2006**, et précisée par la **circulaire ministérielle du 7 juin 2007**. Elle prescrit, pour les grandes agglomérations et les grandes infrastructures de transport (grands axes routiers et ferroviaires, grands aérodromes), la réalisation de cartes de bruit stratégiques (CBS) et l'adoption de plans d'actions (dénommés dans la transposition française « Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement » ou PPBE). La cartographie stratégique du bruit et le PPBE doivent être révisés tous les 5 ans.

Les cartes de bruit stratégiques, établies par le Grand Lyon et publiées en 2013, ainsi que des extraits centrés sur le périmètre d'étude, sont présentés ci-après.

Ces cartes de bruit sont établies grâce à des modélisations qui se basent sur :

✓ L'ensemble des données géographiques qui influencent la propagation du bruit (Absorption du sol, Bâtiments et Population, Ecrans acoustiques, Courbes de niveaux, Points altimétriques)

✓ Les sources émettrices de bruit (Infrastructures routières, Infrastructures ferroviaires, Infrastructures aériennes, ICPE soumis à autorisation)

Le PPBE est un plan d'actions tendant à prévenir ou réduire les bruits autour des axes routiers nationaux. Il définit les mesures pour traiter les situations identifiées grâce aux CBS. Ses objectifs sont de prévenir les effets du bruit, de les réduire et de protéger les zones dites « calmes ».

Le PPBE 2015-2018 du Rhône a été approuvé par arrêté préfectoral en date du 3 novembre 2015.

Le PPBE précise les situations considérées comme critiques, les dispositions françaises de prévention du bruit en place et les efforts de traitements réalisés depuis 2004, et à réaliser pour la période 2015-2018. Dans le Rhône, cela concerne 109,8 km d'autoroutes concédées (A46, A6, A7, A43, et A432), 108,9 km d'autoroutes et routes nationales non concédées (A6, A7, A42, A43, A47, A450, RN6, RN7, RN346 et RN 489) et 159,47 km de voies ferrées. Pour les autoroutes concédées, les Sociétés APRR, AREA et ASF ont réalisé les études de diagnostic complètes qui leur ont permis d'identifier les bâtiments sensibles, d'en vérifier l'éligibilité au titre de Points Noirs du Bruit (PNB) qui se vérifie par le dépassement des seuils réglementaires + le critère d'antériorité de la construction vérifié.
Les mesures évoquées ne concernent pas d'infrastructure routière au sein du périmètre d'étude. Concernant le réseau ferré, SNCF Réseau va poursuivre l'opération de traitement des Points Noirs Bruit (PNB) dans les secteurs de Givors et Villefranche-sur-Saône et une étude acoustique sera programmée pour identifier les PNB sur la ligne Paris-Lyon (dite « PLM », ligne n°830 000).

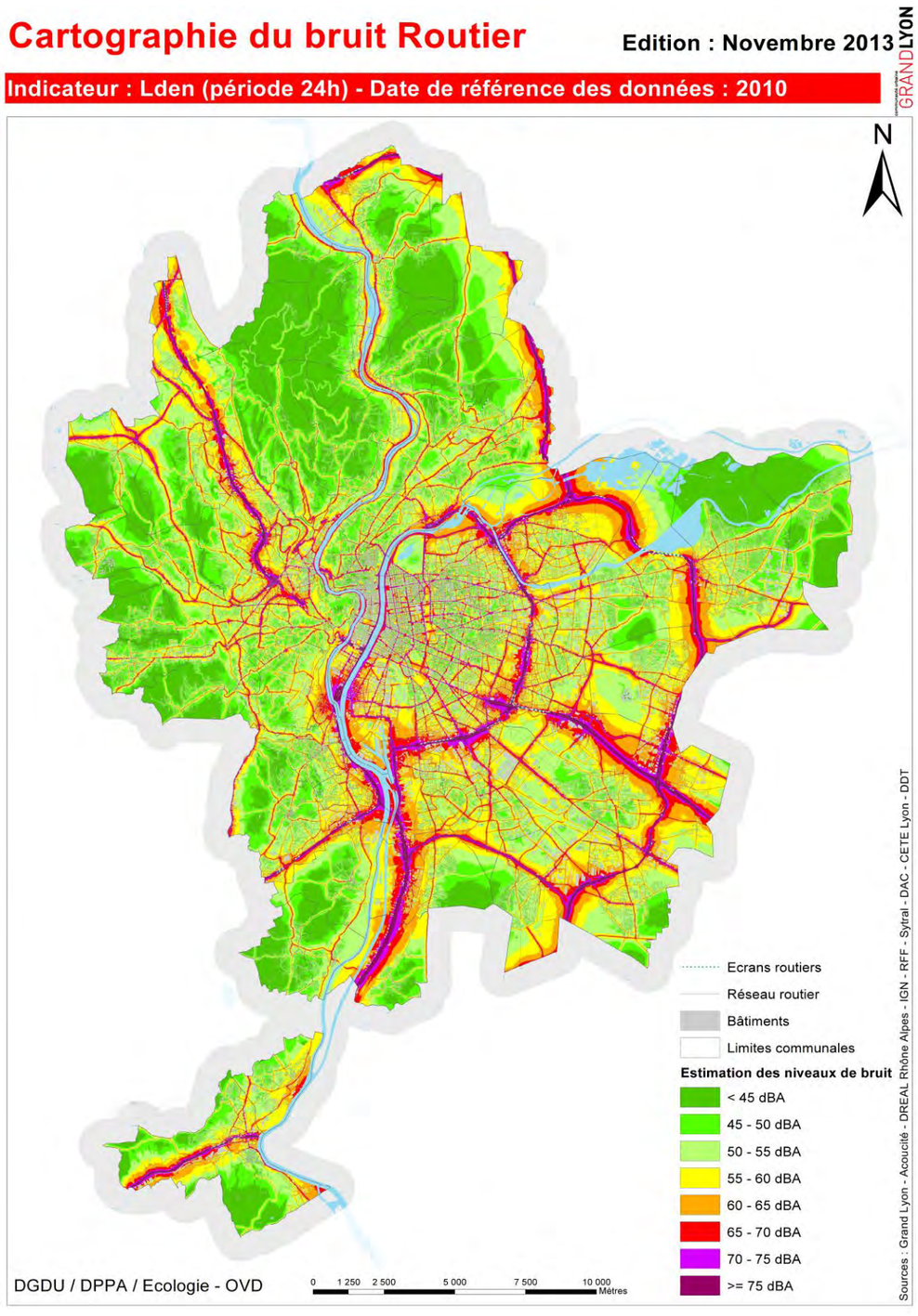


Figure 78 : Carte de bruit des voies routières LDen 24h (sources : cartes de bruit stratégiques du Grand Lyon, 2013)

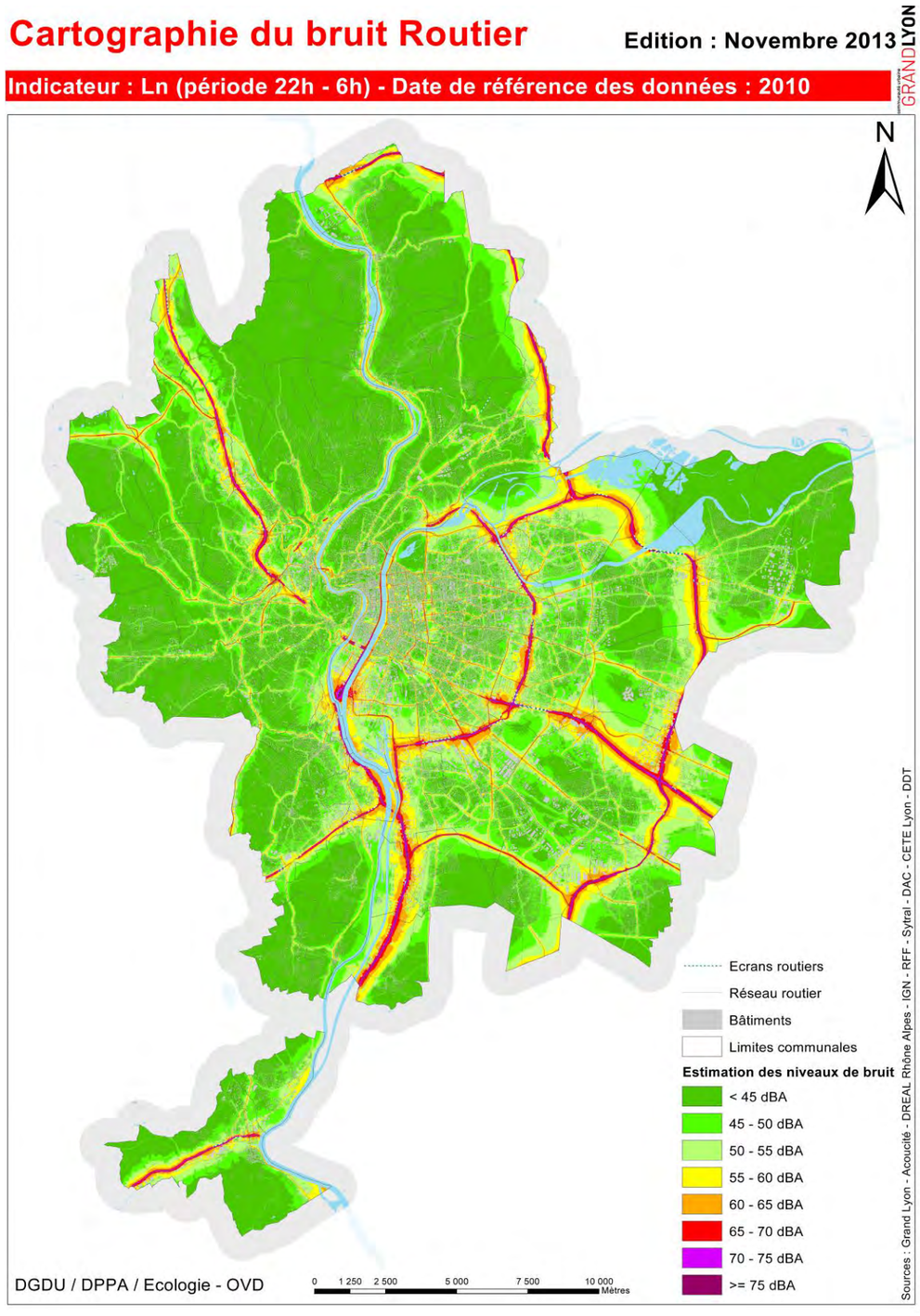


Figure 79 : Carte de bruit des voies routières Ln (22h-6h) (sources : cartes de bruit stratégiques du Grand Lyon, 2013)

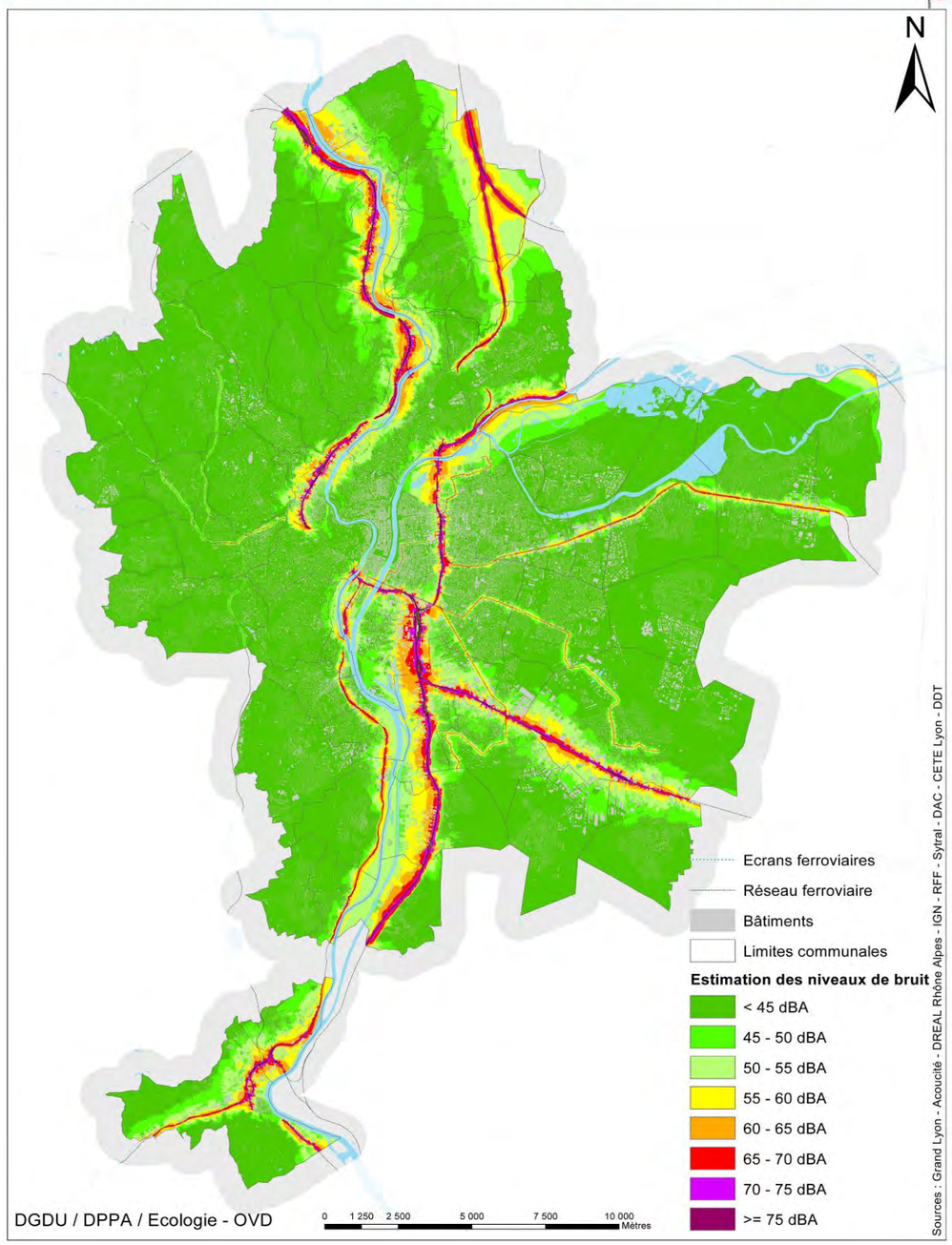


Figure 80 : Carte de bruit des voies ferroviaires LDen 24h (sources : cartes de bruit stratégiques du Grand Lyon, 2013)

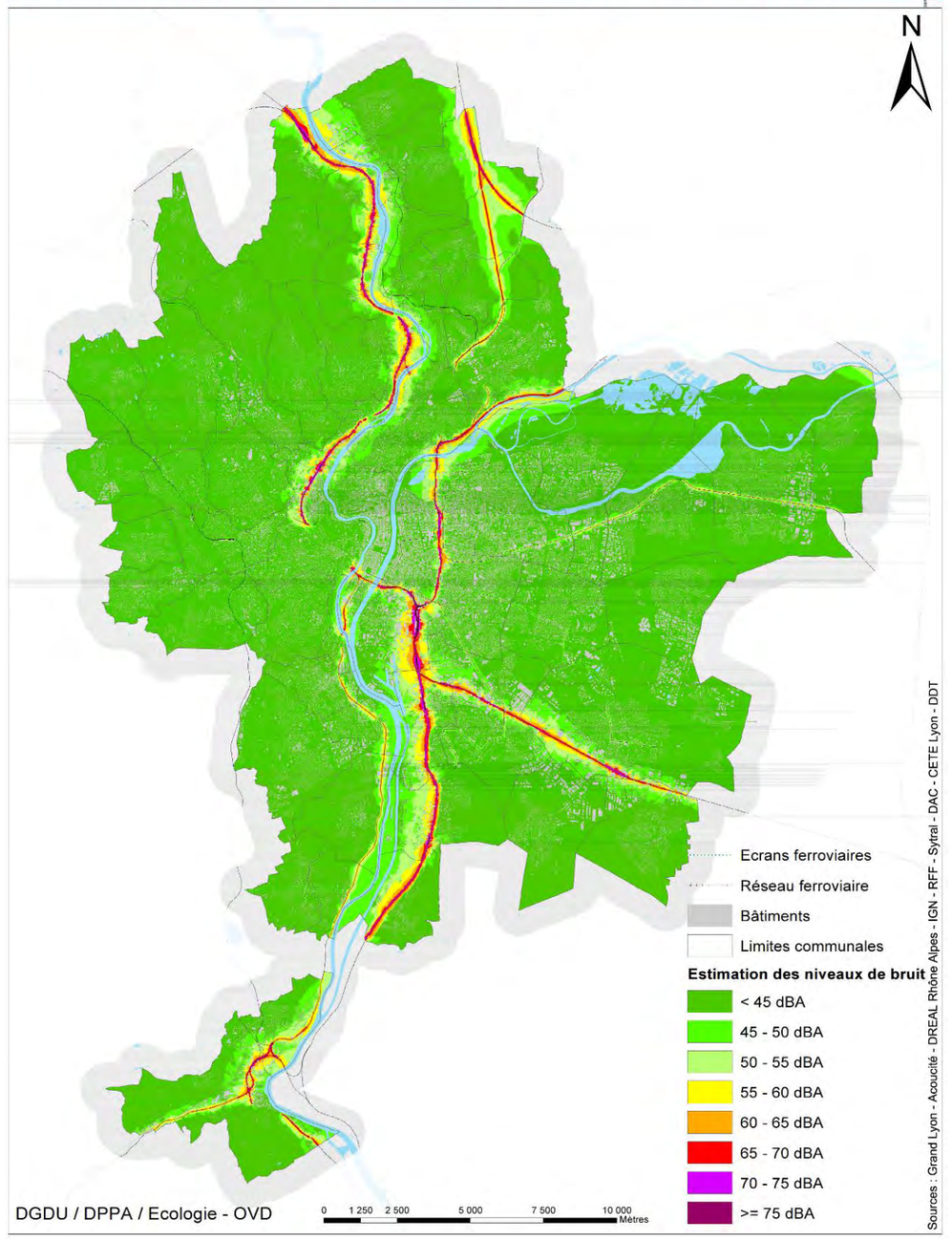


Figure 81 : Carte de bruit des voies ferroviaires Ln (22h-6h) (sources : cartes de bruit stratégiques du Grand Lyon, 2013)

4.3.5. LE NIVEAU DE BRUIT AU SEIN DU PERIMETRE DE PROJET ET L'EXPOSITION DES POPULATIONS

Les seuils réglementaires d'exposition au bruit des populations

La réglementation fixe les seuils de bruit suivants pour l'exposition des populations :

Valeurs limites, en dB(A)*				
Indicateurs de bruit (en dB(A))	**Aérodromes**	**Route et/ou ligne à grande vitesse**	**Voie ferrée conventionnelle**	**Activité industrielle**
Lden	55	68	73	71
Ln	-	62	65	60

*Arrêté du 4 avril 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement

Tableau 14 : Seuils de bruit réglementaires relatifs à l'exposition des populations

Lden est un indicateur du niveau de bruit global pendant une journée (jour, soir et nuit) utilisé pour qualifier la gêne liée à l'exposition au bruit. Il s'agit d'un niveau sonore moyen pondéré pour une journée divisée en 12 heures de jour (day), en 4 heures de soirée (evening) avec une majoration de 5 dB et en 8 heures de nuit (night) avec une majoration de 10 dB. Ces majorations sont représentatives de la gêne ressentie dans ces périodes.

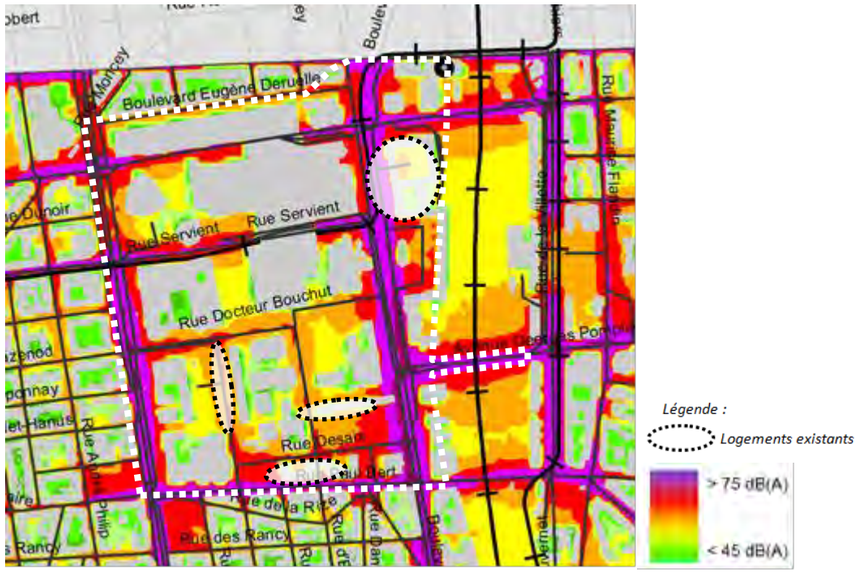
Ln est un indicateur du niveau sonore moyen pour la période de nuit.

Cela signifie que les bâtiments d'habitation ainsi que les établissements d'enseignement et de santé sont concernés par un dépassement du seuil de bruit routier lorsque le niveau de bruit global pendant une journée est supérieur à 68 dB(A).

La situation sur la ZAC

Les figures suivantes sont issues cartes de bruit stratégiques ont été établies par le Grand Lyon. Elles permettent de visualiser les niveaux de bruit sur la zone de projet, en moyenne sur une journée (Lden 24h) et pour la période de nuit qui est la plus sensible (Ln 22h-6h), pour les bruits ferroviaires et les bruits routiers.

Ces cartes permettent d'identifier les zones exposées à un niveau de bruit élevé, supérieur à 55 dB(A) pendant une journée ou 50 dB(A) pendant la nuit. Les logements existants sont localisés pour permettre de visualiser les populations exposées.

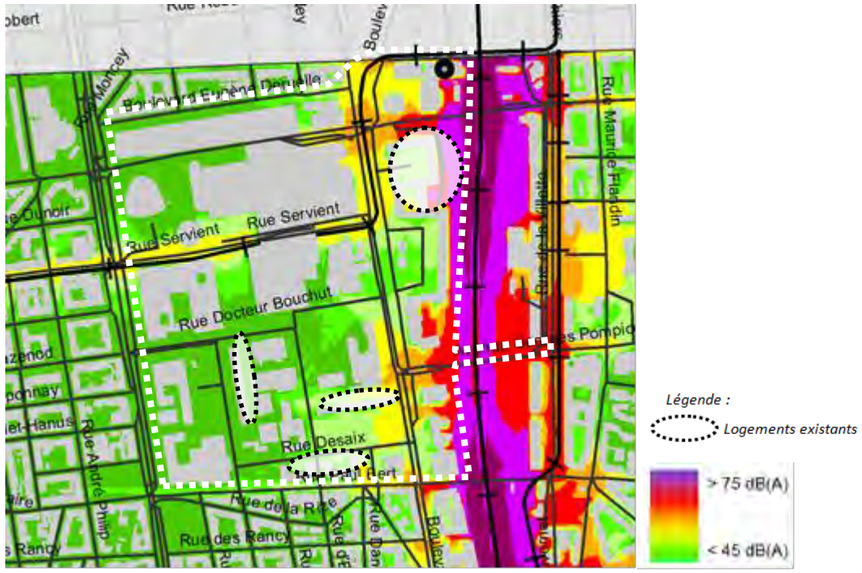


Bruit routier - Lden (24h)

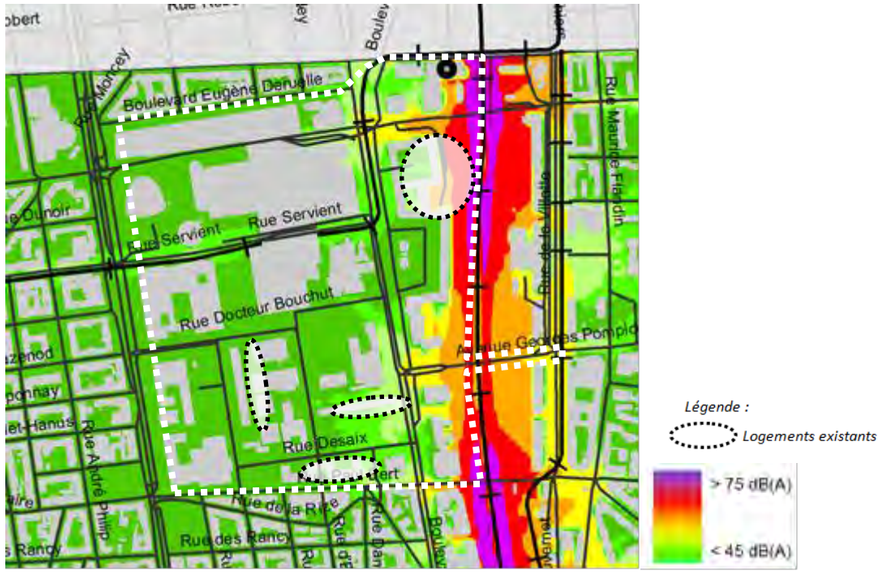


Bruit routier - Ln (22h-6h)

Figure 82 : Carte de bruit des voies routières dans la zone du projet (sources : cartes de bruit stratégiques du Grand Lyon, 2012)



Bruit ferroviaire - Lden (24h)



Bruit ferroviaire Ln (22h-6h)

Figure 83 : Carte de bruit des voies ferroviaires dans la zone du projet (sources : cartes de bruit stratégiques du Grand Lyon, 2012)

Campagnes de mesures sonométriques sur site

Au sein du périmètre de projet, des mesures de bruit in situ ont été réalisées pour caractériser la situation actuelle de l'ambiance sonore, du 04/09/2014 au 05/09/2014, puis du 03/02/2016 au 04/02/2016 (mesures de longue durée sur 24 heures consécutives). La réalisation de mesures acoustiques sur site a une double utilité :

- ✓ évaluer l'ambiance sonore existante dans la zone d'étude ;
- ✓ caler le modèle de calcul en vue de la modélisation acoustique de l'état initial, qui permet d' « étendre » les mesures à l'ensemble du site étudié.

Pour chaque point de mesure, l'origine du bruit mesuré et la source prédominante de bruit ont été identifiées. La localisation des mesures sonométriques est reportée sur la carte présentée ci-après. Les résultats des mesures sonométriques sont présentés en annexe sous forme de fiches détaillant les conditions et les résultats des mesures.



Figure 84 : Localisation des mesures acoustiques (fond de carte : Géoportail)

Les niveaux sonores moyens diurne (LAeq 6h-22h) et nocturne (LAeq 22h-6h) relevés sont synthétisés dans le tableau suivant.

Année	Numéro du point de mesure	Localisation	LAeq 6h-22h (diurne) mesuré en dB(A)*	LAeq 22h-6h (nocturne) mesuré en dB(A)*	Ecart diurne – nocturne	Type d'ambiance sonore préexistante
2014	1	Boulevard Vivier Merle	65,5	59,0	6,5	Non modérée de jour
	2	Boulevard Vivier Merle	60,0	59,5	0,5	Modérée
	3	Boulevard Vivier Merle	64,5	57,5	7,0	Modérée
2016	4	Rue du lac	60.7	52.7	8.0	Modérée
	5	Rue Servient	65.6	60.0	5.6	Non modérée de jour ni de nuit
	6	Rue Paul Bert	67.2	58.6	8.6	Non modérée de jour
	7	Rue Masséna	62.5	53.1	9.4	Modérée
	8	Rue Garibaldi	65.1	59.5	5.6	Non modérée de jour

(*) : Les résultats obtenus sont arrondis au ½ dB(A) près

Tableau 15 : Synthèse des résultats des mesures acoustiques (Source : CIA, SETEC, 2014, 2016)

On constate que :

- ✓ **L'ambiance sonore est modérée de jour comme de nuit pour les points de mesure 2, 3, 4 et 7;**
- ✓ **L'ambiance sonore est non modérée de jour pour les points de mesure 1, 6 et 8 (rue Paul Bert, rue Garibaldi et boulevard Vivier-Merle) ;**
- ✓ **L'ambiance sonore est non modérée de jour ni de nuit pour le point de mesure 5 (rue Servient) ;**
- ✓ **Pour le point le plus proche de la voie ferrée (n°2), l'écart diurne-nocturne est quasi nul. Ceci est dû au bruit ferroviaire émis par le nombre important de passages de trains de jour comme de nuit.**

Les mesures de bruit *in situ* permettent de définir ponctuellement des zones d'ambiance sonore. Le recours à la modélisation permet d'étendre ces mesures ponctuelles à l'ensemble du site si les sources de bruit sont clairement identifiées (bruits d'origine routière ou ferroviaire pour lesquels le trafic actuel est connu).

Bâtiments sensibles

Quelques bâtiments sensibles sont présents sur le périmètre de projet, d'autres bâtiments sensibles sont présents aux abords du périmètre de projet. Ils sont localisés sur la figure suivante :

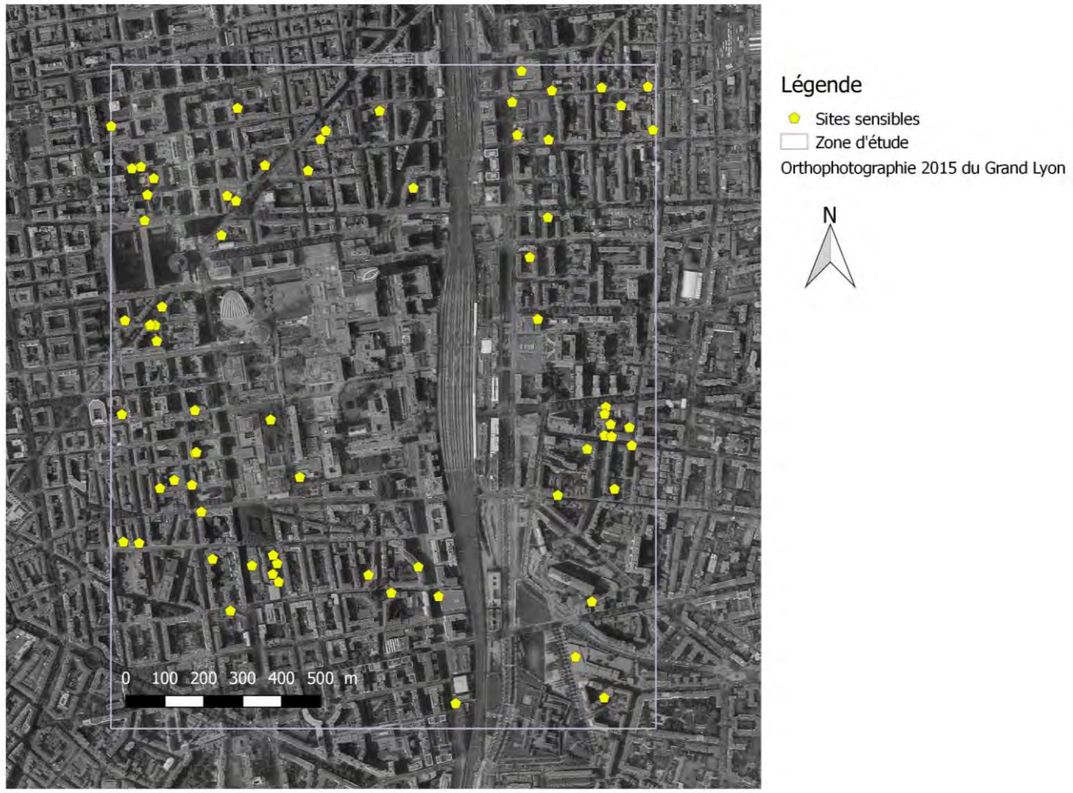


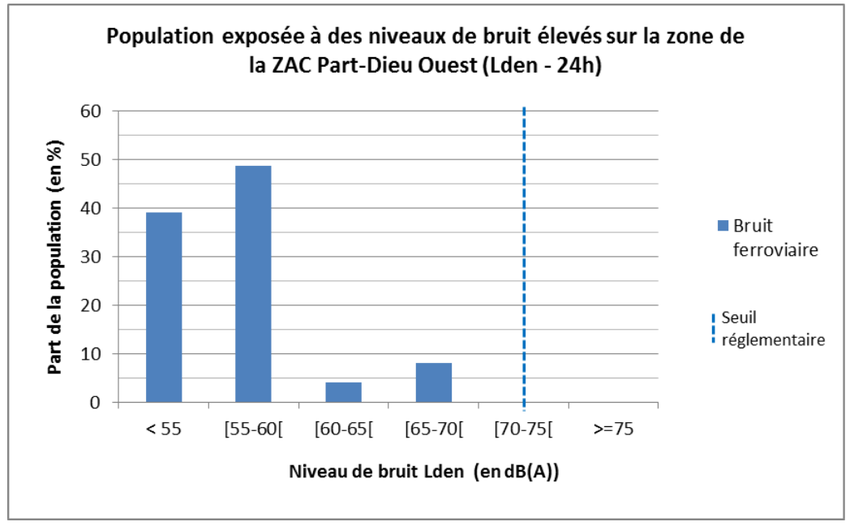
Figure 85 : Localisation des sites sensibles dans le domaine d'étude (source : Etude air-santé, Numtech, juin 2016)

Exposition des populations

Les graphes suivants permettent d'identifier sur la zone de la ZAC, la part de la population exposée à des niveaux de bruit élevés (données 2012).

Le pourcentage est exprimé par rapport à une population totale d'environ 1 400 personnes, en prenant en compte les résidences présentes sur la zone de la ZAC mais exclus du périmètre réglementaire de la ZAC.

Bruit ferroviaire :



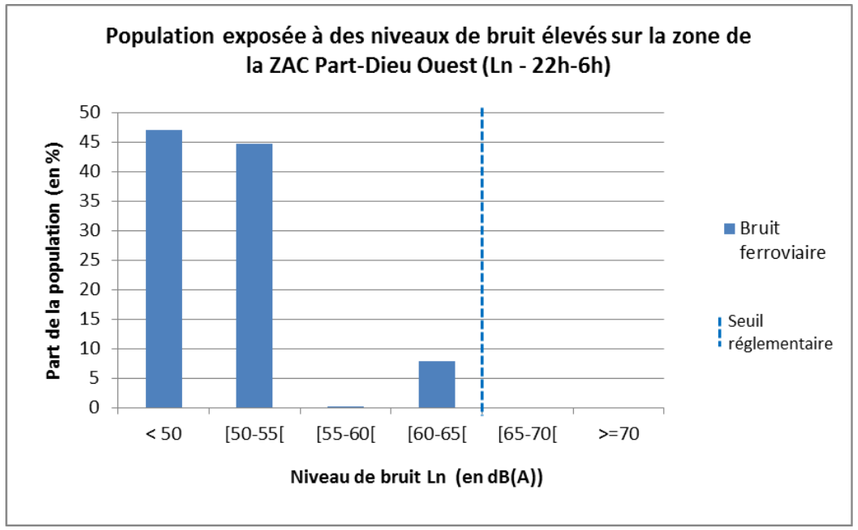
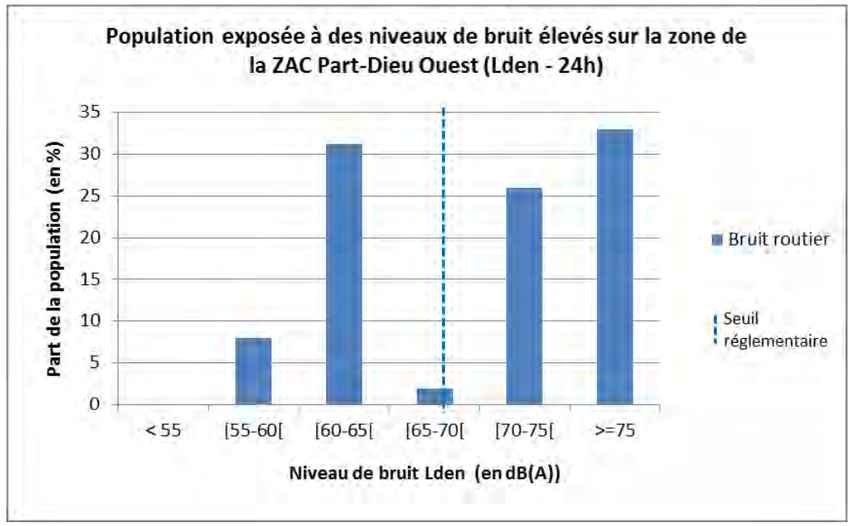


Tableau 16 : Part de la population des niveaux de bruit ferroviaire élevés sur la zone de la ZAC

On s'aperçoit que le site de projet ne fait pas partie des zones de dépassement de seuil de bruit ferroviaire, de jour comme de nuit.

Bruit routier :



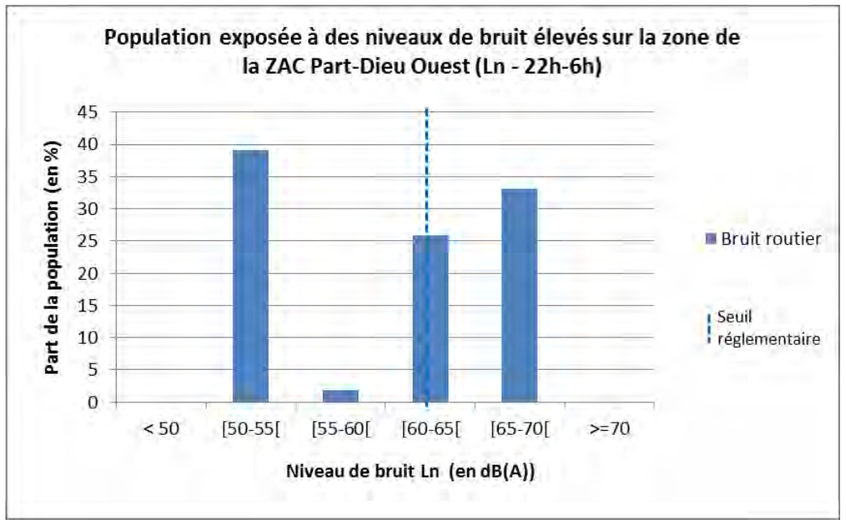


Tableau 17 : Part de la population des niveaux de bruit routier élevés sur la zone de la ZAC

Ces graphes indiquent qu'actuellement sur la zone de la ZAC :

- ✓ Environ 59% de la population est exposée à un niveau de bruit supérieur au seuil réglementaire de 68 dB(A) pendant une journée. Ce niveau peut être supérieur à 75 dB(A), qui correspond approximativement au niveau sonore d'un match de sport en intérieur ou d'une circulation intense à 1 mètre.
- ✓ Environ 53% de la population est exposée à un niveau de bruit supérieur au seuil réglementaire de 62 dB(A) la nuit. Ce niveau reste toutefois inférieur au seuil de 70 dB(A), qui correspond approximativement au niveau sonore d'une sortie d'école, d'une rue piétonne, ou d'une circulation importante à 5 mètres.

Il faut signaler que les zones les plus calmes sont actuellement dépourvues d'habitations, et qu'elles ne sont donc pas prises en compte dans l'analyse des populations exposées.

Synthèse

Les limites Est (voies ferrées) et Ouest (rue Garibaldi) du site de projet, qui sont des voiries routières ou ferroviaires très circulées, sont concernées par des niveaux de bruit élevés et par le dépassement de seuil de bruit routier pour la rue Garibaldi et le cours Vivier Merle. Il n'y a pas de zone de dépassement de seuil de bruit ferroviaire, de jour comme de nuit.

Dans une moindre mesure, les rues traversantes (rue Servient, rue Paul Bert) sont aussi touchées par ce phénomène.

A l'éloignement de ces axes, la partie centrale du site de projet est plus calme, et comporte même ponctuellement des zones où le niveau de bruit est inférieur à 45 db(A) de jour (exemple : cité administrative, esplanade au-dessus de l'auditorium).

En période nocturne, les niveaux de bruit diminuent, mais restent importants. Des dépassements de seuils sont toujours rencontrés principalement sur le boulevard Vivier-Merle et la rue Garibaldi.

Le périmètre de projet est concerné par des niveaux de bruit élevés, principalement liés à la circulation sur les voies routières. La partie centrale reste toutefois modérémment préservée.

Le classement des infrastructures routières en catégories 2 et 3 en limite de site, et de catégorie 4 au cœur du site, traduit ce phénomène.

4.4. LA QUALITE DE L'AIR

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :

Précisions ajoutées sur l'exposition des populations à l'échelle de la ZAC, et suivant l'étude air-santé pour l'état initial

4.4.1. GENERALITES

Les enjeux liés à la qualité de l'air sont principalement d'ordre sanitaire, mais aussi environnementaux et paysagers. De plus, certains polluants atmosphériques participent aux changements climatiques.

Sur le plan sanitaire, plusieurs travaux internationaux montrent les impacts de la pollution de l'air sur la santé :

- ✓ le rapport « Baseline Scenarios » du programme CAFE (Clean Air For Europe) de février 2005 sur la qualité de l'air précise que « la santé humaine est sérieusement menacée par l'exposition aux particules fines » avec une réduction de l'espérance de vie de 8,2 mois pour la France attribuable aux particules fines PM2,5 d'origine anthropique
- ✓ diminuer davantage les niveaux de particules fines dans l'air des villes européennes entraînerait un bénéfice non négligeable en termes d'augmentation de l'espérance de vie et de réduction des coûts pour la santé (source Aphekom 2011)
- ✓ habiter à proximité du trafic routier augmente sensiblement la morbidité attribuable à la pollution atmosphérique (source Aphekom 2011)
- ✓ il existe un lien entre l'exposition à long-terme aux particules $PM_{2,5}$ et la mortalité cardio-vasculaire (source Crouse et al, Canada, 2012).
- ✓ le dioxyde d'azote et l'ozone s'avèrent également toxiques pour l'homme (atteintes notamment respiratoires).

Le 17 octobre 2013, le Centre international de Recherche sur le Cancer (CIRC) a annoncé qu'il classe la pollution de l'air extérieur comme cancérogène pour l'homme (Groupe 1).

Le coût sanitaire de la pollution de l'air en France peut être estimé entre 20 et 30 milliards d'euros par an (rapport de la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement, CGDD juillet 2012). Calculés sur la base de la quantification des impacts sanitaires liés à la pollution de l'air en termes de mortalité et de morbidité, puis, de l'attribution d'une valeur monétaire à ces impacts, ces premières estimations demandent néanmoins à être confortées et complétées.

La pollution atmosphérique a également des effets négatifs sur les écosystèmes, les paysages et les matériaux : perte de visibilité, pluies acides, pertes de rendement des cultures, bioaccumulation, accélération de la dégradation des matériaux…

Une méta-analyse menée par D. Manière (2000) sur 49 études et 96 estimations montrait que « Les dommages touchant à la santé (morbidité) et à la vie (mortalité) sont plus coûteux que les dommages subis par les récepteurs "environnementaux" (visibilité, récolte et matériaux notamment), et ce dans un rapport d'environ 2 et 4 respectivement. ». L'analyse des impacts s'intéressera donc en priorité aux impacts sanitaires.

Pour connaître les impacts des polluants sur la santé, les **concentrations** de polluants dans l'air sont l'indicateur de référence : en effet, elles vont permettre de déterminer les doses de polluants inhalées et ainsi d'estimer les risques liés à l'exposition de la population à l'air ambiant.

Sur la base des travaux d'expertise internationaux, l'Organisation Mondiale de la Santé définit des niveaux de concentrations qu'il est recommandé de ne pas dépasser pour minimiser les risques sanitaires liés à la pollution atmosphérique. Ces niveaux sont repris en partie par la Commission Européenne et ensuite déclinés dans les réglementations des Etats Membres.

Les seuils distinguent les deux types d'effets : court terme (exposition aigue) et long terme (exposition chronique).

Pour les effets à court-terme, deux niveaux de seuil sont définis :

- ✓ Seuil d'information et de recommandation : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaire l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions ;
- ✓ Seuil d'alerte : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

On retiendra le **seuil d'information et de recommandation**.

Pour les effets à long terme, trois niveaux de seuil sont définis :

- ✓ Objectif de qualité : un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;
- ✓ Valeur cible : un niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble ;
- ✓ Valeur limite : un niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.

On retiendra **l'objectif de qualité**, mais également la valeur limite car celle-ci a une véritable portée réglementaire : son non-respect peut faire encourir à l'Etat concerné des poursuites par la Cour de Justice Européenne (c'est le cas actuellement pour la France vis-à-vis notamment des particules fines PM_{10}).

Le tableau suivant illustre l'ensemble des seuils à prendre en considération au regard de la réglementation sur la qualité de l'air :

- ✓ Directive 2008/50/CE du 21/05/08 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe
- ✓ Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3)
- ✓ Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010

Polluant	Valeurs limites	Objectifs de qualité*	Seuil d'information et de recommandation
Dioxyde d'azote	Depuis le 1er janvier 2010 : **40 µg/m³** en moyenne annuelle. **200 µg/m³** en moy. horaire à ne pas dépasser plus de 18 h par an	**40 µg/ m³**	En moyenne horaire : **200 µg/m³.**
Particules PM10	Depuis le 1er janvier 2005 : **40 µg/m³** en moyenne annuelle **50 µg/m³** en moy. journalière à ne pas dépasser plus de 35 j. par an.	**30 µg/ m³**	En moyenne journalière : **50 µg/m³.**
Particules PM2,5	Applicable à partir de 2015 : **25 µg/m³**	**10 µg/ m³**	
Plomb	Depuis le 1er janvier 2002: **0,5 µg/m³.**	**0,25 µg/ m³**	
Dioxyde de soufre	Depuis le 1er janvier 2005 : **125 µg/m³** en moy. journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an. **350 µg/m³** en moy. horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an.	**50 µg/ m³**	En moyenne horaire : **300 µg/m³.**
Ozone		Seuil de protection de la végétation, AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : **6 000 µg/m³.h** Seuil de protection de la santé : **120 µg/ m ³** pour le maximum journalier de la moyenne sur huit heures, pendant une année civile	En moyenne horaire : **180 µg/m³**
Monoxyde de carbone	Depuis le 1er janvier 2005 : Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : **10 000 µg/m³.**		
Benzène	Depuis le 1er janvier 2010 : **5 µg/m³ en moy. annuelle**	2 µg/ m³	

*En l'absence de précisions, il s'agit de la concentration en moyenne annuelle civile

Tableau 18 : Seuils à prendre en considération pour l'état initial de la qualité de l'air
(source : Code de l'Environnement, article R221-1)

Pour d'autres polluants, des seuils existent mais sous une autre dénomination :

Polluants	Seuil
Oxydes d'azotes	Niveau critique annuel pour la protection de la végétation : **30 µg/ m³** en moyenne annuelle
Métaux lourds et hydrocarbures aromatiques polycycliques	Valeur cible : moyenne, calculée sur une année civile, du contenu total de la fraction PM_{10} arsenic : **6 ng/ m³** — cadmium: **5 ng/ m³** nickel : **20 ng/ m³** — benzo (a) pyrène : **1 ng/ m³**

Tableau 19 : Seuils à prendre en considération pour l'état initial de la qualité de l'air (suite)
(source : Code de l'Environnement, article R221-1)

En France, la surveillance de la qualité de l'air est assurée par les « AASQA » : associations agréées pour la surveillance de la qualité de l'air. Les observations réalisées par ces organismes permettent notamment de se situer par rapport aux seuils réglementaires. En Rhône-Alpes, il existait jusqu'en 2011 six associations : Air-APS, Ampasel, Ascoparg, Atmo Drôme-Ardèche, Coparly, Sup'Air. Dans le cadre des orientations prises par le Grenelle de l'Environnement, la surveillance de la qualité de l'air s'est régionalisée. Ainsi, depuis le 1er janvier 2012, la région compte une seule AASQA qui couvre tout le territoire régional : Air Rhône-Alpes.

L'état des lieux présenté ci-après a été réalisé grâce à l'exploitation des données d'Air Rhône-Alpes. Il est particulièrement détaillé pour les particules fines et le dioxyde d'azote, en lien avec le contexte réglementaire (contentieux en cours pour les PM_{10} et probable pour le NO_2). Ces polluants sont en effet considérés comme prioritaires dans le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie (SRCAE). Pour les autres polluants, l'approche est plus synthétique.

NB : le dioxyde de soufre est également classé dans le SRCAE comme « polluant en contentieux » mais cela concerne uniquement des zones de proximité d'installations fixes émettrices, dans la vallée de la Maurienne. L'aire d'étude n'est pas concernée par ce type de pollution.

4.4.2. POLLUANTS A ENJEUX : PM_{10} ET NO_2

(1) ANALYSE DES EMISSIONS

Contexte départemental

Le graphe ci-dessous est extrait du Rapport d'Activité 2013 d'Air Rhône-Alpes et concerne la répartition des émissions des principaux polluants sur le département du Rhône.

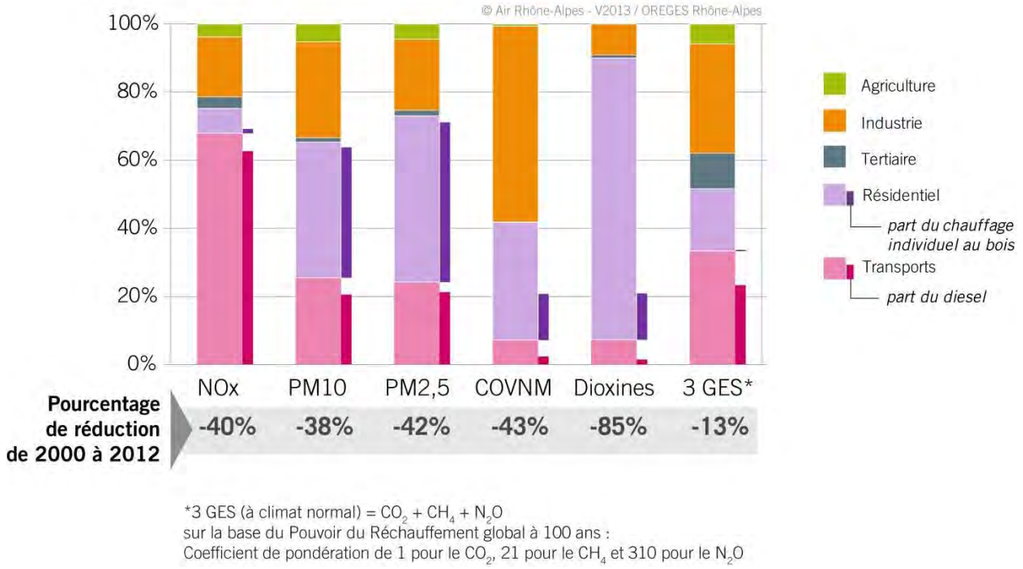


Figure 86 : Sources d'émissions des principaux polluants atmosphériques dans le département du Rhône (source : rapport d'activité Air Rhône-Alpes 2013)

Les principales sources de particules fines (PM_{10}) dans le département du Rhône sont le chauffage résidentiel, les transports et l'industrie. La diminution des émissions est forte (-38% entre 2000 et 2012), mais moins marquée que d'autres polluants (dioxines notamment).

Les oxydes d'azote sont quant à eux principalement émis par le trafic routier, *a fortiori* par les véhicules diesel (plus de 60% des émissions de NOx). Le deuxième secteur émetteur est l'industrie. Les autres secteurs sont peu contributeurs. La diminution des émissions est forte (-40% entre 2000 et 2012), mais moins marquée que d'autres polluants (dioxines notamment).

Analyse des sources d'émissions dans le périmètre du projet

Dans ce quartier situé en plein cœur urbain, les principales sources d'émissions de polluants atmosphériques sont liées au trafic routier et au chauffage des bâtiments résidentiels et tertiaires. De plus, le périmètre du projet comprend une grande installation de combustion, chaufferie mixte gaz / fioul d'une puissance de 146 MW PCI exploitée par la société E.L.V.Y.A. et raccordée au réseau de chaleur urbain. La chaleur produite par cette installation n'est pas uniquement consommée dans les bâtiments situés dans le périmètre du projet, mais il s'agit néanmoins d'un contributeur significatif qu'il convient de prendre en compte.

Les flux d'émissions de ces trois principaux postes ont été estimés de la manière suivante :

- ✓ **Trafic routier** : les émissions liées au trafic sur la zone d'étude sont calculées dans le cadre de l'étude de risque sanitaire établie pour le projet, avec le logiciel européen COPERT utilisé classiquement dans ces études. Pour plus de détail, le lecteur pourra se reporter à l'étude air-santé disponible en annexe.
- ✓ **Chaufferie** : les émissions de la chaufferie ont été déduites des rapports mensuels envoyés par l'exploitant à la DREAL dans le cadre de ses obligations d'autosurveillance. L'année considérée est l'année 2013.
- ✓ **Chauffage des bâtiments (autres)** : les émissions liées au chauffage des bâtiments ont été estimées à partir du bilan énergétique réalisé dans le cadre de l'étude d'approvisionnement en énergies renouvelables réalisée dans le cadre du dossier de création de la ZAC. Les quantités de combustibles consommées sont multipliées par des facteurs d'émission[6] pour obtenir les quantités d'émissions.

Ces données sont des ordres de grandeur qui ne remplacent pas le travail d'inventaire exhaustif des émissions réalisé par Air Rhône-Alpes et mis à jour tous les ans (cf. Figure 86). Ces estimations visent simplement à contextualiser la problématique des émissions à l'échelle du quartier et identifier les enjeux. Les données de l'inventaire d'émissions ne sont en effet pas diffusables à une échelle inférieure à la commune pour des raisons de confidentialité.

L'illustration ci-dessous présente les ordres de grandeurs obtenus pour les oxydes d'azote. Ils confirment le constat effectué à l'échelle du département selon lequel les émissions sont actuellement majoritairement dues au trafic routier.

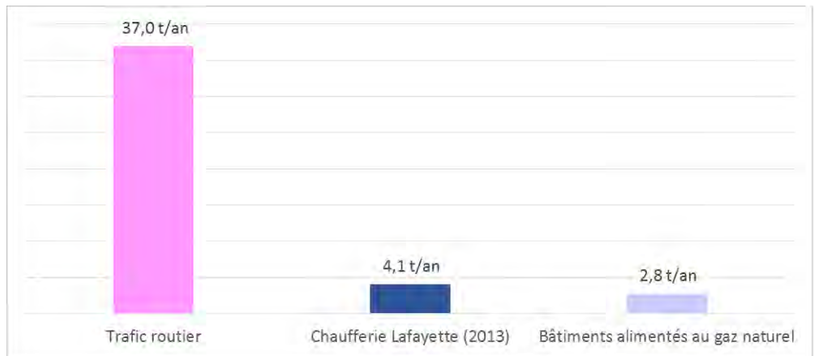


Figure 87 : Ordres de grandeur des émissions actuelles (année 2013) d'oxydes d'azote pour les principaux postes d'émissions recensés sur le périmètre de la ZAC (détail des sources de données dans le texte)

Concernant les particules fines, seules les émissions liées au trafic routier ont pu être estimées. Elles s'élèvent en 2013 à 3,35 tonnes/an pour les PM_{10}. Les rapports mensuels de la chaufferie Lafayette ne contiennent pas de données sur les flux d'émissions de poussières. Et les émissions de poussières liées à la consommation de gaz naturel sont négligeables.

6 Facteurs d'émissions disponibles dans OMINEA, méthode de référence pour la réalisation des inventaires nationaux d'émissions en France.

(2) QUALITE DE L'AIR ET EXPOSITION DES POPULATIONS

Données Air Rhône-Alpes

Le réseau Air Rhône-Alpes dispose de plus de 15 stations de mesures fixes permettant de suivre la qualité de l'air sur l'agglomération lyonnaise. Il s'agit essentiellement de stations urbaines, de proximité industrielle et de proximité de trafic.

La station la plus proche du site est la station « Lyon Centre », de type urbaine et située 20 rue du Lac, à moins de 500 m du périmètre de projet.

Cette station de mesure existant sur la zone de projet est une station de type « urbaine », qui permet de mesurer la pollution de fond à l'échelle de l'agglomération ; elle se trouve donc par définition à l'écart des zones de circulation. Pour qualifier la qualité de l'air à proximité des axes routiers, il faut considérer les émissions des véhicules en plus de la pollution de fond.

Station Lyon Centre



Figure 88 : Localisation de la station de mesure la plus proche du site « Lyon Centre »

Le tableau ci-dessous présente les moyennes des observations effectuées à cette station :

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Particules fines (PM_{10})						
Moyenne annuelle (objectif de qualité : 30 µg/m³)	28	**33**	28	29	23	24
Nombre jours dépassement seuil journalier (50 µg/m³) (valeur limite : ne doit pas dépasser 35 jours / an)	30	32	21	**42**	19	25
Dioxyde d'azote (NO_2)						
Moyenne annuelle (valeur limite : 40 µg/m³)	38	34	34	34	30	30

Tableau 20 : Résultats issus des mesures PM_{10} et NO_2 à la station Lyon Centre (d'après données Air Rhône-Alpes)

Particules fines PM_{10} : l'objectif de qualité (30 µg/m³ en moyenne annuelle) a été dépassé en 2009, mais la valeur limite (40 µg/m³) était respectée. En 2011, le seuil journalier de 50 µg/m³ a été dépassé plus de 35 jours dans l'année.

Dioxyde d'azote NO_2 : aucun dépassement de la moyenne annuelle n'a été recensé sur cette station depuis 2008. La consultation des rapports annuels d'Air Rhône-Alpes, pour les années 2011, 2012 et 2013, montre que des dépassements de valeurs limites en moyenne annuelle existent pour le NO_2, mais ont lieu sur des stations situées en proximité du trafic. Les dépassements de la moyenne annuelle sont plus fréquents que les dépassements de la moyenne horaire.

Néanmoins, il est difficile d'établir un diagnostic complet de la qualité de l'air en se basant uniquement sur les observations faites en une station. De plus, cette station est représentative du « fond urbain », or une certaine part de la population résidant ou travaillant dans le quartier de la Part-Dieu est située à proximité immédiate d'axes de transport et subit l'influence de ces sources. Enfin, la configuration-même des rues et bâtiments et leur orientation par rapport aux vents influent également sur la qualité de l'air.

Afin de mieux prendre en compte tous ces paramètres, un logiciel de modélisation de la qualité de l'air à l'échelle urbaine a été développé à l'échelle de l'agglomération lyonnaise. Développé par L'Ecole centrale de Lyon, le modèle SIRANE est un modèle de dispersion atmosphérique en milieu urbain qui permet de simuler la qualité de l'air d'une ville, d'un quartier ou d'une rue. Ce logiciel est exploité par Air Rhône-Alpes et permet de fournir des cartes précises d'exposition à la qualité de l'air à l'échelle de quartiers.

Ainsi, les cartes suivantes, fournies par Air Rhône-Alpes, permettent de visualiser la situation à une échelle réduite correspondant au périmètre de la ZAC.

Ces cartographies montrent que pour les particules et les oxydes d'azote, on rencontre des niveaux plus forts d'exposition à proximité immédiate des axes routiers, sur une bande plus ou moins étroite autour de ceux-ci suivant les axes. La différence entre bord de voirie et cœur d'ilot est encore plus marquée pour le dioxyde d'azote.

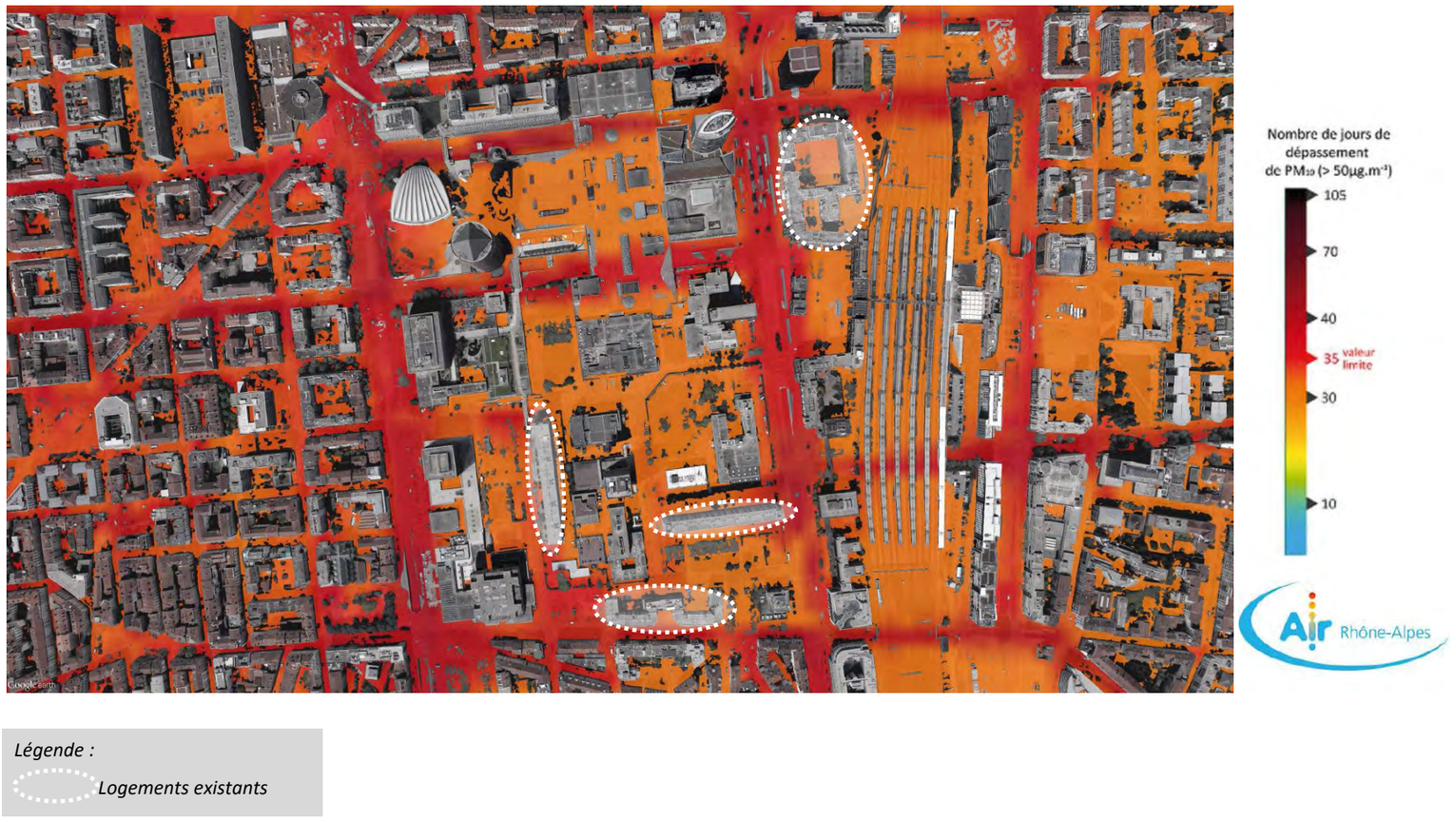
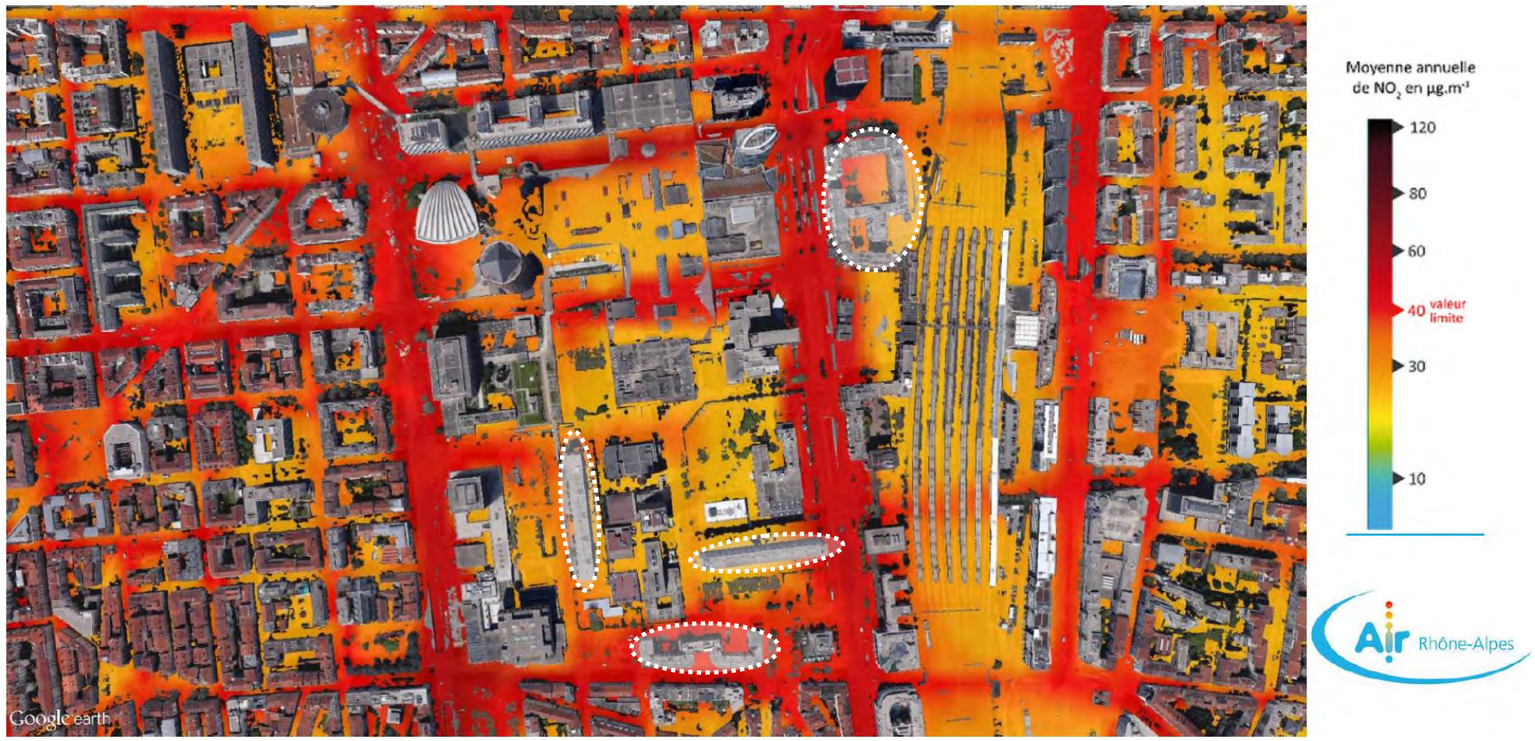


Figure 89 : Cartographie d'exposition à la pollution aux particules fines PM10 (nb jours > 50µg/m3) en 2013, à l'échelle de la ZAC (source : Air Rhône-Alpes)



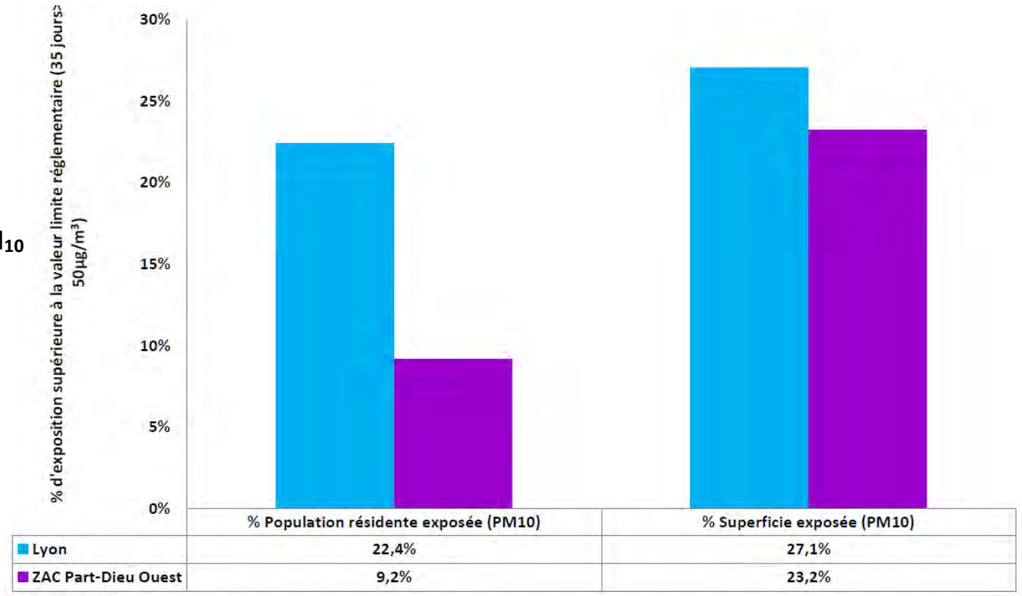
Légende :
Logements existants

Figure 90 : Cartographie d'exposition à la pollution au NO_2 en 2013, à l'échelle de la ZAC (source : Air Rhône-Alpes)

Grâce au modèle de dispersion utilisé par Air Rhône-Alpes, et en croisant les résultats des modélisations avec les cartes de population, il est possible de connaître la part de la population exposée à des dépassements de valeurs réglementaires.

Les graphiques suivants fournissent des informations à l'échelle de la ZAC :

PM_{10}



NO_2

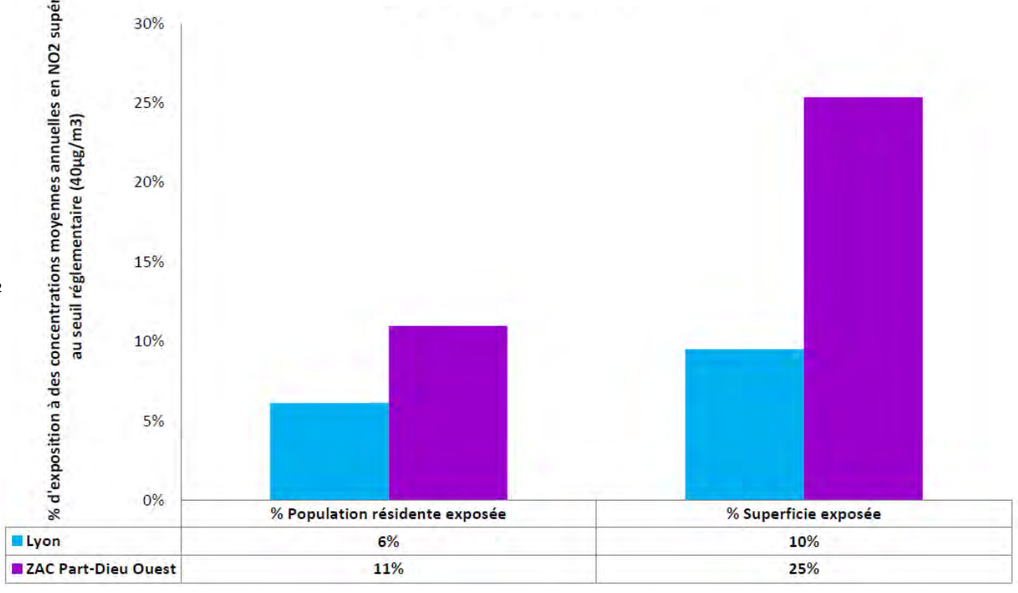


Figure 91 : Part de la population et de la surface exposées à des dépassements des valeurs limites PM_{10} et NO_2 (source : Air Rhône-Alpes, données pour l'année 2013)

Les données d'exposition sont exprimées en pourcentage de la population résidente, mais également en pourcentage de la superficie totale pour tenir compte des autres personnes présentes sur la ZAC et du fait que le quartier de la Part-Dieu est fréquenté par des personnes ne résidant pas sur place : travailleurs, usagers des transports en commun, visiteurs...

Pour les particules PM_{10}, le pourcentage de la surface exposée à une concentration supérieure au seuil réglementaire s'élève à environ 23 % sur la ZAC, ce qui est légèrement inférieur à ce qui est constaté à l'échelle de la ville de Lyon. Ces valeurs proches s'expliquent par une pollution de fond importante en particules fines.

Sur la ZAC, environ 9 % de la population est exposée à une concentration supérieure au seuil réglementaire, contre 22 % à l'échelle de la ville. En effet, l'éloignement des logements existants sur la ZAC par rapport aux axes routiers principaux permet de limiter l'exposition des populations.

Pour le NO_2, environ 11 % de la population est exposée à une concentration supérieure au seuil réglementaire. Aussi bien en termes de population que de surface, l'exposition est plus élevée sur la ZAC qu'à l'échelle de la ville de Lyon.

En effet, il faut rappeler que la pollution au NO_2 est très fortement liée au trafic routier, et que la ZAC est entourée d'axes routiers très fréquentés. Cependant, la cartographie en page précédente met en évidence que la concentration en NO_2 diminue de façon significative lorsqu'on s'éloigne des axes routiers très fréquentés.

4.4.3. AUTRES POLLUANTS REGLEMENTES

Les autres polluants réglementés et non traités dans le paragraphe précédent sont :

- ✓ Le monoxyde de carbone
- ✓ L'ozone
- ✓ Le benzène
- ✓ Les oxydes d'azote
- ✓ Les particules fines de diamètre inférieur à 2,5 microns (PM2.5)
- ✓ Le benzo(a)pyrène
- ✓ Le plomb
- ✓ Les métaux : Arsenic, Cadmium, Nickel.

Les seuils réglementaires applicables à ces polluants sont détaillés dans le Tableau 18.

Parmi ces polluants, d'après le bilan détaillé de l'état de la qualité de l'air réalisé dans le cadre du Plan de Protection de l'Atmosphère de l'agglomération lyonnaise, les polluants suivants ont présenté des dépassements de valeurs cibles ou valeurs limites entre 2007 et 2010 : particules fines $PM_{2.5}$, ozone, benzène et benzo(a)pyrène. Ces quatre polluants sont détaillés ci-dessous. Les autres polluants ne sont pas considérés dans l'étude.

<u>Particules fines $PM_{2.5}$</u>

Le graphe ci-dessous, extrait du PPA de l'agglomération lyonnaise, montre que les moyennes annuelles sont très proches de la valeur limite qui sera applicable à partir de 2015 (25 µg/m^3). C'est donc un polluant à considérer avec attention. On ne dispose pas d'éléments plus précis sur les évolutions à attendre dans les prochaines années, mais ses caractéristiques étant très semblables à celles des particules fines PM_{10}, on peut raisonnablement s'attendre à une évolution favorable.

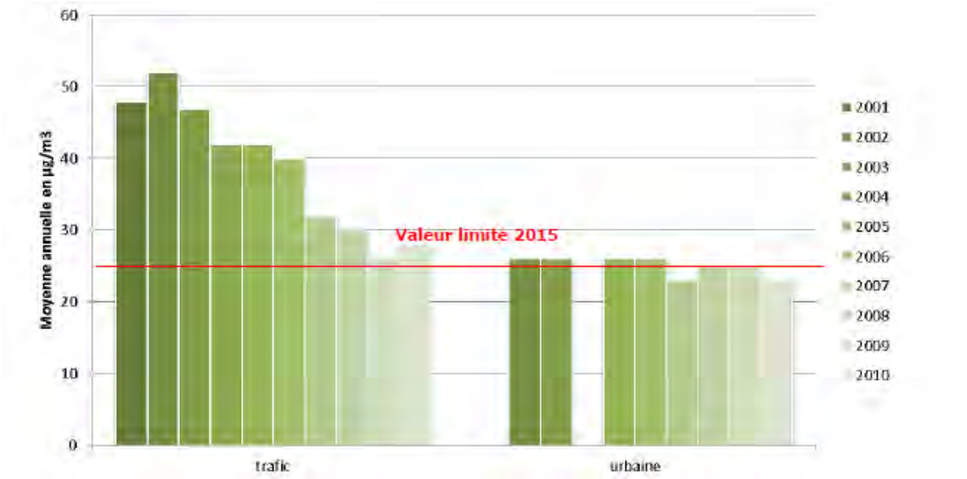


Figure 92 : évolution des concentrations en particules fines PM2.5 sur l'agglomération lyonnaise entre 2000 et 2010 (source : PPA de l'agglomération lyonnaise, version finale du 31/01/2014)

Ozone

L'ozone est un polluant dit « secondaire » : il se forme, dans des conditions de fort ensoleillement et faible vent (donc plutôt en période estivale) par la réaction entre des polluants dits « précurseurs », essentiellement les oxydes d'azote et les composés organiques volatils. Il n'existe donc pas d'émetteur direct d'ozone.

Pour réduire les teneurs d'ozone dans l'air, il faut agir sur l'équilibre entre oxydes d'azote et composés organiques volatils.

En outre, ce polluant n'est pas concerné par une valeur limite mais une valeur « cible », donc sans caractère contraignant.

La pollution à l'ozone touche avant tout la périphérie de l'agglomération, dans les zones périurbaines. Même s'il s'agit d'une problématique importante à l'échelle de la région, touchant une part majoritaire de la population régionale, il ne semble pas prioritaire de considérer en détail la pollution à l'ozone dans le cadre de cette étude : l'aire d'étude se situe en zone urbaine et il est difficile d'appréhender le phénomène à une échelle aussi restreinte.

Benzène et benzo(a)pyrène

Les niveaux de concentration les plus forts pour ces polluants et ne respectant pas les valeurs limites, ont été observés à proximité de sites industriels (Vénissieux pour le benzo(a)pyrène et Feyzin pour le benzène). Les niveaux de fond observés en zone urbaine et les niveaux en proximité trafic ont beaucoup diminué et sont maintenant nettement inférieur à l'objectif de qualité.

Ces polluants ne présentent a priori pas d'enjeux particuliers par rapport à l'aire d'étude.

4.4.4. EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES REALISEE DANS LE CADRE DE L'ETUDE AIR-SANTE

Afin d'étudier les effets du projet sur la santé du point de vue de la qualité de l'air, une modélisation de la dispersion des émissions polluantes a été réalisée pour trois scénarios, dont l'état initial établi sur la base des trafics et conditions météorologiques actuelles.

Les résultats complets sont disponibles dans l'étude air-santé, en annexe.

Les cartographies des concentrations moyennes annuelles simulées en NO_2 et PM10 pour l'état initial confirment les observations d'air Rhône-Alpes, c'est-à-dire des niveaux plus forts d'exposition à proximité immédiate des axes routiers, sur une bande plus ou moins étroite autour de ceux-ci suivant les axes.

Cette modélisation a été suivie d'une évaluation quantitative des risques sanitaires au droit des sites sensibles sur le domaine d'étude. Elle prend en compte les polluants à enjeux mentionnés ci-dessus, ainsi que d'autres polluants conformément à la réglementation et aux guides techniques en vigueur.

A l'état initial, les résultats sont les suivants en fonction du type d'exposition et des effets sur la santé :

Type d'exposition et d'effets sur la santé	Résultats de l'évaluation quantitative des risques sanitaires au droit des sites sensibles
Exposition aiguë : comparaison aux valeurs guides	✓ aucun dépassement en NO_2 ✓ dépassements pour les PM_{10} et $PM_{2,5}$ pour tous les sites sensibles
Expositions chroniques à effets à seuil de dose (effets non cancérigènes)	✓ dépassements de valeur guide pour les PM_{10} et $PM_{2,5}$ pour l'ensemble des sites sensibles ✓ dépassements en NO_2 au niveau de 3 sites sensibles, localisés en dehors du périmètre de la ZAC) : • deux Micro-crèches (Microsphère et Microgourmand), situées à proximité des Halles le long du cours Lafayette • le complexe Sportif Paul Bert, situé à l'angle du boulevard Vivier-Merle et de la rue du pensionnat • une salle multisports, situé rue Paul Bert à l'Est des voies ferrées ✓ aucun dépassement pour les 12 autres substances modélisées
Expositions chroniques à effets sans seuil de dose (effets cancérigènes)	✓ aucun dépassement pour 10 substances ✓ dépassements pour le benzène pour tous les sites sensibles ; cependant les émissions induites par le trafic routier local ne contribuent que faiblement aux dépassements estimés (moins de 15%).
Risques cumulés à effet à seuil (exposition à plusieurs substances)	✓ aucun dépassement, quel que soit le système biologique humain susceptible d'être atteints (respiratoire, nerveux, reproductif et développemental, hématologique et immunitaire, urinaire) suite à une exposition à plusieurs substances considérées dans le cadre de cette étude
Risques cumulés à effet sans seuil (exposition à plusieurs substances)	✓ dépassements pour tous les sites sensibles, le benzène contribuant majoritairement à ce dépassement quel que soit l'état d'étude appréhendé ; or, comme expliqué ci-dessus, c'est le niveau de fond qui est le contributeur principal des niveaux de risque estimé pour le benzène. Par voie de conséquence, il est possible d'indiquer que le niveau de fond contribue le plus aux dépassements observés du seuil sanitaire pour ce type de risque.

Tableau 21 : Evaluation quantitative des risques sanitaires au droit des sites sensibles à l'état initial (source : étude air-santé, Numtech, juin 2016)

L'état initial pour les particules fines (PM_{10}) et dioxyde d'azote (NO_2), deux polluants sous forte contrainte réglementaire, montre une situation relativement sensible, avec une problématique particulière de dépassements des valeurs limites en proximité immédiate des axes routiers. De plus, une attention particulière est aussi à apporter aux particules fines $PM_{2.5}$, qui sont soumises à une valeur limite contraignante depuis le 1er janvier 2015. Enfin, les effets cancérigènes du benzène sont également mis en avant par l'évaluation quantitative des risques sanitaires réalisée au droit des sites sensibles recensés sur le domaine d'étude.

Ces problématiques sont déjà existantes actuellement en l'absence de la ZAC Part-Dieu Ouest.

Les enjeux de qualité de l'air étant à appréhender à l'échelle de l'agglomération, et le volant d'action du projet limité car pouvant apporter des réponses à la pollution de proximité uniquement, le niveau d'enjeu au regard du projet est qualifié de moyen.

4.4.5. QUALITE DE L'AIR INTERIEUR

Nous vivons principalement dans des espaces clos, qu'il s'agisse de lieux accueillant du public (transports, administrations, écoles, hôpitaux, salles de sport et de cinéma, etc.), de bâtiments professionnels (bureaux et commerces) ou d'espaces privés (logements individuels ou collectifs). *(source : Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur - OQAI)*

Les polluants retrouvés dans les espaces clos sont majoritairement les mêmes que ceux retrouvés dans l'air ambiant, mais il existe aussi des polluants ou des sources spécifiques : fumée de tabac, amiante, radon, appareils de chauffage ou de cuisson, ameublement, utilisation de produits de décoration, ménage, bricolage, allergènes et moisissures, etc.

Une des spécificités de l'air intérieur, par rapport à l'air extérieur, est que ces polluants, même émis en très faibles quantités, peuvent s'accumuler et atteindre des concentrations non négligeables, en particulier si les bâtiments n'ont pas un renouvellement de l'air suffisant. Ils peuvent ainsi avoir des effets sanitaires significatifs : d'après l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI), *le coût des effets d'une mauvaise qualité de l'air intérieur en France, calculés selon les indicateurs globaux de détriment sanitaire utilisés par l'OMS, sont aujourd'hui estimés entre 12,8 et 38,4 milliards d'euros par an (Jantunen et al, 2011).*

L'OQAI a élaboré un classement des polluants de l'air intérieur sur la base de critères de toxicité à court et long terme, des niveaux d'exposition observés, de la traçabilité de certaines sources ainsi que sur la fréquence d'apparition des polluants dans les bâtiments. Une telle classification permet de disposer d'une vision prospective des enjeux sanitaires liés à la présence potentielle de ces substances dans l'air et aux poussières.

Ce classement a permis d'identifier les substances suivantes comme « Hautement Prioritaires » :

LOGEMENTS : 15 substances classées comme « Hautement Prioritaires » : formaldéhyde, benzène, monoxyde de carbone, di-2-éthylhexylphtalate (DEHP), acroléine, plomb, acétaldéhyde, PM_{10} et $PM_{2,5}$, cadmium, arsenic, benzo[a]pyrène, benzo[a]anthracène, 1,4-dichlorobenzène et chloroforme.

ECOLES : 6 substances classées comme « Hautement Prioritaires » : ormaldéhyde, benzène, acétaldéhyde, PM_{10} et $PM_{2,5}$, chrome

BUREAUX : 5 substances classées comme « Hautement Prioritaires » benzène, $PM_{2,5}$, mélange de PCB, éthylbenzène et formaldéhyde.

La loi Grenelle 2 a introduit dans le Code de l'environnement l'obligation de surveiller périodiquement la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public (ERP) accueillant des populations sensibles ou exposées sur de longues périodes.

Le Décret n°2011-1728 du 2 décembre 2011 relatif à la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public mettait en œuvre de façon progressive cette obligation, avec le calendrier suivant :

- ✓ avant le 1er janvier 2015 pour les établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans et les écoles maternelles,
- ✓ avant le 1er janvier 2018 pour les écoles élémentaires,
- ✓ avant le 1er janvier 2020 pour les accueils de loisirs et les établissements d'enseignement du second degré,
- ✓ avant le 1er janvier 2023 pour les autres établissements (structures sociales et médico-sociales rattachées aux établissements de santé, établissements d'accueil de personnes handicapées, établissements pénitentiaires pour mineurs, piscines).

L'application de ce décret a finalement été repoussée en septembre 2014 par le ministère de l'écologie. De nouveaux textes ont été soumis à la consultation du public en décembre 2014. La mise en application du nouveau dispositif devrait se faire au 1er janvier 2018 pour les établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans et les écoles maternelles.

Il est difficile de disposer aujourd'hui d'un état initial de la « qualité de l'air intérieur » sur la zone d'étude. Mais face aux enjeux sanitaires et réglementaires de cette problématique, il semble important qu'elle soit bien prise en compte dans la conception et la programmation de la ZAC, en apportant une attention particulière au renouvellement d'air des bâtiments, d'autant plus si ceux-ci sont amenés à accueillir des populations sensibles et se situent dans des zones où la pollution de l'air ambiant est déjà élevée.

4.5. LES EMISSIONS LUMINEUSES

Les émissions lumineuses peuvent être une source de perturbations pour la santé et le bien-être des riverains ainsi que pour les écosystèmes : gêne visuelle, trouble du sommeil, modification du système proie-prédateur, perturbation des cycles de reproduction, perturbation des migrations… Elles représentent également une consommation énergétique à ne pas négliger.

On parle de pollution ou nuisance lumineuse lorsque les émissions lumineuses sont particulièrement nombreuses et/ou inadaptées, et qu'elles nuisent à l'obscurité normale et souhaitable de la nuit.

D'une façon générale, les émissions lumineuses sont principalement liées :

- ✓ à l'éclairage artificiel des espaces publics, des parkings, des voiries, des façades,
- ✓ à l'éclairage des commerces, bureaux et logements,
- ✓ aux enseignes et publicités lumineuses,
- ✓ au trafic routier.

A l'échelle de la ville, les vues de nuit mettent en évidence les monuments emblématiques tels que la basilique de Fourvière et la Tour de la Part-Dieu, les quais du Rhône et de la Saône où plusieurs bâtiments sont mis en valeur grâce à un éclairage spécifique, et les principaux axes routiers.



Figure 93 : Vue panoramique de Lyon la nuit depuis la colline de Fourvière (2009)
(source : Bibliothèque municipale de Lyon, droits CC Créative Commons)

Au niveau du site de projet, l'ambiance lumineuse est marquée par les éclairages des espaces publics et voiries, ainsi que des immeubles de bureaux et de logements. Aux heures de pointes, les phares des véhicules constituent également une source importante de lumière.

Le boulevard Vivier-Merle est le secteur le plus éclairé du périmètre de projet, du fait de la présence du pôle d'échanges de transport en commun, et du fait de la proximité immédiate d'équipements tels que le centre commercial et la bibliothèque. Sur la place Béraudier dépourvue de circulation, et les axes de desserte au cœur de la ZAC, les émissions lumineuses sont plus limitées.

Les émissions lumineuses sont toutefois atténuées du fait que le site se trouve au sein d'une grande agglomération, en milieu fortement urbanisé.

4.6. LES RISQUES TECHNOLOGIQUES

4.6.1. LES INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

La base de données des installations classées pour la protection de l'environnement recense 42 établissements sur la commune de Lyon.

Autour du site de projet, on recense les installations suivantes en activité, relevant toutes du régime d'autorisation :

- ✓ Société ELVYA - Chaufferie Lafayette, cours Lafayette,
- ✓ Société Lyonnaise de Transports en Commun, boulevard Vivier-Merle,
- ✓ Tour Incity, angle cours Lafayette/rue Garibaldi.



Figure 94 : Localisation des établissements ICPE autour du site de projet
(source : base des Installations Classées)

D'autres installations, relevant du régime de déclaration, sont également présentes au sein du périmètre de projet. Il s'agit des bâtiments suivants : Caisse d'Epargne, tour EDF, Société Civile Centrale Monceau, RTE Transport Electrique Rhône-Alpes Auvergne.

Les établissements lyonnais relevant du régime d'autorisation avec servitudes, dits Seveso, sont situés sur le 7ème arrondissement. Ils sont au nombre de 3 et font l'objet d'un plan de prévention des risques technologiques (PPRT Pierre-Bénite) qui ne concerne pas le périmètre d'étude (> 5 km de celui-ci).

4.6.2. LES PLANS DE PREVENTION DES RISQUES TECHNOLOGIQUES

La commune de Lyon est concernée par 2 Plans de Prévention des Risques Technologiques (PPRT), relatifs aux sociétés suivantes :

- ✓ Arkema à Pierre-Bénite et Dépôt Pétrolier de Lyon, Entrepôt Pétrolier de Lyon, Stockage Pétrolier de Lyon sur le Port Edouard Herriot à Lyon 7° : PPRT prescrit le 15/01/2009.
- ✓ Kem One (Arkema), Rhodia et Bluestar à Saint-Fons.

Plus précisément, ces PPRT ne concernent pas tout le territoire de la commune de Lyon mais uniquement le 7ème arrondissement.



Figure 95 : Localisation des périmètres d'étude des PPRT autour du site de projet
(source : Carmen Rhône-Alpes)

Les aléas et enjeux de ces PPRT ont été cartographiés. Le site de projet n'est pas concerné par les risques technologiques car il est situé hors de la zone d'étude et des zones d'effets de ces PPRT.

4.6.3. LES RISQUES DE TRANSPORT DE MATIERES DANGEREUSES

Les risques de transport de matières dangereuses sont consécutifs à un accident se produisant lors du transport de ces marchandises par :

- ✓ Voies routières,
- ✓ Axes ferroviaires,
- ✓ Canalisations,
- ✓ Voies navigables,
- ✓ Plateformes multimodales,
- ✓ Gares de triage[7].

La commune de Lyon est concernée par les risques de transport de matières dangereuses.

Autour du site de projet, on recense le risque de transport par voies routières, ainsi que le risque de transport par axes ferroviaires.

[7] Gare spécialisée chargée de recevoir les trains de marchandises provenant de diverses directions, de trier les wagons par direction de destination, de former de nouveaux trains et de les expédier.

Concernant le risque par voies routières, les transporteurs empruntent des axes définis. Le cours Lafayette, la rue Garibaldi, l'avenue Félix Faure et l'avenue Thiers sont identifiés comme itinéraire secondaire de desserte et sont susceptibles d'être empruntés. Au droit du périmètre de projet, les trémies sont identifiées comme interdites aux marchandises dangereuses.

Le rail est quant à lui soumis au Règlement concernant le transport International ferroviaire des marchandises Dangereuses (R.I.D.). Elaboré par l'Organisation intergouvernementale pour les transports internationaux ferroviaires (OTIF), qui réunit 46 pays, le RID est imposé sur le territoire européen par la directive européenne 2008/68/CE, elle-même transposée en droit français par l'arrêté ministériel dit « arrêté TMD ».

Afin de garantir la sécurité de tous et préserver l'environnement, le RID établit la liste des marchandises dites dangereuses qui peuvent, sous réserve du respect de plusieurs règles, être acheminées du site de chargement jusqu'au site de livraison.

Il existe 13 classes de marchandises dangereuses. Chacune fait l'objet de dispositions spécifiques.

4.6.4. LES RISQUES DE RUPTURE DE BARRAGE

La commune de Lyon est soumise au risque de rupture de barrage, lié au barrage de Vouglans, situé dans le Jura.

Le barrage de Vouglans, représentant 605 millions de m^3 et implanté sur la rivière d'Ain, présente des risques tels qu'il est susceptible en cas de rupture d'impacter la commune. Ce barrage est soumis à un Plan Particulier d'Intervention.

Des calculs ont permis de déterminer qu'en cas de rupture de ce barrage, une onde de submersion d'une hauteur de plus de 10 mètres atteindrait Lyon en 9 heures de temps (source : plan communal de sauvegarde de la ville de Lyon).

La programmation du projet ne présente pas de risques technologiques car il est à vocation de bureaux, commerces et logements.

4.7. LES RESEAUX

Cette partie présente l'état des lieux des réseaux humides ainsi que des réseaux secs sur le périmètre de projet.

Eau potable :

Le réseau d'eau potable est recensé au droit de l'ensemble des voiries sur le périmètre de projet, seule la partie Est de la rue du Docteur Bouchut n'est pas concernée. Il faut noter la présence au droit du boulevard Vivier-Merle de deux canalisations de diamètre important (D 1000 mm).

Assainissement et eaux pluviales :

Sur le périmètre d'étude, le réseau est unitaire, il collecte à la fois les eaux usées issues des différents bâtiments et les eaux pluviales du secteur.

L'ensemble des voiries du périmètre de projet est concerné par la présence d'un réseau d'assainissement. Il faut noter la présence au droit du boulevard Vivier-Merle d'une canalisation de diamètre important (D 1000 mm).

Electricité :

Le réseau RTE est recensé sur le périmètre de projet. Ce réseau concerne le cours Lafayette, ainsi que le boulevard Vivier-Merle, la rue Desaix, la rue des Cuirassiers et la partie Ouest des rues Bouchut et Paul Bert.

Le réseau HTA est assez dense sur le périmètre de projet, il est recensé au droit de la majorité des voiries et bâtiments du périmètre de projet.

Le réseau BT est également présent sur le périmètre de projet, et plus particulièrement au niveau des secteurs habités (place de Milan, secteur Cuirassiers/Desaix).

Gaz :

Sur le périmètre de projet, le réseau de distribution gaz dessert presque toutes les voiries du périmètre d'étude. La rue de Bonnel, la rue Servient et l'avenue Pompidou ne sont pas concernées, ainsi que la partie Ouest des rues Bouchut et Desaix.

Gaz – transport :

Au niveau du périmètre d'étude, aucune canalisation de transport de gaz n'est recensée.

Réseau de chaleur urbain :

Le périmètre de projet est desservi par le réseau de chaleur urbain, qui permet la mise en place de sous-stations locales d'échange pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire. Un réseau d'eau glacée permet quant à lui la production de froid. Sur le secteur, ces réseaux sont alimentés par la chaufferie Lafayette.

Le réseau de chauffage concerne la majorité des voiries. Il faut noter que la rue des Cuirassiers n'est pas concernée par la présence de réseau, de même qu'une partie des rues Desaix et Paul Bert.

Le réseau de froid dessert quant à lui le boulevard Deruelle, la rue du Lac et la rue du Docteur Bouchut.

Réseaux télécom :

Les réseaux de télécommunication desservent l'ensemble des voiries du périmètre de projet. Il s'agit principalement des conduites France Telecom et des fourreaux des opérateurs.

Réseaux TCL :

Du fait de la présence du pôle d'échanges multimodal, le réseau TCL est particulièrement important au niveau du périmètre d'étude. Sur le boulevard Vivier-Merle principalement, ainsi qu'au croisement Lafayette/Vivier-Merle, sur la rue Servient et la rue Paul Bert, sont recensés des poteaux et mâts de lignes aériennes de contact, de même que des ancrages en façade et des lignes d'alimentation par le sol.

En synthèse, le périmètre de projet est donc particulièrement dense en termes de réseaux, avec des secteurs plus sensibles du fait de la concentration de différents réseaux, comme le boulevard Vivier-Merle par exemple. L'existence de ces réseaux est prise en compte dans la conception du projet et les aménagements associés.

Les réseaux les plus importants et qui sont susceptibles de générer des contraintes lors de la réalisation des projets sont :

- ✓ le collecteur principal d'assainissement 6mx5m, côté Ouest du boulevard Vivier-Merle. Il assure la collecte des eaux usées vers la station de traitement de Saint-Fons
- ✓ deux réseaux d'adduction d'eau, de 1000 mm de diamètre, sous le boulevard Vivier-Merle
- ✓ le réseau de chauffage urbain ELVYA.

4.8. LES CONSOMMATIONS D'ENERGIE

Dans un contexte de raréfaction et de renchérissement des énergies fossiles, et avec de forts objectifs politiques et réglementaires en termes d'économies d'énergie, il est important que le projet de ZAC prenne en compte les aspects énergétiques.

Le graphe ci-dessous présente l'évolution des consommations annuelles d'énergie finale (énergie livrée au consommateur) sur la commune de Lyon entre 2000 et 2012, avec une comparaison par rapport à 1990.

Cette courbe montre une relative stabilité des consommations énergétiques entre 2000 et 2012, avec une moyenne se situant à 689 ktep (tonnes équivalent pétrole) d'énergie finale par an, soit 28% de plus que la consommation de l'année de référence 1990.

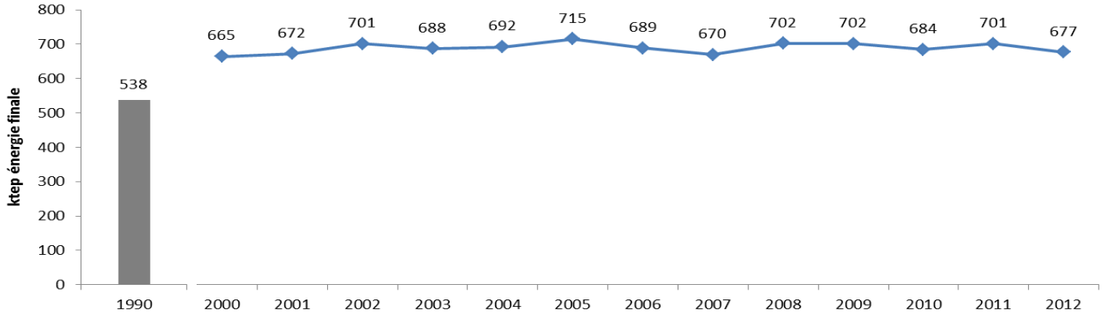


Figure 96 : Consommation d'énergie finale de la ville de Lyon en ktep à climat normal tous secteurs
(source : OREGES Rhône-Alpes – données mises à jour le 16 mai 2014)

Les objectifs de référence en termes d'économie d'énergie sont les suivants :

- ✓ Niveau national : réduire de 20% les consommations d'énergie primaire par rapport au tendanciel à horizon 2020
- ✓ Niveau régional (SRCAE) : réduire de 20% les consommations d'énergie finale (21,4% en énergie primaire) par rapport au tendanciel à horizon 2020, soit -30% d'énergie finale entre 2005 et 2030
- ✓ Niveau local (Plan Climat du Grand Lyon) : réduire de 20% la consommation d'énergie sur le territoire entre 2000 et 2020. Cet objectif est repris dans le Plan Climat de la Ville de Lyon.

Ces objectifs sont très ambitieux. Traduire l'objectif du SRCAE à l'échelle de la Ville en l'appliquant aux valeurs ci-dessus (715 ktep en 2005) montre qu'il faudrait revenir en 2030 à une consommation d'énergie de 500 ktep, inférieure à celle de 1990.

Dans le cadre du projet européen TRANSFORM, un diagnostic énergétique du quartier Part-Dieu a été élaboré à partir du croisement des données énergétiques et bâties. La maquette ci-dessous représente le rapport entre la surface du programme et l'énergie totale consommée par la zone chaque année. Ce mode de représentation permet d'identifier les bâtiments performants, dont la surface est grande par rapport à la consommation énergétique.



Figure 97 : Maquette des consommations énergétiques et des surfaces
(Source : Plan de Référence V2, annexe Cahier « Part Dieu durable : les systèmes »)

Ce diagnostic montre que la plupart des constructions existantes (à quelques exceptions près) sont obsolètes d'un point de vue énergétique (systèmes fortement consommateurs d'énergie, isolation thermique insuffisante...).

En termes d'enjeux, l'état initial montre que le projet devra prendre en compte la limitation des déperditions d'énergie dans sa conception.
De plus, une étude de potentiel en développement des énergies renouvelables et raccordement au réseau de chaleur a été réalisée et jointe au dossier de création de la ZAC.

4.9. LA GESTION DES DECHETS

4.9.1. A L'ECHELLE DE LA METROPOLE DE LYON

Le Grand Lyon, et désormais la Métropole de Lyon, exerce la compétence de la collecte et du traitement des ordures ménagères et assimilées des communes qui sont membres.

- ✓ les ordures ménagères, collectées dans les bacs gris,
- ✓ les déchets recyclables, collectés dans bacs verts pour les emballages et papiers, et en points d'apport volontaire pour le verre,
- ✓ les déchets occasionnels et les déchets encombrants, collectés en déchèteries.

Il existe 18 déchèteries, implantées sur le territoire de l'agglomération lyonnaise.

Les installations de valorisation et de traitement des déchets du Grand Lyon sont entre autres, les suivantes :

- ✓ 2 centres de tri pour les déchets recyclables, l'un à Rillieux-la-Pape, l'autre à Saint-Fons,
- ✓ 2 plateformes de compostage pour les déchets verts, l'une à Ternay et la seconde à Décines-Charpieu,
- ✓ 2 centres de valorisation thermique des déchets non recyclables, l'un à Rillieux-la-Pape et le second à Gerland.

Les déchets assimilables aux déchets ménagers et produits par les collectivités, les commerçants, les artisans, les établissements publics... sont quant à eux des déchets dits Déchets d'Activités des Entreprises (DAE). Ils sont à dissocier des déchets dits Déchets Dangereux (DD), qui, de par leur nature ou leur quantité nécessitent des modes de gestion et d'élimination particuliers ne pouvant être pris en charge par les collectivités locales.

Les DAE sont, comme les déchets ménagers, en partie recyclables. En ce qui concerne les gros producteurs de déchets, le Grand Lyon peut assurer la collecte des DAE moyennant une redevance spéciale. Sinon, la collecte est assurée par des prestataires privés.

Les déchets dangereux doivent être enlevés par une entreprise spécialisée.

Concernant les déchets du BTP, il faut également considérer 3 catégories de déchets du BTP :

- ✓ les déchets inertes du BTP (et les déchets inertes des ménages collectés en déchèteries),
- ✓ les déchets non dangereux du BTP,
- ✓ les déchets dangereux du BTP.

A l'échelle du Rhône, ce sont 3 394 000 tonnes de déchets et matériaux générés par les entreprises de travaux publics dont :

- ✓ déchets et matériaux inertes : 3 315 000 tonnes (97 %)
- ✓ déchets non inertes non dangereux : 27 000 tonnes (1 %)
- ✓ déchets dangereux : 52 000 tonnes (2 %)

4.9.2. A L'ECHELLE DU PERIMETRE DE PROJET

Le quartier de la Part-Dieu produit divers types de déchets, liés aux activités tertiaires, aux habitations ou aux commerces et aux chantiers.

Au sein du périmètre de projet, la collecte des ordures ménagères, collectées dans les bacs gris, s'effectue les lundis, mercredis, jeudis et samedis (comme sur l'ensemble du territoire du 3ème arrondissement de Lyon).

Les bacs de déchets recyclables sont quant à eux collectés les mardis et vendredis.

Les corbeilles mises en place sur les voiries, trottoirs,… ne permettent pas le tri des déchets recyclables tels que les emballages et papiers.

Les déchèteries du Grand Lyon les plus proches de la Part-Dieu sont celles de Villeurbanne Sud, Villeurbanne Nord et Lyon 7ème.



Figure 98 : Déchèteries du Grand Lyon à proximité de la Part-Dieu (source : site internet Grand Lyon)

Les générateurs de déchets les plus importants, comme le centre commercial ou la gare, disposent déjà de systèmes spécifiques de collecte, de tri, de stockage et d'évacuation des déchets, qui pourront être modernisés et développés dans le cadre des projets de restructuration de ces deux équipements majeurs. Certains équipements tels que le centre commercial sont équipés de corbeilles permettant le tri des déchets recyclables.

Pour les entreprises et hôtels situés au sein du périmètre de projet, la collecte des DAE s'effectue soit par des prestataires privés soit, sous certaines conditions, par le service public.

5. L'ENVIRONNEMENT NATUREL ET PHYSIQUE

5.1. LE MILIEU NATUREL

5.1.1. CONTEXTE ECOLOGIQUE DU SITE

(1) ZONES DE PROTECTION REGLEMENTAIRE

Description générale : Une zone de protection réglementaire est « un espace géographique clairement défini, reconnu, consacré et géré, par tout moyen efficace, juridique ou autre, afin d'assurer à long terme la conservation de la nature ainsi que les services écosystémiques et les valeurs culturelles qui lui sont associés » (source : Union Internationale pour la Conservation de la Nature - UICN).

Parmi ces zones figurent, entre autre :

- ✓ les sites Natura 2000 (Sites d'Importante Communautaire / SIC, Zones Spéciales de Conservation / ZSC, Zones de Protection Spéciale / ZPS) : des sites sélectionnés sur la base des propositions des Etats membres par la Commission européenne pour intégrer le réseau Natura 2000 en application de la directive 'Habitats' (ZSC) ou de la directive 'Oiseaux' (ZPS) ;
- ✓ les sites concernés par un Arrêté Préfectoral de Protection du Biotope (APPB) : ils ont pour objectif de prévenir la disparition des espèces protégées (espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées) par la fixation de mesures de conservation des biotopes nécessaires à leur alimentation, reproduction, repos ou survie. Ces biotopes peuvent être constitués par des mares, des marécages, des marais, des haies, des bosquets, des pelouses ou par toutes autres formations naturelles peu exploitées par l'homme.

La zone d'étude est située en zone urbaine, au milieu de l'agglomération lyonnaise.

Les sites de protection réglementaire situés à proximité de celle-ci sont à plus de 3,5 km du quartier de la Part-Dieu.

Le site le plus proche est le SIC des « Pelouses, milieux alluviaux et aquatiques de l'Île de Miribel-Jonage », au Nord-Est de Lyon. L'extrémité Ouest de ce site est également concernée par un APPB, pour les « Îles de Crépieux-Charmy ». Ces sites sont décrits dans les tableaux ci-après.

Description du SIC	
Date	Date d'enregistrement en tant que Site d'Intérêt Communautaire : 07/11/2013 Site non arrêté à ce jour comme Zone Spéciale de Conservation (ZSC)
Surface	2849 hectares
Situation par rapport au projet	A 3,7 km au Nord - Nord-Est du quartier de la Part-Dieu. Entre le site et la zone d'étude, sont principalement présentes des zones fortement urbanisées (commune de Vaulx-en-Velin, Villeurbanne).
Présentation	L'île de Miribel-Jonage, située en zone péri-urbaine, constitue une entité artificielle, délimitée par deux canaux de Miribel et de Jonage. Ces aménagements ont fortement modifié la nature du site, qui était l'un des plus grands bassins de tressage de la vallée du Rhône, avec l'existence de dizaines d'îles instables. Ce site abrite encore de rares milieux témoins de ce qu'était le fleuve naturel avant son aménagement. La directive Habitats n'intéresse que les forêts de bords de rivières et les milieux humides associés au Rhône. Quelques prairies sèches à orchidées sont aussi d'intérêt communautaire.
Principaux habitats (> 10% de couverture)	✓ Forêts caducifoliées (30%) dont « Forêts alluviales à Alnus glutinosa et Fraxinus excelsior » (15%) ✓ Terres arables (20%) ✓ Eaux douces intérieures (Eaux stagnantes, eaux courantes) (15%)
Espèces emblématiques du site	Faune visée par la directive Habitats dont : ✓ poissons : Bouvière, Blageon, Toxostome, Lamproie de Planer, Apron du Rhône, Chabot commun, ✓ mammifères : le Castor d'Europe, ✓ insectes : Agrion de Mercure, Cuivré des marais, Lucane Cerf-volant, ✓ des chauves-souris : Grand Rhinolophe. Le Flûteau nageant, espèce végétale d'intérêt communautaire, est potentiel sur ce site.
Vulnérabilité	✓ liée au développement de certaines activités humaines : extractions de graviers, aménagement d'espaces de loisirs, construction de grandes infrastructures, agriculture et sylviculture intensives. Néanmoins, depuis une dizaine d'année, les milieux naturels sont mieux préservés et ne subissent plus de destructions importantes. ✓ perturbations du système hydraulique : baisse des nappes phréatiques (assèchements des milieux humides), réduction de l'effet régénérateur des crues… ✓ forte fréquentation touristique : dérangement de la faune, dégradation de la végétation…
Gestionnaire du site	SYMALIM (Syndicat mixte pour l'aménagement et la gestion du parc de loisir et du lac de Miribel-Jonage) : mise en œuvre du document d'objectifs Natura 2000. - Communauté urbaine de Lyon : APPB de Crépieux-Charmy.
Plan de gestion	DOCument d'OBjectifs (DOCOB) du site Natura 2000 de Miribel – Jonage, Septembre 2009

Tableau 22 : Site d'Importance Communautaire (SIC) des Pelouses, milieux alluviaux et aquatiques de l'Île de Miribel-Jonage



Figure 99 : Lac de Miribel-Jonage - Source : site du Grand Parc

Description de l'APPB	
Date	Arrêté n°1450 approuvé le 31 janvier 2006
Surface	397 hectares sur les communes de Rillieux-la-Pape et Vaulx-en-Velin
Situation par rapport au projet	A 3,8 km au Nord - Nord-Est du périmètre d'étude.
Présentation	Le site de Crépieux Charmy est le site majeur de production d'eau potable pour l'ensemble de l'agglomération lyonnaise.
Principaux habitats (> 10% de couverture)	Le site est constitué d'un habitat remarquable de pelouse sèche et de forêt alluviale.
Espèces emblématiques du site	Le site accueille un milieu diversifié témoin d'un équilibre fleuve-sol-végétation et qui abrite de nombreuses espèces faunistiques et floristiques protégées. Il favorise notamment la présence d'orchidées, de l'Ophioglosse, de Saule faux daphné, de vigne sauvage et d'Euphorbe des marais. Il est une possibilité de refuge notamment pour le Castor, le Milan noir et le Crapaud calamite. Il offre également la possibilité de repli ou de repos pour de nombreuses espèces d'oiseaux et d'insectes.
Vulnérabilité	✓ Perturbations du système hydraulique ✓ Atteinte à la qualité des eaux

Tableau 23 : Arrêté Préfectoral de Protection du Biotope (APPB) des Îles de Crépieux-Charmy

(2) ZONES D'INVENTAIRES

Description : Une zone d'inventaire correspond à un espace naturel terrestre remarquable. Elle ne constitue pas une mesure de protection réglementaire mais apporte des indications quant aux enjeux floristiques et faunistiques du site.

Parmi ces zones figurent, entre autres, les Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF), les Zones d'Importance Communautaire pour les Oiseaux (ZICO).

On distingue deux types de ZNIEFF :

- ✓ Les ZNIEFF de type I, de superficie réduite, sont des espaces homogènes d'un point de vue écologique et qui abritent au moins une espèce et/ou un habitat rare ou menacé, d'intérêt aussi bien local que régional, national ou communautaire ; ou ce sont des espaces d'un grand intérêt fonctionnel pour le fonctionnement écologique local.
- ✓ Les ZNIEFF de type II sont de grands ensembles naturels riches, ou peu modifiés, qui offrent des potentialités biologiques importantes. Elles peuvent inclure des ZNIEFF de type I et possèdent un rôle fonctionnel ainsi qu'une cohérence écologique et paysagère.

Les zones d'inventaires les plus proches du projet (<4km) sont :

Distance/ projet	Nom de la ZNIEFF	Caractéristiques
1 km	ZNIEFF II : Ensemble formé par le fleuve Rhône, ses lones et ses brotteaux à l'amont de Lyon	Le complexe écologique formé par les " lônes " (bras du Rhône), les îles, les " brotteaux ", les gravières et les bassins de Jonage constitue un ensemble fonctionnel remarquable. L'intérêt de cet ensemble vaut pour les mêmes espèces que celles citées pour le SIC (voir ci-avant) ainsi que l'avifaune (Bouscarle de Cetti, nombreuses espèces hivernantes, Pic cendré…), les batraciens (Pelodyte ponctué, Rainette verte et méridionale…), ou encore la flore (Orchis à odeur de vanille, Inule des fleuves, Cornifle nageant, …). Transformé de longue date par les travaux hydrauliques, les extractions de granulats, le tourisme (notamment le parc de Miribel-Jonage), le secteur a depuis lors fait l'objet de travaux de réhabilitation écologique et de préservation des fonctionnalités naturelles telles que le champ d'expansion naturelle des crues, la protection de la ressource en eau, la préservation de zones de passages, d'étape migratoire, de dortoirs, et d'échanges entre le fleuve et les réseaux affluents. Dans un contexte périurbain, la zone constitue **un large corridor écologique autour du fleuve et de ses annexes, associant zones humides et landes sèches**.
1,6 km	ZNIEFF II : Val de Saône méridional	Cet ensemble naturel concerne le cours de la Saône, ses annexes fluviales et sa plaine inondable, qui constituent la zone humide la plus étendue du bassin hydraulique de Rhône-Méditerranée, et l'une des plaines alluviales les mieux conservées de France. A l'approche de Lyon, la délimitation se restreint à la rivière proprement dite, à ses îles et à ses franges immédiates. Il comporte : ✓ des types d'habitats naturels dont la préservation est considérée comme un enjeu européen : prairies à Oenanthe fistuleuse par exemple, ✓ une flore très riche (Stratiote faux-aloès, Inule des fleuves, …), ✓ des milieux contribuant à la préservation d'un important réservoir d'eaux souterraines, ✓ un axe migratoire majeur pour l'avifaune, ✓ une étape migratoire, une zone de stationnement, d'alimentation et de reproduction pour plusieurs espèces d'oiseaux remarquables ✓ des zones de frayères indispensables à certaines espèces (Brochet par exemple). L'ensemble est cité comme exceptionnel dans l'inventaire régional des paysages. Plusieurs sites sont à cet égard particulièrement remarquables (secteur entre Belleville et Villefranche, Ile Barbe…).
3,2 km	ZNIEFF I : Prairie de la Feyssine	Le site de la Feyssine, inscrit dans le lit majeur du Rhône, constitue un milieu prairial riche d'une multitude d'espèces de faune et de flore : ✓ 17 espèces d'orchidées sont notamment présentes, dont l'Epipactis du Rhône (espèce endémique de la vallée du Rhône) et la Spiranthe d'automne ✓ une fougère à l'aspect très singulier, l'Ophioglosse (ou "Langue de serpent"), ✓ l'Ail des ours. ✓ une famille de Castor d'Europe ✓ une espèce de chauve-souris: la Sérotine commune.

Distance/ projet	Nom de la ZNIEFF	Caractéristiques
3,7 km	ZNIEFF I : Bassin de Miribel Jonage	Malgré les aménagements des canaux de Jonage et Miribel, ce site a néanmoins conservé une mosaïque remarquable de milieux naturels tels que les anciens bras et îles du Rhône dont forêts alluviales, les plans d'eau issus de l'extraction d graviers. Il présente donc de forts enjeux et de par ses habitats et pour de nombreuses espèces (*Cf. Description du SIC et de la ZNIEFF I - Ensemble formé par le fleuve Rhône, ses lones et ses brotteaux à l'amont de Lyon*).
4,2 km	ZNIEFF II : Ensemble fonctionnel formé par le Moyen-Rhône et ses annexes fluviales	Ce très vaste ensemble linéaire délimite l'espace fonctionnel formé par le cours moyen du Rhône (depuis Lyon jusqu'à Pierrelatte), ses annexes fluviales, son champ naturel d'inondation. Il présente des enjeux pour : ✓ les formations forestières alluviales et les plantes remarquables associées, ✓ la faune, dont faune piscicole, les libellules, le Castor d'Europe, l'avifaune qui profite d'un axe migratoire lié au fleuve, ✓ l'importante nappe phréatique qui recèle une faune spécifique d'invertébrés aquatiques aveugles et dépigmentés.

Tableau 24 : ZNIEFF présentes à proximité de la zone d'étude (source : INPN)

La carte suivante recense l'ensemble des zones de protection règlementaire et des zones d'inventaires.



Figure 100 : Carte des zones d'inventaire (ZNIEFF I en vert clair, ZNIEFF II en vert foncé)

(3) HABITATS NATURELS AU SEIN DE LA ZONE D'ETUDE

Source : Diagnostic Part-Dieu Nature – Cabinet Pierre Grillet / Biotope – juillet 2011

Six habitats naturels et semi-naturels sont présents sur le quartier de la Part-Dieu.

La zone d'étude fait partie d'un contexte strictement urbain où la végétation est largement représentée par les espèces horticoles et les groupements anthropiques des lieux incultes, friches et zones de remblais de travaux.

La présence éparse de massifs fleuris est attractive pour les insectes, notamment les petits pollinisateurs.

La présence de la friche herbacée sur le lot Etat (à l'Ouest du centre commercial) concentre l'essentiel de la biodiversité chez les insectes et prouve qu'il est possible d'accueillir une biodiversité en plein cœur de la ville. Certaines friches, notamment dans le secteur du cœur Part-Dieu, constituent un des rares groupements végétaux dont la naturalité, ou plutôt la semi-naturalité semble être intacte.

La gestion extensive et peu interventionniste de ces zones ouvertes est favorable à la biodiversité (zones-refuge pour la faune locale : insectes et petits mammifères).

Espèces végétales au sein de la zone d'étude

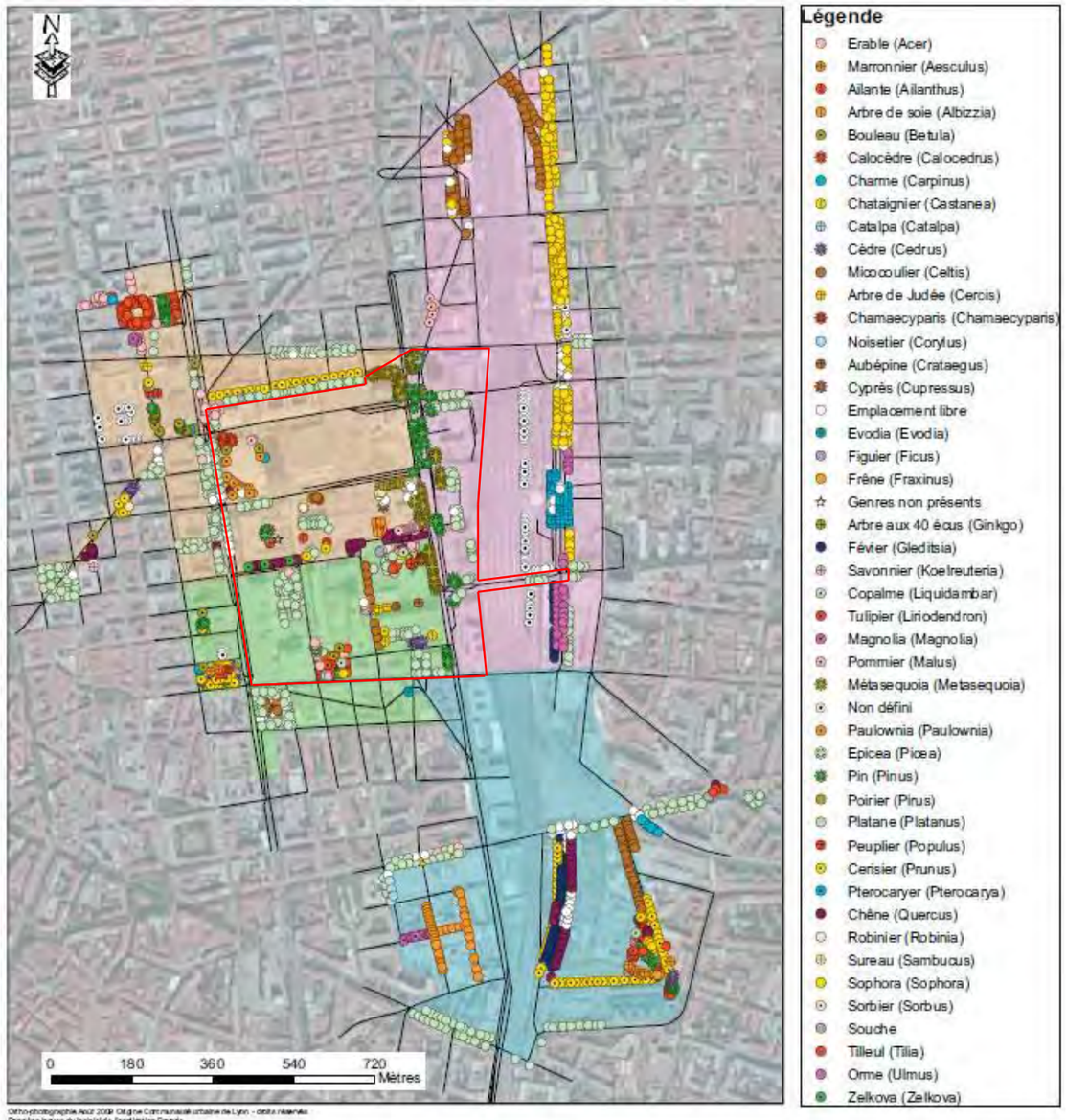
Source : Diagnostic Part-Dieu Nature – Cabinet Pierre Grillet / Biotope – juillet 2011

Le taux de couverture arborée du quartier est d'environ 8 %. Le patrimoine arboré est en bon état global et présente 43 genres d'arbres au sein de la zone d'étude. Le patrimoine arboré montre une diversité importante des genres rencontrés, avec cependant une prédominance des platanes, sophoras et micocouliers sur tout le quartier (*cf. carte page suivante*).

Les essences sont réparties de façon homogène en alignement et de façon plus variée sur les espaces verts (parcs, jardins, squares, etc.) dans lesquels on retrouve donc une meilleure diversité ponctuelle. On observe cependant des disparités en termes de classes d'âge selon les secteurs.

Les arbres du secteur mixte (au Sud de la Bibliothèque, entre le boulevard Vivier-Merle et la rue Garibaldi) sont à 80 % adulte et les arbres des secteurs Part-Dieu Sud et Gare Ouverte sont majoritairement jeunes. Des zones ponctuelles présentant des arbres qualifiés de sénescents sont identifiées.

Le caractère urbain de la zone d'étude présente un risque de présence de plantes invasives (ou dites envahissantes), car les jardins privés, les plantations publiques, les dépôts sauvages de déchets verts, les milieux perturbés par des chantiers, et des friches à l'abandon, constituent des facteurs importants d'introduction et de diffusion de ces espèces.



Secteur	Surface (Ha)	Surface espaces paysagers (Ha)	Couverture arborée (Ha)	Taux de couverture espaces paysagers	Taux de couverture arborée
Gare ouverte	46,10	0,93	2,12	2,03%	4,60%
Coeur Part-Dieu	34,16	2,99	4,39	8,76%	12,85%
Secteur mixte	20,13	2,10	2,64	10,42%	13,12%
Part-Dieu sud	37,41	3,26	1,55	8,71%	4,14%
Total	**137,79**	**9,28**	**10,70**	**6,74%**	**7,77%**

Les valeurs de couverture d'espaces paysagers et de couverture arborée présentées dans ce tableau sont dissociées l'une de l'autre.

Figure 101 : Répartition des espèces végétales sur le quartier Part-Dieu (source : diagnostic nature Part-Dieu, Biotope, 2011)

(4) ESPECES ANIMALES AU SEIN DE LA ZONE D'ETUDE

Source : Diagnostic nature Part-Dieu – Phase 1 – Etat des lieux – document de synthèse, Cabinet Pierre Grillet / Biotope, juillet 2011

Inventaires réalisés par BIOTOPE au printemps 2011, ressources bibliographiques et des consultations (FRAPNA, CORA FS, Ville de Lyon, etc.)

Le milieu urbain n'est pas très perméable aux prospections (murs d'îlots privés, toitures plates et toitures terrasses privées, éventuels problèmes de sécurité, etc.). Néanmoins, sont recensées dans le secteur :

- ✓ 5 espèces de papillons (lépidoptères), 4 espèces d'orthoptères (insectes à ailes droites, tels que les sauterelles) et une grande diversité d'hyménoptères (insectes regroupant notamment les petits pollinisateurs).

  En effet, les milieux fortement urbanisés, représentatifs de la zone d'étude, peuvent toutefois constituer des habitats de substitution pour ces espèces (végétation horticole, friches, massifs fleuris). La friche du Lot Etat constitue le milieu le plus intéressant en termes de biodiversité car non entretenu, il concentrait à lui seul les 4 des 5 espèces de papillons, ainsi que les 4 espèces d'orthoptères contactées lors des prospections (2011). Cependant, il semble aujourd'hui faire l'objet d'un entretien qui minimise ces enjeux.
- ✓ 1 espèce de reptile observée (Lézard des murailles) et 2 espèces de reptiles potentiellement présentes sur la zone d'étude (Orvet et Lézard vert occidental).

  Les places et squares présentent de nombreux arbres, bancs et murets fissurés, favorables à l'installation des reptiles (Lézard des murailles) ;
- ✓ aucun amphibien recensé (dû à l'absence de zones humides sur l'ensemble de l'aire d'étude (mare, plan d'eau, etc.)) ;
- ✓ 23 espèces d'oiseaux nicheurs ou de passage, dont une espèce emblématique sur le quartier de la Part-Dieu : le Faucon pèlerin (données collectées dans le cadre du suivi des populations d'avifaune dans les quartiers urbains, Ligue de Protection des Oiseaux LPO). Un focus sur cette espèce est présenté ci-dessous ;
- ✓ 3 espèces de chauves-souris : Pipistrelles commune et de Kulh, et Vespère de Savi (données collectées dans le cadre du suivi des populations hivernantes de chauves-souris, Fédération Rhône-Alpes de Protection de la Nature FRAPNA- Rhône) ;
- ✓ 3 espèces de petits mammifères observées (Rat noir, Rat gris, Lapin de garenne) et 2 potentielles (Renard roux et Hérisson d'Europe).

Le caractère urbain du site restreint fortement les chances d'expression de la biodiversité. Pour la plupart des espèces observées, il s'agit d'espèces ubiquistes et/ou particulièrement représentatives des milieux anthropisés et fortement urbanisés.

Hormis le Faucon pèlerin, seules les espèces les plus résistantes, les plus tolérantes à ces conditions défavorables ou parfaitement adaptées aux conditions urbaines (rat d'égout) peuvent trouver des habitats de reproduction, d'alimentation et de repos.

Les chauves-souris, de par leur place dans la chaîne trophique, joue un rôle considérable dans la régulation des populations d'insectes nuisibles du quartier.

Au niveau de la zone d'étude, les enjeux se restreignent principalement à la faune aérienne ainsi qu'aux reptiles et petits mammifères.

Le Faucon pèlerin

La présence du Faucon pèlerin sur le secteur de la Part-Dieu est l'atout principal et l'élément marquant du quartier.

L'espèce était en voie de disparition en France, dans les années 1960 et 1970. On ne recensait qu'à peine 200 couples dans les années 1970, alors qu'une estimation de 1000 à 1500 couples avait été avancée par les frères TERRASSE avant 1945. Le piégeage et la destruction volontaire, les pratiques illégales de la fauconnerie et surtout l'empoisonnement par les pesticides organochlorés en étaient les causes principales (MONNERET 2007).

A partir des années 1980, le Faucon pèlerin a, très progressivement, reconquis des territoires perdus, grâce une réglementation plus stricte de l'usage des pesticides, le statut d'espèce protégée acquis en 1972 et la surveillance des aires. Aujourd'hui, 1200 à 1500 couples occupent le territoire français (DUBOIS et al. 2008), dont environ 300 en Rhône-Alpes.

S'ils restent principalement inféodés aux parois et falaises calcaires, les oiseaux ont tendance à s'installer en milieu urbain, sur des sites artificiels : églises, centrales nucléaires, usines, cheminées, pylônes, immeubles, etc., principalement depuis le début du XXI^{ème} siècle. La mise en place de nichoirs ou l'aménagement d'aires artificielles (plateformes) ont localement facilité ces premières reproductions.

La présence de l'espèce en ville a un intérêt dans la limitation des effectifs de pigeons domestiques et du fait que l'espèce n'a pas à souffrir de la prédation du Grand Corbeau ou du Grand-duc d'Europe.

Il s'agit d'une des espèces d'oiseaux les plus rapides : le Faucon pèlerin fond à 300 km/h sur ses proies, notamment des pigeons et des étourneaux dans un secteur urbanisé.

Dans le département, l'absence totale de l'espèce en milieu rupestre s'explique par la rareté des milieux favorables et par la concurrence avec le Grand-Duc d'Europe qui occupe ceux-ci. Dans les années 2000, quelques faucons pèlerins ont été recensés de passage à la Part-Dieu mais ils ne s'y reproduisaient pas, faute de lieux adaptés (falaises, cavités et plateformes sur des bâtiments très élevés).

Bien qu'un seul couple de Faucons se reproduisait alors dans les départements du Rhône et de la Loire, la Ligue pour la protection des oiseaux (LPO) Rhône, avec l'aide de la Foncière des régions et du Grand Lyon, a décidé en 2010 de poser un nichoir en inox très spécifique sur la tour EDF située dans le quartier de la Part-Dieu, à une hauteur de 70m, en vue de favoriser le nichage de l'espèce dans le quartier.

En 2014, un couple de rapaces a donné naissance à quatre petits dans le nichoir. Selon la Ligue pour la protection des oiseaux (LPO), c'est la première fois que la reproduction de cet animal peut être établie dans le centre de Lyon.

Les petits ont fait l'objet d'une surveillance accrue, notamment du fait des risques de mortalité durant la période d'apprentissage du vol (atterrissage près de la circulation notamment). Ils étaient également potentiellement soumis à la prédation par les corneilles.

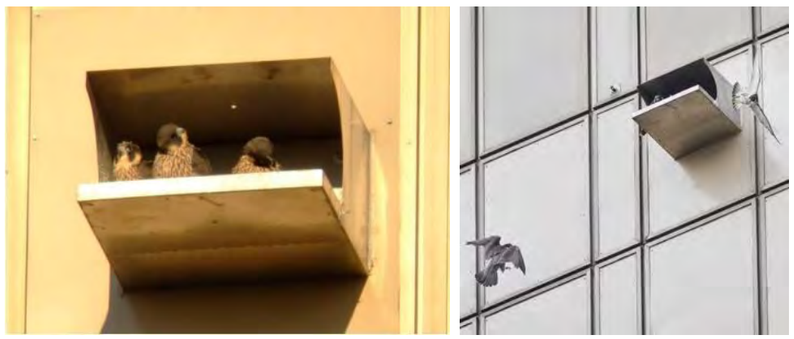


Figure 102 : Fauconneaux dans leur nichoir (source : LPO, J.P. Faverjon et lyon.fr)

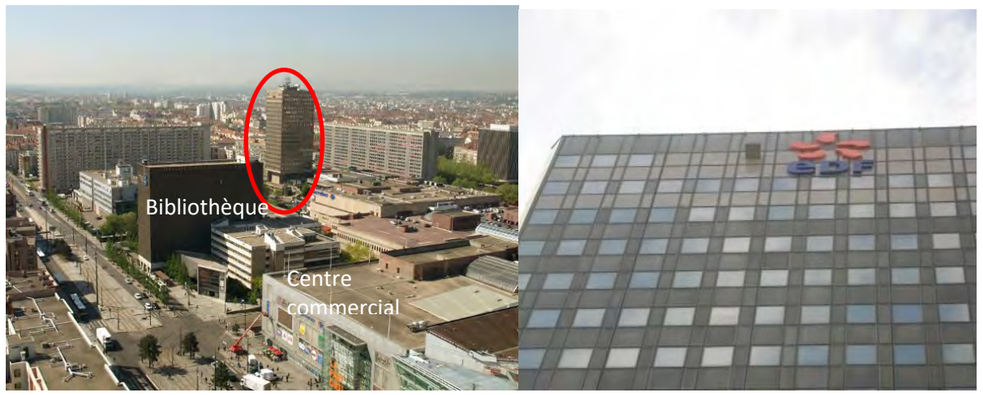


Figure 103 : Tour EDF (sources : lyon-info.fr à gauche, SETEC à droite)

La zone d'étude se situe donc en milieu urbain, présentant peu d'enjeux par rapport au milieu naturel :

- ✓ elle n'est pas concernée par des zones de protection réglementaires,
- ✓ quelques habitats naturels et espèces végétales peuvent être observés dans le secteur,
- ✓ le contexte urbain est peu favorable aux espèces animales remarquables, mais néanmoins une espèce protégée est susceptible de se trouver aux alentours du fait de ses capacités de déplacement aérien (le Faucon Pèlerin) et d'autres espèces à enjeux sont potentielles (le Hérisson d'Europe, chauves-souris, lézards,…).

5.1.2. CORRIDORS DE DEPLACEMENT DE LA FAUNE

(1) ANALYSE A ECHELLE REGIONALE ET DEPARTEMENTALE : SCHEMA REGIONAL DE COHERENCE ECOLOGIQUE (SRCE)

Présentation du SRCE

La Trame Verte et Bleue (TVB) a pour ambition première d'enrayer la perte de biodiversité. Par la préservation et la remise en état des sites à forte qualité écologique, riches en biodiversité (les réservoirs) et par le maintien et la restauration des espaces qui les relient (les corridors), elle vise à favoriser les déplacements et les capacités adaptatives des espèces et des écosystèmes, notamment dans le contexte de changement climatique. Il s'agit donc d'un outil d'aménagement du territoire, selon les termes même de la Loi Grenelle 1.

La constitution de la TVB se fait à l'échelle de chaque région, via l'élaboration de Schémas Régionaux de Cohérence Ecologique (SRCE). Le SRCE de la région Rhône-Alpes a été adopté en juin 2014.

Les principaux objectifs et orientations du SRCE sont :

- ✓ de favoriser une stratégie d'évitement de tout impact supplémentaire sur les continuités écologiques existantes (logique de maintien), en s'appuyant sur des mesures relatives aux documents d'urbanisme (Orientation n°1) et aux projets (Orientation n°1 et Orientation n°2) ;
- ✓ de préconiser une logique de réduction voire de compensation, notamment à l'égard des infrastructures et des ouvrages, tant en milieux terrestres qu'aquatiques (Orientation n°2) ;
- ✓ de préserver et améliorer la perméabilité des espaces agricoles et forestiers (Orientation n°3) ;
- ✓ de présenter les modalités de suivi de la mise en œuvre efficiente du SRCE, qui passe par le soutien et l'appropriation de la TVB - et de ses enjeux - par les acteurs du territoire (Orientation n°4) ;
- ✓ de compléter et/ou d'améliorer la connaissance et la compréhension de la fonctionnalité de la TVB et sa territorialisation (Orientation n°5),
- ✓ la nécessaire mobilisation des outils et des moyens relevant de différentes politiques publiques sectorielles pour la compréhension de la fonctionnalité de la TVB et sa territorialisation (Orientation n°6) ;
- ✓ la présentation des secteurs prioritaires d'intervention pour la mise en œuvre des actions et démarches opérationnelles en faveur de la préservation et de la remise en bon état des continuités écologiques (Orientation n°7).

Enjeux et secteurs d'intervention

La zone d'étude se situe en zone urbanisée particulièrement marquée par les infrastructures de transport qui la traversent ou l'entourent (voies ferrées, routes à grande vitesse, routes secondaires) et imperméabilisée.

Elle se situe entre différents réservoirs de biodiversité entre lesquels les déplacements de la faune sont fortement limités voire inexistants du fait de la présence de l'agglomération lyonnaise. Seuls le Rhône et la Saône constituent des axes de déplacement, en tant qu'éléments de la Trame Bleue, mais ceux-ci sont situés à plus d'un kilomètre à l'Ouest du quartier de la Part-Dieu.

Il peut donc être considéré que les déplacements de la faune terrestre ou aquatique, à l'échelle des réservoirs de biodiversité sont inexistants au sein de la zone d'étude. Seule la faune aérienne peut atteindre celle-ci, mais le secteur est peu favorable aux espèces non inféodées au milieu urbain.

Les enjeux identifiés les plus proches de la zone d'étude concernent une trame bleue, du fait de la présence de la Saône et du Rhône. Les enjeux de maintien et/ou de restauration des liaisons entre les grands ensembles naturels et agricoles, ainsi que les enjeux de maintien et/ou de restauration d'une Trame Verte et Bleue (TVB) fonctionnelle en secteurs à dominante agricole sont quant à eux localisés au Nord et dans l'Est lyonnais.

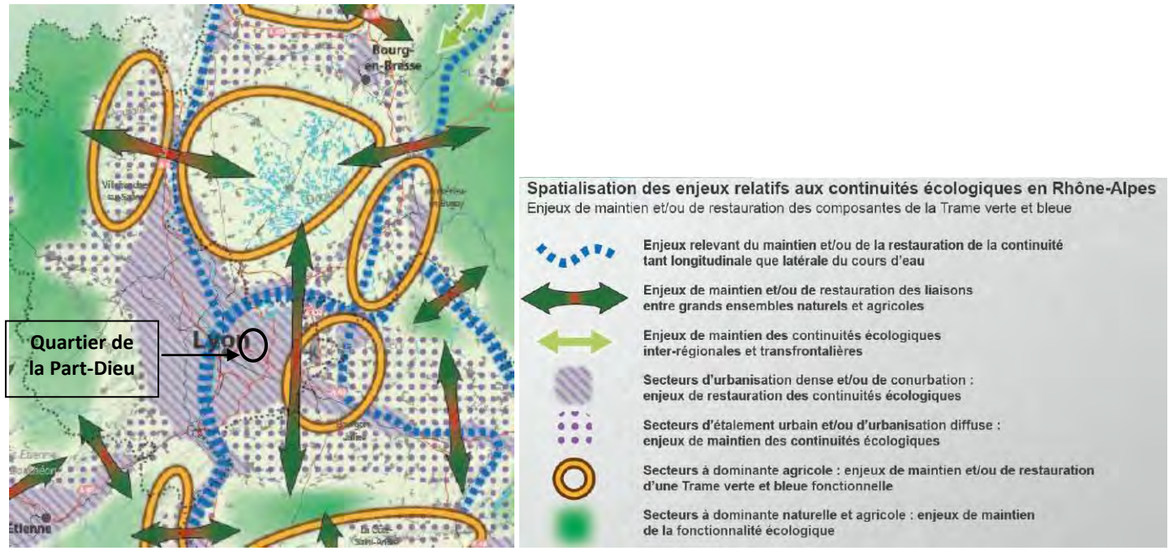


Figure 104 : Extrait de la carte de spatialisation des enjeux relatifs aux continuités écologiques en Rhône-Alpes (source : SRCE)

La zone de projet est située entre 6 grands secteurs prioritaires d'intervention du SRCE : Saint-Etienne Métropole, Val de Saône, Basse vallée de l'Ain et plaine du Rhône en amont de Lyon, Vallée de la Bourbe de la plaine de l'Est Lyonnais aux terres froides, Ouest-Lyonnais/Monts du Lyonnais, La Dombes. Cependant la zone de projet n'est concernée par aucun d'entre eux.

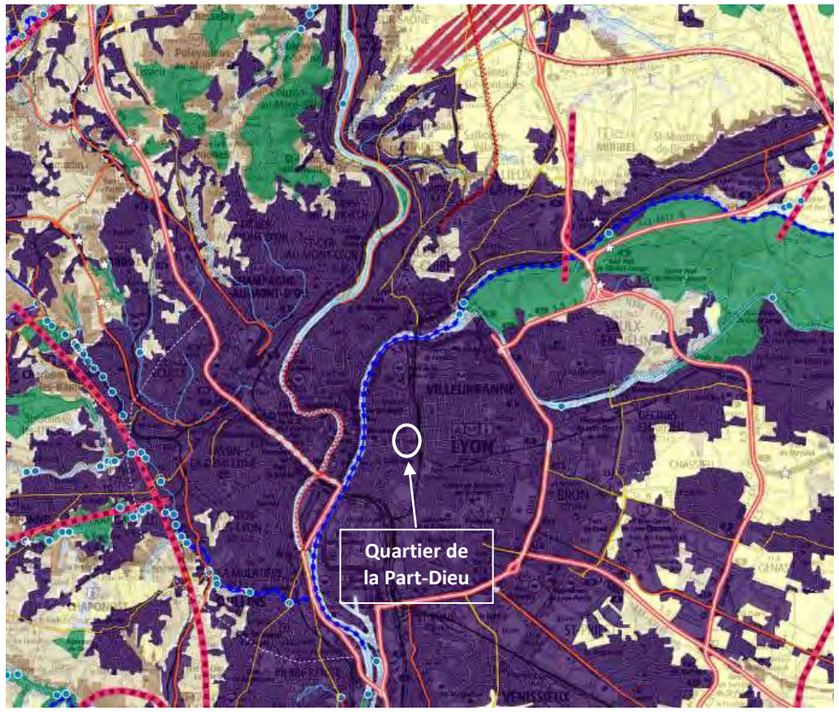


Figure 105 : Extrait de la planche D03 de l'Atlas cartographique de la TVB (source : SRCE)

(2) ANALYSE A ECHELLE REGIONALE ET DEPARTEMENTALE : CONTRAT DE TERRITOIRE « CORRIDORS BIOLOGIQUES » (CTCB)

Les contrats de territoire « corridors biologiques » (CTCB) en Rhône-Alpes sont destinés à soutenir des acteurs locaux dans la conduite de projets opérationnels visant à préserver ou restaurer la connectivité écologique d'un territoire.

Ils sont conclus sur la base d'un programme d'actions détaillé, planifiés sur une période de 5 ans et détaillés dans un document contractuel précisant les engagements techniques et financiers réciproques de la région, de la structure porteuse du contrat, des maître d'ouvrages des actions et des autres financeurs. Il s'articule autour de quatre volets :

- ✓ Intégration des enjeux « connectivité écologique » dans des documents de portée réglementaire,
- ✓ Réalisation de travaux de restauration de la connectivité,
- ✓ Conduite d'études complémentaires,
- ✓ Communication, pédagogie, et animation du projet.

Les CTCB les plus proches de la zone d'étude sont celui du Val de Saône ainsi que celui du Grand Pilat, mais aucun ne concerne le secteur d'étude.

La zone d'étude ne présente aucun enjeu au regard des continuités écologiques en Rhône-Alpes.

(3) ANALYSE A L'ECHELLE DE L'AGGLOMERATION LYONNAISE : PLAN LOCAL D'URBANISME (PLU) DU GRAND LYON

Le diagnostic du territoire du rapport de présentation du PLU du Grand Lyon souligne l'importance d'un trame verte jouant un rôle de jonction entre les grands parcs urbains qui s'intègrent à elle. Il distingue en particulier :

- ✓ les balmes des fleuves, préservées d'une urbanisation massive par les risques de glissement de terrain (balmes de la Saône, versants de la Croix Rousse, parties haute de Fourvière),
- ✓ le site naturel de la Feyssine (à plus de 2,5 km au Nord du périmètre d'étude), aménagée en parc naturel urbain, est une transition entre la ville dense et le site naturel du Rhône Amont,
- ✓ deux grands parcs publics qui viennent renforcer l'épaisseur de la continuité végétale en centre urbain : le parc de la Tête d'Or (110 ha, à plus de 1,5 km au Nord du périmètre d'étude) et le parc de Gerland (20 ha aujourd'hui, à plus de 4 km au Sud du périmètre d'étude).

Plusieurs projets en cours viennent conforter et développer la présence de la Trame Verte dans la ville : le projet de Lyon Confluence, le projet des bas ports en rive gauche du Rhône, ainsi qu'une Trame Verte dite « secondaire », constituée de parcs et de multiples espaces verts de proximité.

Ce maillage vert à l'intérieur de la ville souffre toutefois de discontinuité. Il peut être développé, en particulier dans certains secteurs, notamment à l'Est des voies ferrées.

L'agglomération lyonnaise possède un patrimoine d'environ 56 000 arbres d'alignement ou de groupements arborés sur le domaine public. La politique de gestion prévoit le renouvellement de 1 000 arbres par an (rajeunissement de la population des arbres) mais aussi la plantation de 500 nouveaux arbres par an (soit 5 km/an). Le Grand Lyon s'est également engagé dans une politique de plantation d'arbres d'alignement diversifiés, tant pour des raisons d'esthétique que de prévention contre les épidémies.

(4) ANALYSE A ECHELLE LOCALE

Une trame verte composée d'alignements d'arbres sur les rues et d'espaces paysagers plus ou moins végétalisés peut être identifiée dans la zone d'étude.

Cependant, il y a un manque de continuité d'une végétation qui, en termes de ressenti depuis l'espace public, reste très morcelée. Les zones de végétation arbustive et de fleurissement sont rares sur les rues et pas toujours exploitées dans les espaces paysagers.

La voie ferrée, dans un axe Nord-Sud, peut constituer une trame verte naturelle et offrir des zones de refuges mais également de thermorégulation de premier choix pour les reptiles. Elle peut également permettre le développement d'une flore indigène, si un entretien de type extensif est institué. Les talus et bas-côtés, présents sur tout le linéaire ferroviaire, constituent potentiellement une voie de passage pour le développement de la flore et la circulation de la faune.

Au niveau des alignements d'arbres ornementaux, il existe peu de connexions entre les pieds d'arbres plantés, qui se retrouvent enclavés dans un carcan goudronné.

Les surfaces en terre sont généralement rares sur la zone d'étude, ou si tel est le cas, elles sont plantées par des essences horticoles.

Les grands boulevards, quant à eux, sont dépourvus de bandes enherbées ou massifs fleuris, pourtant favorables à l'entomofaune et spécifiquement les abeilles, guêpes et bourdons.

Les toitures des bâtiments, ainsi que les parkings, sont dénués d'espaces végétalisés, milieux qui sont bénéfiques et nécessaires à l'expression de la biodiversité.

5.1.3. BILAN : ENJEUX ECOLOGIQUES AU DROIT DU SITE

Le secteur d'étude est trop urbanisé et trop éloigné des réservoirs de biodiversité pour être concerné par une Trame Verte et Bleue. Les axes de déplacement présentant le plus d'enjeu sont le Rhône et la Saône, situés à plus d'un kilomètre à l'Ouest du projet, mais aucune continuité hydraulique ou végétale ne permet de connecter le quartier de la Part-Dieu aux fleuves.

Les enjeux liés à la flore et à la faune sont limités par le caractère urbain du secteur, néanmoins celui-ci présente un patrimoine arboré en bon état. La friche située à l'Ouest du centre commercial est le secteur le plus attractif pour les insectes, mais au sein de la zone d'étude, seules des espèces animales habituellement observées dans les milieux anthropiques sont présentes, hormis quelques espèces de chauves-souris et le Faucon pèlerin qui se reproduit dans un nichoir de la tour EDF (située au Sud-Ouest du périmètre d'étude).

Les voies ferrées et ses abords peuvent constituer un axe de déplacement local pour la petite faune, principalement les reptiles et quelques espèces d'insectes. Cependant, les conditions actuelles ne permettent pas cette fonctionnalité (déchets, recouvrement des talus au niveau de la gare,…).

5.2. LE CONTEXTE CLIMATIQUE

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :

Mise à jour des éléments relatifs à l'ensoleillement et au confort au vent, en cohérence avec les études mises à jour en 2016 dans le cadre du projet PEM/Two Lyon

La ville de Lyon présente un climat de type semi-continental, qui se manifeste par des étés chauds et des hivers froids. Des influences méditerranéennes et océaniques se font également ressentir, apportant une certaine douceur.

Les précipitations s'élèvent à 832 mm par an en moyenne, le printemps et l'automne étant les périodes les plus pluvieuses. Il s'agit d'une zone de faible pluviométrie au sein de la région Rhône-Alpes. En moyenne, la ville de Lyon connaît 104 jours de pluie par an.

L'amplitude annuelle thermique est élevée, atteignant près de 30°C, avec des températures estivales moyennes maximum comprises entre 25 et 28°C, et des températures hivernales moyennes minimum d'environ 1°C.

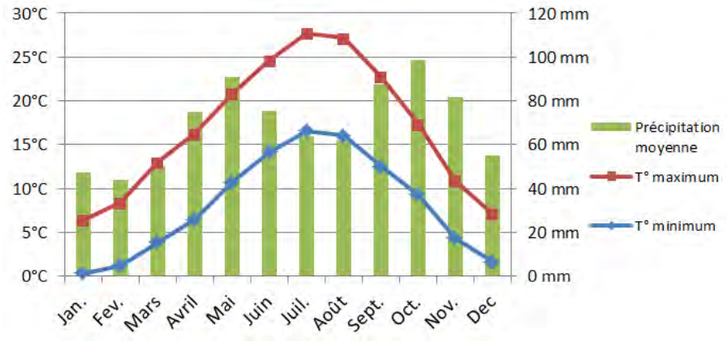


Figure 106 : Normales de températures et précipitations, station météo de Bron 1981-2010 (source : Météo France)

Le département du Rhône et l'agglomération lyonnaise connaissent environ 1 900 heures d'ensoleillement par an, soit un pourcentage d'ensoleillement annuel situé entre 45 et 50%.

Les brouillards sont fréquents en hiver, avec entre 5 et 8 jours de brouillard par mois entre octobre et janvier (données 1960-1990). Les mois de décembre à février sont les plus concernés par la chute de neige (en moyenne 18,6 jours de neige par an) et le gel.

La vallée du Rhône est également concernée par des vents importants, régulièrement tout au long de l'année, avec des maximums en hiver (ou plus largement de l'automne à février) ainsi que lors d'orages en juillet.

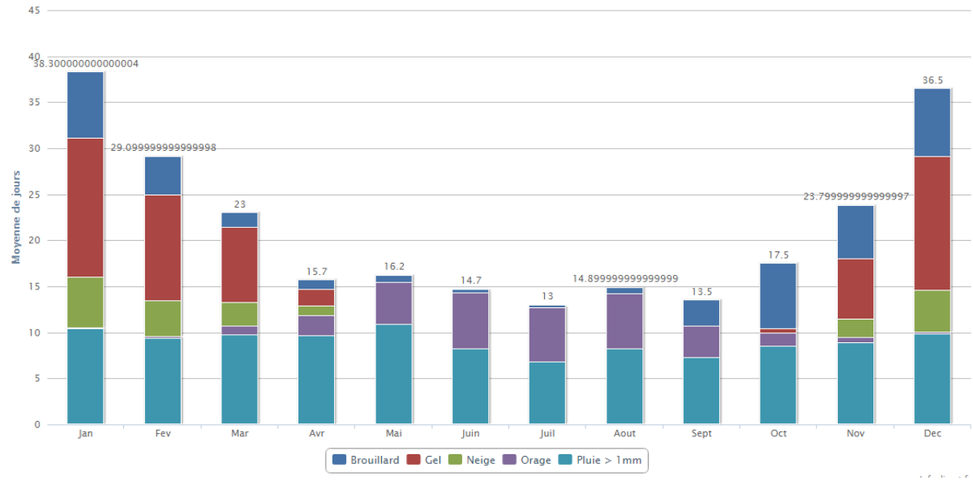


Figure 107 : Phénomènes annuels - moyennes 1960-1990
(source : station météorologique de Lyon-Bron)

5.2.1. CONFORT D'ETE

Le site de projet, situé en milieu urbain, fortement minéralisé, est soumis à des phénomènes microclimatiques, et en particulier au phénomène de l'îlot de Chaleur Urbain (ICU). Celui-ci se traduit par une augmentation significative de la température au cœur des villes, liée à de nombreux facteurs : albédo des matériaux employés, disposition des bâtiments…

Il est difficile de « mesurer » l'effet Ilot de Chaleur Urbain. Néanmoins, des recherches ont été effectuées dans cet objectif et certaines portent plus particulièrement sur le quartier de la Part-Dieu.

Tout d'abord, une analyse des données de température de surface issues de l'observation satellite LANDSAT avait été réalisée par l'agence d'urbanisme de Lyon. La carte de synthèse est présentée ci-dessous et confirme les différences de températures pouvant s'observer à l'échelle de la ville et du quartier :



Figure 108 : Température de surface par observation satellite en avril 2011
(source : Agence d'urbanisme du Grand Lyon)

Cette carte montre les zones les plus propices à la formation d'ilots de chaleur urbain, mais il s'agit d'une « photographie » à une date donnée.

Identifié comme une zone prioritaire sur ce sujet des ilots de chaleur, le quartier de la Part-Dieu a fait l'objet en 2011 d'un projet de recherche et développement visant à caractériser le phénomène d'ICU, dans le cadre d'une coopération entre le Grand Lyon, l'agence d'urbanisme Urbalyon et Veolia Environnement. Cette caractérisation comprenait :

- ✓ Une approche topoclimatique (maille supérieure à 100 m x 100 m) réalisée sur la base de données agrégées provenant de BDD d'occupation du sol (SIG) et de télédétection (image satellite),
- ✓ Une approche micro-climatique (maille inférieure à 100 m x 100 m) réalisée sur la base de données discrètes provenant de BDD urbaines (géométrie des rues et des bâtiments, cartographie des espaces verts, etc.) qui ont été traitées afin de produire notamment des cartographies de quantité d'énergie solaire reçue par le quartier,
- ✓ Des mesures physiques réalisées durant l'été 2011, accompagnée d'une enquête auprès d'habitants du quartier afin de connaître leur perception de ce phénomène.

Concernant le dernier point (mesures physiques), une dizaine de capteurs ont été répartis dans le quartier de la Part-Dieu pendant l'été 2011, et comparés aux résultats des mesures effectuées à la station de l'aéroport de Lyon-Bron, censée être la station représentative de la zone d'étude.

Le graphe ci-dessous retrace les résultats des mesures effectuées et des observations à la station Météo-France (point 5). Il montre notamment que la différence de température entre les différents capteurs peut être significative lors des pics de chaleur (jusqu'à 3°C). Il montre également que le phénomène de canicule peut persister au-delà de la levée de l'alerte par Météo-France.

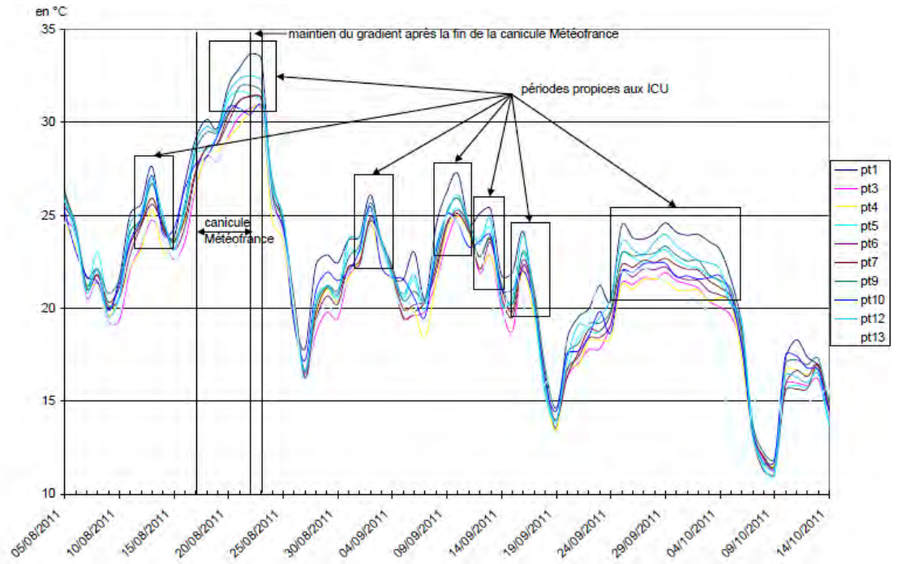


Figure 109 : Mesures de température dans le quartier de la Part-Dieu durant l'été 2011
(source : Veolia Environnement, colloque ASTEE juin 2013)

L'observation satellite ainsi que les mesures physiques semblent donc confirmer l'existence d'un phénomène d'ilot de chaleur urbain sur le quartier de la Part-Dieu.

Pour mieux appréhender ce phénomène, il est intéressant d'étudier les paramètres pouvant présenter une influence sur celui-ci, et notamment la présence de végétaux et d'eau. Les cartes ci-après présentent un état des lieux de la couverture végétale et de la porosité des surfaces sur le quartier.

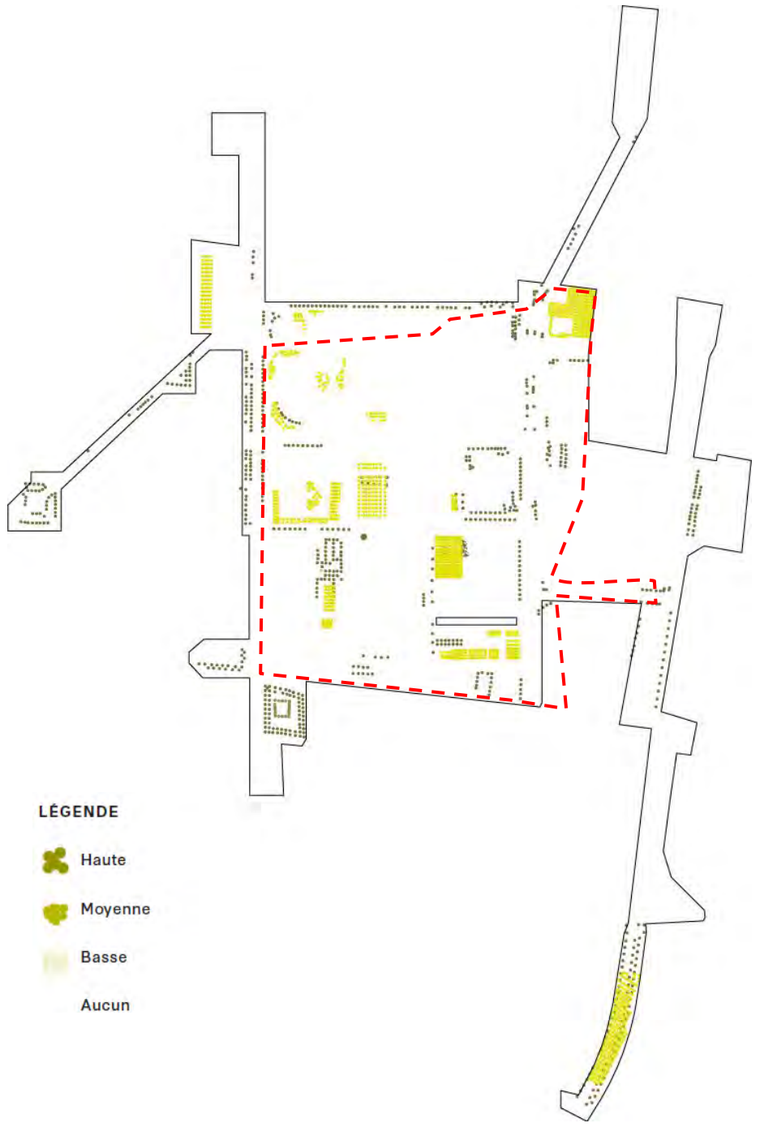


Figure 110 : Type de couverture végétale sur le quartier de la Part-Dieu
(source : plan de référence V2 du projet Lyon Part-Dieu, cahier « Développement Immobilier Durable »)



Figure 111 : Porosité des surfaces au sol sur le quartier de la Part-Dieu
(source : plan de référence V2 du projet Lyon Part-Dieu, cahier « Développement Immobilier Durable »)

Etant un quartier très minéral, la zone d'étude montre une tendance marquée à la formation d'ilots de chaleur urbains, constatée par des mesures comme par des analyses d'image satellite.
Les aménagements urbains devront prendre en compte cet enjeu et proposer des solutions d'aménagement permettant l'atténuation de l'effet ilot de chaleur urbain. Des solutions de mesures pourront également être mises en place.

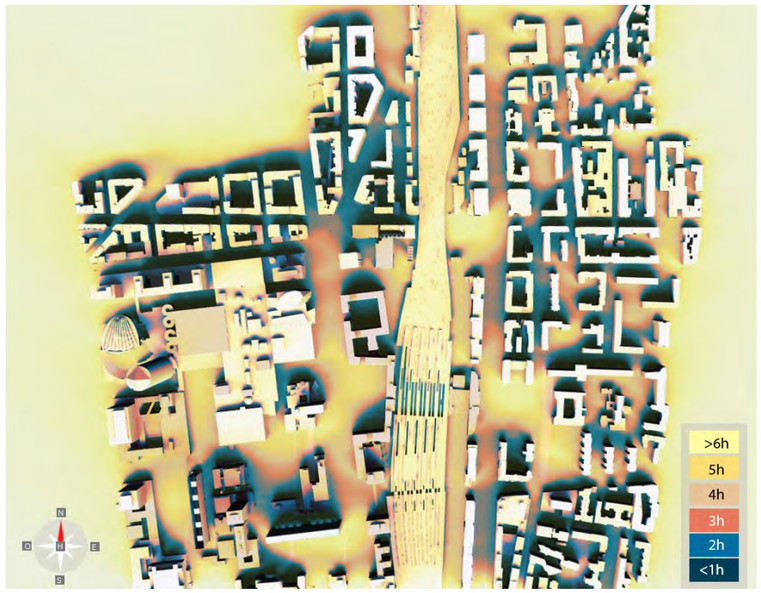
5.2.2. ENSOLEILLEMENT

L'effet d'ilot de chaleur urbain est un enjeu important pour le quartier. Si cette question rend opportuns les effets d'ombrages en été, le confort des usagers (piétons statiques ou en déplacement, cyclistes et autres usagers de circulation douces) passe par l'accès à l'ensoleillement direct en mi-saison et en hiver.

Des études ont donc été réalisées pour caractériser cet accès à l'ensoleillement à partir de maquettes numériques du quartier. Ces études fournissent notamment le cumul d'ensoleillement sur l'ensemble du quartier. La méthode consiste à additionner heure par heure sur une période donnée (hiver, mi-saison ou été) le nombre d'heures pour lesquelles une surface donnée est soumise à ensoleillement direct. Ce total est alors divisé par le nombre de jours de la période considérée. Il en résulte un nombre moyen d'heures d'ensoleillement par jour. Les échelles sont adaptées à la saison : 0 à 6h en hiver, 0 à 9h en mi-saison et 0 à 12h en été.

Les cartes sont disponibles sur la page suivante.

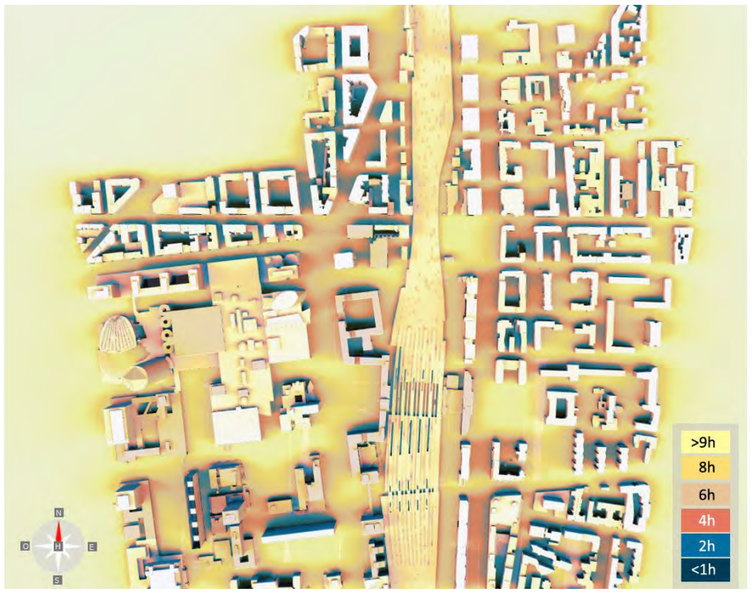
La différence de cumul d'ensoleillement est sensible entre la période hivernale et le reste de l'année. La densité du quartier impacte nettement l'ensoleillement au sol, et notamment en hiver.



Saison hivernale (Novembre – Février, 120 jours)



Saison estivale (Juin – Septembre, 120 jours)



Mi-saison (Mars – Mai, 91 jours)

Figure 112 : Cumul d'ensoleillement (exprimé en heures d'ensoleillement direct) sur le quartier de la Part-Dieu (source : Etude d'ensoleillement, Elements Ingénierie, mai 2016)

5.2.3. CONFORT AU VENT

Une étude aéraulique des différents espaces exposés (dalles, terrasses, toitures…) du quartier de la Part-Dieu a été réalisée par le bureau d'études Optiflow en 2016. Cette étude vise à mettre en évidence les conditions de confort des différents espaces au sein du projet et de son environnement. Pour ce faire, un modèle d'écoulement 3D permet de calculer les circulations d'air au sein du quartier dans différentes situations de vent dominant.

(1) VENTS DOMINANTS

Une seule station météorologique est implantée à proximité du quartier de la Part-Dieu. Il s'agit de la station de l'aéroport Lyon-Bron, située à un peu plus de 7 km au Sud-Est du site de projet. Les données de vent recueillies à cette station ont été exploitées pour caractériser les conditions de vent du quartier. Les directions de vent les plus fréquentes qui ont fait l'objet de simulations sont entourées en rouge sur la Figure 113 : 20°, 140°, 160°, 180°, 200°, 320°, 340° et 360°.

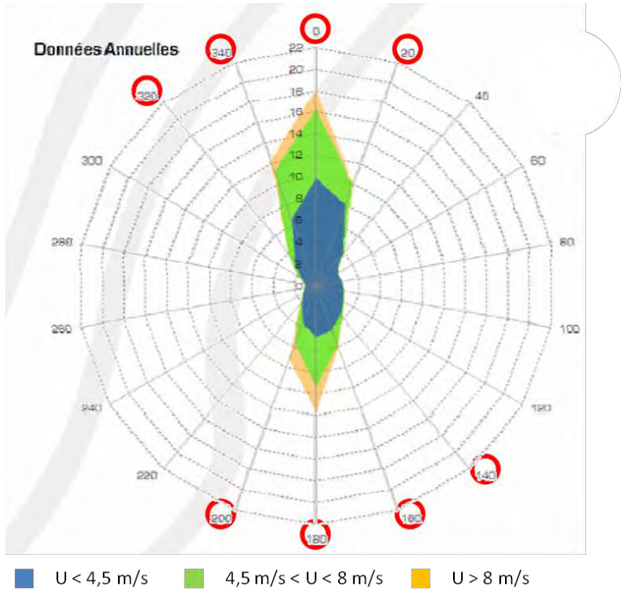


Figure 113 : Rose des vents annuelle pour la station météorologique de Lyon Bron sur les années 2001 à 2010 de 7h à 22h (source : étude Optiflow, 2012)

La station de Lyon Bron et plus généralement, la région lyonnaise, sont soumises au cours de l'année à des vents de Nord et de Sud, avec prédominance des vents de Nord. Les vents d'Est et d'Ouest sont peu représentés.

Les données de vents sont ensuite exploitées plus finement pour déterminer les différentes conditions de vent selon les saisons (hiver / été / mi-saison). En effet, la notion de confort au vent est variable selon les saisons.

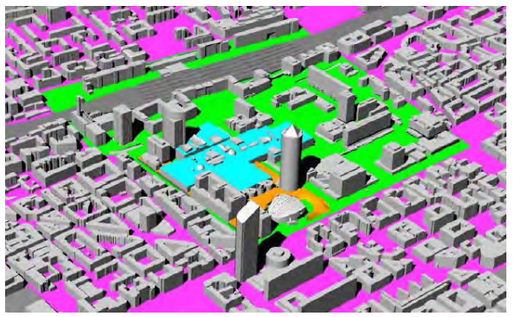
(2) CARTOGRAPHIE A L'ECHELLE DU PROJET

La modélisation du périmètre d'étude, présentée Figure 114, fait apparaître le domaine d'étude et les plans d'exploitation des données, c'est-à-dire les zones où sont analysés les résultats afin de déterminer les degrés de confort ou inconfort. Les résultats des simulations sont exploités à hauteur d'homme au-dessus des espaces suivants :

- ✓ Sur le périmètre complet de la ZAC,
- ✓ Au-dessus de la dalle urbaine du quartier,
- ✓ Au-dessus des terrasses du centre commercial.



Vue depuis le Nord-Ouest



Vue depuis le Sud-Est

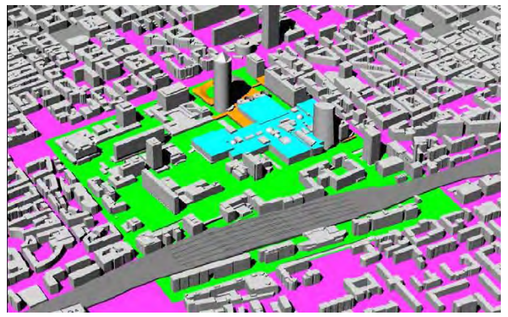


Figure 114 : Plan d'exploitation des résultats de simulation au vent (source : étude Optiflow, 2016)

Les simulations permettent d'obtenir des cartographies à codes couleur du pourcentage temporel annuel de dépassement de la vitesse de vent associée à **l'apparition de l'inconfort**. L'étude définit, à partir de l'échelle de Beaufort, les vitesses moyennes suivantes pour l'apparition de l'inconfort :

Hiver	Eté	Mi-saison
3 m/s (10,8 km/h)	4,5 m/s (16,2 km/h)	3,75 m/s (13,5 km/h)

Pour définir la fréquence acceptable de dépassement de ces vitesses critiques, on prend en compte l'activité des usagers : station immobile prolongée, station immobile courte, marche normale, marche rapide… et donc le type d'espace (terrasse, jardin public, passage piétonnier, trottoir d'avenue…). Plus l'activité des personnes est importante, plus leur tolérance à la vitesse du vent augmente.

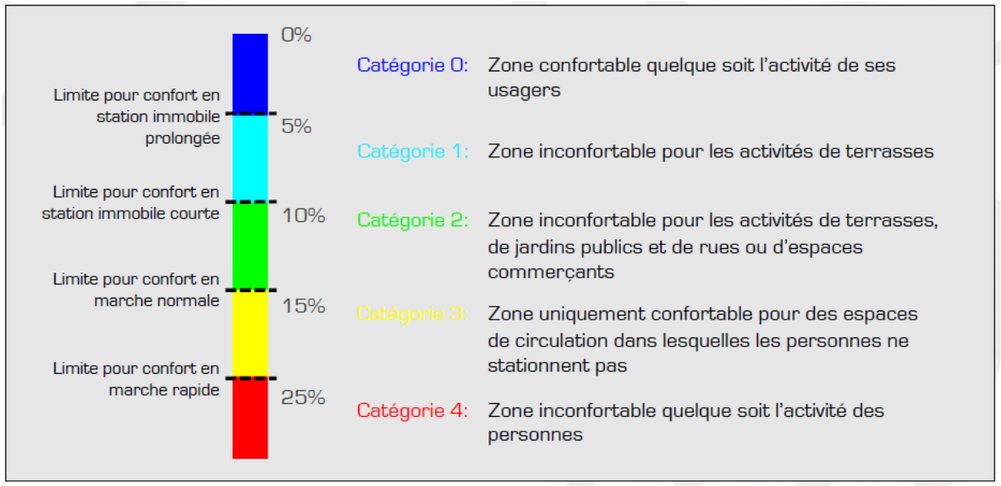
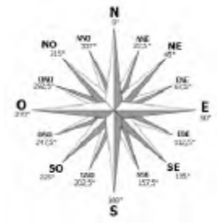
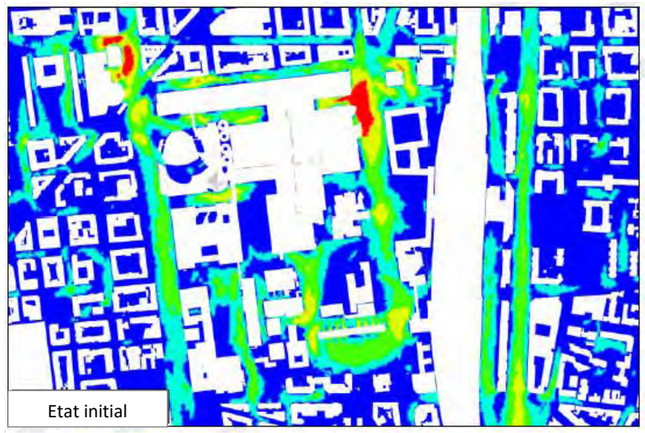


Tableau 25 : Catégories du zonage de confort en fonction des espaces et des activités (source : étude Optiflow, 2016)

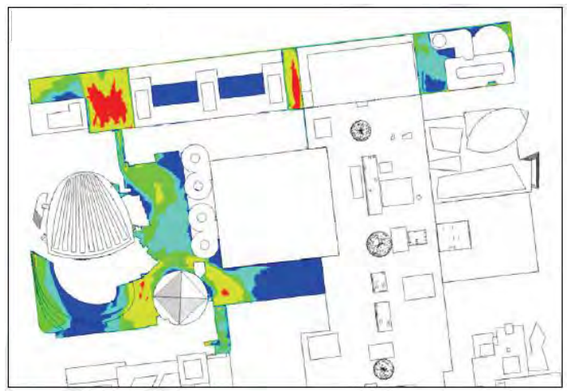
Le rapport présente les cartographies de fréquence de dépassement de la vitesse critique de confort au vent pour les périodes hivernale, estivale et mi-saison.



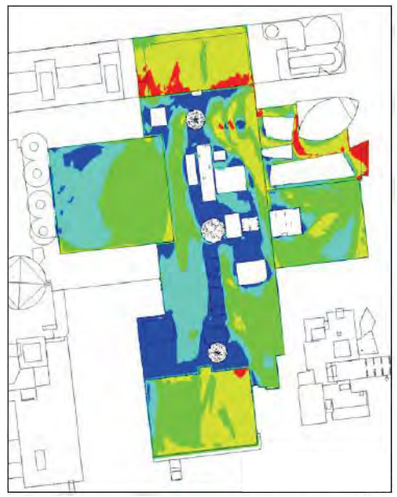
Période hivernale



Socle ZAC Part-Dieu

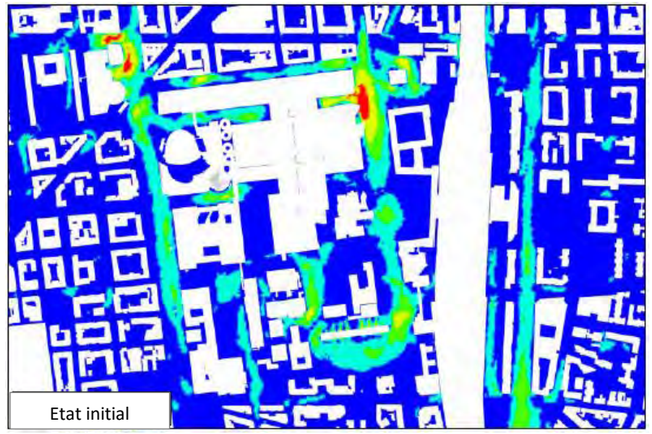


Dalle urbaine

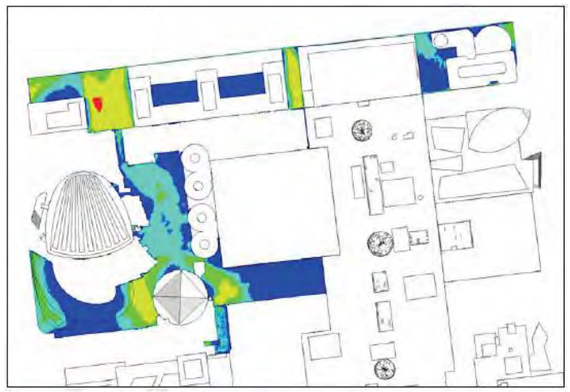


Toitures du centre commercial

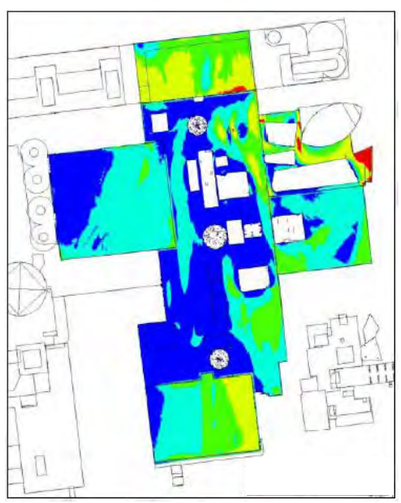
Période de mi-saison



Socle ZAC Part-Dieu

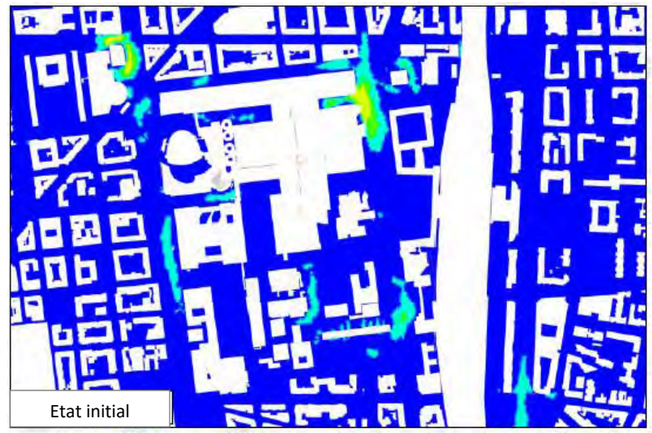


Dalle urbaine

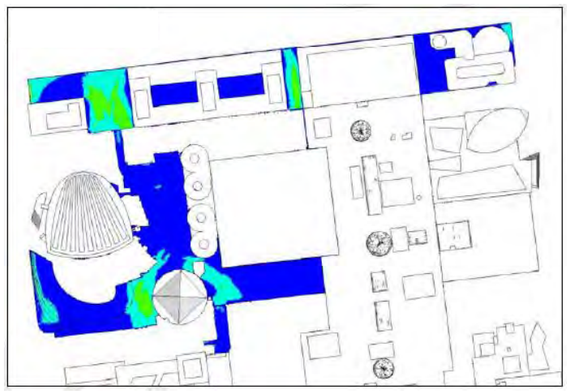


Toitures du centre commercial

Période estivale



Socle ZAC Part-Dieu



Dalle urbaine



Toitures du centre commercial

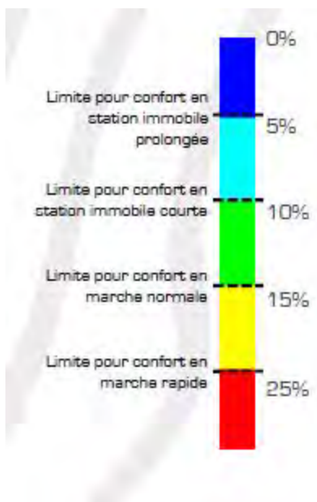


Figure 115 : Cartographies de la fréquence de dépassement de la vitesse critique de confort au vent dans l'état initial du site (source : étude Optiflow, 2016)

(3) DIAGNOSTIC SUR LA SITUATION ACTUELLE

On retient avant tout des cartes présentées sur la page précédente que les conditions de confort au vent son d'autant meilleures que la saison est chaude. Les fréquences d'appartition des vents forts associées aux différentes saisons étant proches, ce phénomène est plutôt imputable aux différences entre les niveaux de vent tolérés.

Au niveau socle :

Sur le périmètre de projet, les deux zones principalement impactées par les effets du vent sont :

- ✓ A l'Ouest des voies ferrées, le cours Lafayette, la rue de Bonnel, l'Ouest de la rue Servient et la place de Milan sont des espaces particulièrement exposés aux mouvements d'air. Au niveau de la place de Milan, les pieds des tours Swiss Life et Oxygène sont particulièrement inconfortables au vent et le niveau limite est atteint en mi-saison pour la marche rapide. Cette zone subit l'influence des accélérations latérales du vent en pied de tour quelle que soit la direction du vent amont incident. Les entrées des trémies situés sous le centre commercial sont, elles, essentiellement affectées par les réductions de section (effet Venturi).
- ✓ Au Sud de la Résidence Desaix (orientation Ouest-Est) l'espace est largement soumis au vent et la limite de confort pour la marche rapide y est atteinte quelle que soit la saison. L'imposante façade de la Résidence, orientée perpendiculairement aux vents dominants y génère un effet « Wise » (phénomène entrainant des accélérations locales importantes apparaissant lors de l'association de deux bâtiments parallèles de différentes hauteurs, un plus petit devant et un plus grand derrière, dû à la combinaison du tourbillon en aval du premier et de celui en amont du second) majeur pour les vents orientés Sud-Ouest, et des accélérations latérales de sillage pour les vents Nord-Ouest. Les passages sous la résidence sont eux soumis à un effet Venturi important indépendamment de l'orientation du vent et la limite de confort en marche rapide y est atteinte en toute saison. La place du lac, sans atteindre les niveaux d'inconfort de l'espace résidentiel rue Desaix, subit les mêmes phénomènes aérologiques dus à l'imposante façade de la résidence de la rue du Lac.

Au niveau Dalle :

L'analyse des cartographies de confort obtenues pour la version existante du quartier au niveau dalle, montrent une certaine continuité avec le socle en termes de confort au vent et les zones sensibles sont :

- ✓ Au Nord-Ouest du centre commercial, quelle que soit la saison de l'année, les passages situés au Nord de l'auditorium et du centre commercial (effet venturi sur les vents dominants) et les parties Est et Ouest au pied de la tour Crayon avec les effets d'accélération en pied de tour sont des zones particulièrement inconfortables.
- ✓ La partie Sud de la cité administrative et le passage vers la résidence sont également le siège de vitesses de vent élevées et la limite de confort pour la marche normale en hiver et en mi saison est atteinte. Il est intéressant de noter que cet espace ouvert est largement sous l'influence du vent lorsque ce dernier est orienté suivant l'axe de la rue du Lac (160°,340°). Dans la continuité vers le sud, les passages extérieurs (côté rue du Lac) sous la résidence sont eux soumis à l'aérologie induite par la résidence et présentent des niveaux d'inconfort élevés.
- ✓ La partie Sud de la tour EDF est particulièrement inconfortable et les niveaux limites y sont observés en mi saison (accélération en pied de tour pour les vents de Sud.)
- ✓ Finalement, au Sud-Ouest (accès rue Paul Bert), la partie dalle est inconfortable au vent hormis en été. En effet, l'examen des vitesses de vent montrent que, sans toutefois atteindre des vitesses locales importantes, cette zone est en permanence soumise aux vents quelles que soient les directions.

Au niveau Toiture : au-delà de 30 m au-dessus du sol, les toitures sont peu protégées des vents dominants :

- ✓ Ainsi toutes les toitures des IGH sont particulièrement exposées et les niveaux d'inconfort limite y sont atteints.
- ✓ Au niveau du centre commercial la toiture au pied de la tour Oxygène et celle directement située au sud de cette dernière sont particulièrement touchées par les accélérations locales du vent induites par la tour. Ainsi elles apparaissent particulièrement inconfortables au vent plus de 25% du temps.
- ✓ En revanche, les parkings en toiture accolés aux rampes d'accès Ouest sont peu impactés par la présence de la tour Crayon et bénéficie de la protection du bâtiment au Nord. La partie centrale du parking et la toiture Nord du centre commercial sont plus exposées au vent, de par leur position dans l'axe des vents dominants et du peu de masque offert par les îlots résidentiels alentours. L'effet sur la toiture Nord est accentué par l'effet venturi créé par les deux bâtiments adjacents (Caisse d'Epargne- Banque Populaire).

Le quartier actuel est entouré d'îlots assez denses au sein desquels les rues sont peu exposées aux vents soufflants dans la région. En revanche, au cœur même du quartier, les effets classiques du vent pouvant provoquer de l'inconfort (effet venturi, effet wise …) ont été identifiés et localisés notamment autour des ouvrages de grande dimension, notamment les grandes résidences. L'analyse des cartographies a également montré que les niveaux les plus élevés étaient observés en période de mi-saison et en hiver, tant au niveau du sol qu'aux niveaux dalle ou toiture, et qu'en période estivale une certaine amélioration dans les zones sensibles apparait.

5.3. LE CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE

A l'échelle de la commune, la partie basse de Lyon, située au confluent du Rhône et de la Saône, est à une altitude de 162 mètres. Les collines de Fourvière, Croix-Rousse et la Duchère (à l'Ouest, Nord-Ouest du périmètre d'étude), à l'Ouest du Rhône, culminent jusqu'à un peu moins de 300 m d'altitude.

Le périmètre d'étude se situe à l'Est du Rhône au niveau de la plaine. Du point de vue morphologique, le site est donc plat et subhorizontal avec une cote de 168 m/NGF.

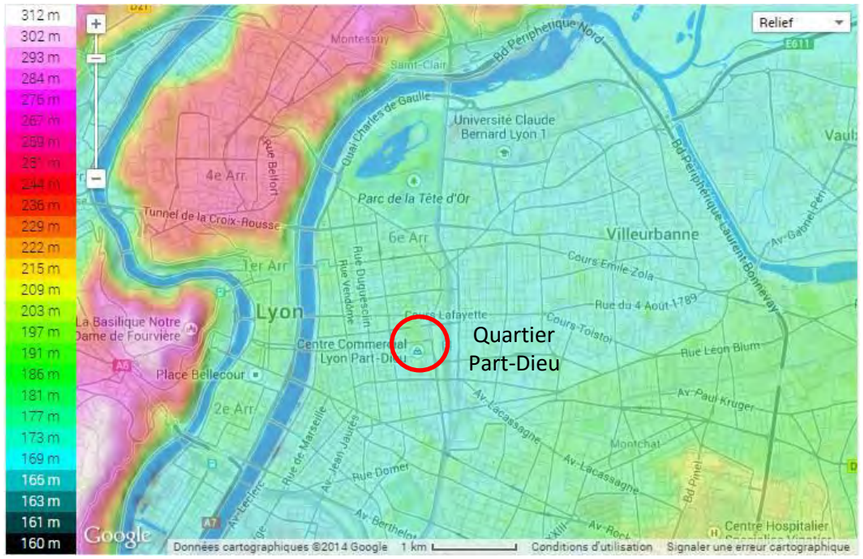


Figure 116 : Extrait de la carte topographique de la région lyonnaise (source : http://fr-fr.topographic-map.com)

Au sein du secteur de la Part-Dieu, hormis au niveau des trémies et des voies ferrées, il n'y a pas de variation de hauteur des infrastructures de transport.

Cependant pour les piétons, les variations de hauteur sont nombreuses avec la présence d'espaces sur dalle et des dénivelés multiples, notamment aux alentours du centre commercial.

La figure suivante illustre ces différences de niveaux rencontrées, en lien avec le principe de « sol difficile » utilisé pour décrire les espaces publics de la Part-Dieu.

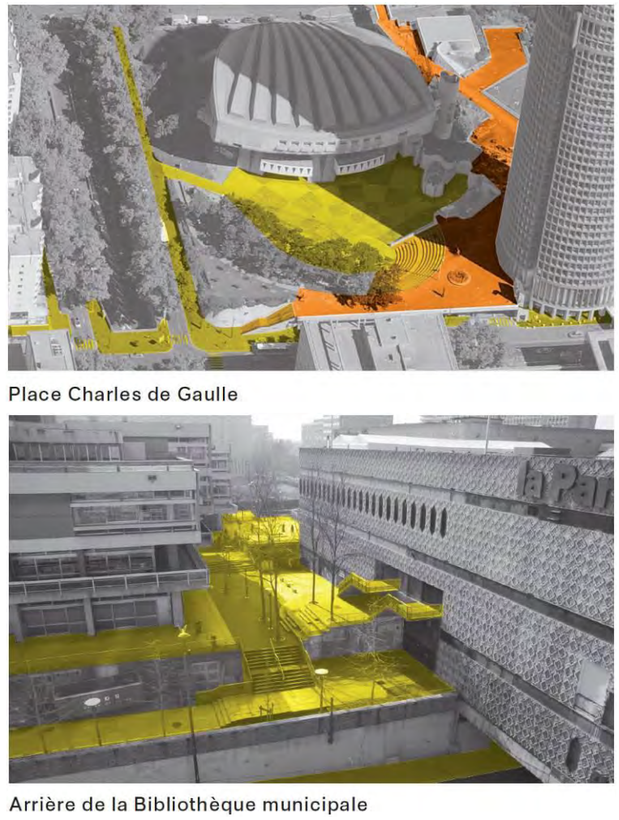


Figure 117 : Illustration des variations de hauteur et du principe de « sol difficile » sur le quartier Part-Dieu (source : Plan de Référence V2 du projet Lyon Part-Dieu, cahier « Paysage Part-Dieu »)

5.4. LE CONTEXTE GEOLOGIQUE

Source : Modèle de gestion dynamique des impacts hydrogéologiques du projet - EGIS – Novembre 2012

Sur le plan géologique, peuvent être décrits successivement :

- ✓ Les terrains antérieurs à la réalisation du fossé rhodanien (terrains cristallins, qui affleurent en rive droite de la Saône (colline de Fourvière) et du Rhône (après la confluence) ainsi que sur le nord de la Presqu'île;
- ✓ Les séries de comblement du fossé, du Crétacé terminal jusqu'au Quaternaire, regroupent, entre autres, le Miocène lyonnais se caractérisant par des sédiments à dominante sableuse jaune ou gris, à grain fin, sables, essentiellement calcaires et micacés, d'origine alpine et souvent consolidés en molasse,
- ✓ Au Quaternaire, les dépôts sont majoritairement glaciaires : dépôts essentiellement morainiques qui se déposent sur les reliefs existants,
    - Les formations morainiques présentes sur la zone (Bron, Décines, collines de Croix-Rousse et Fourvière) résultent de la dernière glaciation du Würm,
    - Les formations fluvio-glaciaires, déposées lors des différents stades de retrait du glacier würmien. Elles résultent d'un alluvionnement lié aux eaux de fusion des glaciers,
    - Les alluvions fluviatiles würmiennes, disposées en terrasses, qui accompagnent les stades de retraits des glaciers et constituent un prolongement des nappes fluvio-glaciaires. Elles sont présentes à Villeurbanne et au niveau du quartier de la Guillotière.
    - Les alluvions fluviatiles modernes : ces alluvions se retrouvent principalement dans les plaines alluviales du Rhône et de la Saône. Ils se caractérisent principalement par un faciès sablo-graveleux, et par quelques niveaux tourbeux et argileux souvent superficiels. **Le périmètre de la zone d'étude se situe à la surface de ces alluvions fluviatiles modernes.**

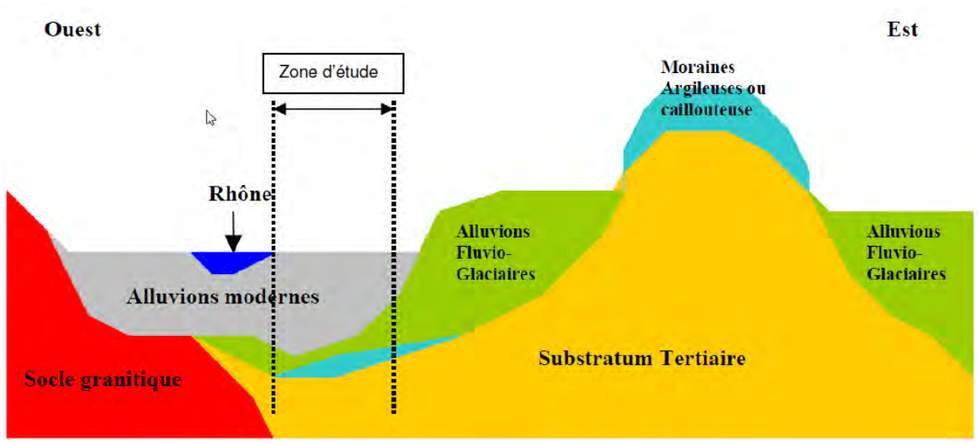


Figure 118 : Schéma de la superposition théorique des principales formations géologiques (source : BRGM)

La carte géologique de LYON au 1/50 000ème est présenté ci-après ; les alluvions fluviatiles modernes sont notés Fy-z.



Figure 119 : Contexte géologique du site de projet (source : BRGM/Infoterre)

D'après les données de la BSS (Banque du Sous-Sol) du BRGM, la coupe géologique moyenne est la suivante pour le quartier de la Part-Dieu :

- ✓ 0 à 1-3 m selon les zones : remblais avec présence de briques, verre et peu de mâchefers,
- ✓ 3 m à 9 m environ : alluvions gravelo-sableux,
- ✓ 9 m à 13 m environ : passe sableuse,
- ✓ 13 m à 18 m environ : alluvions gravelo-sableux,
- ✓ 18 m à 20,5 m environ : banc compact,
- ✓ au-delà : substratum molassique.

5.5. L'ETAT DES SOLS

Le projet se situe en milieu urbain, et, par conséquent, potentiellement au droit de zones ayant accueilli d'anciennes activités industrielles, potentiellement polluantes pour les sols et la nappe.

Un inventaire a donc été réalisé dans les deux principales bases de données publiques spécialisées : BASIAS et BASOL. La base BASIAS référence les anciens sites industriels et activités de service potentiellement polluants mais qui n'implique pas nécessairement la présence d'une pollution. La base BASOL recense les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif.

L'étude « Modèle de gestion dynamique des impacts hydrogéologiques du projet » menée par EGIS a permis d'identifier, à l'échelle du domaine d'étude, 164 sites BASIAS et 14 sites BASOL. Les sites potentiellement pollués sur le quartier sont localisés sur la figure suivante.

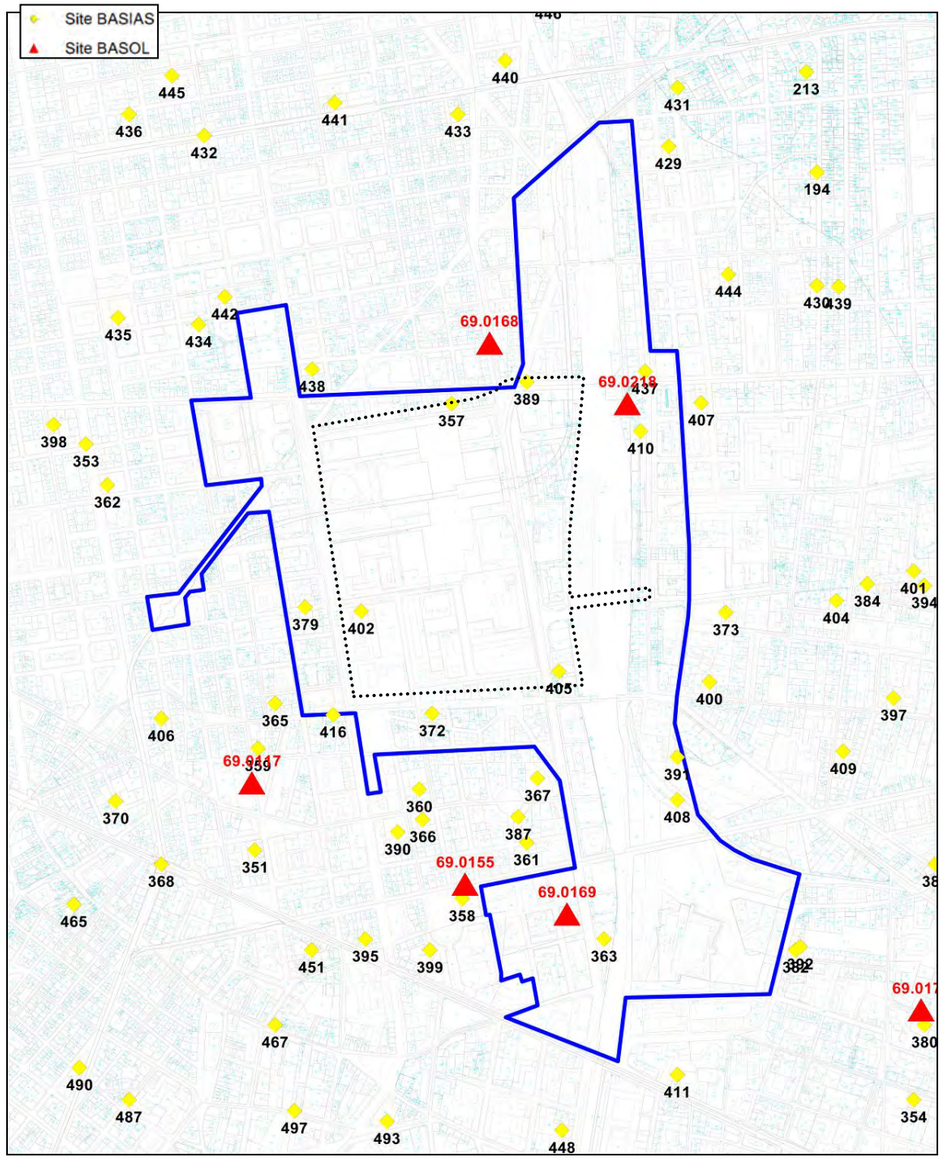


Figure 120 : Sites potentiellement pollués (extrait de l'étude « Modèle de gestion dynamique des impacts hydrogéologiques du projet », EGIS - Novembre 2012)

Les sites localisés dans le périmètre de projet (identifié en gras) et les sites les plus proches sont présentés dans le tableau suivant.

Code site	Nom usuel	Adresse	Type de pollution	Polluants présents dans les sols ou la nappe	Description du site
SITE BASIAS					
389	BLAFO-VELFA	272 cours Lafayette	*Pas d'information*	*Pas d'information*	Ancienne fabrication de velours d'ameublement.
357	Ets GALLAVARDIN, JANDOT & Cie	162 cours Lafayette			Ancien garage automobile et Dépôt d'essence. Hydrocarbures de type carburant: fuel, essence, acétylène,...
402	**Atelier de Mb. CHAMBOURNIE**	**140 rue Mazenod**			**Stockage de produits chimiques : dépôt de celluloid.**
372	The British Xylonite Company	130 Rue Paul Bert			Fabrication, transformation et/ou dépôt de matières plastiques de base : dépôt de celluloid
405	**Transports FAILLEBIN**	**1 bis bd de la Part-Dieu (actuel Bd Vivier-Merle)**	Huiles minérales et/ou hydrauliques et/ou de moteurs et/ou de trempe	Chrome, organométalliques	**Entretien et réparation de véhicules.**
SITE BASOL (hors périmètre de projet)					
69.0218	TOTAL FRANCE station-service cours Lafayette	198 cours Lafayette	Sol pollué, Nappe polluée	Hydrocarbures, Solvants non halogénés, BTEX (sols ou la nappe)	La station-service se trouvait en zone urbaine, à l'intersection du cours Lafayette et des lignes de chemin de fer. Elle dispose d'un récépissé de déclaration n° 18749 du 31 mai 2000 pour les rubriques 1432.2b : Dépôts de liquides inflammables et 1434.1b : Installation de remplissage de liquides inflammables. L'ancienne station-service a été acquise par le Grand Lyon et démantelée (*voir photo ci-contre*).

Tableau 26 : Description des sites potentiellement pollués dans le périmètre de projet et du site pollué le plus proche (source : BASIAS, BASOL)



Figure 121 : Ancienne station-service – site BASOL, situé au Nord-Est du périmètre de projet (hors périmètre)

Le périmètre de projet est concerné par deux anciens sites dont l'activité était potentiellement polluante, mais qui n'implique pas nécessairement la présence d'une pollution.
Aucun site ou sol pollué ou potentiellement pollué appelant une action des pouvoirs publics n'est recensé sur le périmètre de projet.

5.6. LE CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :
Précisions ajoutées suivant l'étude d'impact hydrogéologique des aménagements PEM/Two Lyon et ZAC Part-Dieu Ouest réalisée en 2016, Mise à jour du contexte réglementaire en date de juin 2016 (SDAGE)

5.6.1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

(1) LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU (DCE)

La DCE du 23 octobre 2000 (directive 2000/60) vise à donner une cohérence à l'ensemble de la législation avec une politique communautaire européenne globale dans le domaine de l'eau.

Elle fixe des objectifs pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles (eaux douces et eaux côtières) et pour les eaux souterraines. L'objectif général est d'atteindre d'ici à 2015 le bon état des différents milieux sur tout le territoire européen. Les grands principes de la DCE sont :

- ✓ une gestion par bassin versant ;
- ✓ la fixation d'objectifs par « masse d'eau » ;
- ✓ une planification et une programmation avec une méthode de travail spécifique et des échéances ;
- ✓ une analyse économique des modalités de tarification de l'eau et une intégration des coûts environnementaux ;
- ✓ une consultation du public dans le but de renforcer la transparence de la politique de l'eau.

La Directive Cadre sur l'Eau définit également une méthode de travail, commune aux 27 Etats membres, qui repose sur quatre documents essentiels :

- ✓ l'état des lieux : il permet d'identifier les problématiques à traiter ;
- ✓ le plan de gestion : il correspond au SDAGE qui fixe les objectifs environnementaux ;
- ✓ le programme de mesure : il définit les actions qui vont permettre d'atteindre les objectifs ;
- ✓ le programme de surveillance : il assure le suivi de l'atteinte des objectifs fixés.

L'état des lieux, le plan de gestion et le programme de mesure sont à renouveler tous les 6 ans.

Le projet se situe au sein du bassin Rhône-Méditerranée, réglementé par cette DCE.

(2) LE SCHEMA DIRECTEUR D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX (SDAGE) DU BASSIN RHONE – MEDITERRANEE

Le SDAGE du bassin Rhône Méditerranée 2016-2021 est un document de planification pour l'eau et les milieux aquatiques à l'échelle du bassin, entré en vigueur le 21 décembre 2015. Il fixe pour une période de 6 ans les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau et intègre les obligations définies par la Directive Cadre sur l'Eau, ainsi que les orientations du Grenelle de l'Environnement pour un bon état des eaux d'ici 2021.

Les neuf orientations fondamentales du SDAGE sont les suivantes :

- ✓ Adaptation au changement climatique : économiser durablement l'eau, privilégier les approches préventives devant les approches « curatives anticipées », agir de façon solidaire et concertée,
- ✓ Prévention : privilégier la prévention et les interventions à la source pour plus d'efficacité,
- ✓ Non dégradation : concrétiser la mise en œuvre du principe de non dégradation des milieux aquatiques,
- ✓ Vision sociale et économique : intégrer les dimensions sociale et économique dans la mise en œuvre des objectifs environnementaux,
- ✓ Gestion locale et aménagement du territoire : organiser la synergie des acteurs pour la mise en œuvre de véritables projets territoriaux de développement durable,
- ✓ Pollutions : lutter contre les pollutions, en mettant la priorité sur les pollutions toxiques et la protection de la santé,
- ✓ Des milieux fonctionnels : préserver et développer les fonctionnalités naturelles des bassins et des milieux aquatiques,

- ✓ Partage de la ressource : atteindre et pérenniser l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir,
- ✓ Gestion des inondations : gérer les risques d'inondation en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau.

Le SDAGE définit également des principes de gestion spécifiques des différents milieux : eaux souterraines, cours d'eau de montagne, grands lacs alpins, rivières à régime méditerranéen, lagunes, littoral.

L'objectif global en 2021 est que 66 % des milieux aquatiques soient en bon état écologique et que 99 % des eaux souterraines soient en bon état quantitatif. Dans certains cas, pour les masses d'eau qui n'auraient pu recouvrer le bon état en 2015, la directive prévoit le recours à des reports d'échéance dûment justifiés ne pouvant excéder deux mises à jour du SDAGE (2027) ou à des objectifs environnementaux moins stricts.

Le périmètre d'étude du projet est inclus dans le périmètre du SDAGE Rhône-Méditerranée, le projet doit être compatible avec les neuf orientations fondamentales listées ci-avant.

(3) LE SCHEMA D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX (SAGE)

Les objectifs des SAGE sur le bassin Rhône-Méditerranée sont de contribuer à la mise en œuvre du SDAGE et du programme de mesures au sein des territoires, et à mettre en place et faire aboutir les SAGE là où ils sont nécessaires.

Aucun SAGE ne concerne le périmètre d'étude. Le SAGE le plus proche est celui de l'Est lyonnais, situé à quelques kilomètres à l'Est du quartier de la Part-Dieu : les communes de Villeurbanne et Bron sont en partie concernées par celui-ci.

(4) LE CONTRAT DE MILIEU

Un contrat de milieu (généralement contrat de rivière, mais également de lac, de baie ou de nappe) est un accord technique et financier entre partenaires concernés pour une gestion globale, concertée et durable à l'échelle d'une unité hydrographique cohérente. Avec le SAGE, le contrat de milieu est un outil pertinent pour la mise en œuvre des SDAGE et des programmes de mesures approuvés en 2009 pour prendre en compte les objectifs et dispositions de la Directive Cadre sur l'Eau. Il peut être une déclinaison opérationnelle d'un SAGE. C'est un programme d'actions volontaire et concerté sur 5 ans avec engagement financier contractuel (désignation des maîtres d'ouvrage, du mode de financement, des échéances des travaux, etc.).

Ces contrats sont signés entre les partenaires concernés : préfet(s) de département(s), Agence de l'Eau et les collectivités locales (Conseil Général, Conseil Régional, communes, syndicats intercommunaux...).

Le périmètre d'étude est concerné par le contrat de milieu de l'Yzeron. Ce contrat est achevé et ne présente pas d'enjeu au niveau de la zone d'étude.

Le périmètre d'étude est également concerné par le contrat de milieu « Saône, corridor alluvial et territoires associés », qui porte sur le Val de Saône (communes riveraines de la Saône), ainsi que sur les petits affluents de la Saône, dépourvus de procédure de gestion.

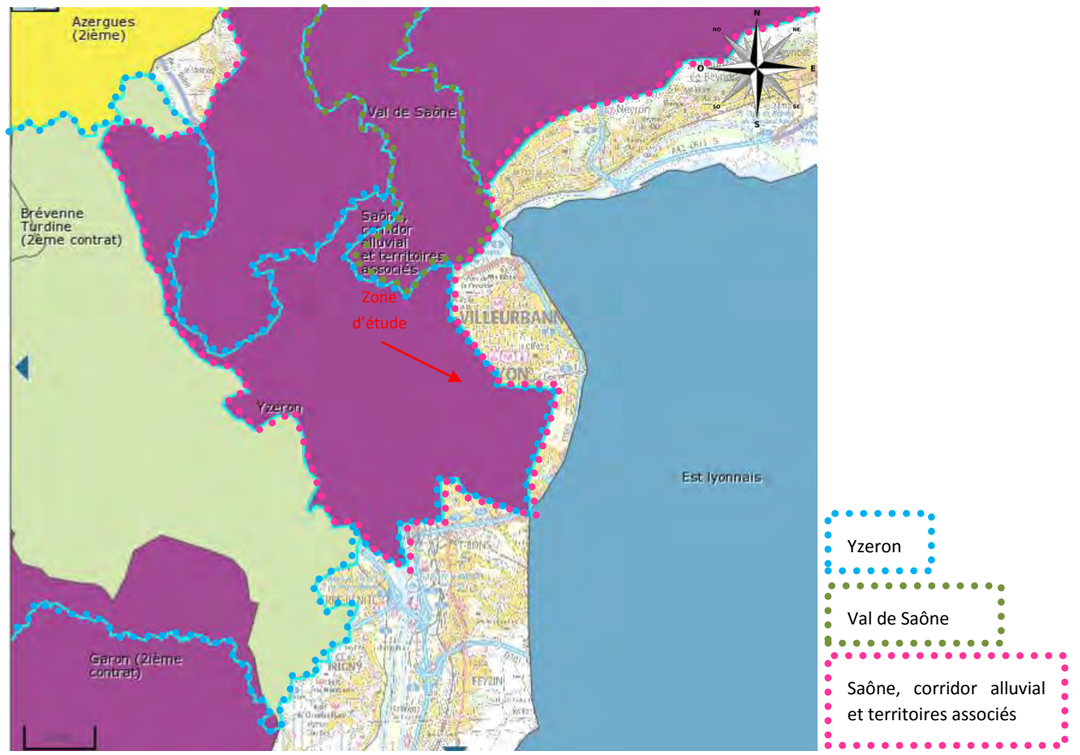


Figure 122 : Carte des contrats de milieu au droit du secteur d'étude (source : CARMEN Rhône-Alpes)

L'Etablissement Public Territorial du Bassin Saône et Doubs (ETPB), agit pour une gestion durable de l'eau, des rivières et des milieux aquatiques. Il intervient sur plus de 2000 communes sur les thématiques des inondations, de l'amélioration de la qualité et de la ressource en eau, des zones humides et de la biodiversité.

Ce bassin versant est caractérisé par d'importantes ressources en eau souterraine (nappe alluviale de la Saône), une forte inondabilité du fond de vallée, et des ressources naturelles et patrimoniales de premier ordre au sein d'un corridor écologique reconnu à l'échelle nationale et européenne.

Ce contrat de rivière est en cours d'élaboration.

Ses enjeux sont les suivants :

- ✓ Reconquérir la qualité des eaux et préserver les ressources stratégiques
- ✓ Réhabiliter les milieux naturels et préserver la biodiversité
- ✓ Prendre en compte le risque inondation dans l'aménagement du territoire et réduire l'impact des crues
- ✓ Renforcer l'identité et accompagner le développement du Val de Saône
- ✓ Améliorer la connaissance de la Saône et des affluents orphelins
- ✓ Organiser la gestion du territoire

Ce contrat ne présente pas d'enjeu au niveau du périmètre de projet.

(5) ZONES VULNERABLES « NITRATES »

La directive Nitrates demande que soit révisée, au moins tous les 4 ans, la délimitation des zones dites "vulnérables". Ces zones sont caractérisées par une pollution diffuse en nitrates qui prend en compte les caractéristiques des sols ainsi que la teneur dans les eaux et leur zone d'alimentation.

Le périmètre d'étude n'est pas considéré comme une zone vulnérable par rapport aux nitrates : la plus proche est située à 3 km à l'Est.

5.6.2. LES EAUX SOUTERRAINES

(1) CONTEXTE GENERAL

Le quartier de la Part-Dieu repose sur la formation aquifère des alluvions du Rhône, et son substratum également aquifère.

Au plan hydrogéologique, l'organisation du système aquifère est la suivante :

- ✓ Les alluvions modernes constituent l'aquifère principal et renferment une nappe à surface libre. Cette aquifère repose sur un substratum molassique peu perméable et qui peut être considéré comme étanche ;
- ✓ La nappe alluviale est alimentée par les précipitations (sur des zones perméables peu étendues dans un contexte urbain dense et largement imperméabilisé) mais surtout par les aquifères amont (nappes des couloirs fluvio-glaciaires de l'Est lyonnais) ;
- ✓ La nappe s'écoule vers l'Ouest en direction du Rhône puis vers le Sud en relation avec le fleuve (Rhône) ;
- ✓ Le Rhône draine la nappe alluviale en situation normale. Son niveau étant régulé à la traversée de Lyon (barrage de Pierre Bénite à l'aval), le fleuve présente peu de variations de niveau, hormis lors des épisodes de crues dont la durée n'excède cependant pas quelques jours et restent sans effet durable et de longue portée sur l'orientation des écoulements souterrains.

Une autre nappe plus profonde est également présente : Miocène sous couverture Lyonnais et Sud Dombes.

La zone d'étude est donc concernée par les deux masses d'eau souterraine dans le tableau ci-après :

Caractéristiques	Alluvions du Rhône entre le confluent de la Saône et de l'Isère + alluvions du Garon	Miocène sous couverture Lyonnais et sud Dombes
EU Code	FRDG325	FRDG240
Type	alluvial	sédimentaire
Ecoulement	libre	libre et captif, majoritairement captif
Surface affleurante	176 km²	-
Surface sous couverture	-	1079 km²

Tableau 27 : Tableau des masses d'eau souterraine (source : SIERM)

Caractéristiques des « Alluvions du Rhône entre le confluent de la Saône et de l'Isère + alluvions du Garon »

La masse d'eau des alluvions du Rhône s'étend depuis Villeurbanne au Nord jusqu'au confluent de l'Isère (Pont-d'Isère) sur environ 100 km. Elle correspond pour l'essentiel à la bande étroite d'alluvions fluviatiles de la plaine du Rhône (1 à 4 km de large).

Cette nappe se situe entre la masse d'eau « formations plioquarternaires Dombes-Sud » à l'Ouest et au Nord, les « Couloirs de l'Est lyonnais (Meyzieu, Décines, Mions) » à l'Est, et les « Alluvions du Rhône – île de Miribel-Jonage » au Nord (limite : canal de Jonage).



Figure 123 : Carte des masses d'eau souterraine les moins profondes (source : SIE SIERM)

Les alimentations de la nappe alluviale du Rhône sont liées à des apports latéraux des versants et de nappes affluentes, des précipitations à sa surface et du Rhône lui-même en situation de hautes eaux et de manière permanente dans certains secteurs. La nappe est drainée par le Rhône ou les contre-canaux dans les secteurs aménagés.

Le sens d'écoulement de la nappe est Nord-Sud, et est déterminé par :

- ✓ la forme du cours d'eau du Rhône (méandres) ; une partie des eaux du fleuve s'infiltre à travers la berge de la partie amont du méandre, migre dans les alluvions et retourne au Rhône à l'aval,
- ✓ les apports des nappes de versant (nappe de la Bièvre-Valloire, etc.).

D'après l'extrait de carte issue du site inondationsnappes.fr, la nappe des alluvions du Rhône est sub-affleurante au niveau de la zone d'étude.

Le secteur d'étude est concernée par une sensibilité liée à la nappe affleurante de formation sédimentaire (cf. §5.7.2 Risques d'inondation ou de remontée de nappe, page 125).

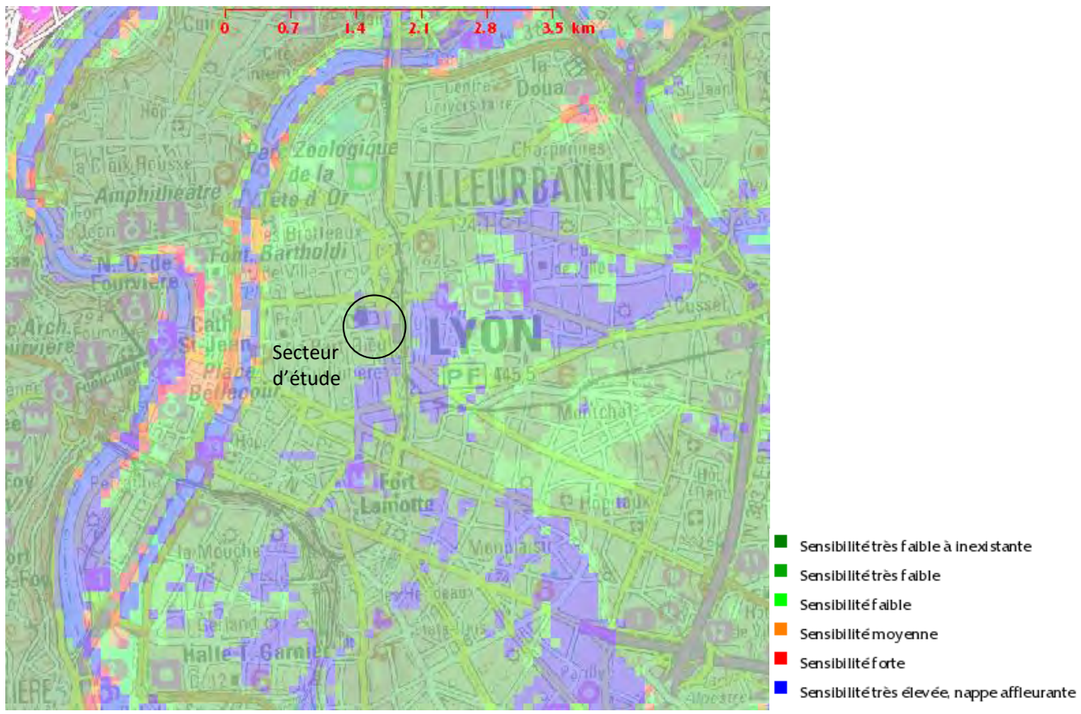


Figure 124 : Extrait de la carte du des nappes aquifères (inondationsnappes.fr)

Caractéristiques des « Miocène sous couverture Lyonnais et sud Dombes»

Les quelques ouvrages exploitant l'aquifère molassique ne permettent pas de tracer une carte piézométrique de l'ensemble de la masse d'eau. Dans la Dombes, la profondeur de la nappe est de l'ordre de 25 à 300m, du Sud au Nord.

(2) ETAT, VULNERABILITE ET SENSIBILITE DES EAUX SOUTERRAINES

NOTE : Pour les eaux souterraines, le bon état est apprécié en fonction de la qualité chimique et de la quantité d'eau (équilibre entre prélèvements et alimentation de la nappe) (SDAGE Rhône-Méditerranée et Directive Cadre Eau).

« Alluvions du Rhône entre le confluent de la Saône et de l'Isère + alluvions du Garon »

Le niveau de la nappe suit en général les variations du Rhône avec un amortissement et un déphasage faibles.

Le long du Rhône, les vallées sont très urbanisées et industrialisées (couloir de la chimie à l'aval de Lyon, usines chimiques de Saint Clair du Rhône, et de Péage de Roussillon dans l'Isère), ce qui induit de nombreuses sources avérées ou potentielles de pollution pour la masse d'eau. De plus, les nombreuses infrastructures de transport et la présence d'anciennes gravières représentent des risques pour cette masse d'eau.

La pollution aux hydrocarbures de la nappe alluviale du Rhône au niveau du Port Herriot (pollution liée à la Seconde Guerre mondiale), des captages Rhône Sud (pollution liée aux anciens remblais de l'A7) ou la pollution de la nappe liée à l'accident ferroviaire de Chavanay sont des exemples significatifs de cet état de fait.

Etat quantitatif : moyen

La nappe des alluvions récentes et modernes en bordure du Rhône présente un potentiel intéressant, bénéficiant de l'alimentation induite par le fleuve. Elle est toutefois largement exploitée (plaine du Péage-de-Roussillon) et de nouveaux ouvrages à fort débit passeront par une appréciation précise de l'impact.

Etat qualitatif : bon à médiocre

Les eaux sont de type bicarbonaté-calcique, les teneurs en fer (Fe) et manganèse (Mn) des eaux sont en moyenne de 0,125 mg/l pour le fer et de 0,05 mg/l pour le Mn (valeurs inférieures à la norme de potabilité).

Consécutivement aux aménagements du Rhône, ont pu être notées sur certains captages des augmentations des teneurs en fer et manganèse à mettre en liaison avec une évolution défavorable des conditions oxydo-réductrices, la remontée des niveaux de nappe pouvant entrainer une mise en captivité sous les limons d'inondations.

Masse d'eau FRDG325 : Alluvions du Rhône entre le confluent de la Saône et de l'Isère + alluvions du Garon						
Station	Etat quantitatif			Etat chimique		
	Etat (2009)	Objectif bon état	Motif du report	Etat (2009)	Objectif bon état	Motif du report
Etat général	Bon état	2015	-	Médiocre	2027	Trichloroethylene/ Tetrachloroethylene/ COHV/ Urées/ Oxadiazon

Tableau 28 : Etat de la masse d'eau « Alluvions du Rhône entre le confluent de la Saône et de l'Isère + alluvions du Garon » (source : sierm eaurmc)

Les stations de la rue des Brotteaux (puits privés) et de la rue du Pérou (forage privé) sont les plus proches du périmètre d'étude (respectivement 400 m et 1.2 km). Ces deux stations présentent un état chimique médiocre du fait de la présence de solvants chlorés (données 2010-2012).

Au niveau de la station de suivi la plus proche, la profondeur de la nappe est de 5 à 6 m.

Au vu des suivis de la station de forage du Boulevard des Belges (source : SIERMC EAURMC) et des sondages effectués dans la zone, la nappe des alluvions du Rhône est présente à faible profondeur, à 5 à 7 m par rapport au niveau du terrain naturel.

L'étude de faisabilité « Modèle de gestion dynamique des impacts hydrogéologiques du projet « Pôle d'Echanges Multimodal part-Dieu » a permis un recensement d'un grand nombre de données piézométriques permettant de mettre à jour les cartes piézométriques – les dernières, datant de 2004, étant obsolètes – et d'acquérir des éléments de base fiable pour définir le comportement de la nappe localement.

Une analyse statistique portant sur 16 piézomètres repartis dans l'Est lyonnais a été menée sur la période 2006-2011 afin de définir une moyenne et une médiane, ainsi que le battement maximal de la nappe et l'écart type. Les piézomètres les plus proches de la zone d'étude sont le piézomètre boulevard Deruelle et celui rue Baraban.

Les conclusions de l'étude confirment les directions générales des écoulements données par l'étude BRGM de 2004-2007 comme par les anciennes cartes piézométriques de 2004 ou de 1973. Les écoulements présentent ainsi une remarquable stabilité, d'Est en Ouest au Nord de la Part Dieu, et d'Est en Ouest puis s'incurvant en direction du Sud-Ouest, parallèlement au fleuve, au Sud de la Part-Dieu.

Par ailleurs, dans le cadre des études préliminaires du projet PEM réalisées en 2014/2015, 5 piézomètres (2 place Béraudier, 2 boulevard Vivier-Merle, 1 rue Servient) ont été équipés de cellules de mesure automatique permettant une période de suivi sur 17 mois de 07/2014 à 11/2015.

Les allures des relevés piézométriques ainsi que amplitudes maximales mesurées sont très proches d'un piézomètre à l'autre, confirmant que les fluctuations sont globales et non pas localisées. Les niveaux d'amplitude relevés entre les niveaux de hautes eaux (zHE) et les niveaux de basses eaux (zBE) oscillent de 53 cm à 61 cm.

Caractéristiques des « Miocène sous couverture Lyonnais et Sud Dombes» (FRDG240)

Compte tenu du caractère profond, captif du réservoir et du faible nombre de points de prélèvements, le niveau de connaissance sur la masse d'eau est globalement faible.

Dans les zones où le Miocène est affleurant, c'est-à-dire au sud de la Dombes et dans l'Est lyonnais, l'occupation agricole des sols est principalement de type forestier.

Cette masse d'eau présentait en 2009 un bon état quantitatif et un bon état chimique. Le SDAGE fixe pour cette masse d'eau un bon état quantitatif et un bon état chimique, à l'horizon 2015.

Les eaux de la nappe du Miocène sont de type bicarbonaté-calcique, relativement dures, avec une minéralisation moyenne à assez forte.

Le fer et le manganèse sont généralement absents sauf sur les captages de la piscine de St-Priest et d'Eurexpo (0,1 mg/l en fer).

(3) LES USAGES DES EAUX SOUTERRAINES

« Alluvions du Rhône entre le confluent de la Saône et de l'Isère + alluvions du Garon »

La nappe d'eau « Alluvions du Rhône entre le confluent de la Saône et de l'Isère + alluvions du Garon » fait l'objet de différents usages, répartis ainsi (source : Eaufrance Rhône Méditerranée) :

- ✓ AEP : 10 %,
- ✓ Industriel : 64 %,
- ✓ Irrigation : 3 %,
- ✓ Autre : 23 %.

Parmi les prélèvements en eau potable, sur cette nappe, les plus proches du périmètre d'étude, figurent :

- ✓ les captages de Ternay (69) : 4,9 Mm3/an (volume 2001),
- ✓ les captages du Syndicat SIDESOL à Brignais, Vourles (69) : 3,24 Mm3/an
- ✓ les captages du Syndicat de MIMO à Millery, Montagny et Grigny (69) : 1,8 Mm3/an
- ✓ les captages de Rhône Sud (ouvrages de secours)

Ils sont situés à plus de 10 km au Sud de la zone d'étude.

L'eau du Grand Lyon provient essentiellement des nappes souterraines alimentées par le Rhône et captées dans la zone de Crépieux-Charmy, mais il s'agit de la nappe des « Alluvions du Rhône – Ile de Miribel Jonage ».

Ce champ captant est l'un des plus vastes d'Europe. Il est situé en limite Nord de Lyon et abrite 114 puits ou forages qui fournissent 92% de l'eau consommée dans le Grand Lyon.

Le captage de Crépieux-Charmy peut produire jusqu'à 450 000 m3 d'eau par jour aux besoins des 361 000 abonnés de l'agglomération.

En cas d'incident sur le champ captant de Crépieux-Charmy, les habitants de l'agglomération sont assurés d'être desservis en eau potable grâce aux captages périphériques, maintenus en activité tout autour de l'agglomération. Ils permettraient une production de 85 000 m3 d'eau par jour.

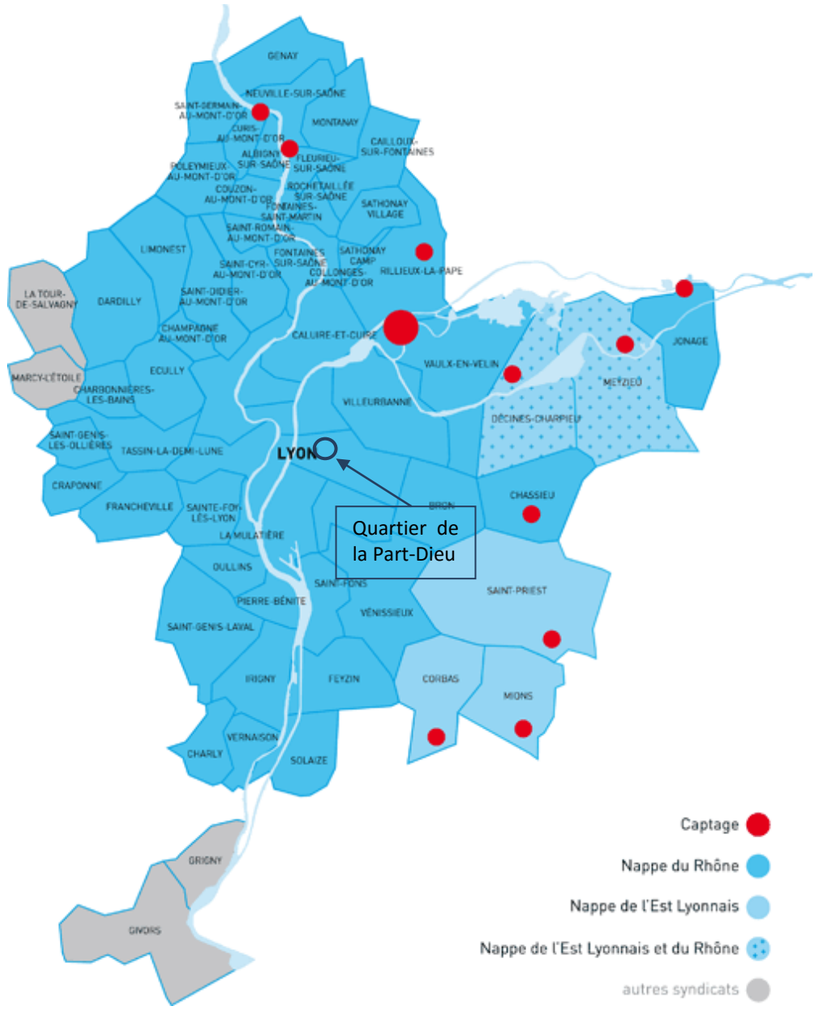


Figure 125 : Carte des captages du Grand Lyon (source : Grand Lyon)

Le projet n'est donc pas situé en amont d'un captage d'eau potable, ceux-ci étant situés à plus de 10 km, ni en aval direct (>3 km).

Au cours de la recherche bibliographique initiée au lancement de l'étude « Modèle de gestion dynamique des impacts hydrogéologiques du projet » d'EGIS, en 2012, un recensement des usages de la nappe a été effectué au droit du projet. Les différents types d'usages et leur localisation sont représentés sur la carte suivante :

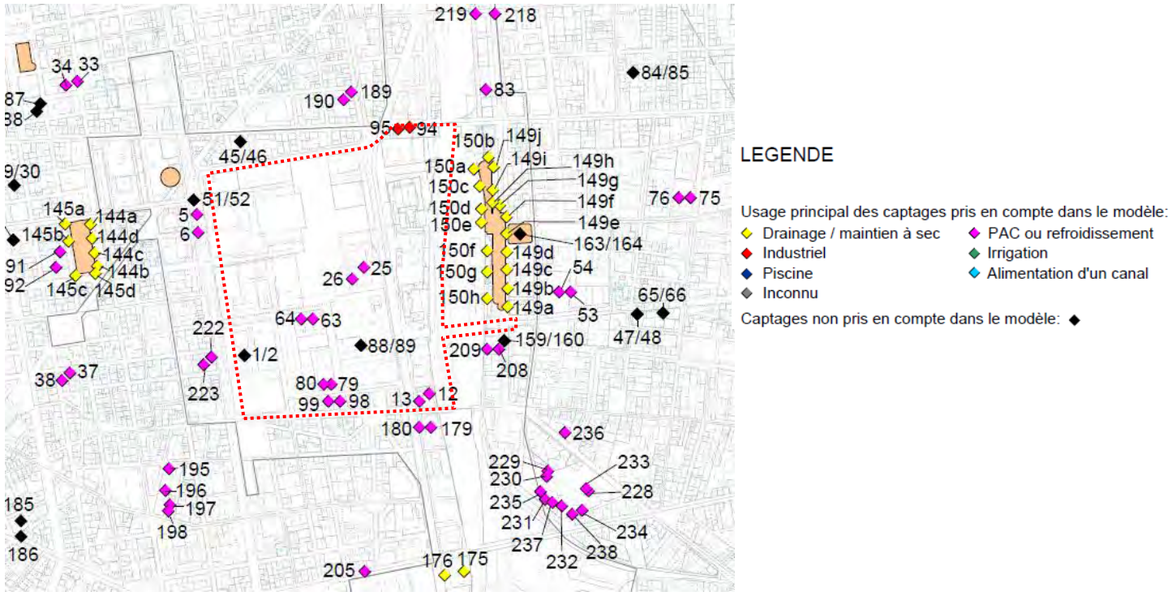


Figure 126 : Extrait de carte de l'étude « Modèle de gestion dynamique des impacts hydrogéologiques du projet » - (Source EGIS – Novembre 2012)

Concernant les prélèvements industriels, sont notés :

- ✓ les captages Lafarge Granulats à Millery (69), 0,24 Mm3/an,
- ✓ les captages CASINO à Brignais (69), 0,062 Mm3/an,

Ils sont également situés à plus de 10km au Sud de la zone d'étude.

Dans un contexte urbain, les zones de recharge de la nappe sont très limitées. A l'échelle du modèle, la majeure partie du territoire est imperméabilisée (voiries, bâtiments) et les eaux de pluie sont récupérées dans leur quasi-totalité par les réseaux collecteurs (unitaire ou séparatif) sans pouvoir atteindre la nappe. Les espaces verts sont peu nombreux à permettre une infiltration de l'eau de pluie vers la nappe. Ces zones se limitent au Parc de la Tête d'Or, au Parc de la Feyssine et au cimetière militaire, ces 3 éléments étant regroupés à plus d'1.8km au Nord de la zone d'étude, moins densément urbanisée que le secteur d'étude.

« Miocène sous couverture Lyonnais et sud Dombes »

Concernant les « Miocènes sous couverture Lyonnais et Sud Dombes », son exploitation est actuellement modeste (de l'ordre de 100 à 150 m3/h par ouvrage) compte tenu des débits d'exploitation possibles. Les zones intéressantes, en termes de productivité, sont l'Est lyonnais et le secteur de Montluel-Villars-les-Dombes (BRGM, 1985). Mais la réalimentation de ces secteurs est mal connue.

5.6.3. LES EAUX SUPERFICIELLES

(1) CONTEXTE GENERAL

La zone d'étude est concernée par le bassin hydrographique Rhône-Méditerranée et le sous bassin hydrographique de la nappe de l'Est lyonnais.

Les cours d'eau les plus proches du projet sont :

- ✓ le ruisseau de la Rize, traversant autrefois la zone d'étude sous forme canalisée et enterrée,
- ✓ le Rhône, situé à environ 1 km à l'Ouest du périmètre d'étude,
- ✓ la Saône, située à plus de 1,5 km à l'Ouest du périmètre d'étude
- ✓ l'Yzeron, dont la section la plus proche (confluence avec le Rhône en aval de la confluence avec la Saône) est située à plus de 5 km au Sud-Ouest du périmètre d'étude.

Le plan d'eau le plus proche est le lac du parc de la Tête d'Or, situé à 1,7 km au Nord du périmètre d'étude.

Ruisseau de la Rize

La Rize est un petit affluent en rive gauche du Rhône, qui traverse les communes de Décines-Charpieu, Vaulx-en-Velin, Villeurbanne. Elle a été mise en égout sur la quasi-totalité de son cours aux XIXème et XXème siècles, seule subsiste une portion restante à l'air libre au Nord du canal de Jonage sur la commune de Vaulx-en-Velin.

Depuis 1881, la Rize s'écoule en canalisation dans le sous-sol de Lyon.

La Direction de l'Eau de la Metropole informe que le ruisseau est inexistant dans le périmètre du projet : il n'y a plus d'eau qui circule et plus d'infrastructure permettant l'écoulement depuis l'Est du quartier de la Part-Dieu.

Rhône et Saône

Le Rhône est un fleuve long de 810 km, qui prend sa source dans le glacier du Rhône, en Suisse, à une altitude de 2 209 m, à l'extrémité orientale du canton du Valais, dans les Alpes uranaises. Il parcourt 290 km dans ce pays et se jette dans le lac Léman et en sort peu après son passage à Genève, il entre ensuite en France où il parcourt plus de 500 km et finit son cours dans le delta de Camargue pour se jeter dans la mer Méditerranée.

Des cinq fleuves français, le Rhône est celui dont le débit est le plus important, avec environ 525 m^3/s en amont de la confluence avec la Saône et 830 m^3/s en aval de celle-ci (source : Compagnie Nationale du Rhône). Cette confluence est située à plus de 5 km au Sud-Ouest du périmètre d'étude.

Le Rhône se caractérise par la diversité de son bassin versant :

- ✓ apports alpins soutenus entre mai et juillet (fonte des neiges et des glaciers),
- ✓ apports océaniques d'hiver, à crues lentes (hautes eaux hivernales apportées par la Saône, dues aux pluies et de basses eaux estivales),
- ✓ apports méditerranéens et cévenols à crues violentes d'automne et étiages sévères d'été.

La Saône fait 472 km de long. Elle prend sa source à Vioménil dans les Vosges. À la station hydrologique de Couzon-au-Mont-d'Or à l'entrée et au Nord de l'agglomération lyonnaise, les observations effectuées de 1969 à 1986 ont montré un débit moyen interannuel de 473 m^3/seconde, avec un débit de crue centennale de 3 180 m^3/seconde.

Le Rhône est aujourd'hui en grande partie canalisé et régulé au niveau de l'agglomération lyonnaise, tandis que la Saône est principalement canalisée dans la ville.

L'Yzeron

Prenant sa source sur le territoire de Montromant, au sein des Monts du Lyonnais, l'Yzeron présente une longueur de 25,1 km, et un débit moyen de 0.6 m^3/s. Il rejoint le Rhône, à Oullins, dans la banlieue Sud-Ouest de Lyon.



Figure 127 : Carte du milieu physique et des milieux aquatiques

(2) CLASSEMENT DES COURS D'EAU

Le Rhône est le plus proche cours d'eau du périmètre d'étude.

Il est partiellement considéré comme cours d'eau classé en liste 2 : cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux mentionnés au 2° du I de l'article L214-17 du Code de l'environnement, sur lesquels tout ouvrage doit être géré, entretenu et équipé dans un délai de 5 ans après la publication de la liste en annexe de l'arrêté selon les règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant pour assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs.

La zone d'étude n'est pas concernée par un cours d'eau.

(3) ETAT, VULNERABILITE ET SENSIBILITE DES EAUX SUPERFICIELLES

Pour les eaux superficielles, l'évaluation du bon état repose sur deux composantes :

- ✓ l'état chimique (au regard du respect de normes de qualité environnementale des eaux concernant 41 substances prioritaires et prioritaires dangereuses) ;
- ✓ l'état écologique, apprécié essentiellement selon des critères biologiques et des critères physicochimiques.

L'état est reconnu « bon » si l'état chimique est bon et si l'état écologique est bon (ou très bon).

Le tableau ci-après représente l'état des masses d'eau rencontrées dans le sous bassin hydrographique de la nappe de l'Est lyonnais (hors plans d'eau) :

Sous bassin hydrographique de la nappe de l'Est lyonnais						
Masse d'eau	**Etat quantitatif**			**Etat chimique**		
	Etat (2009)	**Objectif bon état**	**Motif du report**	**Etat (2009)**	**Objectif bon état**	**Motif du report**
FRDR10315 – Ruisseau l'Ozon	Moyen	2027	Conditions morphologiques, flore aquatique, ichtyofaune, paramètres généraux de qualité physico-chimique	Mauvais	2021	pesticides
FRDR11183 – Ruisseau de Charvas	Moyen	3032	Idem	Non connu	2015	-

Tableau 29 : Etat des masses d'eau superficielles (Source SIERAM Eau RMC)

Ce sous-bassin est soumis à des problèmes liés aux pesticides et à la dégradation morphologique.

Le tableau ci-dessous représente l'état de l'eau du Rhône.

Pour le Rhône, les substances déclassantes pour l'état chimique sont des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) :

- ✓ le Benzo(g,h,i)perylène, naturellement présent dans les combustibles fossiles, (…). Sa présence anthropique dans l'environnement résulte des échappements d'automobiles, du raffinage du pétrole, de la distillation du charbon, de la combustion de bois, de charbon, d'huile, de propane ou de fioul et est associée aux émissions particulaires (dont celles des incinérateurs),
- ✓ l'Indeno(1,2,3-cd)pyrène, naturellement présent dans les combustibles fossiles, (…).Les principales sources sont cependant d'origine anthropique. La combustion incomplète de bois, de charbon, de carburant utilisé dans les moteurs thermiques (machines, propulsion automobile essence ou Diesel), les fours à bois, les incinérateurs d'ordures ménagères, les fumées industrielles, les aliments grillés au charbon de bois, la fumée de cigarette.

Année	**Bilan de l'oxygène**	**Température**	**Nutriments**	**Acidification**	**Polluants spécifiques**	**Poissons**	**Pressions hydro-morphologiques**	**Etat écologique**	**Potentiel écologique**	**Etat chimique**
Station : Rhône à Jons (code : 06092500) (> 18 km en amont)										
2011	Très bon état (TBE)	TBE	Bon état	Bon état	Bon état	Moyen	Fort	Indéterminé	Indéterminé	Bon état
2012	TBE	TBE	TBE	Bon état	Bon état	Bon état	Fort	Indéterminé	Bon état	Mauvais
2013	TBE	TBE	TBE	Bon état	Bon état	Bon état	Fort	Indéterminé	Bon état	Mauvais
Station : Rhône à Solaize (code : 06094000) (> 12 km en aval)										
2006	Bon état	TBE	Bon état	TBE	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Mauvais
2007	Bon état	TBE	Bon état	TBE	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Mauvais
2008	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	Mauvais

Tableau 30 : Etat de la masse d'eau du Rhône (Source SIERAM Eau RMC)

(4) GESTION DES EAUX PLUVIALES

Le réseau d'assainissement existant sur le site est un **réseau unitaire** dans lequel les eaux usées et les eaux de ruissellement sont évacuées dans la même conduite, ce qui engendre une charge importante du réseau par temps de pluie, et donc un risque de débordement.

Il n'y a pas actuellement de système de récupération spécifique des eaux pluviales (*Source : Diagnostic environnemental – ELIOTH, juin 2012*).

Le Rhône se situe à plus d'un kilomètre à l'Ouest ; une zone urbanisée (bureaux, habitations, routes) sépare le fleuve du quartier de la Part-Dieu. Il présente donc des enjeux faibles par rapport à la zone d'étude.

La nappe alluviale affleurante « Alluvions du Rhône entre le confluent de la Saône et de l'Isère + alluvions du Garon » (FRDG325) implique des enjeux forts dans le secteur, notamment du fait de la proximité de celle-ci en ce qui concerne les travaux souterrains (trémies, parkings,…) et du fait du risque de remontée de nappe (cf. §5.7.2 Risques d'inondation ou de remontée de nappe). De plus, elle fait l'objet d'usages dans le secteur de la Part-Dieu (refroidissement notamment).

Le projet n'est pas situé en amont d'un captage d'eau potable ceux-ci étant situés à plus de 10 km, ni en aval direct d'un captage (>3 km).

5.7. RISQUES NATURELS

Du fait de sa localisation, le projet est concerné par les risques naturels suivants :

- ✓ risque sismique,
- ✓ risque d'inondation, de remontée de nappe,
- ✓ risque de mouvement de terrain,
- ✓ risque de gonflement/retrait des argiles.

5.7.1. RISQUES SISMIQUES

Le périmètre d'étude se situe en **zone de sismicité n°2 – sismicité faible**, où les règles de construction parasismique sont applicables aux nouveaux bâtiments, et aux bâtiments anciens dans des conditions particulières.

5.7.2. RISQUES D'INONDATION OU DE REMONTEE DE NAPPE

PPRi du Rhône et de la Saône

La ville de Lyon était concernée par le Plan des Surfaces Submersibles (PSS) pour les sections de la vallée du Rhône, à l'amont de Lyon, dans les départements du Rhône, de l'Isère, de l'Ain et de la Savoie. Ce PSS a été approuvé le 16 aout 1972. Sur le plan de ce PSS, le périmètre d'étude était hors zone de submersion.

Le document en vigueur à l'heure actuelle en matière de risque inondation est le Plan de Prévention des Risques inondations (PPRi) du Rhône et de la Saône, approuvé le 2 mars 2009 pour le secteur Lyon – Villeurbanne.

D'après le PPRi, le secteur d'étude n'est pas concerné par le risque inondation, mais en partie **par un risque de remontée de nappe et saturation des réseaux**. **Il s'agit d'une remontée du niveau piézométrique de la nappe, soit du débordement d'un réseau d'assainissement suite à sa saturation** (*cf. Figure 128 ci-après*).

En effet, les plus fortes crues connues pour le Rhône sont les crues de 1856 et 1928, leur débit étant voisin du débit centennal. Mais le PPRi recense également des zones dites « supplémentaires », relatives à la remontée potentielle de nappe et réseau en dehors des secteurs inondés par ailleurs. Le risque matérialisé par cette zone inclut les zones où le premier niveau de sous-sol est potentiellement exposé.

Cependant, la note de présentation et le règlement du PPRi indiquent que ce zonage ne fait pas l'objet d'interdictions ou de prescriptions.

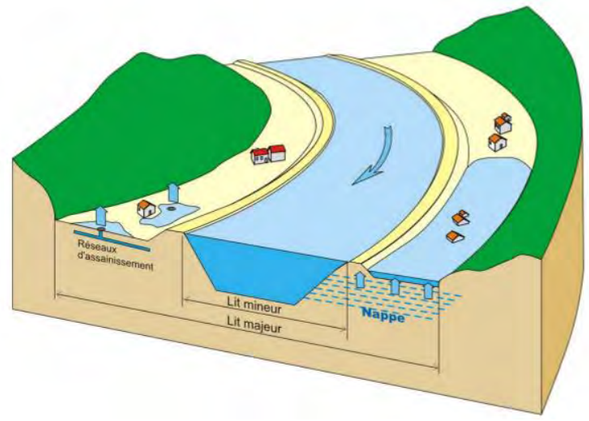


Figure 128 : Principe du phénomène d'inondation indirecte par remontée de nappe et saturation des réseaux d'assainissement (source: PPRi Rhône et Saône)

La figure suivante permet de localiser le site de projet par rapport aux risques d'inondation.

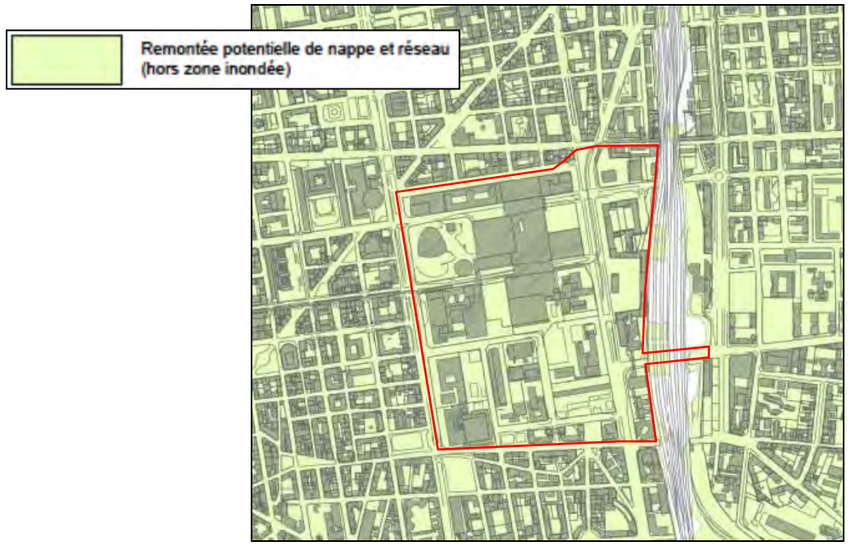


Figure 129 : Extrait de la carte du PPRi du Rhône et de la Saône - secteur Lyon et Villeurbanne

Remarque : le PPRI précise que les zones de couleur verte informent sur les phénomènes de remontée de nappe et d'eau dans les réseaux d'assainissement, en dehors des secteurs inondés par ailleurs (débordement direct du Rhône, de la Saône,…). Ce zonage ne fait pas l'objet d'interdictions ou de prescriptions.

Le projet se trouve dans une zone inondable par remontée potentielle de nappe ou de réseau.

Cette zone n'est toutefois soumise à aucune restriction particulière.

Obstacles à l'écoulement de la nappe

Source : XIV^èmes^ journées techniques du Comité français d'hydrogéologie – Lyon 8-10 novembre 2007

Modèle de gestion dynamique des impacts hydrogéologiques du projet - EGIS – Novembre 2012

Diverses constructions peuvent présenter des obstacles à l'écoulement naturel de la nappe des alluvions du Rhône qui occupent le sous-sol de cette partie de l'agglomération Lyonnaise:

- ✓ de nombreux sous-sols de bâtiments et de parkings souterrains traversent la nappe alluviale. Plus de 600 ouvrages avec sous-sols de plusieurs niveaux ont été répertoriés. Les parkings de moins de 3 niveaux, dispersés et peu profonds, ne constituent pas des obstacles significatifs, contrairement aux ouvrages de 3 niveaux et plus (environ 60) ;
- ✓ l'agglomération lyonnaise comporte quatre lignes de métro, dont trois qui atteignent le toit de la nappe. La ligne B concerne le secteur du projet. La présence d'une nappe à faible profondeur a conduit les constructeurs du métro à mettre en œuvre des dispositifs d'étanchéité destinés à protéger l'ouvrage des venues d'eau souterraine. Ces dispositifs sont variables dans leur implantation, notamment en profondeur (ancrés dans la molasse ou simplement présents sur quelques mètres dans les alluvions), mais également dans leur nature (paroi moulée, palplanches, radier injecté, paroi préfabriquée, béton immergé, etc.). Enfin, tout le réseau n'est pas protégé par ces dispositifs puisque les tronçons réalisés au tunnelier ne le nécessitent pas ;
- ✓ les trémies situées sur le secteur de la Part-Dieu et implantées dans les alluvions modernes et/ou fluvioglaciaires peuvent représenter un obstacle à l'écoulement. Il s'agit des ouvrages suivants :
  - 3 en enfilade sur la rue Garibaldi, au niveau de la rue Paul Bert, de la rue Servient et entre le cours Lafayette et la rue de Bonnel,
  - 1 sur la rue de Bonnel, sous le centre commercial de la Part-Dieu,
  - 1 sur la rue Servient, sous le centre commercial de la Part-Dieu,
  - 1 sur le boulevard Vivier-Merle, devant la gare de la Part-Dieu et débouchant soit au Nord sur le boulevard des Brotteaux, soit vers l'Est sur la rue de Bonnel,
  - 1 sur la rue de la Villette avec accès au parking gare Part-Dieu,
- ✓ En ce qui concerne les réseaux d'assainissement, certaines conduites dont le diamètre dépasse 4 m peuvent également constituer des obstacles ;
- ✓ De nombreux forages, pour l'essentiel à usage géothermique, exploitent également la nappe et en modifient localement les conditions d'écoulement.

5.7.3. RISQUES DE MOUVEMENT DE TERRAIN

Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol, d'origine naturelle ou anthropique.

La ville de Lyon a connu des mouvements de terrain, le dernier datant de 2005 (*source : PRIM.net*). Les derniers mouvements de terrain recensés dans la base de données du BRGM (bdmvt.net) datent de 1994 et 1995, en rive droite de la Saône.

Les plus proches sites de mouvement de terrain sont localisés sur cette même rive droite, dans le quartier du Vieux-Lyon, à plus de 2 km à l'Ouest du périmètre d'étude. Il s'agit principalement d'éboulement ou de glissement.

Le périmètre d'étude n'a donc pas fait l'objet de mouvement de terrain mais est néanmoins inscrit dans une « commune avec mouvements non localisés ».

5.7.4. RISQUES DE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

Les sols argileux possèdent la propriété de voir leur consistance se modifier en fonction de leur teneur en eau. Ainsi, en contexte humide, les sols argileux se présentent comme souples et malléables, tandis que ce même sol desséché sera dur et cassant. Des variations de volumes plus ou moins conséquentes en fonction de la structure du sol et des minéraux en présence, accompagnent ces modifications de consistance.

Ainsi, lorsque la teneur en eau augmente dans un sol argileux, une augmentation du volume de ce sol, aussi appelée "gonflement des argiles", peut avoir lieu. Un déficit en eau provoquera un phénomène inverse de rétractation ou "retrait des argiles".

Selon la carte départementale d'aléa retrait-gonflement élaborée par le BRGM, **le périmètre d'étude se situe dans une zone d'aléa faible (zone B2) pour le risque de retrait–gonflement des argiles.** Dans les zones où l'aléa est qualifié de faible, la survenance de sinistres est possible en cas de sécheresse importante mais ces désordres ne toucheront qu'une faible proportion des bâtiments (en priorité ceux qui présentent des défauts de construction ou un contexte local défavorable, avec par exemple des arbres proches ou une hétérogénéité du sous-sol).

La commune de Lyon n'est pas dotée d'un Plan de Prévention des Risques naturels (PPRn) liés à ce retrait-gonflement des argiles.

La zone d'étude est concernée par les risques naturels de remontée de nappe.
Elle est aussi potentiellement concernée par le risque de mouvement de terrain, de retrait-gonflement des argiles et le risque sismique, bien que le secteur ne présente pas de donnée historique sur ces sujets.

6. SYNTHESE DES ENJEUX ET INTERRELATIONS ENTRE LES ELEMENTS DE L'ETAT INITIAL

6.1. SYNTHESE DES ENJEUX DU PERIMETRE D'ETUDE

Thématique	Principaux enjeux recensés	Niveau d'enjeu au regard du projet
Environnement humain		
Contexte urbanistique	Selon le SCOT, le quartier Part-Dieu est désigné comme un site de projet urbain métropolitain. Il constitue un lieu privilégié de mixité fonctionnelle, pour accueillir de grandes opérations d'urbanisme.	Fort
Activités socio-économiques	Le quartier de la Part-Dieu se distingue sur le plan économique en tant que centre directionnel et d'affaires. Il participe donc au rayonnement et au dynamisme de l'agglomération lyonnaise. Au niveau du périmètre de projet, l'occupation commerciale est localisée principalement au niveau du centre commercial. Cette offre importante est complétée par une offre de restauration et de commerces de proximité. Les principaux enjeux sont de renforcer Lyon Part-Dieu comme une destination métropolitaine, de respecter les équilibres commerciaux à l'échelle du quartier, et d'accompagner la production et le renouvellement d'un quartier où la qualité de services et d'usage doit primer sur les préoccupations purement fonctionnelles	Fort
Infrastructures et déplacements	La Part-Dieu est un quartier très fréquenté d'une part du fait de l'activité ferroviaire de la gare mais également de par le dynamisme économique et commercial du quartier. La place des différents modes d'accès et de déplacement doit être définie en fonction des besoins actuels et futurs, et le partage de l'espace public entre les différents modes de déplacement doit être rééquilibré pour mieux correspondre à la réalité des pratiques. L'enjeu est de préserver une desserte de qualité de la Part-Dieu mais aussi permettre la réalisation d'un réseau de transport en commun performant ainsi que des liaisons douces pour rejoindre ce pôle majeur de l'agglomération.	Fort
Cadre de vie et santé		
Contexte paysager	L'analyse paysagère met en évidence l'importance du végétal dans le périmètre d'étude dans un milieu urbain particulièrement minéral, avec cependant une présence végétale discontinue au sein des espaces publics et autour du bâti existant. On note des composantes paysagères hétérogènes, en particulier concernant le mobilier urbain, les éléments remarquables jouant le rôle d'éléments paysagés ponctuels, et les revêtements de sol. Les points de vue depuis le site révèlent un quartier urbain, avec peu d'ouvertures visuelles vers le lointain et un manque de repère. Depuis l'extérieur, le quartier est très largement minéralisé et le végétal est discontinu. Les espaces disponibles, les avenues larges et la discontinuité de la trame végétale confère au périmètre d'étude un fort potentiel de renouvellement urbain et paysager.	Fort
Patrimoine	Le périmètre d'étude ne se situe dans aucun des périmètres UNESCO, AVAP ou ZPPAUP. Les périmètres de protection des Monuments Historiques, de 500 m autour du Monument, interceptent le périmètre de projet : au Nord (présence de la gare des Brotteaux) et à l'Ouest (présence de la Bourse du Travail). Aucune sensibilité archéologique n'est attendue. Les bâtiments du «Patrimoine Part-Dieu » constituent une matrice d'architectures qui font l'identité de la Part-Dieu. De manière générale, les projets touchant à ces objets doivent contribuer à les valoriser, à leur donner une seconde vie et à les compléter par d'autres dans l'optique d'une démarche contemporaine et durable.	Moyen
Environnement sonore	Le périmètre de projet est concerné par des niveaux de bruit élevés, principalement liés à la circulation sur les voies routières. La partie centrale reste toutefois en partie préservée. Le classement des infrastructures routières en catégories 2 et 3 en limite de site, et de catégorie 4 au cœur du site, traduit ce phénomène.	Moyen
Qualité de l'air	Pour les particules fines (PM10) et dioxyde d'azote (NO_2), la situation est relativement sensible avec une problématique particulière de dépassements des valeurs limites en proximité immédiate des axes routiers. Ces problématiques sont déjà existantes actuellement en l'absence de la ZAC Part-Dieu Ouest. Il conviendra de s'assurer que le projet n'apporte pas de détérioration supplémentaire ou ne va pas à l'encontre des améliorations attendues.	Moyen
Emissions lumineuses	L'ambiance lumineuse est marquée par les éclairages des espaces publics et voiries, par les éclairages des immeubles de bureaux et de logements, et par les phares des véhicules aux heures de pointes. Les émissions lumineuses sont atténuées car le site se trouve en milieu fortement urbanisé.	Faible
Risques technologiques	Le site de projet n'est concerné par aucun PPRT. Concernant le risque de transport de matières dangereuses par voies routières, le cours Lafayette, la rue Garibaldi, l'avenue Félix Faure et l'avenue Thiers sont identifiés comme itinéraires secondaires de desserte et sont susceptibles d'être empruntés. Au droit du périmètre de projet, les trémies sont identifiées comme interdites aux marchandises dangereuses.	Faible
Consommation d'énergie	Dans un contexte de raréfaction et de renchérissement des énergies fossiles, et avec de forts objectifs politiques et réglementaires en termes d'économies d'énergie, il est important que le projet de ZAC prenne en compte les aspects énergétiques. Une étude de potentiel en développement des énergies renouvelables et raccordement au réseau de chaleur a été réalisée et jointe au dossier de création de la ZAC.	Moyen

Thématique	Principaux enjeux recensés	Niveau d'enjeu au regard du projet
Gestion des déchets	Le Grand Lyon exerce la compétence de la collecte et du traitement des ordures ménagères et assimilées et dispose de plusieurs installations de traitement. Les générateurs de déchets les plus importants, comme le centre commercial ou la gare, disposent déjà de systèmes spécifiques de collecte, de tri, de stockage et d'évacuation des déchets, qui pourront être modernisés et développés. Pour les entreprises et hôtels situés au sein du périmètre de projet, la collecte des déchets d'activité économiques s'effectue soit par des prestataires privés soit, sous certaines conditions, par le service public.	Faible
Environnement naturel		
Habitats, Flore, faune Protections et inventaires	La zone d'étude n'est pas concernée par des zones de protection réglementaires. Les enjeux liés à la flore et à la faune sont limités par le caractère urbain du secteur, néanmoins celui-ci présente un patrimoine arboré en bon état. La friche située à l'Ouest du centre commercial est le secteur le plus attractif pour les insectes, mais au sein de la zone d'étude, seules des espèces animales habituellement observées dans les milieux anthropiques sont présentes, hormis quelques espèces de chauves-souris et le Faucon pèlerin qui se reproduit dans un nichoir de la tour EDF.	Faible
Corridors écologiques	Les axes de déplacement présentant le plus d'enjeu sont le Rhône et la Saône, situés à plus d'un kilomètre à l'Ouest du projet, mais aucune continuité hydraulique ou végétale ne permet de de connecter le quartier de la Part-Dieu aux fleuves. Une trame verte composée d'alignements d'arbres sur les rues et d'espaces paysagers plus ou moins végétalisés peut être identifiée dans la zone d'étude. Les voies ferrées et ses abords peuvent constituer un axe de déplacement local pour la petite faune, principalement les reptiles et quelques espèces d'insectes. Cependant, les conditions actuelles ne permettent pas cette fonctionnalité (déchets, recouvrement des talus au niveau de la gare,…).	Faible
Environnement physique		
Confort d'été et confort au vent	Etant un quartier très minéral, la zone d'étude montre une tendance marquée à la formation d'ilots de chaleur urbains. Le projet devra prendre en compte cet enjeu et proposer des solutions d'aménagement permettant l'atténuation de l'effet ilot de chaleur urbain. Au cœur même du quartier, les effets classiques du vent pouvant provoquer de l'inconfort ont été identifiés et localisés notamment autour des ouvrages de grande dimension. Ils génèrent ainsi, au voisinage direct de ces derniers, et de par la récurrence des vents et des valeurs de vitesse élevées observées, des niveaux d'inconfort assez élevés.	Moyen
Topographie, géologie et état des sols	La topographie du site est quasiment plane. Cependant pour les piétons, les variations de hauteur sont nombreuses avec la présence d'espaces sur dalle et des dénivelés multiples, notamment aux alentours du centre commercial. Le site est concerné par deux anciens sites dont l'activité était potentiellement polluante, mais qui n'implique pas nécessairement la présence d'une pollution. Aucun site ou sol pollué ou potentiellement pollué appelant une action des pouvoirs publics n'est recensé sur le périmètre de projet.	Faible
Eaux superficielles	Pas de cours d'eau concerné.	Faible
Eaux souterraines	La nappe alluviale affleurante « Alluvions du Rhône entre le confluent de la Saône et de l'Isère + alluvions du Garon » est proche du niveau du terrain naturel et peut être l'objet de remontée de nappe, identifié comme risque naturel au droit du périmètre de projet. Le projet n'est pas situé en amont d'un captage d'eau potable, ceux-ci étant situés à plus de 10 km.	Fort
Risques naturels	La zone d'étude est concernée par les risques naturels d'inondation par remontée de nappe. Elle est aussi potentiellement concernée par le risque de mouvement de terrain, de retrait-gonflement des argiles et le risque sismique, bien que le secteur ne présente pas de donnée historique sur ces sujets.	Faible

Tableau 31 : Synthèse des enjeux

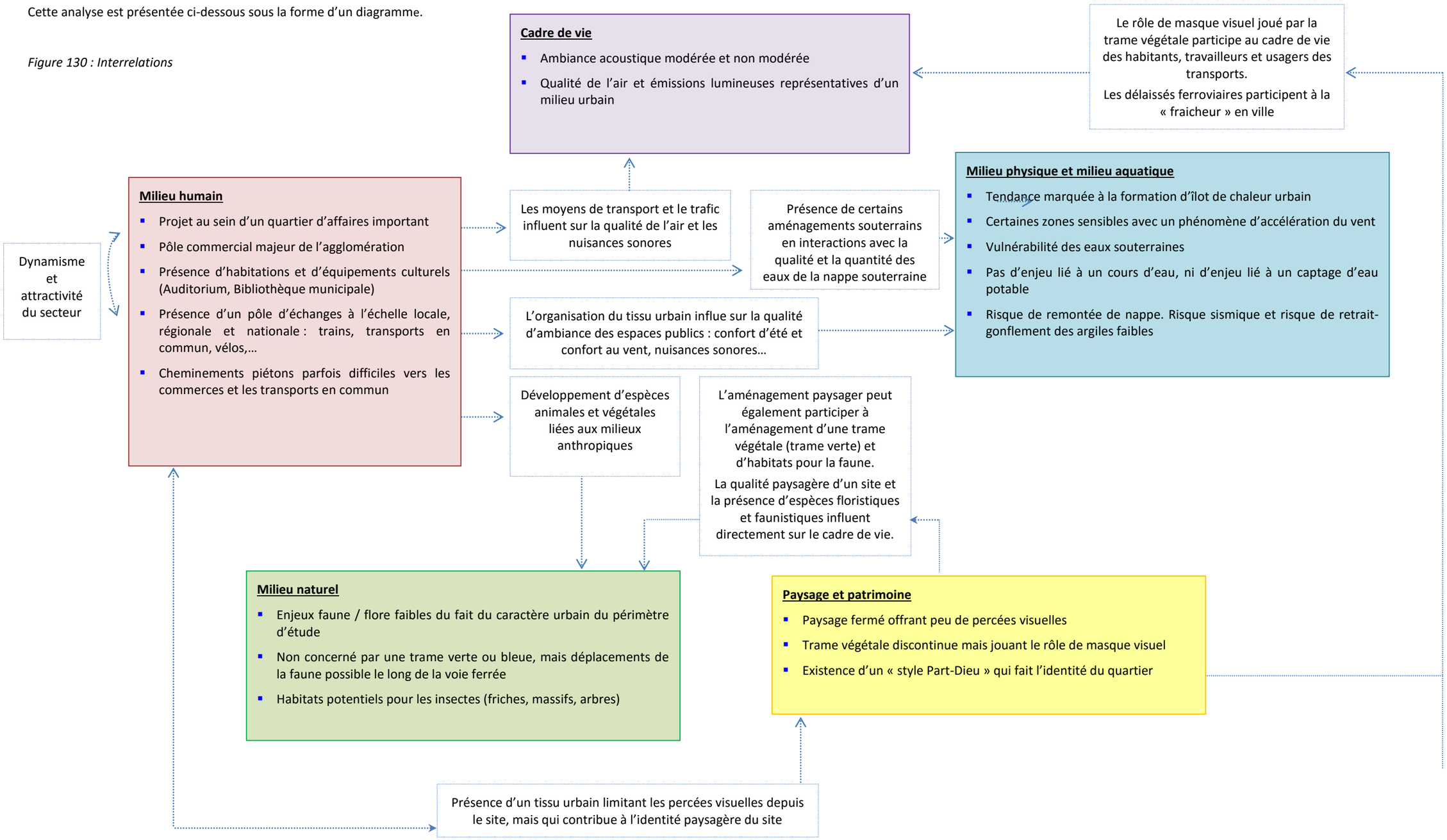
6.2. INTERRELATION ENTRE LES ELEMENTS DE L'ETAT INITIAL

Le présent chapitre a pour objectif de mettre en évidence les relations qui existent entre les thématiques de l'état initial du périmètre d'étude.

Seules les relations directes entre les thèmes et spécifiques à ce secteur sont mentionnées.

Cette analyse est présentée ci-dessous sous la forme d'un diagramme.

Figure 130 : Interrelations



C. ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET ET LES MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION ET DE COMPENSATION

1. PREAMBULE

1.1. OBJET DU CHAPITRE

Conformément à l'article R. 122-5 du Code de l'environnement, en application des articles L. 122-1 et suivants du Code de l'environnement, ce chapitre présente : « une analyse des effets négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires (y compris pendant la phase des travaux) et permanents, à court, moyen et long terme, du projet sur l'environnement, en particulier sur les éléments énumérés [dans l'état initial] et sur la consommation énergétique, la commodité du voisinage [...], l'hygiène, la santé, la sécurité, la salubrité publique, ainsi que l'addition et l'interaction de ces effets entre eux ».

Ce chapitre expose également : « les mesures prévues par le pétitionnaire ou le maître de l'ouvrage pour :

- ✓ éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine et réduire les effets n'ayant pu être évités ;
- ✓ compenser, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits. S'il n'est pas possible de compenser ces effets, le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage justifie cette impossibilité.

La description de ces mesures doit être accompagnée de l'estimation des dépenses correspondantes, de l'exposé des effets attendus de ces mesures à l'égard des impacts du projet [...] ainsi que d'une présentation des principales modalités de suivi de ces mesures et du suivi de leurs effets [...] ».

Ce chapitre analyse donc les impacts du projet de réalisation de la ZAC Part-Dieu Ouest sur l'environnement, tant pendant la phase travaux que pendant la phase exploitation. Pour chaque impact identifié, une ou plusieurs mesures sont envisagées pour éviter, réduire ou compenser ces impacts.

Cette analyse est menée pour chaque thème environnemental, selon le même ordre que celui présenté au Chapitre Etat initial, à savoir :

- ✓ Environnement socio-économique : contexte urbanistique, population et logement, activités socio-économiques,
- ✓ Infrastructures et déplacements,
- ✓ Environnement urbain et cadre de vie : contexte paysager et architectural, patrimoine, environnement sonore, qualité de l'air, émissions lumineuses, risques technologiques, consommation d'énergie et gestion des déchets
- ✓ Environnement physique et naturel : habitats, faune et flore (protections et inventaires), corridors écologiques, climatologie, confort d'été et confort au vent, géologie, ressource en eaux superficielles et souterraines, risques naturels.

Un chapitre spécifique est dédié à l'analyse des impacts des travaux.

Les autres projets connus sont listés au début du chapitre, et l'analyse des effets cumulés avec la ZAC Part-Dieu Ouest est réalisée au fur et à mesure de l'étude d'impact pour chaque thématique.

Le paragraphe « Analyse des méthodes d'évaluation utilisées et des difficultés rencontrées » précise les limites et les difficultés de cette analyse ainsi que la méthodologie utilisée.

L'analyse des effets du projet sur la santé humaine en phase travaux et en phase d'exploitation fait l'objet de parties spécifiques en fin de document tout comme l'estimation financière des mesures proposées.

La doctrine « EVITER, REDUIRE, COMPENSER » (ERC) :

Les questions environnementales doivent faire partie des données de conception des projets au même titre que les autres éléments techniques, financiers, etc. Cette conception doit tout d'abord s'attacher à éviter les impacts sur l'environnement, y compris au niveau des choix fondamentaux liés au projet (nature du projet, localisation, voire opportunité). Cette phase est essentielle et préalable à toutes les autres actions consistant à minimiser les impacts environnementaux des projets, c'est-à-dire à réduire au maximum ces impacts et en dernier lieu, si besoin, à compenser les impacts résiduels après évitement et réduction. C'est en ce sens et compte-tenu de cet ordre que l'on parle de « séquence éviter, réduire, compenser».

La séquence « éviter, réduire, compenser» les impacts sur l'environnement concerne l'ensemble des thématiques de l'environnement, et notamment les milieux naturels. Elle s'applique, de manière proportionnée aux enjeux.

Dans la conception et la mise en œuvre de leurs projets, les maîtres d'ouvrage doivent définir les mesures adaptées pour éviter, réduire et, lorsque c'est nécessaire et possible compenser leurs impacts négatifs significatifs sur l'environnement. Cette démarche doit conduire à prendre en compte l'environnement le plus en amont possible lors de la conception des projets d'autant plus que l'absence de faisabilité de la compensation peut, dans certains cas mettre, en cause le projet.

1.2. ORGANISATION DU CHAPITRE

L'organisation du chapitre suit la doctrine précédemment énoncée.

Les impacts du projet sont analysés, par thématiques, en distinguant successivement :

- ✓ les impacts permanents directs et indirects, négatifs et positifs, à court, moyen et long terme, de la phase fonctionnelle, ainsi que les mesures associées.
- ✓ les impacts temporaires directs et indirects, négatifs et positifs, à court, moyen et long terme, de la phase travaux, ainsi que les mesures associées.

Les impacts directs et indirects, positifs et négatifs, temporaires et permanents, à court, moyen et long terme, sont évalués dans ce chapitre. Les interactions de ces effets entre eux sont également développées.

Les impacts sont analysés avant mises en place des mesures de suppression, de réduction ou de compensation de ces impacts. Il s'agit d'impacts potentiels ou d'impacts bruts.

Pour les impacts négatifs significatifs qui n'ont pu être évités ou réduits, et lorsque cela est possible, des mesures ont été envisagées.

Les mesures de suppression, de réduction ou de compensation doivent :

- ✓ permettre le rétablissement de la qualité environnementale du milieu impacté, et si possible obtenir un gain net,
- ✓ être faisables techniquement et financièrement, gestion comprise,
- ✓ avoir des objectifs de résultat ainsi que des modalités de suivi de leur efficacité et de leurs effets.

Certaines mesures peuvent répondre à plusieurs objectifs.

Les impacts résiduels du projet, c'est-à-dire après mises en œuvre des mesures, sont donc plus faibles que les impacts potentiels ou les impacts bruts.

Quelques définitions :

Impact temporaire : impact généralement lié à la phase de réalisation des travaux qui, par conséquent, s'atténue progressivement jusqu'à disparaître. Une partie indépendante sera consacrée aux impacts en phase travaux dans ce document de manière à bien les séparer des impacts de la phase d'exploitation. En effet, une législation particulière encadre les travaux afin de protéger l'environnement durant cette phase.

Impact permanent : impact souvent associé à la phase fonctionnelle mais qui peut également être observés en phase de travaux (ex : des remaniements des sols du fait des terrassements ont des impacts permanents). C'est un impact durable du projet qui peut être perçu à plus ou moins long terme.

Impact direct : effet directement attribuable aux travaux et aux aménagements projetés (emprise proprement dite des nouvelles voiries,...).

Impact indirect : effet généralement différé dans le temps, l'espace, ou qui résulte d'interventions ou d'aménagements destinés à prolonger ou corriger les conséquences directement imputables à la réalisation des travaux (création d'habitat qui permet l'augmentation de la population et indirectement le développement des commerces de proximité).

Impact négatif : impact ayant un effet négatif sur l'environnement (destruction...).

Impact positif : impact ayant un effet positif sur l'environnement.

Les impacts et mesures sont proposés pour toutes les thématiques (et sous-thématiques) de l'état initial, à savoir :

- ✓ le contexte urbanistique et réglementaire,
- ✓ l'environnement socio-économique,
- ✓ les infrastructures de transport et les déplacements,
- ✓ l'environnement urbain et le cadre de vie (y compris paysage),
- ✓ l'environnement naturel et physique.

Au sein de chaque sous-thématique, l'organisation est la suivante :

- ✓ Impacts, incluant l'analyse des effets cumulés avec d'autres projets connus
- ✓ Mesures

Suivant les thématiques, un rappel des enjeux est effectué. Lorsqu'il y en a, les impacts résiduels sont précisés et des mesures compensatoires sont proposées.

Impact cumulé : effet global du projet à l'étude et des différents autres projets, portés par d'autres maîtres d'ouvrage ou non, situés à proximité et ayant fait l'objet au minimum d'un avis de l'autorité environnementale.

Les mesures proposées dans le cadre du présent dossier feront l'objet d'un suivi afin de pouvoir vérifier les engagements pris et adapter les mesures pour en améliorer l'efficacité.

2. ANALYSE DES EFFETS CUMULES DU PROJET AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :
Mise à jour des projets connus réglementairement, en date de juin 2016

2.1. RECENSEMENT DES PROJETS CONNUS

Au sens réglementaire :

Conformément au Code de l'environnement, l'étude d'impact doit comporter une « *analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus. Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :*

- ✓ *ont fait l'objet d'un document d'incidences au titre de l'article R. 214-6 et d'une enquête publique ;*
- ✓ *ont fait l'objet d'une étude d'impact au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement a été rendu public.*

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté au titre des articles R. 214-6 à R. 214-31 mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage. »

La liste des avis de l'Autorité environnementale rendus par le **Préfet de région** est consultable sur les sites suivants :

http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/rhone-et-metropole-r304.html

Les avis des projets qui relèvent de la procédure des installations classées pour la protection de l'environnement sont également listés sur le site de la préfecture du Rhône :

http://www.rhone.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-developpement-durable-risques-naturels-et-technologiques/Installations-classees-pour-la-protection-de-l-environnement/Avis-de-l-autorite-environnementale

D'après ces listes, les projets suivants à proximité du site de projet (Lyon 3ème, arrondissements limitrophes et Villeurbanne) sont :

- ✓ Lyon 3ème :
  - o **Projet d'immeuble "Sky 56" sur la commune de Lyon (3ème arrondissement), avis signé le 14 octobre 2013.**
  - o **Projet d'amélioration de la ligne de trolleybus C3 entre le pont Lafayette et le pôle multimodal Laurent Bonnevay – Lyon 3ème, Lyon 6ème et Villeurbanne, avis signé le 27/02/2015.**
- ✓ Lyon 7ème :
  - o Autorisation d'ouverture de travaux miniers pour un forage de géothermie (SNC Université 2011), avis signé le 20/12/2013. Il s'agit d'un projet de forage de géothermie situé 31 rue de Marseille, dans le cadre d'un projet de rénovation d'un bâtiment et de la mise en place du système de chauffage/climatisation par pompe à chaleur.
  - o Autorisation d'ouverture de travaux miniers pour un forage de géothermie (Cie Plastic Omnium), avis signé le 20/12/2013. Il s'agit d'un projet de forage de géothermie situé 19 boulevard Carteret, pour la mise en place du système de chauffage/climatisation dans le cadre du réaménagement des locaux de la société Plastic Omnium.
  - o Projet de déclaration d'utilité publique (DUP) pour la mise en œuvre de la zone d'aménagement concerté (ZAC) des Girondins, avis signé le 17/02/2014. Il s'agit d'un projet de rénovation urbaine sur d'anciennes friches industrielles, à vocation mixte, situé entre l'avenue Jean-Jaurès à l'Est, la rue Félix Brun et le boulevard Yves Farge à l'Ouest, les rues des Balançoires et du Pré Gaudy au Nord, et par la rue Clément Marot et la ZAC du Bon Lait au Sud.
  - o Projet immobilier dit "Projet 75", avis signé le 14/04/2014. Il s'agit d'un projet de renouvellement urbain à vocation mixte sur environ 2,7ha, situé 75-79 rue de Gerland.
  - o Demande d'autorisation d'ouverture de travaux et de permis d'exploitation pour le forage sur le chantier du Centre Nautique du Rhône : avis signé le 01/08/2014.

- Projet d'exploitation géothermique de la nappe du Rhône pour la climatisation du nouveau siège social Sanofi, avis signé le 11/03/2015.
- Demande d'autorisation d'exploiter un laboratoire bio-pharmaceutique pour une production de produits immunothérapiques, avis signé le 26/05/2015 (hors du plan ci-après).
- Demande d'autorisation d'une installation où sont utilisés des OGM dans un processus de production industrielle, avis signé le 08/07/2015.
- Projet de création de 4 forages pour l'alimentation d'une pompe à chaleur, au 75 rue de Gerland : avis signé le 09/07/2015.
- Projet de géothermie présenté par RTE pour un projet immobilier au 7 rue Yves Farges, avis tacite le 26/04/2016.

✓ Lyon 8ème :

- Création de la ZAC Mermoz Nord, avis signé le 02 janvier 2012.
- Projet de renouvellement urbain du parc Berliet, avis signé le 06/03/2014. Il s'agit d'un projet de renouvellement urbain mixte sur l'ancien site industriel du Parc Berliet, situé entre la rue Marius Berliet au Nord, la rue Saint-Agnan à l'Est, la rue des Hérideaux au Sud et la rue Audibert-Lavirotte à l'Ouest.

✓ Villeurbanne :

- Projet de création de la ZAC Villeurbanne La Soie 1ère phase, avis signé le 18/09/2012 (hors du plan ci-après).
- Projet de zone d'aménagement concerté (ZAC) Gratte-Ciel Nord – extension du centre-ville de Villeurbanne : Avis signé le 21/01/2013.
- Autorisation d'exploiter une plateforme de bancs d'essais moteurs sur la commune de Villeurbanne (pôle scientifique de la Doua), avis signé le 21/05/2013 (hors du plan ci-après).
- Projet de permis de construire un ensemble immobilier avenues Galline et Salengro, sur la commune de Villeurbanne, avis signé le 22/05/2013.
- Autorisation d'ouverture de travaux miniers pour un forage de géothermie, avis signé le 24/05/2013. Il s'agit d'un projet de forage de géothermie situé à l'angle de la rue de Alfred de Musset et du futur prolongement de la rue Henry Legay, pour la mise en place du système de chauffage/climatisation d'un projet d'immeuble de bureaux (hors du plan ci-après).
- Projet de déclaration d'utilité publique (DUP) relative à l'aménagement de la Zone d'Aménagement Concerté (ZAC) de la Soie, avis signé le 24/04/2014 (hors du plan ci-après).
- Permis de construire Médipole Lyon Villeurbanne : avis signé le 07/08/2014 (hors du plan ci-après).
- Projet d'aménagement "Opération Eco-campus" Lyon Tech, La Doua : avis signé le 22/12/14. Il s'agit de réhabiliter certains bâtiments, d'en construire de nouveaux, de réaménager l'espace public, de revoir l'organisation de la gestion de l'assainissement et de réorganiser les déplacements et cheminements dans le cadre de la mise en place du projet (hors du plan ci-après).
- Demande d'autorisation pour l'augmentation du volume d'activité d'un centre de tri, transit, regroupement et traitement de déchets d'équipements électriques et électroniques, avis signé le 18/03/2016 (hors du plan ci-après).

La liste des avis de l'Autorité environnementale rendu par le **Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable** est consultable sur les sites suivants :

http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/les-avis-deliberes-de-l-autorite-environnementale-a331.html

A proximité du périmètre du projet PEM/Two Lyon, les projets suivants ont fait l'objet d'un avis :

✓ **Création de la voie L en gare de Lyon Part-Dieu (avis du 17 février 2016)**

✓ **Création de la ZAC Part-Dieu Ouest (avis du 9 septembre 2015)**

✓ Projet d'aménagement et d'extension de la ligne de tramway T3 (avis du 23 avril 2014) – travaux terminés.

La liste des avis de l'Autorité environnementale rendu par le **Ministre chargé de l'environnement** est consultable sur les sites suivants :

http://www.developpement-durable.gouv.fr/L-autorite-environnementale-du.html

Aucun projet n'est recensé à proximité du site (Lyon 3ème, arrondissements limitrophes et commune limitrophe de Villeurbanne).

La liste des projets ayant fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale ou d'une enquête publique au titre de la **Loi sur l'eau** a été consultée sur le site suivant :

http://www.rhone.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-developpement-durable-risques-naturels-et-technologiques/Eau/Autorisations-et-declarations-au-titre-de-la-loi-sur-l-eau/Enquetes-publiques

Aucun projet n'est recensé à proximité du site (Lyon 3ème, arrondissements limitrophes et commune limitrophe de Villeurbanne).

La figure ci-contre permet de localiser les projets connus au sens du Code de l'environnement.



Figure 131 : Localisation des « autres projets connus » au sens du Code de l'environnement, par rapport à la ZAC Part-Dieu Ouest

Sur la base de la connaissance des projets à venir sur le quartier :

Afin que l'analyse des impacts soit la plus réaliste possible au regard de la situation future, et que les mesures définies soient adaptées au mieux, il a été décidé de prendre en compte dans l'analyse des impacts cumulés, certains projets envisagés dans le cadre du **Projet Part-Dieu**. De ce fait, l'analyse des effets cumulés considère également le réaménagement du secteur Part-Dieu Sud, et des autres secteurs situés à l'Est des voies ferrées.

Cette approche semble en effet indispensable, en particulier pour les thématiques relatives aux déplacements, au paysage global perçu, et aux impacts et mesures liés à la phase travaux.

De la même façon, une étude d'impact est en cours pour le programme **PEM/Two Lyon**. Les composantes de ce programme incluses dans le périmètre de la ZAC sont de fait prises en compte dans l'analyse des impacts de la ZAC ; les composantes hors périmètre de la ZAC font partie du Projet Part-Dieu et sont pris en compte dans l'analyse des effets cumulés.

2.2. ANALYSE DES EFFETS CUMULES POTENTIELS

Le projet « Sky 56 » est le projet connu le plus proche du périmètre de projet, de l'autre côté de la voie ferrée. Il prévoit la création de bureaux, d'un restaurant/cafétéria, d'une crèche, de commerces et d'un espace fitness, ainsi que d'un parking souterrain sur 4 niveaux.

Pour les projets de forage de géothermie, les principaux impacts évoqués par les avis de l'autorité environnementale concernent les eaux souterraines. Ils mentionnent des modifications locales de la température et du niveau de la nappe. Les effets cumulés attendus de ces projets situés dans un même quartier sont principalement liés à la phase chantier, et aux nuisances potentielles générées lors des phases travaux simultanées.

Les autres projets recensés sont essentiellement des projets de renouvellement ou de rénovation urbaine, sur des superficies plus ou moins importantes suivant s'il s'agit d'une ZAC ou d'un bâtiment. Du fait de leurs vocations mixtes, ils présentent des impacts similaires à ceux du projet envisagé sur la ZAC Part-Dieu Ouest, ces impacts étant sensibles aux alentours des sites de projets de façon plus ou moins significative suivant leurs dimensions.

Etant donné leur localisation et leur éloignement, aucun effet cumulé n'est attendu.

Le tableau suivant synthétise les effets cumulés potentiels de ces projets connus avec la ZAC Part-Dieu Ouest. Le cas échéant, ils sont analysés plus en détails dans la suite de l'étude, dans chacune des thématiques abordées.

Projets	Principaux impacts attendus	Effets cumulés potentiels
Projets connus au sens réglementaire (cf. art. R122-5 du Code de l'environnement)		
Sky 56	- Programme immobilier tertiaire neuf et développement de commerces - Modification locale de la piézométrie et de la température de la nappe	- Sur l'activité économique - Sur les eaux souterraines - Sur le paysage global
Création de la voie L en gare de la Part-Dieu	- Amélioration de la capacité du réseau ferroviaire et de la fluidité du trafic - Réalisation de remblais, estacades et murs de soutènement pour création de la voie L	- Sur les nuisances en phase travaux
Double site propre pour la ligne C3	- Amélioration des performances de la ligne (régularité et vitesse)	- Sur les circulations en limite du périmètre de la ZAC
Autres projets	- Renouvellement ou de rénovation urbaine	- Sur les nuisances en phase travaux (circulation essentiellement)
Autres projets connus à venir sur le quartier		
Programme PEM/Two Lyon	- Modification des voiries à proximité immédiate et restructuration du pôle d'échanges (PEM) - Création d'un parking souterrain (Two Lyon) - Réaménagement des espaces publics dont la place de Francfort (PEM) - Développement de l'offre commerciale en lien avec la gare (PEM) - Programme immobilier tertiaire et hôtelier neuf (Two Lyon)	- Sur les modalités de desserte du quartier, sur les flux et modes de déplacements et les stationnements - Sur les espaces publics devant la gare : fonctionnement et perception par les usagers - Sur l'activité économique - Sur le paysage - Sur les nuisances en phase travaux
Projet Part-Dieu, dont secteur Part-Dieu Sud et Est des voies ferrées	- Réaménagement du carrefour Paul Bert / Villette / Flandin, et rue Garibaldi phase 2 - Aménagement de l'esplanade du Dauphiné à vocation de sport et loisirs - Programmes immobiliers, opérations mixtes intégrant de nouvelles fonctions (tertiaire, sport, loisir, culture,…)	- Sur les modalités de desserte du quartier, sur les flux et modes de déplacements et les stationnements - Sur les espaces publics à l'Est des voies ferrées - Sur l'activité économique et l'offre de logements - Sur le paysage - Sur les nuisances en phase travaux

Tableau 32 : Synthèse des effets cumulés potentiels

3. ANALYSES DES IMPACTS PERMANENTS DU PROJET ET MESURES ASSOCIEES

3.1. LES ESPACES PUBLICS ET LE PRINCIPE DE SOL FACILE

3.1.1. LE PRINCIPE DE SOL FACILE

Le Sol Facile est une notion déployée à l'échelle du quartier, qui vise à offrir des itinéraires de déplacement conçus pour la marche, sans encombrement, sécurisés et très lisibles.

Le Sol facile prévoit le rééquilibrage de l'espace affecté aux différents modes de déplacements, la mise en place de projets exceptionnels sur les lieux les plus stratégiques qui assurent les interfaces les plus importantes avec les espaces publics, ainsi qu'une couche « graphique », « informative » et « servicielle » qui constituera un support d'identité visuelle, d'informations et de services de tous ordres.

Le Sol Facile se compose de huit couches programmatiques autonomes les unes par rapport aux autres, mais qui ont permis in fine de dessiner le programme des espaces publics :

- ✓ **les flux piétons**, afin d'anticiper les problématiques d'obstacles pouvant gêner la fluidité de la circulation ainsi que de déterminer les espaces plus propices à la pause
- ✓ **les ambiances urbaines**, pour identifier les lieux qui seront le plus agréable en hiver (Hot Spots) et ceux seront les plus agréables en été
- ✓ **les réseaux de mobilité**, qui identifient toutes les fonctionnalités de la voirie : chaussées banalisées, couloirs, sites propres et arrêts de transports en commun, bandes cyclables…
- ✓ **le paysage Part-Dieu**, qui définit une trame de plantation à l'échelle de l'ensemble du quartier et qui est vecteur d'une nouvelle identité pour l'espace public Part-Dieu,
- ✓ **la lumière (éclairage public)**, qui souligne les parcours, rend lisibles les accès, et est porteuse de qualité d'ambiance,
- ✓ **les services numériques**, avec une couverture Wifi généralisée et gratuite qui répandent une offre de services à l'échelle étendue du quartier,
- ✓ **la signalétique**, couche informative du Sol Facile qui accompagne les flux piétons et permet de se repérer dans le quartier. Elle participe à l'identité graphique du quartier,
- ✓ **la matérialité du sol et ses motifs**, qui souligne la priorité donnée à l'usager piéton, et qui participe à la lisibilité des trajets et à l'identité graphique du quartier.

Ainsi les objectifs définis par le principe de Sol Facile concernent la majeure partie des thématiques abordées dans cette étude d'impact, et principalement l'environnement urbain et le cadre de vie. Les mesures spécifiques à chaque thématique sont donc détaillées dans les chapitres concernés.

3.1.2. LES ESPACES PUBLICS

Impacts potentiels :

La Part-Dieu Ouest prévoit de nombreuses modifications concernant les infrastructures et les déplacements, qui peuvent être de nature à dégrader la qualité des espaces publics si elles ne sont pas suffisamment étudiées.

De même, les opérations immobilières projetées pourraient avoir un impact négatif sur les espaces publics si leurs interfaces ne sont pas suffisamment soignées et cohérentes avec les objectifs du projet, qui visent entre autres à « rendre le quartier encore plus agréable à vivre ».

Enfin, les modifications des infrastructures et des espaces publics et le renouvellement immobilier pourraient avoir un impact négatif sur le ressenti des usagers et la qualité des ambiances urbaines : conditions d'ensoleillement, confort au vent,…

Mesures et orientations d'aménagements projetées :

Place Béraudier :

La place Béraudier est élargie et dégagée grâce à la démolition du bâtiment B10, et ouverte sur la Bibliothèque Municipale et le centre commercial. La création d'une place basse permet de combiner un espace public très dégagé au niveau du sol, et des fonctions liées au pôle d'échange multimodal en sous-sol.



Figure 132 : Vue projetée depuis la place Béraudier sur la bibliothèque (source : Plan de référence v2)

Rue du Docteur Bouchut :

La rue du Docteur Bouchut constituera une liaison fondamentale, très lisible et directe entre la Part-Dieu et les berges du Rhône. Un large mail piéton continu sur le trottoir Nord de la rue est prévu. Afin qu'il constitue une interface entre plusieurs lieux stratégiques au Sud et au Nord de la Part-Dieu, ce mail piéton est complété d'une façade recomposée : nouvelle façade du centre commercial, serre du Lot J, restructuration de la Cité Administrative d'Etat.

Boulevard Vivier-Merle :

Le projet pour le boulevard Vivier-Merle est de rationnaliser et simplifier son utilisation. Le programme des voiries et de décalage de la trémie existante vers le Sud permet de soulager le boulevard des flux automobiles, et de libérer de l'espace au niveau du cœur de la Part-Dieu. De plus, les trottoirs sont élargis et leurs limites simplifiées tout comme les passages piétons attenants.

Ainsi sa capacité de fréquentation est augmentée tout en confortant l'harmonie entre les piétons et les différents modes de transports.



Figure 133 : Principe d'aménagement de la rue du Docteur Bouchut et des espaces publics associés (source : Plan de référence v2)



Figure 134 : Vue projetée depuis la place Béraudier sur la rue du Docteur Bouchut (source : Plan de référence v2)



Figure 135 : Vue projetée depuis le centre commercial sur la place Béraudier (source : Présentation COTECH, décembre 2015)

Parvis de la bibliothèque et rue Servient (partie Est) :

Il est prévu de supprimer les deux voies au Nord existant sur la rue Servient, et de recouvrir la trémie de sortie du tunnel Brotteaux-Servient afin de créer un escalier donnant accès au toit du centre commercial.

De plus, le trottoir Sud le long de la bibliothèque est élargi afin d'accompagner la création du passage Servient à travers le centre commercial, et d'éviter les traversées piétonnes au-dessous du centre commercial.

Place Charles de Gaulle :

La place pourrait être ouverte par la suppression du talus qui la sépare de la rue Garibaldi. Les gradins existants sont modifiés pour leur donner plus d'ampleur, mieux ouvrir la place sur le nouvel espace public de la rue Garibaldi et faciliter la liaison vers le niveau dalle du centre commercial.

La construction d'un « Bâtiment-Gradins » en vis à vis de l'Auditorium est prévue, pour permettre de préserver l'intimité et l'échelle de la place, tout en accueillant des fonctions complémentaires (socles de services, commerces et cafés-restaurants,...).

Le Bâtiment-Gradins constituerait également un lien et une transition entre la rue Garibaldi et les terrasses du centre commercial, et proposerait une meilleure articulation avec la rue Servient grâce à la création d'un socle animé le long de celle-ci.



Figure 136 : Vue projetée depuis la rue Garibaldi sur la place Charles de Gaulle (source : Plan de référence v2)

Avenue Pompidou :

Le long du passage sous les voies ferrées au droit de l'avenue Pompidou, des accès verticaux aux quais de la gare seront réalisés par SNCF Réseau.

Sur sa partie Ouest, du fait des opérations immobilières projetées, l'avenue s'ouvrira sur la place Béraudier et le bâtiment Two Lyon. Un parvis/trottoir public sera conservé au Sud de ce bâtiment, pour améliorer les traversées urbaines et rendre lisible le nouvel accès aux quais.

Les Socles Actifs :

Les immeubles de grande hauteur projetés sur la ZAC seront en lien avec l'horizon, mais ils doivent aussi s'adresser au sol, en partage avec l'espace public. De ce point de vue, les étages bas des immeubles existants et futurs sont appelés à jouer un rôle essentiel dans l'attractivité du quartier de la Part-Dieu, à la fois par leur configuration et par leurs contenus.

Ainsi le principe des «Socles Actifs» vise à mieux articuler les immeubles avec les espaces publics pour proposer, en lien avec les flux piétons les plus importants, une offre de locaux commerciaux ou de services ouvrant sur l'espace public et le prolongeant dans les rez-de-chaussée.

Les socles actifs seront aménagés en continuité avec l'espace public : continuité de niveau du plancher bas par rapport à l'espace public, et transparence des façades permettant aux activités intérieures des «socles actifs» de contribuer à l'animation des espaces publics qu'ils bordent.

Les mesures et orientations d'aménagement du projet permettront d'améliorer la lisibilité des espaces publics, des cheminements et des accès aux différents équipements du quartier. Les usages des espaces publics seront également améliorés grâce à la place donnée aux piétons et aux espaces de pauses. Les impacts de la ZAC seront donc positifs.

Mesures en faveur de la qualité des ambiances urbaines :

La qualité des ambiances des espaces publics (lumière, vent, acoustique) est une condition essentielle de l'attractivité du quartier de la Part-Dieu. Le développement immobilier aura forcément un impact sur ces ambiances. Ainsi, la stratégie de qualité des ambiances urbaines vise à articuler ces trois dimensions.

Selon les cas, il peut s'agir de valoriser un espace ensoleillé et calme (comme par exemple les terrasses du centre commercial ou la partie Nord de la place de Francfort) en y installant des usages statiques (terrasses de cafés, bancs...), de minimiser l'impact d'un projet de construction sur l'ensoleillement d'un espace public en travaillant sur l'implantation et la volumétrie des immeubles, de corriger un effet de tourbillon ou d'accélération du vent par des dispositifs de protection (plantations, débords de façade...), de compenser un effet d'ombre par des dispositifs artificiels captant la lumière naturelle en hauteur pour la rediriger sur un point précis au niveau du sol...

L'ensemble des mesures liées à la couverture végétale, à la perméabilisation des sols, l'ensoleillement hivernal, l'éclairement naturel, le confort acoustique et le confort au vent sont détaillées dans les chapitres concernés dans la suite de l'étude.

Le schéma suivant illustre la qualité des ambiances urbaines envisagées :

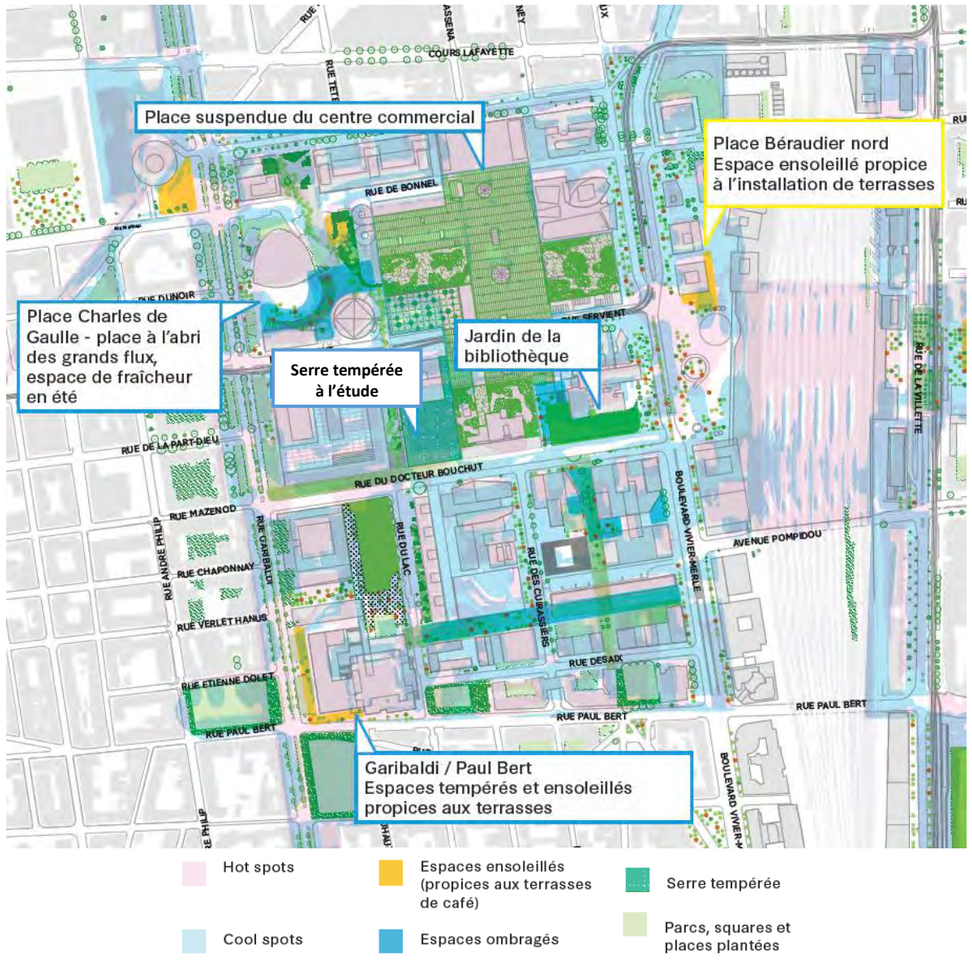


Figure 137 : Qualité des ambiances urbaines projetées (source : Plan de référence v2)

La place Béraudier :

Dans le cadre du projet de restructuration de la gare et du pôle d'échanges, la place va être reconfigurée, élargie et ouverte sur le boulevard Vivier-Merle. Ce projet tient compte de conditions d'ambiances contrastées : ensoleillement de la partie Nord de la place (propice à la réinstallation de terrasses de cafés), ombre projetée par le projet Two Lyon sur la partie Sud (plus propice aux flux piétons et aux accès vélos). Les arbres existants seront restitués par de nouvelles plantations procurant ombre et fraîcheur. Les émergences, le nivellement du sol et le mobilier urbain (éclairage public, bancs, , signalétique...) sont conçus et positionnés pour améliorer la fluidité des parcours piétons vers la rue du Docteur Bouchut, vers les pôles bus et tramway, et vers le centre commercial, tout en installant des espaces de pause et d'attente confortables, ensoleillés ou ombragés selon leur situation.

La rue du Docteur Bouchut et le Jardin de la Bibliothèque :

Compte tenu des qualités d'ambiance de cet espace (plantations, exposition plein Sud) et de ses usages (entrée Ouest du centre commercial, façade du Lot J et de la Cité Administrative d'Etat sur lesquels des opérations de restructuration et de développement immobilier sont prévues), l'aménagement du mail permettra d'installer des espaces calmes, en marge des flux, favorables à la pause. En particulier, au droit de la bibliothèque, le profil de cet axe permet de dégager un grand jardin (intégrant les plantations du mail existant) qui pourrait être rattaché à la bibliothèque (jardin de lecture, jeux en lien avec les sections enfants...).

La Place du Lac :

La place du Lac est l'un des rares espaces verts du quartier de la Part-Dieu dont le potentiel de qualité d'ambiance est actuellement sous-utilisé.

Le projet de développement du site M+M / 203 Garibaldi est organisé de manière à favoriser l'ouverture de la place sur la rue Garibaldi et préserver au maximum l'ensoleillement de la place en fin de journée. La partie Nord de la place est réorganisée pour favoriser une ouverture sur la rue du Docteur Bouchut, de manière à valoriser les continuités végétales entre ces espaces et la rue Garibaldi.

Les mails piétons du secteur Lac / Cuirassiers / Desaix :

Pour structurer le secteur Lac / Cuirassiers / Desaix, deux mails piétonniers sont prévus. Les opérations prévues sur ces terrains intègrent une dominante de programmes d'habitat ainsi que des équipements et services de proximité (crèches, commerces...). Ces deux mails vont procurer des lieux entièrement dédiés aux piétons et aux usages de proximité (petits squares, jeux, bancs, allées...), à l'écart des circulations de véhicules. Leur aménagement paysager participe donc à la qualité d'ambiance : espaces ensoleillés et espaces ombragés agréables en hiver comme en été, plantations protégeant du vent...). L'implantation et la volumétrie des opérations de construction bordant ces deux mails doivent tenir compte de ces objectifs qualitatifs, notamment en ménageant l'accès à la lumière et en évitant les effets de courants d'air.

Orientations pour les opérations de développement immobilier :

En plus de leurs propres qualités d'ambiances intérieures et extérieures, les opérations immobilières bordant les espaces publics doivent tenir compte (dans leur implantation, leur volumétrie, le choix des matériaux et des couleurs des façades...) des objectifs poursuivis sur les espaces publics, tant en termes d'usages (flux, pause) que de qualité d'ambiance (ensoleillement, ambiance acoustique, confort aéraulique).

L'objectif est que les maîtres d'ouvrages soient dotés des compétences et des outils de simulation permettant au cas par cas de mesurer, de corriger ou de compenser les impacts de leurs opérations sur la qualité des ambiances de l'espace public, en tenant compte de la situation particulière de chaque projet.

Par rapport à la situation actuelle, l'attention portée à la qualité des ambiances urbaines lors de la définition du programme de la ZAC et des choix d'aménagement permet d'assurer la cohérence entre les usages projetés des espaces publics, le microclimat au droit de ces espaces, et le ressenti des usagers. Ainsi les impacts du projet sont positifs.

3.2. L'ENVIRONNEMENT SOCIO-ECONOMIQUE

3.2.1. POPULATION ET LOGEMENT

Impacts :

Le projet Part-Dieu vise à faire de la Part-Dieu un quartier plus habité, donc plus accueillant et plus vivant, mieux inscrit dans la continuité urbaine du 3ème arrondissement et de la rive gauche.

Il s'agit à la fois d'ancrer la Part-Dieu dans la dynamique de l'habitat du cœur de l'agglomération lyonnaise, de contribuer à répondre aux besoins de logements d'une population diverse et de proposer, en lien avec la vocation de Hub Métropolitain du quartier, une offre innovante et atypique susceptible d'attirer de nouveaux publics.

Il s'agit également de mettre en adéquation la position hyper-centrale du quartier avec l'équilibre de son offre en habitat et de son peuplement au regard des quartiers voisins.

La mise en œuvre du programme d'habitat se projette sur trois horizons de temps correspondant aux grandes phases prévisionnelles de développement du projet, et prévoit des logements neufs, répartis entre logements à prix maîtrisés et logements à prix marché sur les segments moyens et haut de gamme.

Une opération est d'ores et déjà engagée :

- ✓ Opération Desaix : environ 220 logements neufs dont une cinquantaine de logements sociaux

A moyen terme (horizon 2022), trois opérations sont prévues :

- ✓ Un programme mixte de logements innovants et de plateaux flexibles pour petites et moyennes entreprises sur le site France Télévisions (dont les activités seraient réinstallées sur l'opération), également très proche de la gare et en interface avec la partie résidentielle du Sud de la Part-Dieu (rue du Lac, rue Paul Bert,...).
- ✓ Egalement dans ce secteur, un programme de logements à l'angle de la rue du Lac et de la rue Desaix (opération «Silex 3»).
- ✓ Un programme de logements dans le cadre de l'opération de restructuration du site de la Cité Administrative d'Etat.

A plus long terme (à partir de 2021 / 2022) et dans le cadre de la tranche 2 du projet Gare-PEM :

- ✓ Le renouvellement de la place de Milan permettra de compléter cette offre par des programmes diversifiés, en profitant de la proximité immédiate de la gare : logements en immeuble de grande hauteur (à destination d'une clientèle d'entreprises, cadres et consultants mobiles par exemple, ou internationale), résidence étudiante, programme hôtelier, logements libres en accession, programmes de logement sociaux et de logements à prix maîtrisés en locatif et en accession. Concernant les logements de la place de Milan qui seront démolis préalablement à cette opération, la Métropole, et le cas échéant les bailleurs concernés, feront application des dispositions du Code de l'urbanisme qui protègent les occupants, et accompagneront les habitants en vue de leur relogement.

Au total, ce sont environ 1 600 nouveaux logements qui sont prévus sur le périmètre de la ZAC, ce qui correspond à un apport de population d'environ 2 100 habitants (cf. Figure 145).

Zoom sur les opérations engagées :

Les nouvelles constructions sur la rue Desaix prévues au projet ont fait l'objet d'un permis de construire. Le projet prévoit la création d'environ 19 000 m², dont environ 5 000 m² de bureaux, 11 700 m² de logements, 1 700 m² de commerces et 550 m² d'équipement (crèche municipale). La vocation principale de l'opération est donc la création de logements avec une mixité de l'offre à l'échelle de l'îlot : 218 logements sont créés dont 46 logements sociaux. Il permet également la création de surfaces de bureaux, de commerces en socle actifs, et d'un équipement public de proximité (crèche de 36 berceaux, relocalisation de la crèche Ronde Enfantine). Un parking souterrain sur deux niveaux est prévu (224 places). En termes d'espaces publics, cette opération permettra la création d'un jardin aménagé par un paysagiste avec aires de jeux et d'un mail piéton Est-Ouest prévu entre le boulevard Vivier-Merle et la rue des Cuirassiers. La livraison des constructions est prévue fin 2017-début 2018.

A plus large échelle, la mise en œuvre du programme d'habitat de la Part-Dieu se projette sur trois horizons de temps, correspondant aux grandes phases prévisionnelles de développement du projet Part-Dieu :

- ✓ A l'horizon 2018, un total d'environ 850 logements neufs, répartis entre logements à prix maîtrisés et logements à prix marché inférieurs à 5 000 €/m².
- ✓ A l'horizon 2022, un total d'environ 900 logements neufs supplémentaires, répartis entre logements à prix maîtrisés, logements à prix marché plutôt sur les segments haut de gamme, et résidences-services pour publics spécifiques.
- ✓ A l'horizon 2030, un total d'environ 270 logements neufs supplémentaires, répartis entre logements à prix maîtrisés et logements à prix marché plutôt sur les segments moyens et haut de gamme.

Le programme prévisionnel de développement de l'habitat dans le cadre du projet Part-Dieu, de l'ordre de 2 000 logements neufs, correspond à un apport de population d'environ 4 000 à 4 500 habitants.

La ZAC Part-Dieu Ouest va donc générer une nouvelle dynamique urbaine sur le territoire. Les impacts à moyen et long termes de la ZAC, de même que les effets cumulés avec le projet Part-Dieu, sont donc positifs et permettent de contribuer à la réponse en logements face à l'augmentation projetée du nombre d'habitants sur le secteur.

De façon indirecte, le projet permettra l'implantation de commerces de proximité. Les impacts seront également positifs en matière de développement des activités économiques et commerciales locales.

La création d'une offre de logement diversifiée en cœur d'agglomération pourra également avoir des impacts positifs indirects sur la limitation de l'étalement urbain.

De façon indirecte, la création de logements à proximité des zones d'emplois du quartier et de la ville, favorisera l'utilisation des transports en commun ou des modes doux pour aller travailler, ce qui contribuera à réduire les impacts des déplacements domicile-travail.

3.2.2. ACTIVITES ECONOMIQUES ET COMMERCIALES

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :

Précisions ajoutées sur les impacts permanents du projet, suivant les études menées dans le cadre de l'opération du centre commercial

(1) TISSU D'ENTREPRISES

Impacts :

La stratégie économique du projet vise à capitaliser sur la base de la densité d'acteurs, de compétences, de relations présente à la Part-Dieu, ainsi qu'à concentrer et mettre en réseau ces acteurs pour créer une «adresse» où d'autres souhaiteront être présents.

Pour cela, le projet a pour objectif de :

- ✓ conforter la présence des grands groupes,
- ✓ développer la plateforme de services (ingénierie, conseil, marketing, finance...) qui co-produit à leurs côtés,
- ✓ attirer d'avantage de projets et de PME innovantes qui génèrent l'innovation et porteront sur le long terme le développement et l'image du quartier,
- ✓ et attirer des fonctions stratégiques de rang européen.

Pour répondre à la fois aux besoins des grands comptes, prestataires, PME innovantes, projets collaboratifs, etc. plusieurs «gammes» de produits sont nécessaires. Les opérations immobilières permettront de répondre à ces besoins, la plupart combinant : produit immobilier neuf ou réhabilité, dense (volumes de 15 à 40 000 m²), capable d'accueillir une mixité d'activités à des prix abordables.

L'offre immobilière tertiaire proposée par le projet se fonde sur quatre principes :

- ✓ Le confortement des axes tertiaires existants (Vivier-Merle) pour proposer des surfaces de bureaux classiques, adaptées aux besoins des PME (ingénierie, services...).

- ✓ Le développement de «clusters» (ou «pôles de densité») plus saillants aux principaux carrefours et en prise directe avec la gare et le pôle d'échange multimodal (Two Lyon / Gemellyon, place de Milan...) pour proposer des immeubles en IGH ou des adresses originales combinant IGH et non IGH innovant avec une offre de services ouverte sur la ville.
- ✓ Le développement d'opérations combinant construction neuve et réhabilitation d'immeubles existants, susceptibles d'accueillir des utilisateurs grand compte ou institutionnels et des entreprises innovantes dans un environnement attractif et stimulant par sa diversité et son offre de services. C'est par exemple le cas des opérations Silex 1 & 2 ou de l'opération M + M.
- ✓ La production d'une offre innovante, qui n'existe pas actuellement sur le quartier, combinant habitat, lieux de travail et plateaux flexibles, particulièrement adaptée aux TPE, microentreprises ou travailleurs indépendants (principe du Small Office – Home Office). Cette offre est principalement localisée sur l'opération France TV.

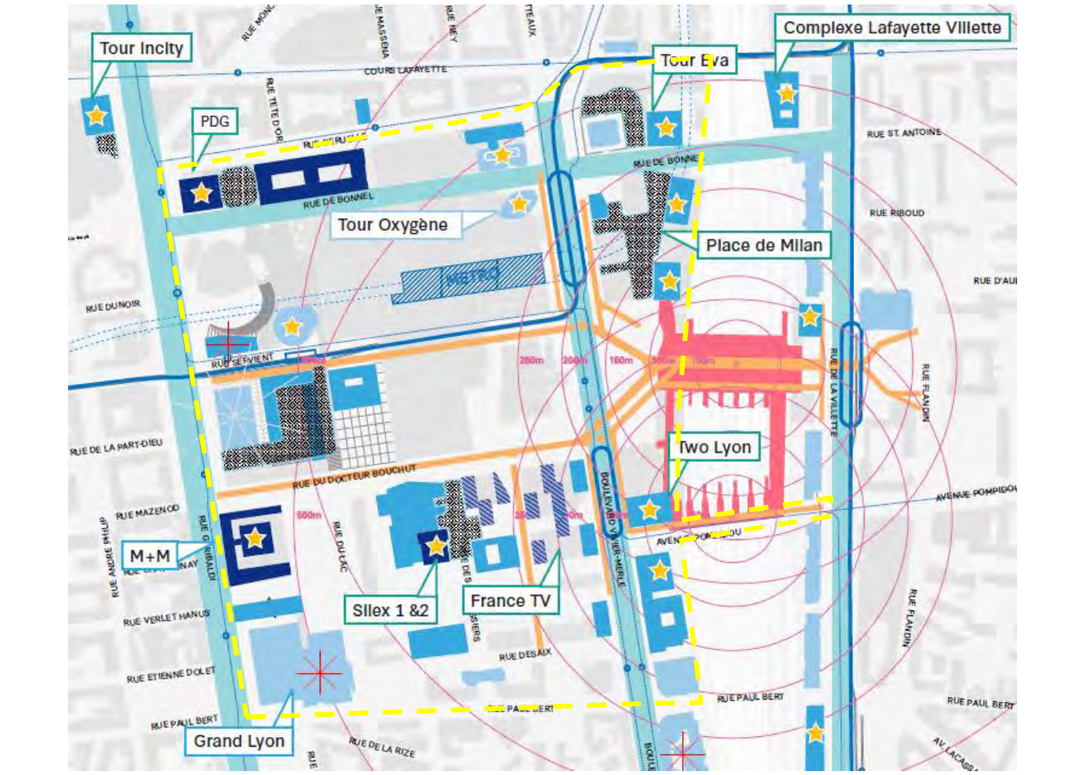


Figure 138 : Programme de développement de l'offre immobilière tertiaire (source : Plan de référence V2)

Zoom sur les opérations engagées :

L'opération Silex 1 a fait l'objet d'un permis de construire et les travaux sont en cours. Il s'agit d'un programme de bureaux sur socle commercial le long de la rue Bouchut et à l'angle rue Bouchut / rue des Cuirassiers. Il présente une superficie d'environ 11 000 m² dont environ 1 300 m² de commerces/services. Cette opération permettra au premier socle actif issu du Projet Lyon Part-Dieu de voir le jour. Les travaux devraient s'achever en 2017.

L'opération Silex 2 a également fait l'objet d'un permis de construire. Elle consiste en la réhabilitation de la tour EDF et la création d'une tour reliée à l'existante pour élargir les plateaux et profiter du noyau d'ascenseurs existant. Au total, il est prévu la réalisation de 30 675 m² de surfaces (dont 19 221 m² en immeuble de grande hauteur) pour un programme de bureaux et services associés, dont auditorium, restaurant d'entreprises et socles actifs. L'échéance de livraison n'est pas connue à ce jour.

Le projet permettra au quartier de trouver sa place dans une offre à l'échelle européenne, mais également dans l'offre du territoire, en s'appuyant sur les compétences et équipements développés par le socle industriel régional.

Les impacts du projet seront donc positifs.

D'autre part, pour limiter les impacts négatifs liés à une concurrence néfaste, le projet confère à la Part-Dieu une identité propre, fondée sur ses spécificités (hub central, services urbains et productifs, nouvelle économie...).

A l'échelle de l'agglomération, différentes offres s'articuleront. En complément de Lyon Confluence pour les médias et la créativité, de Lyon Gerland pour l'offre santé / pharmacie / biotechnologies, et de Lyon Carré de Soie pour l'offre tertiaire de l'industrie, le projet développera une offre complémentaire : celle d'une adresse européenne, à la fois performante et prestigieuse.

En termes d'effets cumulés avec le projet Lyon Part-Dieu, ce seront à terme plus de 700 000 m² d'immobilier tertiaire neuf qui seront créés, et 240 000 m² qui seront réhabilités, soit une variation nette de + 600 000 m² pour l'offre immobilière.

(2) COMMERCES

Impacts :

Le projet Part-Dieu vise à renforcer et affirmer la vocation servicielle du quartier Lyon Part- Dieu, pour mieux s'adresser aux entreprises, aux actifs du quartier, à ses habitants, à ses visiteurs réguliers ou occasionnels, aux touristes.

Cette stratégie s'appuie sur les grands pôles commerciaux et de services existants que sont le centre commercial et la gare de la Part-Dieu, pour en cadrer quantitativement et qualitativement le développement, et pour compléter celui-ci par une offre de commerces et de services de proximité qui fait défaut actuellement, à travers le dispositif des Socles Actifs.

A travers le principe des Socle Actifs, le projet Part-Dieu vise à créer des linéaires animés le long des principaux axes de flux piétons, notamment en direction des quais du Rhône et de la Presqu'île (rue Paul Bert, rue du Docteur Bouchut, rue Servient, rue Deruelle), sur les axes structurants Nord / Sud (boulevard Vivier-Merle, rue Garibaldi) et autour de la place Béraudier.

Ce principe, combiné à une extension mesurée du centre commercial et à son ouverture sur la ville, ainsi qu'au développement et à la reconfiguration des commerces et services en gare, permettra d'opérer une montée en gamme de l'offre pour mieux répondre aux besoins de tous les usagers du quartier (public grand-lyonnais, visiteurs, salariés du quartier, clientèle d'affaires, résidents, entreprises...), contribuer à l'animation des espaces publics pour faire de la Part-Dieu un quartier de destination, et mieux ancrer le quartier dans les arrondissements centraux de la Rive Gauche.

Les objectifs affichés de ce développement sont :

- ✓ le renforcement de la Part-Dieu comme destination métropolitaine y compris en soirée, le weekend et en périodes de vacances,
- ✓ le développement des lieux de pause urbaine, les destinations touristiques, de loisirs et culturelles au sens large,
- ✓ le développement du quartier d'affaires en lui fournissant les aménagements et les équipements nécessaires, tels que lieux de rencontres d'affaires, espaces de séminaires et de réception, …
- ✓ le développement d'une offre de services et de commerces de proximité adaptée aux besoins des habitants actuels et futurs.

La stratégie des «Socles Actifs» intégrée au PLU, et qui impose la réalisation de locaux commerciaux sur certains linéaires bien ciblés, favorisera le développement du commerce de proximité dans les secteurs habités du quartier.

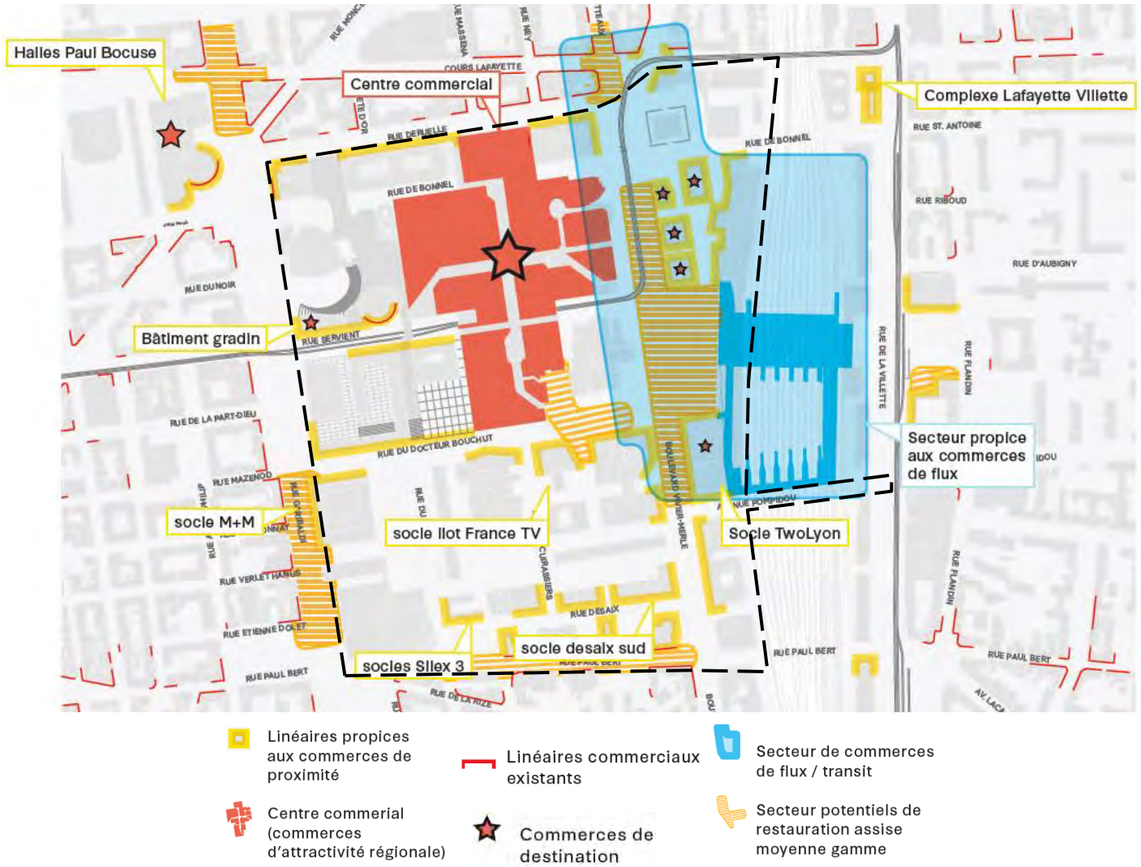


Figure 139 : Programme des commerces et services (source : Plan de référence V2)

Zoom sur le centre commercial :

Le projet de rénovation du centre commercial a pour objectif de l'ouvrir sur la ville, de diversifier sa programmation, et d'accueillir une composante forte d'offre culturelle, de loisirs et de restauration.

Il intègre :

- ✓ l'aménagement d'un toit-terrasse redonné aux piétons, et la végétalisation des espaces publics en toiture,
- ✓ la réorganisation et la mutualisation des parkings,
- ✓ la mise en œuvre du principe du sol facile et la création de nouveaux accès, pour assurer la perméabilité urbaine du centre commercial situé au cœur de la ZAC,
- ✓ la mise en place de nouvelles façades transparentes et d'un toit partiellement transparent, tout en conservant la façade actuelle et son motif.

Dans le cadre de cette opération, il est ainsi prévu au niveau rez-de-chaussée : le déplacement de l'entrée principale à l'angle Vivier-Merle/Servient, la création d'une nouvelle entrée Servient Ouest, et la création d'une galerie traversante Est-Ouest le long de la rue Servient (partie Sud).

Au niveau des terrasses actuelles, il est prévu : l'extension de la galerie et la reconfiguration de l'entrée.

Enfin, au droit de la toiture, il est prévu : la création d'accès vers le toit-terrasse depuis les espaces publics (escaliers), l'aménagement et la programmation du toit terrasse en place suspendue.

Il est aussi prévu à tous les niveaux l'extension côté rue du Docteur Bouchut.

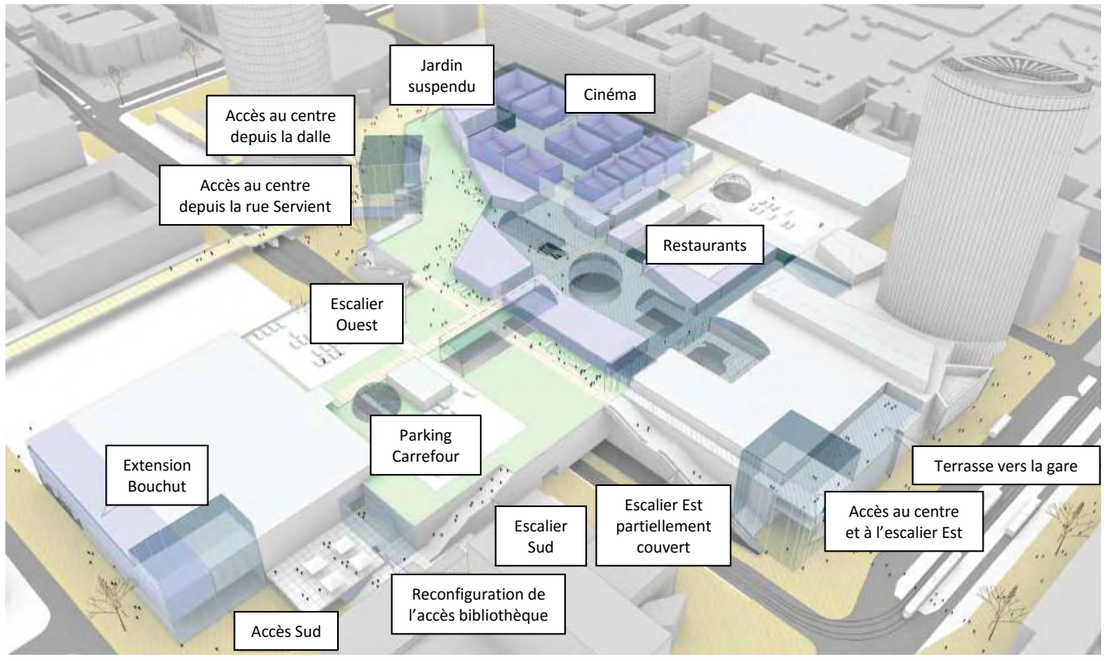


Figure 140 : Principes d'extension/restructuration du centre commercial, vue d'intention globale (source : Unibail Rodamco, mai 2016)

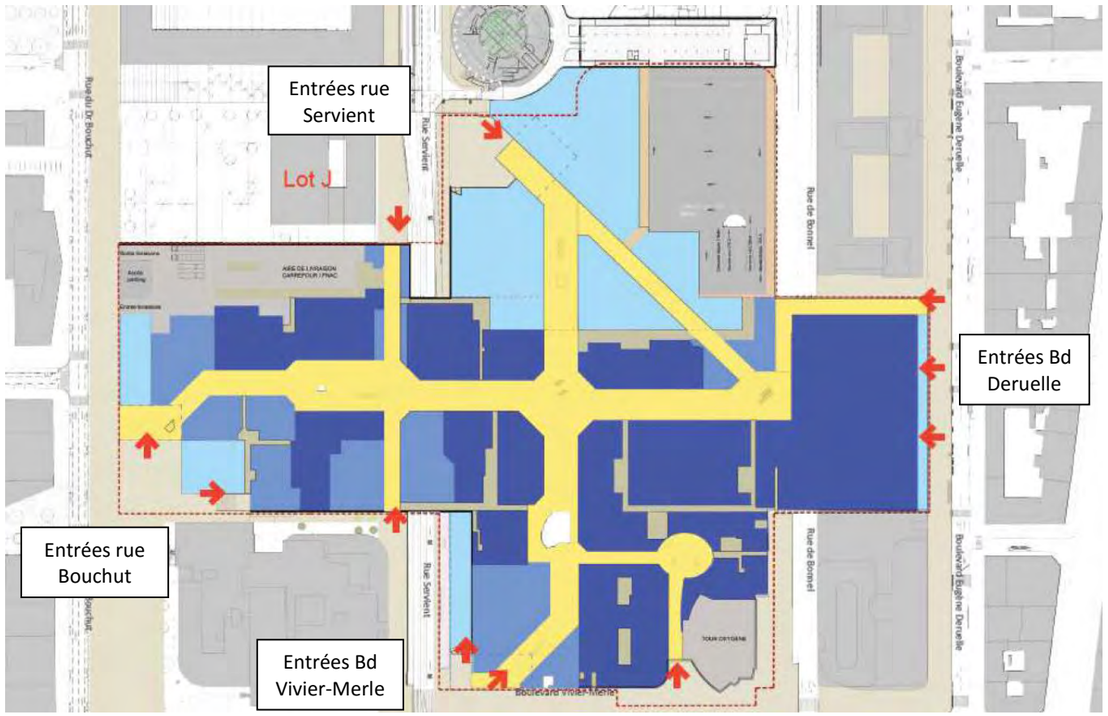


Figure 141 : Principes d'extension/restructuration du centre commercial, vue en plan au niveau de la rue (source : Unibail Rodamco, mai 2016)



Figure 142 : Principes d'extension/restructuration du centre commercial, vue d'intention sur la nouvelle entrée rue Servient (source : Unibail Rodamco, mai 2016)



Figure 143 : Principes d'extension/restructuration du centre commercial, vue d'intention sur l'espace accessible au public sur le toit (source : Unibail Rodamco, mai 2016)

Zoom sur les commerces et services en gare :

Les activités de commerces de flux à consommation très rapide seront localisées le long des cheminements de déplacements en veillant à ce qu'elles accompagnent les voyageurs :

- ✓ En façade de la gare, sur la place Béraudier ;
- ✓ En place basse Béraudier dans l'interface entre la gare et l'accès souterrain au métro ;
- ✓ Entre la place Béraudier et l'avenue Pompidou.

Ces activités seront également localisées dans l'espace gare en lui-même (hors périmètre de la ZAC), de même que les activités de commerces de flux à consommation plus lente.

En conclusion, les impacts permanents du projet sur le tissu d'entreprise et les commerces seront positifs :

- ✓ **Les entreprises présentes sur le site profiteront de l'opportunité de développement du centre d'affaires,**
- ✓ **Les partenaires et le personnel des entreprises du secteur bénéficieront des bonnes conditions d'accessibilité et de mobilité de la ZAC Part-Dieu Ouest,**
- ✓ **L'offre de commerces et services sera développée pour les personnes travaillant sur le site,**
- ✓ **Les activités projetées seront créatrices d'emplois à long terme : entreprises s'installant sur le secteur, personnel travaillant dans les commerces et services, …**

Les impacts permanents du projet sont liés à la fonction « centre d'affaires » qui devient l'élément majeur du secteur, accélérateur de la métropolisation de l'agglomération.

Certaines activités existantes y trouveront leur place en restant sur leur site et/ou en bénéficieront pour leur développement. En effet, la majeure partie des entreprises ne seront pas directement impactées par le projet urbain, mais bénéficieront des changements majeurs à venir dans ce quartier de Part-Dieu. Elles profiteront notamment d'un accroissement substantiel de leur fréquentation par l'apport de nouvelles populations résidentes (essentiellement commerce de proximité, et entreprises de services) ou de salariés autour des zones tertiaires.

La ZAC Part-Dieu Ouest constituera donc un accélérateur de la métropolisation de l'agglomération, et confortera ses fonctions d'échanges, de services et d'innovation.

Par ailleurs, la production d'une offre immobilière combinant habitat et lieux de travail contribuera à réduire les déplacements domicile-travail, ce qui aura des impacts indirects positifs à l'échelle du quartier et de l'agglomération.

(3) HOTELLERIE

Impacts :

La ZAC Part-Dieu Ouest vise à développer l'offre hôtelière pour que celle-ci soit plus attractive et plus actuelle, à la fois à destination d'une clientèle d'affaires et de touristes (cf. Figure 145). A court terme, on note le projet Two Lyon en cours d'études qui intègre une offre hôtelière.

Le développement de l'activité hôtelière sur le périmètre de la ZAC Part-Dieu Ouest induit des impacts positifs sur l'activité économique à l'échelle locale, mais également plus régionale.

3.2.3. LES EQUIPEMENTS ET LEUR FONCTIONNEMENT

L'arrivée de nouvelles populations au sein de la ZAC Part-Dieu Ouest sera à l'origine d'une demande forte en équipements (scolaires, culturels, commerces et services de proximité, …).

(1) LES SERVICES PUBLICS, EQUIPEMENTS CULTURELS ET SPORTIFS

Impacts :

La ZAC Part-Dieu Ouest, et à plus large échelle le projet Part-Dieu, vise à activer le potentiel des grands équipements publics et privés existants (la Bibliothèque Municipale, l'Auditorium, les Halles de Lyon), à les relier et à les compléter pour irriguer le quartier d'une offre culturelle contemporaine s'adressant à tous ses publics.

Il doit aussi permettre d'intégrer les équipements privés ou associatifs existants ou à venir (cinémas, commerces culturels, serre tempérée dans le cadre d'une future opération sur le Lot J), ainsi que l'opportunité d'une présence de la culture en gare, de manière à articuler une offre cohérente et augmentée dans ses contenus, sa lisibilité et son accessibilité pour tous les publics.

La programmation culturelle du projet est détaillée sur la figure suivante :

		Bâtiment :	Equipements existants	Propositions / Projets :
Art (contemporain)		Bibliothèque municipale de Lyon	Artothèque	Activation du socle de la Bibliothèque Lieu d'expo dans la gare
Architecture		Grand Lyon : Maison du projet	Salle d'exposition	Parcours urbain sur le thème à créer
Gastronomie		Halles de Lyon	Restauration et marché	Toiture terrasse végétalisée
Game culture		Lot J	/	Cité du Jeu Vidéo (temporaire et en pre-figuration)
Histoire naturelle		Lot J	/	Serre tempérée
Musique		Auditorium FNAC Futur bâtiment-gradins	Salle de concert FNAC	Rénovation de l'Auditorium création d'une petite salle de concert (batiment-gradins)
Littérature		Bibliothèque FNAC Librairies	Bibliothèque FNAC Librairies	Rénovation de la Bibliothèque Municipale
Sciences		Sciences	/	Data (Lyon Urban Data) / Living Lab
Cinéma		Centre commercial	Salles de cinéma dispersées dans le centre commercial Festival Lumière à Lyon	Création d'un complexe cinémas sur le toit du centre comercial Forum des images
Transdisciplinaire		Transdisciplinaire	/	Centre Poly-culturel (CPC) Place de Francfort

Figure 144 : Programmation culturelle du projet Transdisciplinaire Lyon Part-Dieu (source : Plan de référence v2)

Concernant l'auditorium, la construction d'un « Bâtiment-Gradins » est prévue. Ce bâtiment pourrait accueillir une petite salle plate (150 places), permettant à l'auditorium d'élargir la palette de son offre musicale (musique de chambre, musiques contemporaines amplifiées...) ou autour de la musique (lectures, conférences, activités pédagogiques...) afin de toucher un public plus varié. En complément, le socle du bâtiment pourrait accueillir un lieu culturel de type librairie / galerie / café ainsi qu'un restaurant ou une brasserie en lien avec les terrasses.

Concernant la bibliothèque, il s'agirait de diversifier ses espaces, en y intégrant des dimensions artistiques, numériques et ludiques, et en adaptant ses horaires d'ouverture. La restructuration du socle de la bibliothèque pourrait permettre d'accueillir des fonctions nouvelles (galerie / expositions, espace culturel ludique, un "Jardin de la Bibliothèque"...) pour contribuer à l'ouverture de cet équipement sur le quartier et l'inscrire dans des pratiques urbaines contemporaines.

Sur le centre commercial, le regroupement, le développement et la relocalisation des salles de cinémas sous la forme d'un équipement de type multiplex, en lien avec des espaces de restauration, sur le toit terrasse aménagé en "place suspendue", permettra de doter le quartier d'un nouvel équipement de culture / loisirs de rayonnement métropolitain.

Dans le cadre de l'opération du Lot J (terrain situé entre le centre commercial et la Cité Administrative d'Etat), la Traverse Culturelle pourrait intégrer une Serre Tempérée, en socle d'un programme tertiaire ou mixte. Cette opération pourrait ainsi proposer à la fois : un lieu de sérénité et de pause abrité et tempéré, une connexion entre la rue du Docteur Bouchut et la rue Servient et une connexion vers le niveau des terrasses du centre commercial, un accès vers le futur programme immobilier, et enfin un volume utilisable pour des fonctions culturelles marchandes de type galerie d'art.

Les impacts permanents de la ZAC et de ses aménagements sont donc largement positifs du point de vue des services publics et des équipements culturels et sportifs, avec une volonté marquée de développement et de renouveau des équipements sur le secteur et en périphérie.

(2) LES EQUIPEMENTS EDUCATIFS, LES EQUIPEMENTS SOCIAUX ET DE SANTE

Impacts :

Le programme prévisionnel de développement de l'habitat correspond à un apport de population de plusieurs milliers d'habitants.

Les équipements scolaires maternelle et élémentaire existants sur le quartier et à proximité seront sollicités. Ces établissements disposent d'une capacité de développement, notamment le groupe scolaire Léon Jouhaux pour lequel une extension est prévue pour répondre aux besoins générés par le projet Part-Dieu.

Concernant les équipements destinés à la petite enfance, deux crèches sont prévues sur la partie la plus habitée du quartier (le secteur Lac Cuirassiers Desaix), l'une dans le cadre de l'opération Desaix (relocalisation de la crèche située à l'angle de la rue Desaix et de la rue du Lac) l'autre dans le cadre de l'opération Silex 3 (à l'emplacement actuel de la crèche relocalisée).

La Maison de l'Enfance va également être relocalisée, soit dans le cadre de l'extension du groupe scolaire Léon Jouhaux, soit dans le cadre d'une des opérations de logement prévues par le projet sur ce secteur.

La ZAC Part-Dieu Ouest n'aura pas d'impact sur les équipements sociaux et de santé.

L'impact de la ZAC Part-Dieu Ouest est donc globalement positif du point de vue des équipements éducatifs avec le développement de ceux-ci sur et en périphérie de son périmètre.

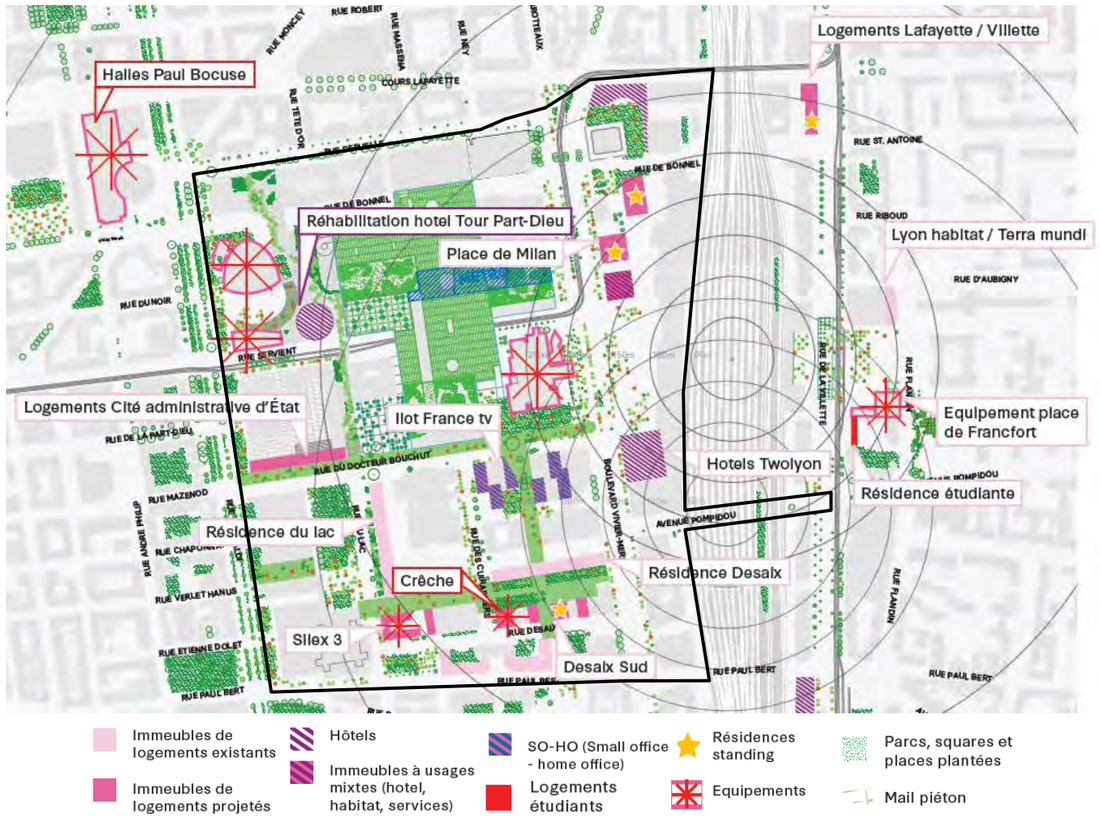


Figure 145 : Programme d'habitat et équipements de proximité (source : Plan de référence V2)

3.3. LES INFRASTRUCTURES ET LES DEPLACEMENTS

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :
Mise à jour des trafics suivant les dernières données trafic

3.3.1. IMPACTS GENERAUX DU PROJET

L'augmentation des flux à l'échelle du quartier :

Le développement du quartier de la Part-Dieu va générer de nouveaux déplacements, du fait du projet de ZAC, dont les opérations du PEM et du centre commercial, et plus généralement du projet Part-Dieu dans son ensemble. Il est estimé que les déplacements en lien avec le quartier Part-Dieu augmenteront de 70% (470 000 déplacements en 2025 contre 275 000 en 2011). Cette évolution va donc engendrer de nouveaux comportements.

Les fonctionnalités du site devront être adaptées pour répondre à ces futurs besoins. Une majeure partie des déplacements – plus des deux tiers – sera faite à pied ou en lien avec les transports publics.

Même si la part modale des voitures diminuera en 2030, le nombre de véhicules augmentera légèrement en valeur absolue (+ 14 000 déplacements environ).

L'espace de voirie doit donc être partagé intelligemment pour préserver une desserte de qualité de la Part-Dieu mais aussi permettre la réalisation d'un réseau de transport en commun performant ainsi que des liaisons douces pour rejoindre ce pôle majeur de l'agglomération.

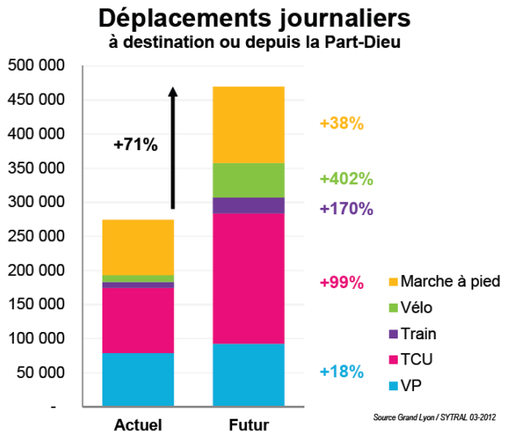


Figure 146 : Evolution de la répartition modale des déplacements avec le quartier Part-Dieu (source : Plan de référence v2)

Au final, sur l'ensemble du quartier les prévisions considèrent la multiplication par 5 des flux cyclistes actuels, par 3 les accès en train, par 2 les accès en Transport en Commun Urbains (TCU), l'augmentation de 38% des déplacements uniquement à pied et de 20% de ceux en voiture.

L'augmentation des flux sur le pôle d'échanges multimodal :

Suite au développement du pôle d'échanges multimodal réalisé dans le cadre du projet et plus globalement du projet Part-Dieu, il est estimé que la fréquentation le pôle multimodal de la Part-Dieu augmentera de 78%.

Cette augmentation de fréquentation va s'accompagner d'une évolution des modes d'accès et de diffusion des usagers vers et depuis le pôle d'échanges multimodal, faisant notamment apparaître une très forte augmentation des déplacements piétons (+108%) et vélos (+362%) en lien avec la gare. La marche à pied et le vélo s'affirment ainsi comme des prolongements naturels des transports en commun et du train.

En synthèse, si l'accessibilité automobile à la gare reste essentielle et doit être améliorée (+23% pour les véhicules particuliers et +89% pour les taxis), la part de ce mode de déplacements tend à diminuer au profit des modes doux (16% pour les VP et taxis à l'horizon 2030, et 45% pour les piétons et vélos), alors que la part des transports en commun reste stable (39%).[8]

Il faut noter que cette augmentation de trafic aurait certainement eu lieu sans le projet de ZAC ou le projet Part-Dieu car le quartier est attractif et constitue une porte d'entrée de l'agglomération. On peut supposer que l'augmentation globale du nombre de déplacements aurait été plus faible, mais qu'il n'y aurait pas eu de report modal sur les déplacements TCU et modes doux. Ainsi, sans la mise en œuvre du projet, il est très probable que les conditions de déplacements se seraient dégradées par rapport à la situation actuelle.

Des modifications en lien avec les opérations PEM/Two Lyon :

La stratégie de mobilité tous modes du projet vise ainsi à mettre en place les conditions qui permettront de développer le quartier sans provoquer sa saturation, tant du point de vue des circulations en voiture, que du point de vue des transports en commun et des modes doux.

Cette stratégie de mobilité s'appuie notamment sur le réaménagement du Pôle d'Echanges Multimodal autour de la gare et Two Lyon, et qui implique :

- ✓ des modifications de voiries et trémies, définies en considérant les véhicules particuliers ainsi que les accès pour les livraisons et les taxis (PEM),
- ✓ des modifications relatives aux transports en commun, avec notamment une relocalisation des pôles d'échanges (PEM),
- ✓ des améliorations en matière d'offre cyclables (PEM),
- ✓ des modifications en matière d'espaces publics en faveur de la circulation des piétons (PEM),
- ✓ des modifications de l'offre de parking et stationnement (Two Lyon).

Sur la place Béraudier, un volume de plusieurs niveaux de sous-sol (en fonction des contraintes techniques liées au sous-sol) permettra de répondre aux besoins d'intermodalités ; il intégrera les besoins de stationnement induits par l'ensemble immobilier Two-Lyon.

Ce volume superposera :

- ✓ Une "place basse" (niveau -1) donnant accès au métro et intégrant une station de taxis, une vélo-station de 1500 places ainsi qu'une offre de services et commerces liés aux flux.
- ✓ Un parking minute et un parking motos (niveau -2) accueillant également une offre d'écomobilités innovantes.
- ✓ Un parking longue-durée (dans les niveaux inférieurs).

En parallèle, la création d'une voie supplémentaire au niveau de la gare (voie L) est prévue par le maître d'ouvrage SNCF-Réseau. Elle fait l'objet d'une étude d'impacts spécifique en vue d'autoriser sa création. Cette voie supplémentaire permettra de fluidifier le trafic ferroviaire au droit de la gare de la Part-Dieu.

3.3.2. LES VOIRIES ET TREMIES

Impact du projet sur les voiries et les trémies :

Afin de dégager le boulevard Vivier-Merle de la circulation des voitures et deux roues motorisés au droit de la place Béraudier, de consacrer la voirie aux transports en commun et aux vélos, et donner plus d'ouverture, de lisibilité et de continuité à la place, entre la gare, la bibliothèque et le centre commercial, il est prévu la **suppression de la circulation automobile en surface sur le boulevard Vivier-Merle, entre la rue du Docteur Bouchut et la rue Servient.**

Cela entraine la suppression du mouvement de tourne à gauche sur la rue Servient pour les véhicules en provenance du boulevard Vivier-Merle en surface. Les fonctionnalités tramway et bus sont conservées, ainsi que l'accès à la rue Servient

[8]Ces prévisions intègrent le projet de voie L, et l'impact de l'amélioration de la régularité des trains qui devrait entrainer une augmentation de la fréquentation de la gare et de la demande ferroviaire, au maximum de 3% en heure de pointe.

par le tunnel Brotteaux-Servient et le branchement Bonnel-Servient permettant notamment l'accès au parking du centre commercial.

Sous les voies ferrées de l'avenue Gorges Pompidou, il est prévu l'aménagement d'accès directs aux quais de la gare, et d'un hall secondaire pour la gare. Cela induit le pincement du passage sous voies ferrées, et la nécessité de revoir la configuration de la voirie tout en améliorant les traversées piétonnes.

Au droit de la place Béraudier, les infrastructures prévues nécessiteront la création d'entrées/sorties spécifiques.

Mesures relatives à l'aménagement des voiries et trémies :

Les mesures mises en œuvre ont été définies dans l'objectif de :

- ✓ Limiter la nécessité de traverser les voies SNCF.
- ✓ Inciter au contournement de la Part-Dieu pour une partie du transit inter-quartier.
- ✓ Optimiser les accès et rendre les trajets plus lisibles et plus faciles.

Ainsi, il est prévu **le prolongement de la rue du Docteur Bouchut jusqu'au boulevard Vivier-Merle**, pour permettre de rétablir un mouvement de tourne à gauche en venant du Sud en surface et de l'avenue Pompidou notamment ; cela permettra aussi de créer une perspective entre la gare et la rue Garibaldi et les quais du Rhône, et d'assurer la desserte de l'îlot France TV réaménagé . A la sortie de la rue du Docteur Bouchut, les trajets vers l'Ouest de l'arrondissement, les quais du Rhône ou la Presqu'île pourront ensuite emprunter la rue Mazenod et la rue André Philip pour rejoindre la rue Servient. Le trafic en tourne à gauche sur la rue du Docteur Bouchut (250 véhicules/heure de pointe) sera cependant nettement inférieur à celui actuellement en tourne à gauche sur la rue Servient (700 véhicules/heure de pointe).

Cette modification s'accompagne d'un **décalage de la trémie d'accès du tunnel Vivier-Merle vers le Sud, au droit du carrefour de la rue Paul Bert.** Ce décalage permet de maintenir la possibilité de traversée Nord-Sud du quartier, et de fluidifier les circulations douces et TCU en surface.

Ce décalage permet par ailleurs de créer, en sous-sol, les accès aux nouvelles infrastructures de la gare et du PEM. Les sorties de ces infrastructures sont prévues sur la rue de Bonnel et la rue Servient.

Concernant le pincement du passage sous voies ferrées de l'avenue Gorges Pompidou, une voie dans chaque sens est conservée pour les voitures et les bus.

Malgré ce pincement, la nouvelle configuration de la voirie permettra l'écoulement du trafic attendu, étant donné notamment la **suppression du trafic en tourne à droite** vers la trémie Vivier-Merle décalée vers le Sud et désormais inaccessible depuis l'avenue Pompidou qui deviendra une voie de desserte essentiellement locale.

La suppression du feu existant à la sortie du dépose-minute de la gare permettra également de fluidifier le trafic sur l'avenue Pompidou en limitant les remontées de file.

Par ailleurs, la création d'un dépose-minute sous la place Béraudier permet d'éviter les mouvements tournants autour de la gare pour accéder au dépose-minute ou au parking côté Villette, qui saturent actuellement les carrefours du quartier. Cela permet ainsi d'améliorer l'accès des véhicules à la gare, nécessaire malgré la forte baisse de la part modale des véhicules particuliers.

Ainsi l'accessibilité voiture au périmètre de la ZAC est garantie tout en réduisant les mouvements en surface et sous les voies ferrées, et la capacité des voiries sera suffisante pour écouler le trafic attendu.

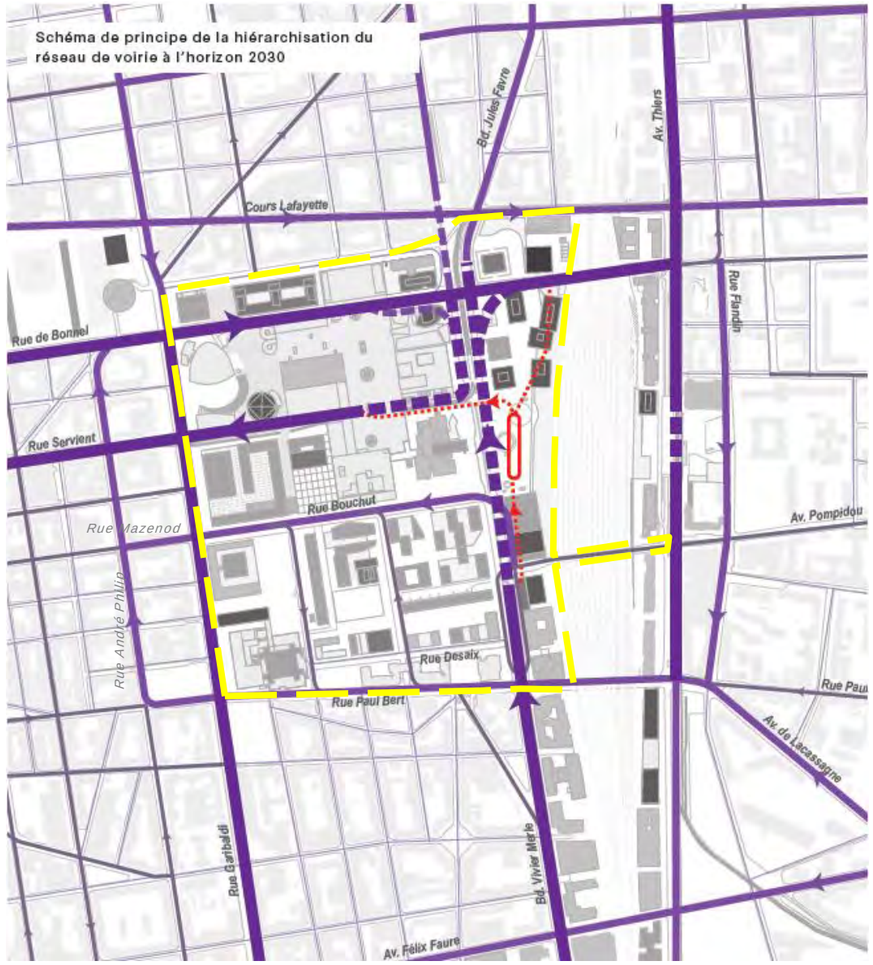


Figure 147 : Principe de hiérarchisation du réseau de voirie à l'horizon 2030 (source : Plan de référence v2)

Impacts résiduels du projet sur le trafic :

L'analyse se base sur les impacts du projet Part-Dieu dans son ensemble, car une analyse limitée à la ZAC ne serait pas représentative de la situation future du secteur Part-Dieu. Le projet de double site propre pour le C3 est notamment pris en compte.

Il a été estimé qu'en 2030, la demande théorique de trafic en lien avec le secteur Part Dieu augmente d'environ 5 000 véhicules à l'heure de pointe du soir (HPS) par rapport à 2010. La composition du trafic dans le quartier est sensiblement modifiée : la part de transit passe 58 à 38% en 2030 (voir Figure 148). Aussi la hausse de trafic correspond essentiellement à une hausse du trafic en accès local.

L'augmentation de trafic se traduit par une hausse de la sollicitation des itinéraires d'accès en proximité du quartier. Il s'ensuit, par effet domino, un report de certains des trafics qui transitaient par la Part Dieu sur les autres axes de l'agglomération. D'une manière globale, ces axes se remplissent, sans modification importante par rapport à la situation actuelle.

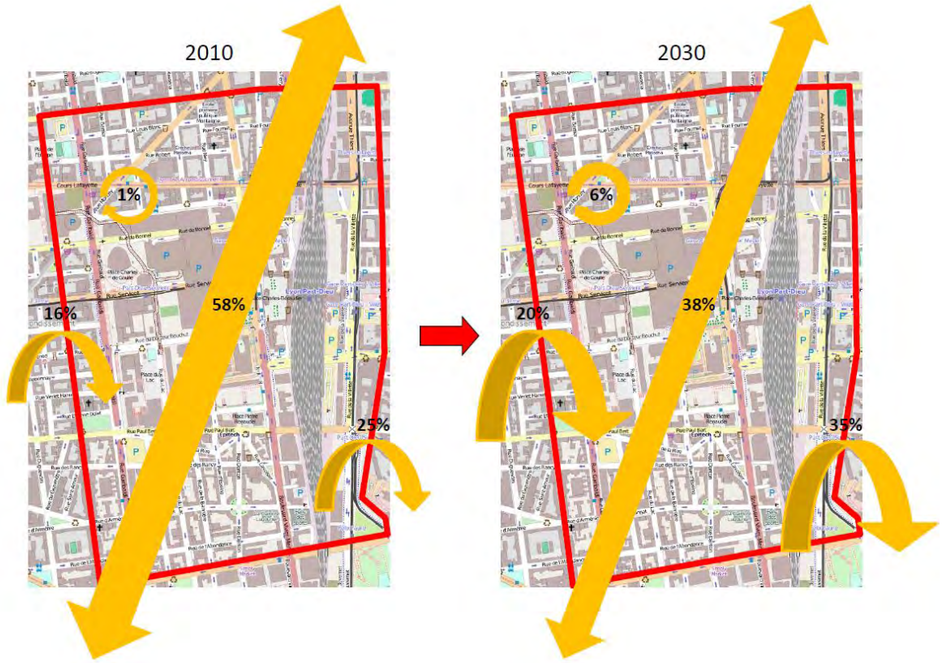


Figure 148 : Evolution de la structure des trafics à l'échelle du quartier (source : Egis/Arcadis – Etudes déplacements tous modes dans l'organisation multipolaire de l'agglomération, lot 1, décembre 2014)

L'accessibilité des véhicules au secteur Part Dieu, à horizon 2030, est maintenue avec cependant une augmentation du temps de parcours depuis/jusqu'à la Part-Dieu par rapport à la situation actuelle. En effet, les volumes théoriques de trafics à prendre en charge sont supérieurs à ceux actuellement constatés, mais à offre viaire globalement quasi-constante. Néanmoins, cette augmentation de trafic aurait certainement eu lieu sans le projet de ZAC ou le projet Part-Dieu, car il est probable que le trafic automobile aurait augmenté, avec ou sans projet.

La Figure 149 indique les trafics futurs estimés au droit de chaque voirie (voir Figure 51 pour les trafics actuels).

Comme actuellement, il apparaît que les axes les plus fréquentés en 2030 restent ceux qui sont déjà les plus fréquentés : Garibaldi, Vivier Merle, Paul Bert, Bonnel et Servient. Ces axes principaux voient globalement leur trafic augmenté sur certaines portions (trafic futur respectivement de l'ordre de 1 000 et 2000 véhicules en HPS), cependant les niveaux de trafic rencontrés sont déjà importants.

Concernant les voies de desserte plus locales : sur les voies de desserte de la ZAC que sont la rue du Lac et la rue des Cuirassiers, le trafic futur est estimé à environ 600 et 550 véhicules par heure respectivement (augmentation d'environ 50% et 57%), donc essentiellement en accès local au quartier. Sur l'avenue Pompidou, sous les voies ferrées, il est estimé un rééquilibrage des trafics avec une répartition égale dans les 2 sens de circulation. La réduction à 2 voies permet d'écouler le trafic attendu, en diminution par rapport à 2014 : le trafic devient essentiellement local, en accès aux quartiers de part et d'autre des voies et au Pôle d'Echanges Multimodal. L'avenue ne donne en effet plus un accès direct à la trémie Vivier Merle et ne recueille plus le trafic en sortie du parking et dépose minute côté Ouest.

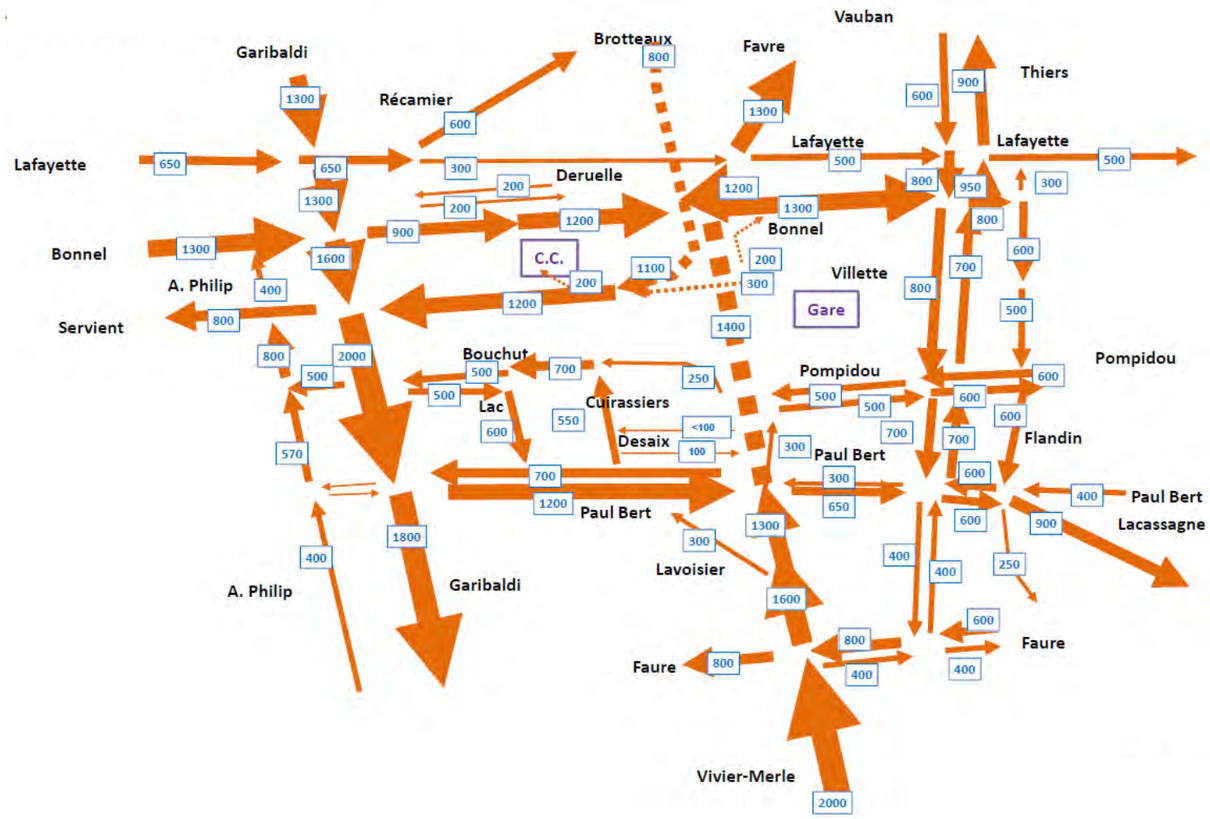


Figure 149 : Trafics en heure de pointe du soir à l'horizon 2030 (source : Egis/Arcadis – Etudes déplacements tous modes dans l'organisation multipolaire de l'agglomération, lot 1, décembre 2014)

Le trafic actuellement en tourne à gauche de Vivier Merle vers la rue Servient (environ 700 véhicules en HPS) se répartira pour 1/3 au Nord (secteur Vauban/Brotteaux), pour 1/3 plus au Sud (secteur Gambetta/Créqui) et pour 1/3 sur le nouvel itinéraire par la rue du Docteur Bouchut. La rue du Docteur Bouchut contribuera essentiellement à la desserte de l'ilot Desaix et du cœur du quartier et n'a pas vocation à recevoir le trafic de transit à travers la Part Dieu. Le trafic total attendu s'élève à environ 1 000 véhicules en HPS sur la portion la plus circulée (entre la rue du Lac et la rue Garibaldi), et environ 250 véhicules en HPS sur la portion ouverte dans le cadre du projet. Ainsi, le trafic attendu en tourne à gauche vers la rue du Docteur Bouchut sera nettement inférieur à celui de l'actuel tourne à gauche vers la rue Servient.

A l'extérieur du périmètre de la ZAC, il est attendu une augmentation de trafic sur la rue Mazenod sur une centaine de mètres seulement (portion entre la rue Garibaldi et la rue André Philip : 100 véhicules aujourd'hui et 500 véhicules à l'avenir en HPS), et sur la rue André Philip entre la rue Bouchut et la rue Servient (160 m), donc principalement en sortie du cœur du quartier, en direction de la Rive gauche ou de la Presqu'Ile. Sur ces courtes sections, certains aménagements pourraient permettre d'écouler le trafic attendu. La section de la rue André Philip entre les rues Servient et Bonnel (150 m) verrait son trafic augmenter d'environ 250 véhicules en HPS.

Les carrefours les plus chargés restent ceux situés à l'Est des voies ferrées. Côté Ouest, le carrefour Garibaldi/rue du Docteur Bouchut sera utilisé à près de 100% de sa capacité ; les carrefours Vivier-Merle/Paul Bert et Vivier-Merle/Pompidou seront utilisés à 95% de leur capacité (soit respectivement une stabilisation et une augmentation du taux de charge).

Des mesures localisées seront prises pour les carrefours les plus sensibles. A minima, ils nécessiteront un réglage des cycles de feux. In fine, le fait de privilégier un axe plutôt qu'un autre relèvera de la politique d'aménagement choisie, car l'entretien d'une congestion résiduelle sur certains axes peut dissuader les flux traversant la ZAC et les conduire à se reporter vers d'autres itinéraires. Une attention sera portée à certains phénomènes ponctuels de reports de trafics sur des axes qui n'ont pas vocation à accueillir des trafics supplémentaires (gabarits réduits, équipements sensibles…).

Enfin, des points de vigilance sont à prendre en compte pour le réaménagement de certains carrefours et la recherche d'un maximum de compatibilités du trafic VL avec les mouvements TC prioritaires (notamment côté Est au niveau des carrefours avec les tramways T3/T4/Rhonexpress).

3.3.3. LE RESEAU FERROVIAIRE

Impact du projet sur le réseau ferroviaire :

Le programme de la ZAC ne prévoit pas de modifications du réseau ferroviaire. Il faut cependant noter que la création d'une voie supplémentaire au niveau de la gare (voie L) est prévue par le maître d'ouvrage SNCF-Réseau. Elle fait l'objet d'une étude d'impacts spécifique. Cette voie supplémentaire permettra de fluidifier le trafic ferroviaire au droit de la gare de la Part-Dieu.

Concernant les accès à la gare et aux quais, il est prévu l'aménagement d'accès directs aux quais depuis l'avenue Georges Pompidou, et d'un hall secondaire pour la gare. L'objectif est de réduire, au droit de la place Béraudier notamment, la concentration des flux à destination de la gare.

Ces nouveaux aménagements sont pris en compte dans le cadre du programme de voiries et de circulation des piétons et vélos.

Par ailleurs, les solutions d'aménagement du Pôle d'Echanges Multimodal s'inscrivent en compatibilité avec les hypothèses d'études du Nœud Ferroviaire Lyonnais (NFL) aux différentes échéances, et prennent en compte toutes les mesures conservatoires pour un développement futur de l'infrastructure afin d'accueillir les dessertes ferroviaires envisagées (TGV, TER,…).

3.3.4. LE RESEAU TCU

Impacts relatifs à la desserte du quartier en TCU :

Le développement du quartier de la Part-Dieu va générer de nouveaux déplacements. La performance des transports en commun doit donc être améliorée.

Grâce à la suppression de la circulation automobile sur le boulevard Vivier-Merle, entre la rue du Docteur Bouchut et la rue Servient, et au décalage de la trémie d'accès du tunnel Vivier-Merle vers le Sud, il est possible de créer un pôle bus au Sud de la place Béraudier.

Ainsi le linéaire de quai bus du pôle d'échanges sur Vivier Merle est nettement augmenté et réparti sur deux pôles plus faciles à identifier : le pôle Nord face au centre commercial, le pôle Sud entre Bouchut et Pompidou. Ces deux pôles sont aussi sur les cheminements naturels des piétons en relation avec l'ensemble du pôle d'échanges. Dans cette configuration future la place Béraudier est totalement dégagée de tout abri bus ce qui permet notamment une plus grande souplesse d'utilisation de cette place et un statut d'espace majeur métropolitain.

L'organisation des lignes en deux pôles permet de simplifier certains échanges ou mouvements de bus : les lignes en terminus qui viennent du nord peuvent rebrousser au pôle Nord (si nécessaire), et celles du Sud au pôle Sud sans devoir traverser l'ensemble du pôle d'échange.

La réalisation d'un deuxième pôle (pôle Sud) permet aussi d'augmenter les flux d'échange de l'ensemble du site sans trop augmenter la densité des flux piétonniers sur le pôle Nord. Cela participe au desserrement de l'ensemble du pôle d'échanges, et permet d'améliorer la desserte du Sud du quartier, en fort développement. Il fonctionne également en lien avec le nouvel accès Pompidou à la gare.

Enfin, ce schéma rend possible des augmentations ultérieures de capacité ou de certains itinéraires sans modifier l'organisation des arrêts, mais avec une augmentation de la fréquence de passage des bus.

Les impacts du projet sont donc positifs.

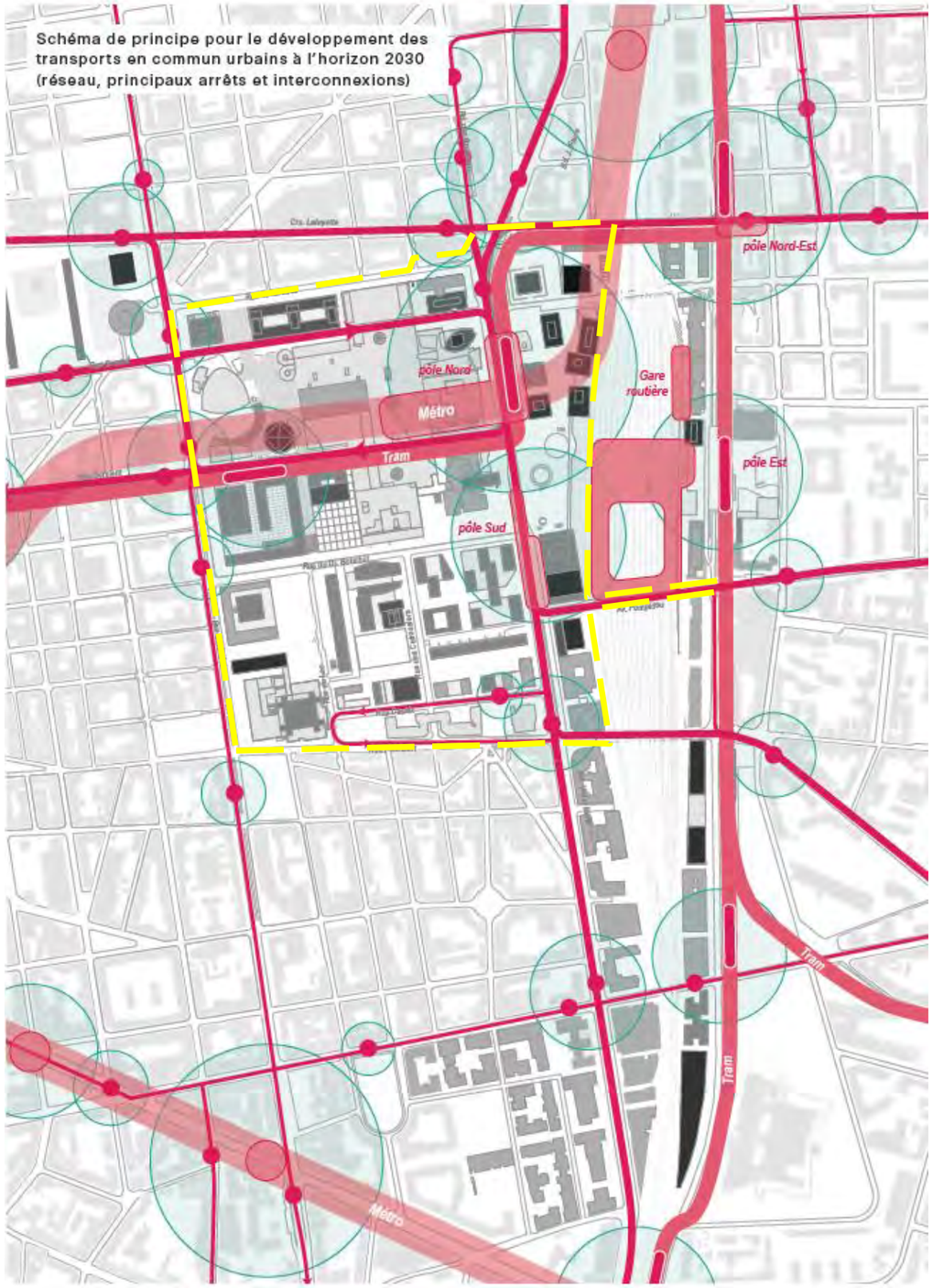


Figure 150 : Principe de développement des TCU à l'horizon 2030 (source : Plan de référence v2)

3.3.5. LES MODES DOUX : LES VELOS

Impacts relatifs aux itinéraires cyclables et aux stationnements vélos :

Comme indiqué dans l'état initial, le potentiel de la marche et du vélo est très important. A l'échelle du Grand Lyon, la démarche pour les vélos est déjà entamée. Elle se traduit au travers d'un plan mode doux sur lequel figure les axes structurants cyclables ainsi que les axes secondaires.

Pour les vélos, les itinéraires seront identifiés sous la forme de bandes cyclables sur voirie, soit le long des files de circulation générale, soit intégrées en sur-largeur des couloirs bus, de manière à former un maillage continu et raccordé aux itinéraires cyclables qui se prolongent au-delà du quartier. Les traversées des pôles d'échanges de transports en commun par les vélos sont intégrées et identifiées par des marquages au sol dans les couloirs bus.

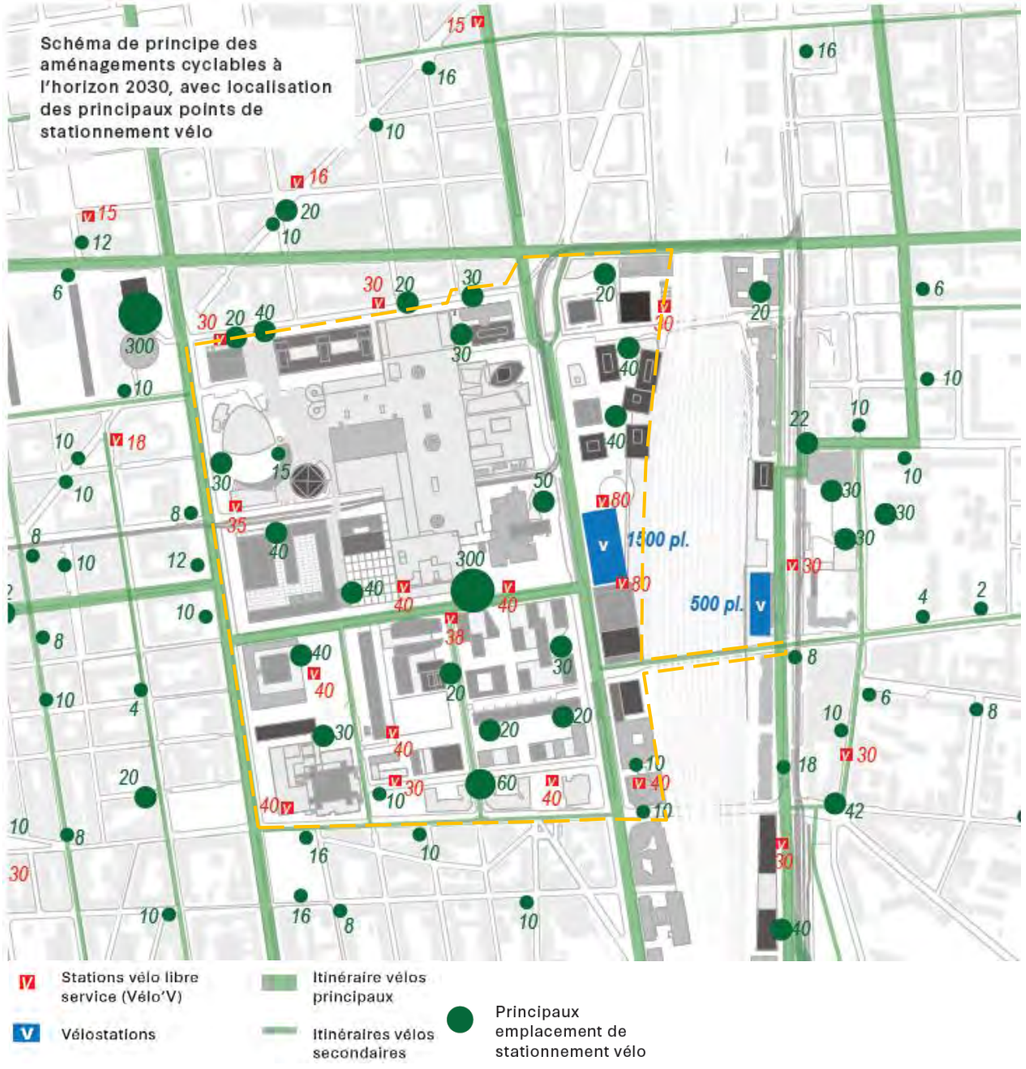


Figure 151 : Principe des aménagements cyclables à l'horizon 2030 (source : Plan de référence v2)

Remarque : les stations Vélo'V indiquées sur la place Béraudier sont à ce jour prévues sur le trottoir devant la bibliothèque.

Dans le cadre du projet, il est aussi prévu la mise en place de vélos-stations, de bornes de vélos en libre-service, et d'arceaux vélo supplémentaires. Notamment, il est prévu 1 500 places sous la place Béraudier (vélostation) et 300 places sur la rue du Docteur Bouchut (emplacement de stationnement).

Les impacts du projet sont donc positifs en termes de desserte de la ZAC par les aménagements cyclables et de possibilités de stationnement des vélos.

3.3.6. LES MODES DOUX : LES PIETONS

Impacts relatifs à la continuité des itinéraires piétons :

Les aménagements en faveur des piétons sont prioritaires dans le cadre du projet, en lien avec le principe de « sol facile » primordial.

Ils concernent principalement la place Béraudier, et les deux continuités majeures qui vont être mises en place :

- ✓ **La place Béraudier** : le réaménagement du pôle d'échanges multimodal permet de dégager des espaces piétons entre la gare et la bibliothèque, le long du boulevard Vivier-Merle ;
- ✓ **La rue du Docteur Bouchut réaménagée** : le prolongement de la rue du Docteur Bouchut jusqu'au boulevard Vivier-Merle s'accompagne de la création d'un mail piéton continu de 14 m de large côté Nord, pour un flux estimé à 15 000 piétons par jour ;
- ✓ **La future galerie Servient** : le projet de restructuration du centre commercial intègre la création d'une nouvelle galerie, au niveau du sol, entre la place Béraudier et la rue Garibaldi via la place Charles de Gaulle.

Le réseau d'espaces publics requalifiés comprend également deux mails piétons créés dans le secteur Lac Cuirassiers Desaix, entre la place du Lac et le boulevard Vivier-Merle, et entre la place Renaudel et la rue du Docteur Bouchut, pour favoriser une desserte piétonne interne du quartier à l'écart des circulations.

La place Charles de Gaulle et ses abords sont également réaménagés.

Sur la rue du Docteur Bouchut et l'avenue Pompidou, les aménagements de voiries s'accompagnent du maintien et de l'amélioration des itinéraires piétons existants, avec entre autres un élargissement des espaces qui leur est dédié.

Comme illustré sur la figure suivante, le mail piéton est élargi de plus de 20 m sur la rue du Docteur Bouchut au droit de la bibliothèque.



Figure 152 : Espace piéton sur la rue du Docteur Bouchut entre le bd Vivier Merle et la rue des Cuirassiers (source : Plan de référence v2)

D'une façon générale, le principe général d'aménagement consiste à mettre en cohérence le bâti avec des parcours utiles, continus, animés et avec une qualité d'aménagement ou d'ambiance qui incite à se déplacer à pied.

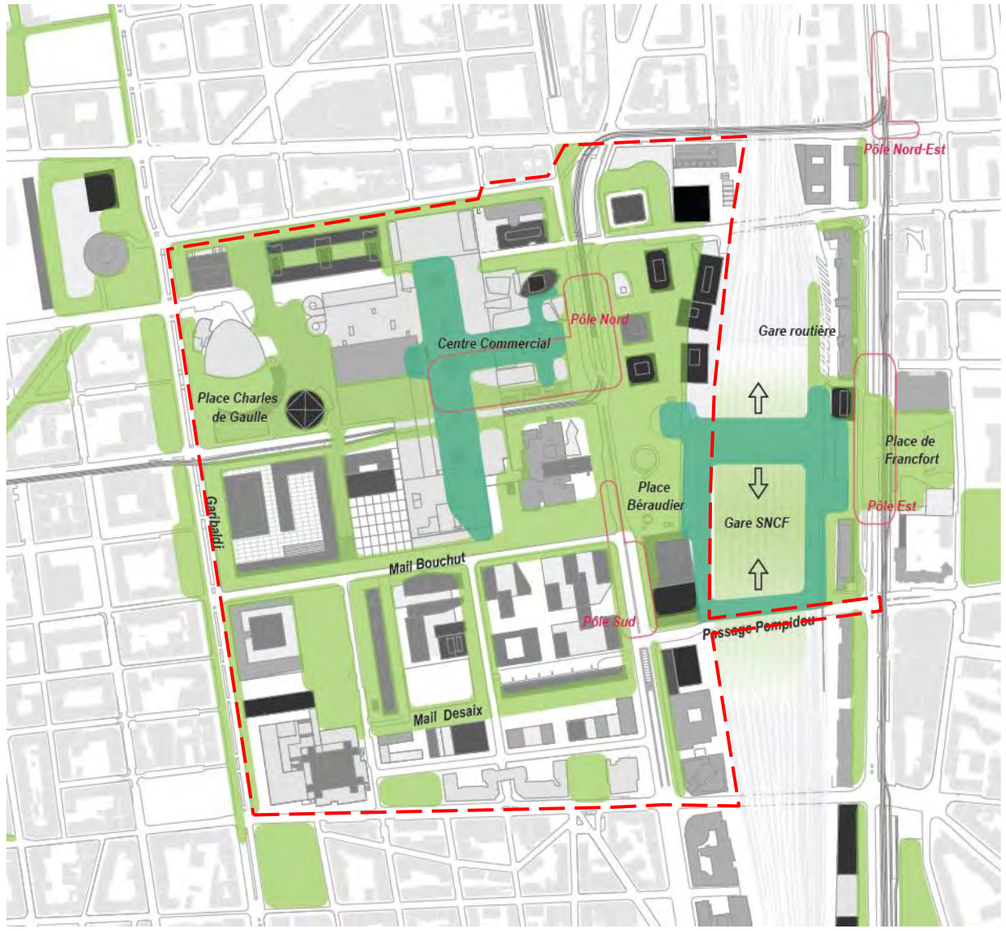


Figure 153 : Continuité de l'espace piéton à l'horizon 2030 (source : Plan de référence v2)

A plus large échelle, le projet a également des impacts positifs sur les déplacements Est-Ouest, en assurant des cheminements de qualité en direction des quais du Rhône et une traversée facilitée de la gare. Les déplacements Nord-Sud sont également facilités.

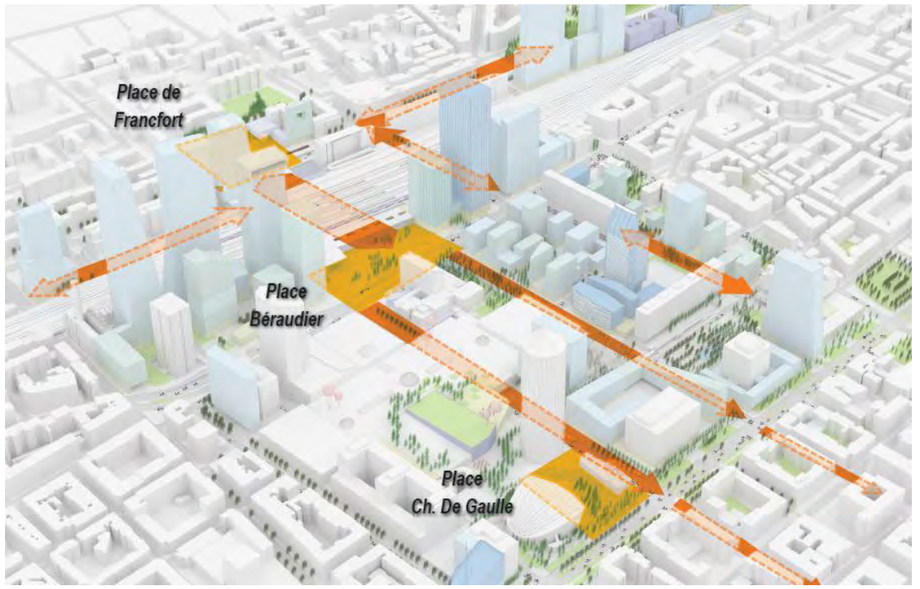


Figure 154 : Articulation des espaces piétonniers majeurs (source : Plan de référence v2)

Les impacts du projet sont donc positifs en termes de desserte de la ZAC par les espaces publics dédiés aux piétons.

Impacts relatifs à la qualité des itinéraires piétons :

Un des objectifs du projet est d'assurer le confort, la lisibilité et la fluidité des déplacements piétons. Ce sont en effet des conditions essentielles du développement des modes doux et de l'attractivité des transports en commun.

Ainsi, le programme de la ZAC a été défini en considérant la marche à pied comme prolongement des transports en commun, au droit du périmètre de projet mais également en lien avec les Pôles TCU à l'Est des voies ferrées.

La suppression de la circulation automobile en surface sur le boulevard Vivier-Merle et le réaménagement de la place Béraudier sont des éléments majeurs permettant le lien entre les pôles TCU Nord et Sud et la gare.

Les aménagements de voiries sur l'avenue Pompidou s'accompagnent d'aménagements en faveur des piétons, permettant de renforcer l'attractivité de la traversée des voies ferrées.

De plus, afin d'éviter les conflits d'usage avec les vélos, les trottoirs sont réservés aux piétons. Ils sont également élargis pour mieux intégrer les arrêts de bus et les plantations tout en favorisant le confort d'usage pour les piétons.

Zoom sur le principe du Sol Facile :

Le Sol Facile est une notion déployée à l'échelle du quartier, qui offre des itinéraires de déplacement conçus pour la marche, sans encombrement, sécurisés et très lisibles. Ce concept est détaillé au chapitre 3.1.1 en page 135. Concernant les déplacements piétons, la matérialité du Sol Facile est conçue de façon à privilégier la lisibilité et le confort des déplacements doux.

Elle prévoit une « Voie Express Piétonne », qui facilite les flux piétons entre les principaux points d'attraction du quartier. Elle traverse la gare et le centre commercial pour appuyer les relations Est-Ouest entre l'Est des voies ferrées et la rue Garibaldi. Elle accompagne aussi les aménagements du pôle d'échange multimodal pour rendre lisible et confortables les principales interconnexions.

La « Bande de Services » et les bordures accompagnent quant à eux la Voie Express Piétonne et forment sa transition avec la chaussée, en accueillant, sans gêner les flux piétons, le mobilier urbain et les stationnements pour les vélos notamment. Des zones de pause ou de repos sont également prévues.

La Figure 155 illustre le principe de Sol Facile et de matérialité en faveur de la qualité des déplacements doux.

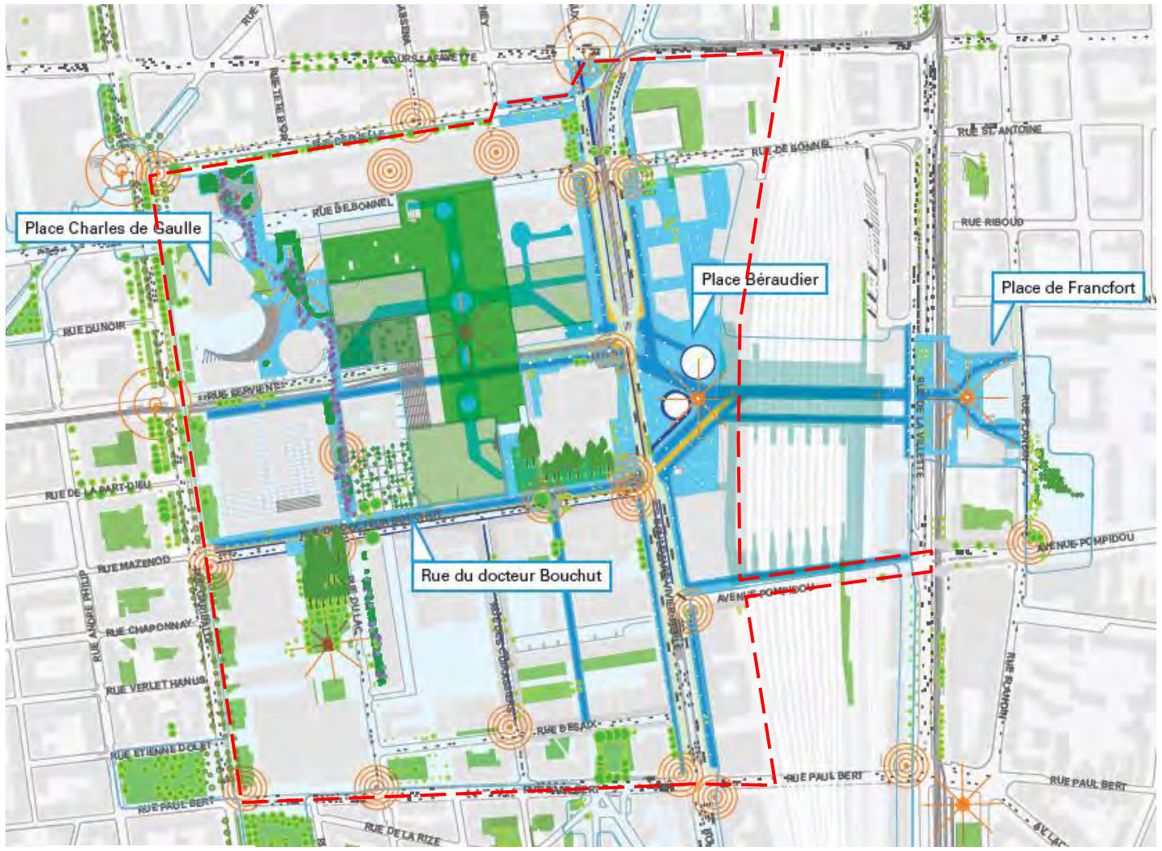


Figure 155 : Le Sol Facile et les modes doux (source : Plan de référence v2)

3.3.7. LES TAXIS ET LES LIVRAISONS

Impacts relatifs à la desserte du périmètre de projet par les taxis :

Dans le cadre du projet et notamment du réaménagement de la place Béraudier, la desserte par les taxis sera modifiée.

Il est prévu un circuit en boucle permettant aux taxis de déposer, d'attendre en service, de réguler lors des pauses plus longues, de se diriger en fonction de la demande sur l'une ou l'autre des aires de reprise, de charger, ou de quitter la boucle à tout moment pour répondre à une demande de prise en charge en dehors du quartier.

Il est notamment prévu une zone de dépose et une zone de prise en charge distinctes, au niveau -1 de la place Béraudier, avec une connexion directe sur le hall principal.

Des stations sur voirie sont également prévues à proximité des principaux points d'attraction du quartier non directement desservis par la boucle taxis (Tour Part-Dieu, Auditorium, Centre commercial).

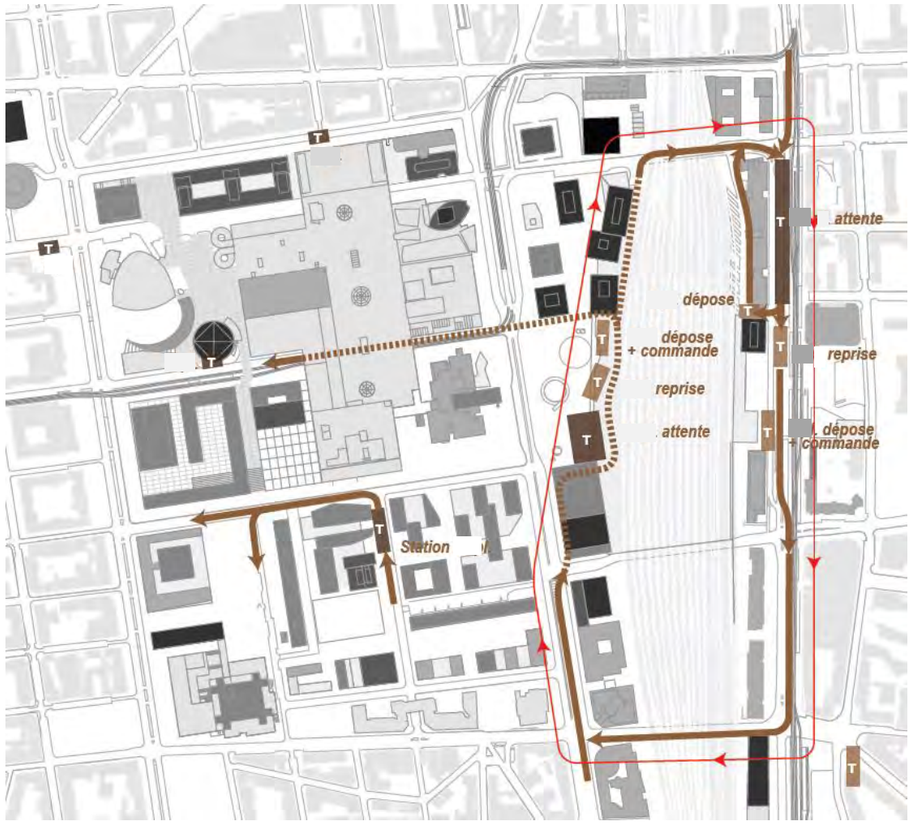


Figure 156 : Schéma de principe pour l'organisation de la desserte taxis à l'horizon 2030 (source : Plan de référence v2)

Les impacts du projet sont positifs, celui-ci permettant une organisation moins complexe des accès et des zones de dépose/reprise/régulation, et assurant une offre plus lisible pour les usagers de la gare notamment.

Impacts relatifs à l'organisation des livraisons :

Les travaux envisagés nécessitent de prendre en compte la problématique des livraisons, pour les équipements et bâtiments existants, mais également dans le cadre des opérations immobilières projetées.

Les grands équipements tels que la gare et le centre commercial, ainsi que les grandes opérations immobilières, disposeront d'aires de livraisons dédiées et intégrées.

Notamment, le projet du centre commercial intègre la gestion logistique en interne, de façon à éviter l'emprise sur l'espace public (rue du Docteur Bouchut) comme c'est le cas actuellement pour les manœuvres.

Des aires de livraisons mutualisées sont à l'étude pour répondre aux besoins de plusieurs utilisateurs à l'échelle d'un îlot, par exemple pour l'îlot Cité Administrative d'Etat / lot J / centre commercial / bibliothèque, pour l'îlot France Télévisions ou l'îlot Grand Lyon/ M+M.

Les impacts du projet relatifs à l'organisation des livraisons sont neutres.

3.3.8. PARKING ET STATIONNEMENT

Impacts relatifs à la suppression/création de places de parkings et places de stationnement :

Dans le cadre du projet, le réaménagement des espaces publics pourra conduire à la suppression de certaines places de stationnement. L'offre de stationnement public est donc redimensionnée et son organisation est repensée.

L'offre de stationnement souterrain comprend principalement trois grands parkings ouverts au public, dont un à proximité immédiate de la gare créé sous la place Béraudier. D'une capacité d'environ 600 places, ayant pour objet principalement de tenir compte des besoins liés au projet Two Lyon, ce parking sera accessible par le boulevard Vivier-Merle et la rue de Bonnel, pour accueillir les flux venant du Sud et de l'Ouest. Le parking existant à l'Est des voies ferrées est maintenu.

L'offre de stationnement sur voirie est conservée uniquement au niveau des zones denses d'habitation déjà existantes. Certaines places sont néanmoins supprimées pour garantir la bonne gestion des flux automobiles sur le quartier (rue du Lac et rue des Cuirassiers potentiellement).

A plus large échelle, l'ouverture de la rue du Docteur Bouchut va entrainer une circulation supplémentaire au droit de la rue Mazenod et de la rue André Philip pour rejoindre la rue Servient. Sur ces deux rues, certaines places pourront être supprimées.

Par ailleurs, les opérations immobilières généreront des besoins supplémentaires en stationnement. Cependant les nouvelles opérations immobilières sont autosuffisantes et intègrent leur propre besoin en stationnement ; la réalisation du parking Béraudier permet de répondre aux besoins en stationnement générés par l'opération Two Lyon.

Localement, les impacts du projet sont négatifs et liés à la suppression de stationnement sur voirie. Cependant l'amélioration de la desserte du périmètre de projet par les modes doux va certainement réduire les besoins en stationnement à proximité immédiate. De plus, l'offre de stationnement souterrain est maintenue et même développée à proximité de la gare.

Les impacts du projet relatifs à l'offre de parking et de stationnement sont globalement neutres.

En conclusion, il apparait les impacts du projet sur les infrastructures et les déplacements sont globalement positifs, l'aménagement de la ZAC permettant une amélioration du plan de circulation pour les véhicules, aussi bien pour la desserte du quartier que pour l'accès aux différents équipements tels que la gare et aux parkings associés. Le schéma de principe de l'accessibilité automobile à la ZAC est présenté ci-après.

Les autres modes de déplacements bénéficient également des aménagements projetés, une attention particulière étant portée au développement et à la qualité des itinéraires pour les vélos et les piétons.

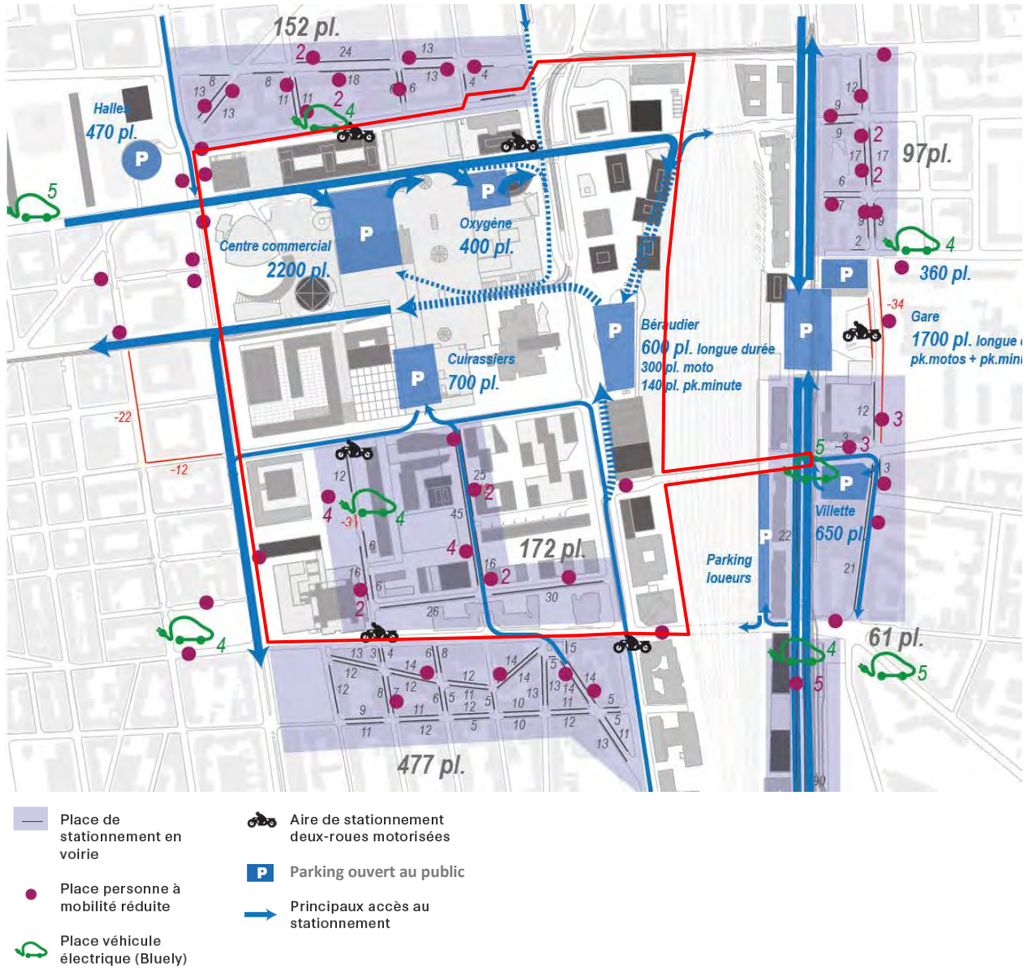


Figure 157 : Schéma de principe de l'accessibilité automobile, avec localisation des principaux parcs de stationnement public (source : Plan de référence v2)

3.4. L'ENVIRONNEMENT URBAIN ET LE CADRE DE VIE

3.4.1. CADRE PAYSAGER

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :

Précisions ajoutées sur les impacts permanents du projet, suivant les études menées sur les espaces publics et dans le cadre de l'opération du centre commercial

Impacts potentiels :

L'état initial a mis en évidence le fait que la Part-Dieu est une pièce essentielle du skyline lyonnais ; la Tour Part-Dieu (le Crayon) en est aujourd'hui l'élément le plus reconnaissable. La Part-Dieu est un espace de co-visiblité proche et lointaine, depuis les quais du Rhône côté presqu'île, depuis les grands axes de la ville, depuis le train en arrivant par le Nord ou par le Sud, depuis les hauteurs de Fourvière...

Localement, les espaces disponibles, les avenues larges et la discontinuité de la trame végétale confère au périmètre d'étude un fort potentiel de renouvellement urbain et paysager.

Ainsi les impacts potentiels liés à la ZAC Part-Dieu Ouest concernent :

- ✓ les modifications du paysage global et du skyline lyonnais, qui concernent le cadre de vie des habitants mais aussi certains points de vue depuis les lieux touristiques,
- ✓ les modifications du paysage local qui peuvent avoir un impact négatif sur le cadre de vie des usagers et l'image du quartier.

Il faut cependant noter que la perception d'un paysage, global ou local, est subjective et dépend des individus. Cette perception dépend notamment de la sensibilité et de la personnalité de chaque observateur.



Mesures relatives au paysage global :

Dans le cadre du projet, il est prévu une nouvelle génération d'immeubles de grande hauteur qui dessinera un skyline aux lignes contemporaines, qui permettra de densifier le quartier et de doter la Part-Dieu de la signature architecturale des grands quartiers d'affaires.

Il est également prévu des adresses originales combinant IGH et non IGH, et des opérations combinant construction neuve et réhabilitation d'immeubles existants, afin de créer un skyline irrégulier présentant des hauteurs variées.

Les figures suivantes permettent de visualiser l'insertion paysagère du projet depuis plusieurs points de vue éloignés :



Vue depuis le boulevard de l'Europe, Oullins, 1er août, 17h00



Vue depuis le pont de la Guillotière, 2 août, 16h00

Vue depuis le boulevard de Stalingrad, Villeurbanne, 1er août, 17h00



Figure 158 : Vues projetées sur le site (source : Plan de référence v2)

Mesures relatives au paysage local et au Style part-Dieu :

Le quartier de la Part-Dieu est un espace emblématique du patrimoine urbain et architectural contemporain de la métropole lyonnaise, qui représente un véritable « Style Part-Dieu ».

Le projet s'appuie ainsi sur deux principes fondateurs :

- ✓ La régénération en combinant le neuf, le performant, avec la régénération de ce qui existe. Par exemple, la combinaison d'une tour existante rénovée avec une nouvelle tour de bureaux d'entreprise correspondant aux normes actuelles, et partageant un nouveau noyau commun vertical.
- ✓ L'hybridation, en ouvrant, extériorisant, et hybridant les programmes pour démultiplier leurs effets. Cela se traduit par l'effacement, ou plutôt du « floutage » de certaines limites. Par exemple : la gare dispose d'une offre commerciale qui pourrait presque concurrencer sur certains segments celle du centre commercial, et le centre commercial tend de plus en plus à devenir le seul vrai espace public de la Part-Dieu.

Concernant la régénération de l'existant, il est par exemple prévu pour l'opération du centre commercial, de conserver les façades actuelles, qui seront nettoyées et repeintes, et de reproduire le motif actuel au droit des extensions.

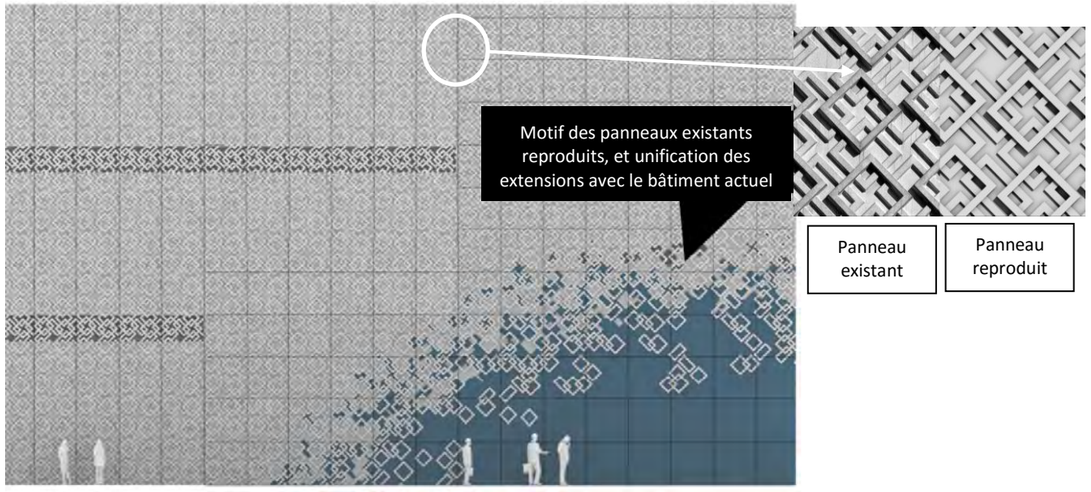


Figure 159 : principe de régénération de l'existant, exemple du projet architectural de restructuration/extension du centre commercial (source : Unibail Rodamco, mai 2016)

En matière d'architecture, les immeubles de grande hauteur donne l'occasion de développer des architectures inédites et singulières. L'architecture du projet prévoit :

- ✓ des formes simples, qui permettent de mettre l'investissement sur la qualité des matériaux et de leur mise en œuvre,
- ✓ des textures de façade et des matériaux qui donnent une unité et une identité à chaque bâtiment, mais qui produisent aussi dans l'ensemble une unité de style, avec des façades modulaires comme vocabulaire commun,
- ✓ un grand soin apporté aux détails, une certaine minéralité dans l'ensemble mais aussi : des matériaux nobles, des façades texturées et des motifs qui prennent l'ombre et la lumière, des couleurs neutres et coordonnées, un caractère très graphique.



Figure 160 : Visualisation de la lumière et des contrastes recherchés (source : Plan de référence v2)

Mesures relatives au paysage local et à végétalisation :

Au niveau local, la stratégie de paysage et de végétalisation du projet se traduit par une série d'objectifs :

- ✓ La création d'un paysage autonome, reconnaissable, vecteur d'identité et d'attractivité pour le quartier.
- ✓ Une augmentation significative de la couverture végétale et de la présence de la nature dans le quartier.
- ✓ Une augmentation significative de la biodiversité, à la fois pour diversifier les ambiances, assurer la résilience du paysage dans le temps et favoriser le développement de l'écosystème urbain (faune et flore).
- ✓ Un effort de perméabilisation du sol, notamment pour contribuer à une meilleure gestion des eaux pluviales. Cette approche doit être liée au travail sur la matérialité du Sol Facile et tenir compte des conditions d'hypercentralité du quartier, de son caractère de Hub Métropolitain et de l'intensité des flux et des usages qui s'y déploient.
- ✓ La mise en place de nouvelles conditions d'ambiances propices au développement de « micro-climats » localisés.

Pour cela, la conception du paysage s'appuie sur trois dispositifs, détaillés ci-après.

Le Sol Fertile :

Il s'agit d'un réseau de pleine terre aussi continu que possible, tenant compte des contraintes du sous-sol (parkings, réseaux...). Des techniques de plantation spécifiques sont à concevoir en fonction des différentes conditions du sol (pleine terre, dalles, terrasses...).

Le contour du sol fertile représente des volumes potentiellement fertiles sous le revêtement fortement minéral de la Part-Dieu. Le potentiel de ce sol fertile doit permettre d'assurer pérennité et durabilité à la nouvelle structure paysagère recherchée.

Les enjeux de liaisons urbaines doivent être pris en compte pour construire ce nouveau paysage, et cette mise en réseau dessine une figure singulière qui se présente comme une surface continue et non directionnelle.

L'horizon Part-Dieu :

L'Horizon Part-Dieu constitue une trame de plantation homogène et adaptable aux conditions spécifiques des différents espaces publics (places, mails, flux intenses, conditions du sous-sol...).

Cette canopée continue doit rester nettement identitaire dans ses limites et sa masse par le choix d'une espèce végétale dominante. Cette masse est marquée de variations singulières apportées par la qualité des plantations existantes, dont elle constitue finalement l'écrin.

La palette végétale :

La palette végétale favorisera la biodiversité tout en affirmant l'identité du Paysage sur le périmètre de projet.

La palette des arbres projetés sera réduite, en premier lieu pour s'assurer d'une identité forte, en second lieu par nécessité de répondre aux contraintes croissantes de plantation en milieu urbain et de modifications climatiques sensibles.

Elle sera composée d'une essence majoritaire que l'on retrouvera sur l'ensemble du site. Cette essence majoritaire sera couplée à deux autres essences. Cette manière de procéder permet de couvrir l'ensemble de la figure paysagère d'une couche arborée forte qui en constitue majoritairement l'unité.

L'une des espèces au moins présentera des caractéristiques de persistance. L'une des espèces au moins présentera des variations saisonnières de caractère, telles une modification des couleurs en automne ou une floraison remarquable. Sur dalle, deux espèces seront choisies parmi les trois précédentes. Ce choix permet de prolonger l'identité recherchée dans les surfaces aux sols dans les reliefs artificiels de la Part-Dieu.

A titre d'exemple, les trois espèces proposées sont le Gingko Biloba, en tant qu'essence majoritaire, le Cedrus, pour les plantations ponctuelles, et le Gleditsia ou Févier pour les plantations sous forme de bosquets.

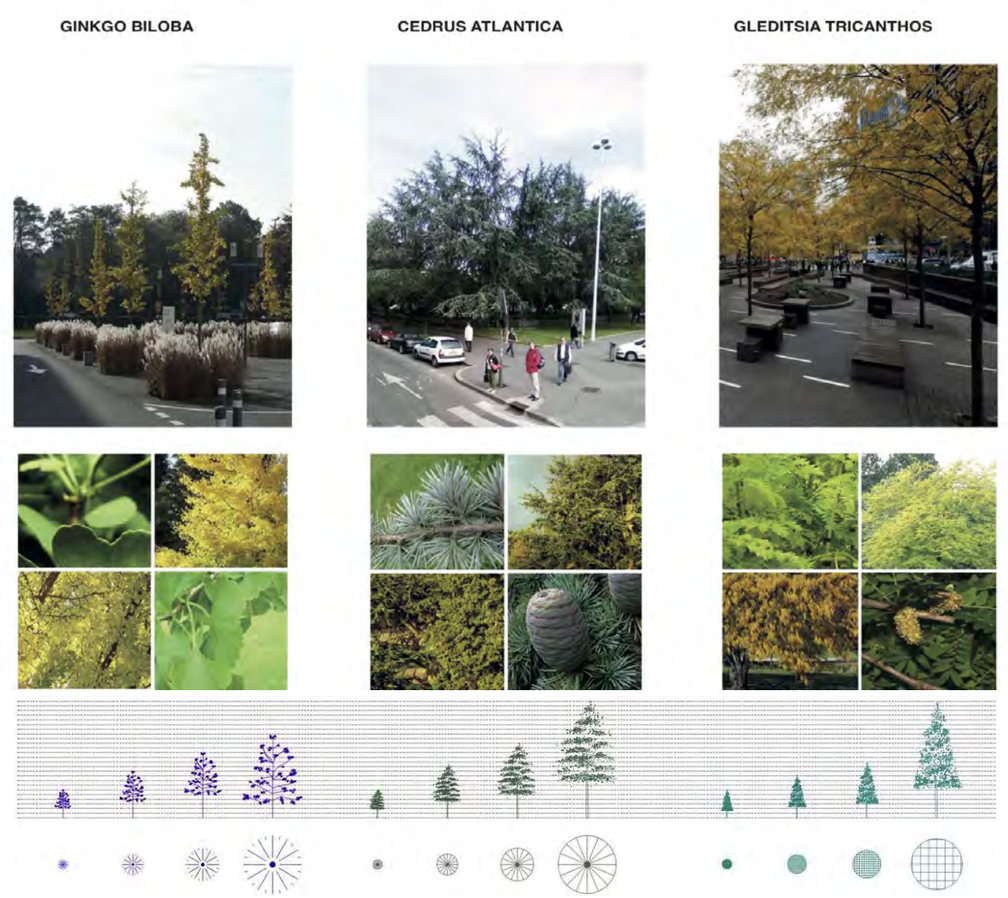


Figure 161 : Palette végétale, et évolutivité du paysage à plusieurs horizons (à la plantation/+10 ans/+20 ans/à terme) (source : AVP des espaces publics, juin 2016)

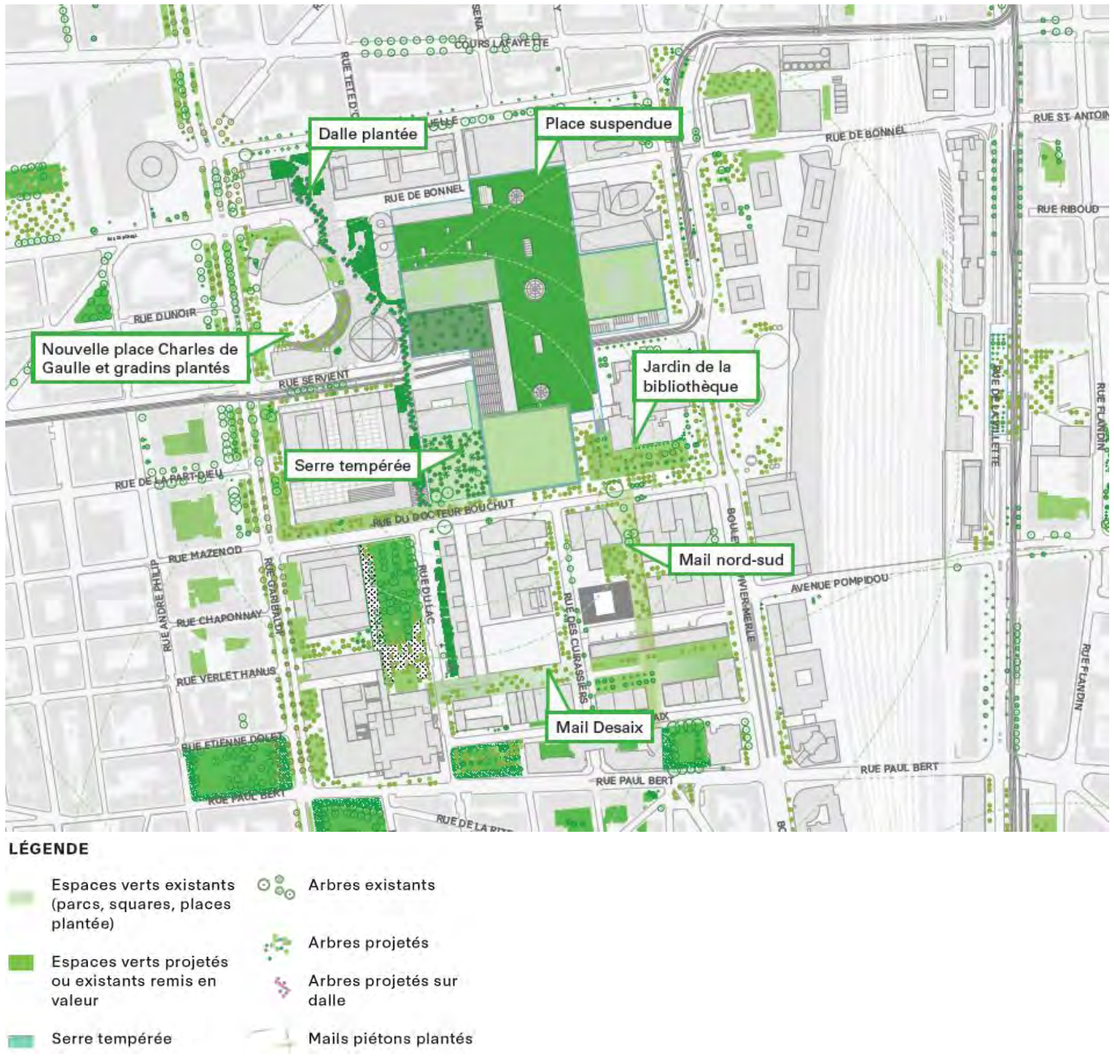


Figure 162 : Végétalisation projetée sur le périmètre de projet (source : Plan de référence v2)

Par ailleurs, la création d'un jardin est à l'étude sur le futur toit-terrasse du centre commerciale, aujourd'hui entièrement dédié au stationnement.

Les impacts paysagers du projet ne peuvent pas être supprimés car ils sont inhérents au projet qui prévoit une transformation du quartier, avec des modifications aussi bien sur les voiries et espaces publics que sur le bâti. Cependant l'ensemble des mesures prises permettra d'intégrer au mieux le projet dans le paysage de l'agglomération.

A l'échelle locale, grâce à la définition d'un style architectural cohérent avec l'identité du quartier et à une végétalisation importante, les impacts paysagers du projet seront positifs.

3.4.2. PATRIMOINE CULTUREL

Impacts potentiels :

Les périmètres de protection des Monuments Historiques, de 500 m autour du monument, interceptent le périmètre de projet :

- ✓ au Nord (présence de la gare des Brotteaux)
- ✓ à l'Ouest (présence de la Bourse du Travail).

Comme indiqué par le code du patrimoine, « *lorsqu'un immeuble est adossé à un immeuble classé ou situé dans le champ de visibilité d'un édifice classé ou inscrit au titre des monuments historiques, il ne peut faire l'objet, tant de la part des propriétaires privés que des collectivités et établissements publics, d'aucune construction nouvelle, d'aucune démolition, d'aucun déboisement, d'aucune transformation ou modification de nature à en affecter l'aspect, sans une autorisation préalable* ». Les travaux prévus sur la ZAC et qui nécessitent un permis de construire, un permis de démolir, un permis d'aménager ou une déclaration préalable feront l'objet d'un avis de l'Architecte des Bâtiments de France.

Les impacts potentiels sont la dégradation des points de vues depuis le site, du fait des nouvelles constructions sur le périmètre de la ZAC. Cependant ces monuments ne disposent pas de points de vue en hauteur sur le quartier, et les fronts bâtis existants limitent de façon importante les vues sur le périmètre de projet. De plus, la proximité de ces fronts permettra par un effet d'échelle, de masquer de façon importante les nouvelles constructions. De plus, dans le cadre du projet de ZAC, les abords de ces monuments et leurs modalités d'accès ne sont pas modifiés.

Aucun impact n'est attendu sur ces monuments.

Etant donné la localisation du projet, aucun impact sur le patrimoine archéologique n'est attendu.

En cas de découverte d'éléments archéologiques, les services de la Direction Régionale des Affaires Culturelles seront immédiatement informés et toutes les mesures seront prises afin d'assurer la conservation de ces découvertes ou toute autre mesure qu'il sera jugé nécessaire par les services de la DRAC.

En ce qui concerne le bâti existant, les bâtiments du «Patrimoine Part-Dieu » constituent une matrice d'architectures qui, de proche en proche, font l'identité de la Part-Dieu. De manière générale, les projets touchant à ces objets doivent contribuer à les valoriser, à leur donner une seconde vie et à les compléter par d'autres dans l'optique d'une démarche contemporaine et durable.

L'objectif de développer la Part-Dieu comme Hub Métropolitain Contemporain impose d'y imprimer une forte dimension culturelle. Pour le projet Part-Dieu, le dispositif de la Traverse Culturelle consiste au contraire à valoriser des équipements qui existent déjà et dont l'excellence est reconnue, en les rendant plus visibles, plus ouverts sur l'espace public, et en augmentant leurs capacités. Ce dispositif doit aussi permettre d'intégrer les équipements privés ou associatifs existants ou à venir.

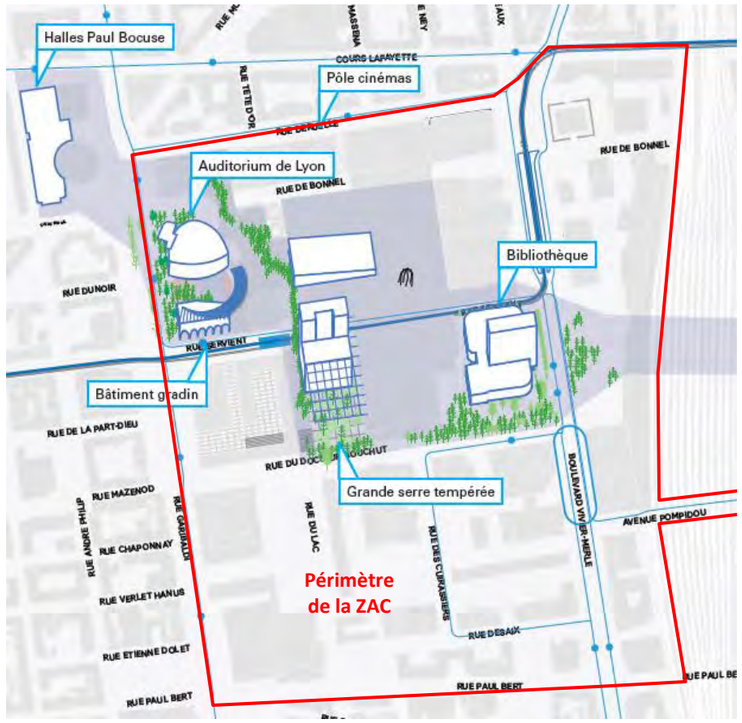


Figure 163 : Principe de la traversée culturelle (source : Plan de référence v2, cahier « Culture »)

Le dispositif de la Traverse Culturelle relie tous les points forts de la Part-Dieu. Grâce notamment à l'ouverture des équipements existants sur l'espace public, la Traverse Culturelle devient également un support d'animation ludique et événementielle du quartier, élargissant le champ des animations à caractère commercial ou sportif qui investissent déjà régulièrement la Place Béraudier ou, dans le cadre de la Fête de la Musique, la Place Charles de Gaulle.

A travers le principe de traversée culturelle du quartier Part-Dieu, qui s'appuie notamment les équipements existants que sont l'auditorium, le centre commercial et la bibliothèque ainsi que sur des nouveaux équipements, il apparaît que les impacts de la ZAC sur le patrimoine culturel sont positifs.

Par ailleurs, la conception architecturale des éléments bâtis du projet urbain réalisée en cohérence avec le patrimoine architectural existant participera grandement à l'amélioration du contexte paysager urbain actuel et du cadre de vie des usagers (voir chapitre précédent relatif au paysage).

3.4.3. AMBIANCE SONORE

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :
Compléments des impacts permanents du projet suivant la modélisation des niveaux sonores après projet

Cadre réglementaire :

L'impact acoustique nécessite règlementairement des mesures de réduction si les trois conditions suivantes sont réunies :

- ✓ modification significative des niveaux sonore,
- ✓ dépassement des seuils réglementaires,
- ✓ respect du critère d'antériorité des bâtiments concernés.

Donc seuls les bâtiments existants et maintenus dans le cadre du projet sont susceptibles d'être ayants droit à protection acoustique. Pour les bâtiments à créer, leur niveau d'isolement est à déterminer pour garantir le niveau requis à l'intérieur des pièces.

Définition de la modification significative :

Une modification ou transformation de voie est considérée comme significative si elle respecte conjointement les deux conditions suivantes :

- ✓ elle résulte de travaux (à l'exclusion des travaux de renforcement de chaussées, des travaux d'entretien, des aménagements ponctuels et des aménagements de carrefours non dénivelés) ;
- ✓ elle engendre, à terme, une augmentation de plus de 2 dB(A) de la contribution sonore de la seule infrastructure par rapport à ce que serait cette contribution à terme en l'absence de modification ou transformation (pour le réseau routier national, la circulaire du 12 décembre 1997 demande de réaliser cette comparaison à un horizon de 20 ans après la mise en service).

A noter que selon la circulaire du 12/12/1997, les travaux doivent être réalisés sur l'infrastructure concernée, c'est-à-dire que sont notamment exclues les simples modifications des conditions de circulation sans travaux.

Ces critères conditionnent l'applicabilité des articles R. 571-44 du Code de l'environnement et suivants au projet.

Seuils réglementaires en matière de contribution sonore d'une infrastructure :

Lors de la construction d'une infrastructure routière, sa contribution sonore après travaux doit respecter les seuils de l'article 2 de l'arrêté du 5 mai 1995.

Ces seuils diurnes et nocturnes, fixés par l'arrêté du 5 mai 1995, sont les suivants :

Type de locaux		Type de zone d'ambiance préexistante	Contribution sonore de l'infrastructure nouvelle LAeq (6h-22h)	Contribution sonore de l'infrastructure nouvelle LAeq (22h-6h)
Logements		Modérée	60 dB(A)	55 dB(A)
		Modérée de nuit ou non modérée	65 dB(A)	60 dB(A)
Établissements de santé, de soins et d'action sociale	Salles de soins et salles réservées au séjour des malades	-	57 dB(A)	55 dB(A)
	Autres locaux	-	60 dB(A)	55 dB(A)
Établissements d'enseignement (sauf les ateliers bruyants et les locaux sportifs)		-	60 dB(A)	-
Locaux à usage de bureaux		Modérée	65 dB(A)	-

Tableau 33 : Seuils réglementaires en périodes diurne et nocturne à respecter en cas de voirie nouvelle

Dans le cas d'une modification significative d'une voie existante, la contribution sonore de la route après aménagement doit respecter, d'après l'article 3 de l'arrêté du 5 mai 1995, les prescriptions suivantes :

- ✓ si la contribution sonore de l'infrastructure avant travaux est inférieure aux valeurs prévues à l'article 2 de l'arrêté du 5 mai 1995, elle ne pourra excéder ces valeurs après travaux ;
- ✓ dans le cas contraire, la contribution sonore, après travaux, ne doit pas dépasser la valeur existant avant travaux, sans pouvoir excéder 65 dB(A) en période diurne et 60 dB(A) en période nocturne.

Ces seuils diurnes et nocturnes, fixés par l'arrêté du 5 mai 1995 et repris dans la circulaire du 12 décembre 1997, sont les suivants :

Période diurne				
Type de locaux		**Type de zone d'ambiance préexistante**	**Contribution sonore initiale de l'infrastructure LAeq (6h-22h)**	**Contribution sonore maximale admissible après travaux LAeq (6h-22h)**
Logements		Modérée	≤ 60 dB(A)	60 dB(A)
			> 60 dB(A)	Contribution initiale sans dépasser 65 dB(A)
		Modérée de nuit ou non modérée	Quelle qu'elle soit	65 dB(A)
Établissements de santé, de soins et d'action sociale	**Salles de soins et salles réservées au séjour des malades**	-	≤ 57 dB(A)	57 dB(A)
			> 57 dB(A)	Contribution initiale et plafonnée à 65 dB(A)
	Autres locaux	-	≤ 60 dB(A)	60 dB(A)
			> 60 dB(A)	Contribution initiale et plafonnée à 65 dB(A)
Établissements d'enseignement (sauf les ateliers bruyants et les locaux sportifs)		-	≤ 60 dB(A)	60 dB(A)
			> 60 dB(A)	Contribution initiale et plafonnée à 65 dB(A)
Locaux à usage de bureaux		Modérée		65 dB(A)

Période nocturne			
Type de locaux	**Type de zone d'ambiance préexistante**	**Contribution sonore initiale de l'infrastructure LAeq (22h-6h)**	**Contribution sonore maximale admissible après travaux LAeq (22h-6h)**
Logements	Modérée ou modérée de nuit	≤ 55 dB(A)	55 dB(A)
		> 55 dB(A)	Contribution initiale et plafonnée à 60 dB(A)
	Non modérée	Quelle qu'elle soit	60 dB(A)
Établissements de santé, de soins et d'action sociale	-	≤ 55 dB(A)	55 dB(A)
		> 55 dB(A)	Contribution initiale et plafonnée à 60 dB(A)

Tableau 34 : Seuils réglementaires en période diurne (en haut) et en période nocturne(en bas) à respecter en cas de modification significative de voirie

Dans le cas du projet de ZAC, la contribution des nouvelles infrastructures est donc plafonnée à 65 dB(A) le jour et 60 dB(A) la nuit.

Critère d'antériorité :

L'article R. 571-51 du Code de l'environnement précise que « Le maître d'ouvrage de travaux de construction, de modification ou de transformation significative d'une infrastructure de transports terrestres n'est pas tenu de prendre les mesures prévues à l'article R. 571-44 à l'égard des bâtiments voisins de cette infrastructure dont la construction a été autorisée après l'intervention de l'une des mesures suivantes :

- ✓ Publication de l'acte décidant l'ouverture d'une enquête publique portant sur le projet d'infrastructure, en application de l'article L. 11-1 du code de l'expropriation pour cause d'utilité publique ou des articles R. 123-1 à R.123-33 du Code de l'environnement ;
- ✓ Mise à disposition du public de la décision, ou de la délibération, arrêtant le principe et les conditions de réalisation d'un projet d'infrastructure, au sens du a du 2° de l'article R. 121-3 du Code de l'urbanisme, dès lors que cette décision ou cette délibération, prévoit les emplacements qui doivent être réservés dans les documents d'urbanisme opposables ;
- ✓ Inscription du projet d'infrastructure en emplacement réservé dans un plan local d'urbanisme, un plan d'occupation des sols, un plan d'aménagement de zone ou un plan de sauvegarde et de mise en valeur, opposable ;
- ✓ Mise en service de l'infrastructure ;
- ✓ Publication des arrêtés préfectoraux portant classement de l'infrastructure et définition des secteurs affectés par le bruit situés à son voisinage, pris en application de l'article L. 571-10 du présent code. »

L'antériorité est définie conformément au Code de l'environnement : ont droit à protection les bâtiments antérieurs à la plus ancienne des mesures qui a prévu l'infrastructure dans sa configuration définitive, objet des travaux considérés.

Lorsque les niveaux sonores sont supérieurs aux seuils réglementaires (> à 65 dB(A) le jour et 60 dB(A) la nuit), des mesures de protections acoustiques sont à prévoir, sous réserve de la satisfaction du critère d'antériorité.

Ainsi, s'il y a modification significative d'une ou des voies existantes, pour bénéficier d'une protection à la charge du Maître d'Ouvrage dans le cadre du projet, les riverains doivent dans un premier temps subir un dépassement des seuils de gêne diurne ou nocturne réglementaires au sens routier, et dans un deuxième temps leur logement doit satisfaire le critère d'antériorité.

Impacts du projet sur les niveaux sonores :

Analyse qualitative :

Le programme immobilier de la ZAC (logements, bureaux, hôtels) ne générera pas de nuisances sonores particulières. De même, les activités de commerce et de service créées en socles actifs ne sont pas sources de nuisances sonores particulières.

En ce qui concerne les équipements techniques des bâtiments, ils ne provoqueront pas de gêne sonore dans le voisinage dans la mesure où ils seront conçus de manière à respecter les émergences requises par la réglementation relative à la limitation des bruits de voisinage.

Le projet de ZAC entraînera une augmentation du trafic lié aux déplacements des nouveaux usagers du quartier. De plus, la nouvelle configuration des voiries entrainera des circulations de véhicules nouvelles (rue du Docteur Bouchut) ou supplémentaires (rue Mazenod par exemple). Ces circulations de véhicules pourront entraîner des nuisances sonores supplémentaires localement.

L'analyse du projeté a montré que les axes qui connaitront les augmentations de trafic les plus importantes sont :

- ✓ La rue Garibaldi, la rue Servient et la rue André Philip, classées en infrastructure de catégorie 3 : le niveau de bruit préexistant est compris entre 70 et 76 dB(A) le jour et 65 et 71 dB(A) la nuit.
- ✓ La rue du Docteur Bouchut, la rue des Cuirassiers et la rue du Lac, classées en infrastructure de catégorie 4 : le niveau de bruit préexistant est compris entre 65 et 70 dB(A) le jour et 60 et 65 dB(A) la nuit.
- ✓ La rue Mazenod, non classée.

En matière de bruit, il est estimé qu'un doublement du trafic entraine une augmentation du niveau sonore de 3 dB(A). Cette approche ne prend pas en compte les contraintes physiques qui peuvent modifier les modalités de diffusion du bruit (en les limitant ou en les favorisant).

En première approche, suite à l'ouverture de la rue du Docteur Bouchut, sa partie Est devrait être classée en infrastructure de catégorie 4 comme la rue actuelle, c'est-à-dire que la largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure serait de 30 m.

Sur une centaine de mètre de la rue Mazenod, l'augmentation du trafic devrait entrainer une augmentation du niveau sonore de plus de 3 dB(A) et le classement sonore de l'infrastructure. Etant donné le niveau de bruit préexistant, ces augmentations ne sont pas de nature à causer des nuisances pour les riverains.

Par ailleurs, l'augmentation prévisible du niveau sonore peut être estimée à moins de 3 dB(A) sur la rue André Philip, la rue du Lac et la rue des Cuirassiers, et l'augmentation prévisible du niveau sonore sera probablement peu sensible sur les autres voiries dont la rue Garibaldi, la rue Servient et la rue du Docteur Bouchut (partie déjà circulée).

Cependant, comme illustré en Figure 82 et Figure 145, les logements existants et les logements prévus au programme de la ZAC se situent majoritairement en cœur d'îlot, à proximité des axes les moins fréquentés du périmètre de projet (rue Desaix, rue du Lac, rue des Cuirassiers et rue Bouchut), ce qui contribue à limiter l'exposition au bruit des riverains.

Analyse quantitative sur la base des résultats de la modélisation :

Afin de préciser les impacts quantitatifs du projet, une modélisation des niveaux sonores futurs est réalisée.

Trois scénarios sont modélisés.

Les résultats de calculs par bâtiment sont présentés dans le tableau présenté ci-après, et les numéros des bâtiments figurent sur les cartes de repérage pages suivantes (exemple : Bibliothèque municipale de Lyon, 111-2 et 112-2).

L'analyse de ces résultats permet d'apprécier les écarts avec/sans la réalisation du projet et s'il y a dépassement de seuil.

La comparaison est effectuée entre le scénario « fil de l'eau » et le scénario « projet ».

En fonction des résultats et des périodes réglementaires, elle conclut sur la nécessité ou non d'évaluer la protection du bâtiment concerné par ce dépassement.

Part-Dieu PEM TWO LYON ZAC OUEST
Etude acoustique

LEGENDE :
75 Logements en dépassement de seuils PNB (70 dB(A) de jour et 65 dB(A) de nuit)

Tableau de synthèse des niveaux sonores sur les bâtiments existants - **BRUIT ROUTE**

			Etat0		Etat0 Route		REFERENCE ROUTE 2022		PROJET ROUTE 2030		Modification significative en 2030			Ambiance sonore		Objectif		A protéger ?	
			Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Ecart > 2 dB ?	Jour	Nuit	Jour	Nuit	2030	
Eval_Bat	Typologie	Typologie	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	Jour dB(A)	Nuit dB(A)
001	2	Bureau	73.2	69.3	72.8	65.1	71.9	64.1	72.1	64.5	0.2	0.4	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
002	2	Bureau	72.7	71.9	72.1	64.4	70	62.4	70.7	63	0.7	0.6	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
003	1	Logement	76.9	76.4	69.8	62.1	68.8	61.1	69	61.2	0.2	0.1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
004	1	Logement	60.2	57.1	59	51.4	58.5	51	58.6	51	0.1	0	-	Modérée	Modérée	60	58	-	-
005	1	Logement	71	66.6	70.4	62.7	69.5	61.8	70	62.2	0.5	0.4	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
006	2	Bureau	74.3	66.8	74.3	66.6	74.2	66.6	74	66.3	-0.2	-0.3	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
007	1	Logement	74	67	73.9	66.2	73.6	65.9	73.4	65.6	-0.2	-0.3	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
008	1	Logement	73.3	66.2	73.2	65.6	72.9	65.2	72	64.4	-0.9	-0.8	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
009	1	Logement	72.9	65.5	72.9	65.2	71.6	64	71.3	63.6	-0.3	-0.4	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
010	1	Logement	72.9	65.6	72.9	65.2	71.2	63.6	71.1	63.5	-0.1	-0.1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
011	1	Logement	71.7	64.9	71.7	64.1	72.7	65	71.5	63.9	-1.2	-1.1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
012	1	Logement	69.2	61.9	69.2	61.7	69.6	62.1	69.8	62.3	0.2	0.2	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
013	1	Logement	68.5	61	68.5	61	68.5	61.1	68.9	61.5	0.4	0.4	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
014	1	Logement	68.8	61.3	68.8	61.3	68.8	61.3	69	61.5	0.2	0.2	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
015	1	Logement	68.6	61	68.6	61	68.6	61.1	68.7	61.2	0.1	0.1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
016	1	Logement	69.3	61.7	69.3	61.7	69.3	61.8	69.2	61.6	-0.1	-0.2	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
017	1	Logement	69.8	62.3	69.8	62.2	69.8	62.3	69.6	62	-0.2	-0.3	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
018	1	Logement	70.2	62.6	70.2	62.6	70.2	62.6	69.9	62.3	-0.3	-0.3	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
019	1	Logement	70.4	62.8	70.4	62.8	70.4	62.8	70.1	62.5	-0.3	-0.3	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
020	2	Bureau	70.6	63	70.5	62.9	70.6	62.9	70.2	62.6	-0.4	-0.3	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
021	1	Logement	70.6	63	70.6	63	70.6	63	70.3	62.7	-0.3	-0.3	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
022	1	Logement	70.5	62.8	70.4	62.8	70.5	62.8	70.2	62.6	-0.3	-0.2	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
023	1	Logement	70.3	62.7	70.3	62.7	70.3	62.7	70.1	62.6	-0.2	-0.1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
024	1	Logement	70.8	63.3	70.8	63.2	70.8	63.3	70.8	63.2	0	-0.1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
025	1	Logement	71.2	63.6	71.2	63.6	71.2	63.6	71.3	63.7	0.1	0.1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
026	1	Logement	72.1	64.5	72.1	64.5	72.1	64.5	72.3	64.7	0.2	0.2	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
027	1	Logement	76.6	68.9	76.6	68.9	76.5	68.8	76.9	69.1	0.4	0.3	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
028	1	Logement	71.6	64	71.6	64	71.6	64.2	72.1	64.5	0.5	0.3	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
029	1	Logement	73.3	65.7	73.3	65.7	73.8	66.2	73.9	66.3	0.1	0.1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
030	1	Logement	67.5	60	67.5	60	67.4	60	68	60.6	0.6	0.6	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
031	1	Logement	69.9	62.4	69.9	62.4	69.8	62.4	70.6	63.1	0.8	0.7	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
032	1	Logement	72.4	64.8	72.4	64.8	73	65.4	72.6	65.1	-0.4	-0.3	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
033	2	Bureau	71.9	64.3	71.9	64.3	72.5	64.9	72.1	64.5	-0.4	-0.4	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
034	1	Logement	72.2	64.6	72.2	64.6	72.8	65.2	72.5	64.9	-0.3	-0.3	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
035	2	Bureau	71.5	63.9	71.5	63.9	71.8	64.2	71.9	64.4	0.1	0.2	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
036	2	Bureau	70.9	63.5	70.9	63.5	70.9	63.4	71.7	64.2	0.8	0.8	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
037	1	Logement	66.7	59.3	66.7	59.3	66.7	59.3	67.7	60.2	1	0.9	-	Non modérée	Modérée	65	59.3	-	-
038	2	Bureau	70.7	63	70.7	63	70.7	63	72.4	64.6	1.7	1.6	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
039	1	Logement	70.8	63.3	70.8	63.3	70.8	63.3	71.8	64.3	1	1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
040	1	Logement	71.1	63.6	71.1	63.6	71	63.6	72.1	64.6	1.1	1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
041	1	Logement	71	63.6	71	63.6	71	63.6	72.2	64.7	1.2	1.1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
042	1	Logement	71.2	63.7	71.2	63.7	71.2	63.7	72.4	64.9	1.2	1.2	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
043	1	Logement	71.2	63.7	71.2	63.7	71.2	63.7	74	66.3	2.8	2.6	oui	Non modérée	Non modérée	65	63	oui	oui
044	1	Logement	69.4	61.8	69.4	61.8	69.4	61.8	74	66.3	4.6	4.5	oui	Non modérée	Non modérée	65	63	oui	oui
045	1	Logement	72.3	64.8	72.3	64.8	72.3	64.8	74.4	66.7	2.1	1.9	oui	Non modérée	Non modérée	65	63	oui	-
046	1	Logement	72.2	64.7	72.2	64.6	72.2	64.6	73.4	65.8	1.2	1.2	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
047	1	Logement	72.1	64.6	72.1	64.6	72.1	64.6	73.4	65.8	1.3	1.2	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
048	1	Logement	65.5	58	65.5	58	65.5	58	67	59.5	1.5	1.5	-	Non modérée	Modérée	65	58	-	-
049	2	Bureau	71.9	64.3	71.9	64.3	71.9	64.3	72.9	65.3	1	1	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
050	1	Logement	70.9	63.4	70.9	63.4	70.9	63.4	71.7	64.1	0.8	0.7	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
051	1	Logement	70.6	63.1	70.6	63.1	70.6	63.1	71.5	63.9	0.9	0.8	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
052	1	Logement	70.3	62.9	70.3	62.8	70.3	62.8	71.3	63.6	1	0.8	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
053	1	Logement	70.9	63.6	70.9	63.6	70.9	63.6	71	63.6	0.1	0	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
054	2	Bureau	79.2	71.4	79.2	71.4	79.2	71.4	79.1	71.4	-0.1	0	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
055	1	Logement	72.4	64.9	72.4	64.9	72.4	64.9	72.7	65.2	0.3	0.3	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
056	1	Logement	71.8	64.4	71.8	64.4	71.8	64.4	72.4	65	0.6	0.6	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
057	1	Logement	71.7	64.3	71.7	64.3	71.7	64.3	72.3	64.9	0.6	0.6	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
058	1	Logement	72.1	64.6	72.1	64.6	72.1	64.6	72.8	65.3	0.7	0.7	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
059	1	Logement	72.4	64.8	72.4	64.8	72.4	64.8	73.1	65.6	0.7	0.8	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
060	3	Ecole	69.5	62.3	69.5	62.2	69.5	62.2	69.7	62.4	0.2	0.2	-	Non modérée	Non modérée	65		-	
061	1	Logement	69.3	62.1	69.3	62.1	69.3	62.1	69.4	62.2	0.1	0.1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
062	1	Logement	69.6	62.4	69.6	62.4	69.6	62.4	69.7	62.4	0.1	0	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
063	1	Logement	70.2	62.8	70.2	62.8	70.2	62.8	70.2	62.8	0	0	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
064	1	Logement	77.6	69.9	77.6	69.8	77.6	69.8	77.5	69.7	-0.1	-0.1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
065	1	Logement	77.6	69.9	77.6	69.8	77.6	69.8	77.5	69.7	-0.1	-0.1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
066	1	Logement	77.6	69.9	77.6	69.8	77.6	69.8	77.5	69.7	-0.1	-0.1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
067	1	Logement	77.5	69.8	77.5	69.8	77.5	69.8	77.4	69.6	-0.1	-0.2	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
068	1	Logement	72.6	65	72.6	64.9	72.6	64.9	72.5	64.8	-0.1	-0.1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
069	1	Logement	77.1	69.4	77.1	69.4	77.1	69.4	77	69.3	-0.1	-0.1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
070	1	Logement	77	69.3	77	69.3	77	69.3	76.9	69.2	-0.1	-0.1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
071	1	Logement	76.6	68.9	76.6	68.9	76.6	68.9	76.6	68.9	0	0	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
072	1	Logement	76.6	69	76.6	68.9	76.6	68.9	76.5	68.9	-0.1	0	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-

Part-Dieu PEM TWO LYON ZAC OUEST
Etude acoustique

LEGENDE :
75 Logements en dépassement de seuils PNB (70 dB(A) de jour et 65 dB(A) de nuit)

Tableau de synthèse des niveaux sonores sur les bâtiments existants - **BRUIT ROUTE**

			Etat0		Etat0 Route		REFERENCE ROUTE 2022		PROJET ROUTE 2030		Modification significative en 2030			Ambiance sonore		Objectif		A protéger ?	
			Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Ecart > 2 dB ?	Jour	Nuit	Jour	Nuit	2030	
Eval_Bat	Typologie	Typologie	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	Jour dB(A)	Nuit dB(A)
073	1	Logement	77	69.3	76.9	69.2	76.9	69.2	76.9	69.1	0	-0.1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
074	1	Logement	72.7	65.1	72.7	65.1	72.7	65.1	72.3	64.8	-0.4	-0.3	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
075	1	Logement	77.2	69.6	77.2	69.5	77.2	69.5	77.1	69.4	-0.1	-0.1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
076	2	Bureau	74	66.3	74	66.3	74	66.3	74.8	67.1	0.8	0.8	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
077	1	Logement	77.1	69.5	77.1	69.4	77.1	69.4	77	69.3	-0.1	-0.1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
078	1	Logement	72.5	65.6	72.4	64.9	72.4	64.9	72.4	64.9	0	0	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
079	1	Logement	74.8	67.5	74.8	67	74.8	67	74.7	67	-0.1	0	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
080	2	Bureau	73.4	71	72.6	65.1	72.6	65.1	73	65.5	0.4	0.4	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
081	2	Bureau	72.4	70.4	71.6	63.9	71.6	63.9	72	64	0.4	0.1	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
082	2	Bureau	71.4	66.1	71.4	63.6	71.4	63.6	71.3	63.6	-0.1	0	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
083	2	Bureau	72.8	66	72.7	65	72.7	65	72.1	64.4	-0.6	-0.6	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
084	1	Logement	71.7	64.4	71.6	63.9	71.6	63.9	72	64.4	0.4	0.5	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
085	1	Logement	70.4	63.1	70.3	62.6	70.3	62.6	70	62.6	-0.3	0	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
086	1	Logement	70.1	62.9	70	62.3	70	62.3	69.6	62.2	-0.4	-0.1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
087	2	Bureau	72.7	65	72.7	64.9	72.7	64.9	72.1	64.4	-0.6	-0.5	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
088	1	Logement	69.4	62.3	69.3	61.6	69.3	61.5	69	61.5	-0.3	0	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
089	1	Logement	70.1	63	70	62.3	69.9	62.2	69.6	62.3	-0.3	0.1	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
090	2	Bureau	72	68.8	71.8	64.2	71.8	64.1	71	64.1	-0.8	0	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
091	1	Logement	68.7	62.2	68.6	60.9	68.6	60.8	68.2	60.8	-0.4	0	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
092	1	Logement	71.1	64.9	70.9	63.3	70.8	63.2	70.7	63.4	-0.1	0.2	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
093	1	Logement	71.4	66	71	63.4	70.9	63.3	71	63.6	0.1	0.3	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
094	1	Logement	71.6	67.9	71.1	63.7	71	63.6	71.3	64	0.3	0.4	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
095	1	Logement	71.8	68.7	71	63.4	70.8	63.2	72.4	64.9	1.6	1.7	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
096	1	Logement	72.2	68.8	71.6	63.9	70.8	63.2	72.5	64.9	1.7	1.7	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
097	1	Logement	74.5	68.8	74.4	66.6	71.6	64	72.4	64.8	0.8	0.8	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
098	1	Logement	71	64.2	70.8	63.2	70.8	63.2	72.2	64.5	1.4	1.3	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
099	1	Logement	71.6	63.9	71.6	63.9	71.5	63.9	72.4	64.8	0.9	0.9	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
100	2	Bureau	70.5	63	70.5	62.9	70.5	62.9						Non modérée	Non modérée	-	-		
101	2	Bureau	65.5	58.2	65.4	57.7	65.4	57.7						Non modérée	Modérée	-	-		
102	2	Bureau	72.5	64.9	72.5	64.9	72.5	64.9	72.5	64.9	0	0	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
103	2	Bureau	71.9	64.1	71.8	64.1	71.8	64.1	71.8	64	0	-0.1	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
104	2	Bureau	76.3	68.7	76.3	68.6	76.3	68.6	76.2	68.5	-0.1	-0.1	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
105	2	Bureau	74.8	67.2	74.8	67.2	74.8	67.2	74.8	67.2	0	0	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
106	2	Bureau	70.2	62.8	70.2	62.8	70.2	62.8	70.5	63.2	0.3	0.4	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
107	2	Bureau	71.1	63.6	71.1	63.6	71.1	63.6						Non modérée	Non modérée	-	-		
108	2	Bureau	71.3	63.8	71.3	63.8	71.3	63.8						Non modérée	Non modérée	-	-		
109	2	Bureau	64.7	57.6	64.7	57.3	64.7	57.3						Modérée	Modérée	65	-		
110	2	Bureau	65.6	60	65.1	57.6	65.1	57.6						Non modérée	Non modérée	-	-		
111	2	Bureau	65.8	59.5	65.7	58.5	66.1	58.8	65.9	58.6	-0.2	-0.2	-	Non modérée	Modérée	-	-	-	-
112	2	Bureau	70.2	62.5	70.2	62.4	68.1	60.4	69.2	61.4	1.1	1	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
113	2	Bureau	72.4	64.9	72.4	64.8	71.9	64.3						Non modérée	Non modérée	-	-		
114	2	Bureau	70.1	62.6	70.1	62.6	70.1	62.6						Non modérée	Non modérée	-	-		
115	2	Bureau	72.3	64.7	72.3	64.7	72.3	64.7						Non modérée	Non modérée	-	-		
116	2	Bureau	72.4	64.9	72.4	64.9	72.4	64.9						Non modérée	Non modérée	-	-		
117	2	Bureau	73.8	66.1	73.8	66.1	73.3	65.7						Non modérée	Non modérée	-	-		
118	2	Bureau	72.9	65.3	72.9	65.3	72.3	64.7						Non modérée	Non modérée	-	-		
119	2	Bureau	72.8	65.2	72.7	65.2	72.2	64.7						Non modérée	Non modérée	-	-		
120	2	Bureau	69.7	68.8	69.6	62	69.6	62						Non modérée	Non modérée	-	-		
121	2	Bureau	70.5	63.4	70.5	62.9	70.5	62.9						Non modérée	Non modérée	-	-		
122	2	Bureau	70.7	67.3	70.7	63.2	70.7	63.2						Non modérée	Non modérée	-	-		
123	1	Logement	68.1	60.9	68.1	60.7	68.5	61.2						Non modérée	Non modérée	65	63		
124	1	Logement	65.1	64.6	58.2	51.4	59	52.2						Non modérée	Non modérée	65	63		
125	1	Logement	69.5	63.7	69.3	61.6	69.7	62						Non modérée	Non modérée	65	63		
126	1	Logement	71.9	65.7	71.6	63.9	71.9	64.1	71.9	64.1	0	0	-	Non modérée	Non modérée	65	63	-	-
127	2	Bureau	76.6	68.9	76.6	68.8	77.2	69.4	77.2	69.4	0	0	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
128	2	Bureau	71.2	63.6	71.2	63.5	71.2	63.6	70.6	63	-0.6	-0.6	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
129	2	Bureau	77.4	69.6	77.4	69.6	76.7	70	76.4	68.6	-0.3	-1.4	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-
130	2	Bureau	74.8	67.1	74.8	67.1	74.3	67.4	74.5	66.8	0.2	-0.6	-	Non modérée	Non modérée	-	-	-	-

Figure 164 : Carte de repérage des bâtiments faisant l'objet de l'analyse acoustique – Situation actuelle

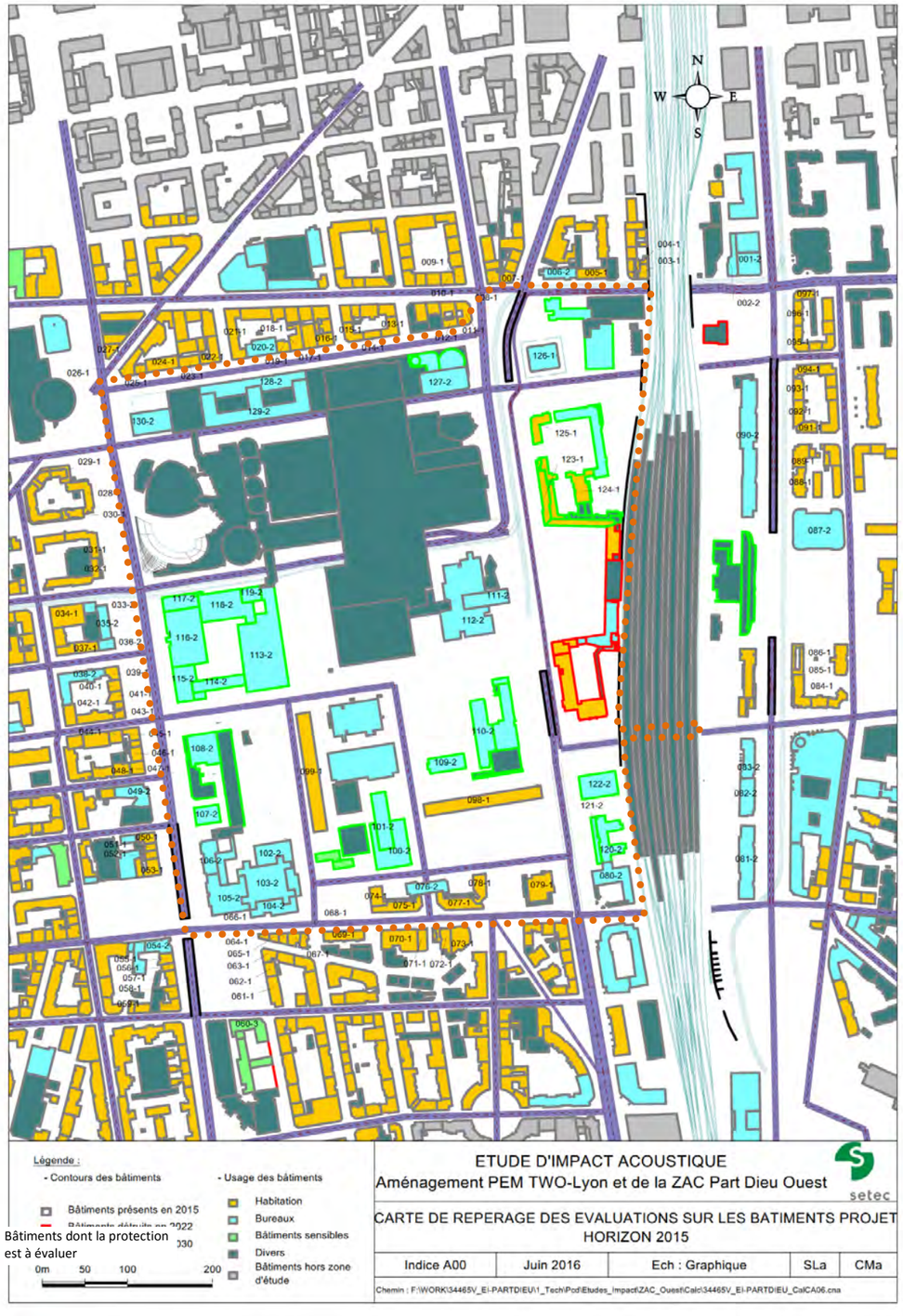
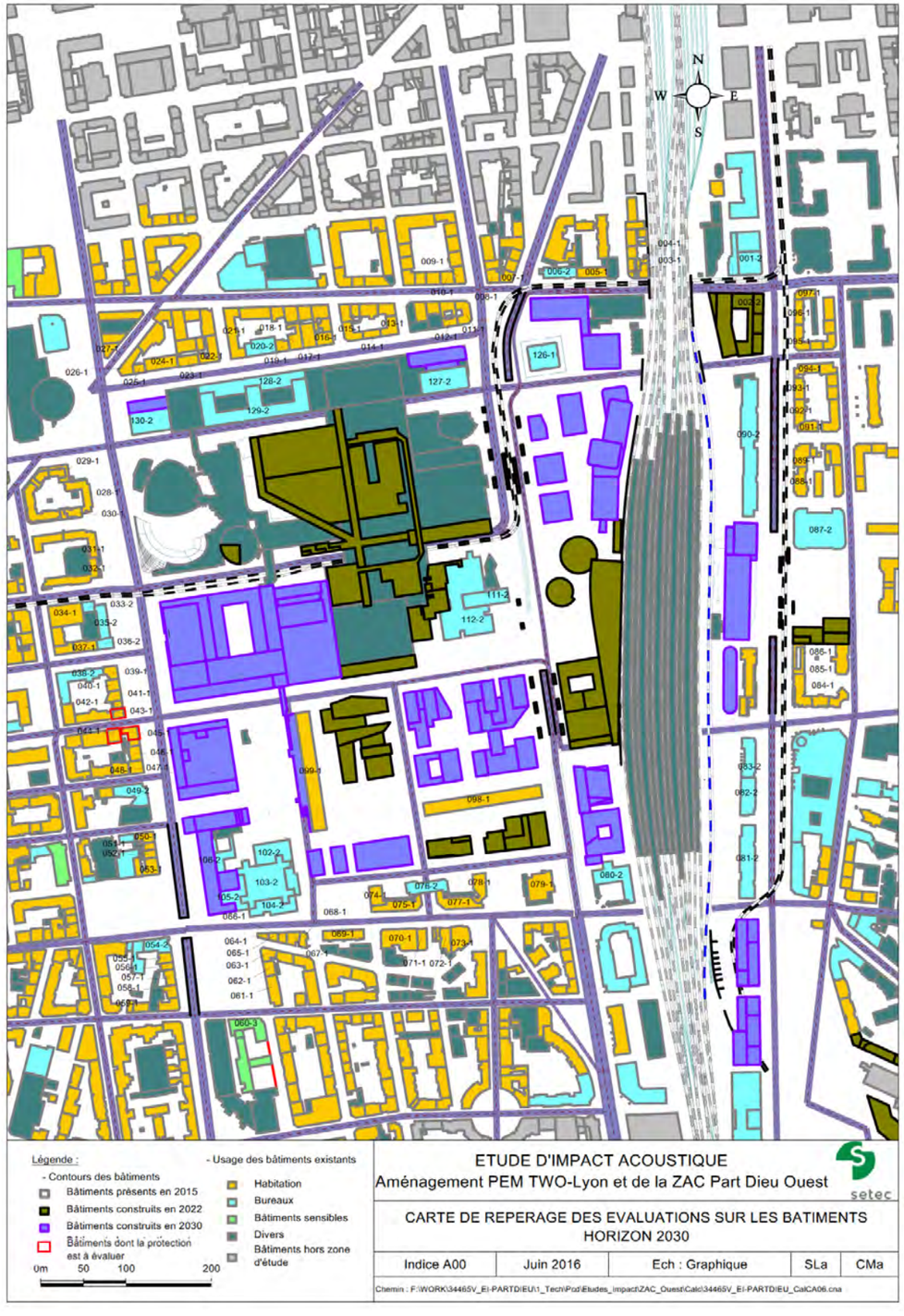


Figure 165 : Carte de la situation future, avec représentation des bâtiments dont la protection est à évaluer



Analyse de la modification significative :

Il en résulte que le projet engendre très localement des modifications significatives (colonnes « modifications significatives en 2030) : trois bâtiments rue Mazenod sont concernés.

Analyse des dépassements de seuils :

Les seuils admissibles sont définis par la réglementation en vigueur.

Dans le cadre de la réglementation spécifique à la modification de voie existante, les seuils à respecter pour des bâtiments logements sont les suivants :

PERIODE	AVANT TRAVAUX	APRES TRAVAUX
Jour	LAeq (6h-22h) ≤ 63 dB(A)	LAeq (6h-22h) ≤ 63 dB(A)
	63 < LAeq (6h-22h) ≤ 65 dB(A)	Maintien au même niveau avant travaux
	LAeq (6h-22h) > 65 dB(A)	LAeq (6h-22h) ≤ 68 dB(A)
Nuit	LAeq (22h-6h) ≤ 58 dB(A)	LAeq (22h-6h) ≤ 58 dB(A)
	58 < LAeq (22h-6h) ≤ 60 dB(A)	Maintien au même niveau avant travaux
	LAeq (22h-6h) > 60 dB(A)	LAeq (22h-6h) ≤ 63 dB(A)

Tableau 35 : Seuils acoustiques admissibles sur les logements

Les bâtiments d'hôtel ne sont pas directement concernés par la réglementation. Du fait de leur fonctionnalité, on peut toutefois considérer les seuils liés aux logements sur la période nocturne.

Pour les bâtiments à usage de bureau en zone d'ambiance sonore préexistante modérée, l'objectif est 68 dB(A) de jour.

L'application de ces seuils aux résultats de calcul prévisionnel montre que les **trois bâtiments rue Mazenod sont concernés par un dépassement de seuil réglementaire.**

Les modélisations démontrent que le projet, par comparaison à la situation « fil de l'eau », engendre une modification significative et un dépassement de seuil réglementaire pour trois bâtiments rue Mazenod.

Dans ces conditions, ces bâtiments sont concernés par une éventuelle protection acoustique, dépendant de l'application du critère d'antériorité Cf. §C 3.4.3 Ambiance sonore et de l'efficacité des protections acoustiques actuelles des bâtiments.

Cartes de bruit 3D

Les cartes de bruit suivantes permettent de cartographier à l'horizon 2030 les niveaux sonores par plage de niveau sonore (cartes de bruit horizontales).

(à droite et en pages suivantes)

Figure 166 : Niveaux de bruit par étage pour les bâtiments existant et projetés, en situation future (2030) en période de jour et de nuit

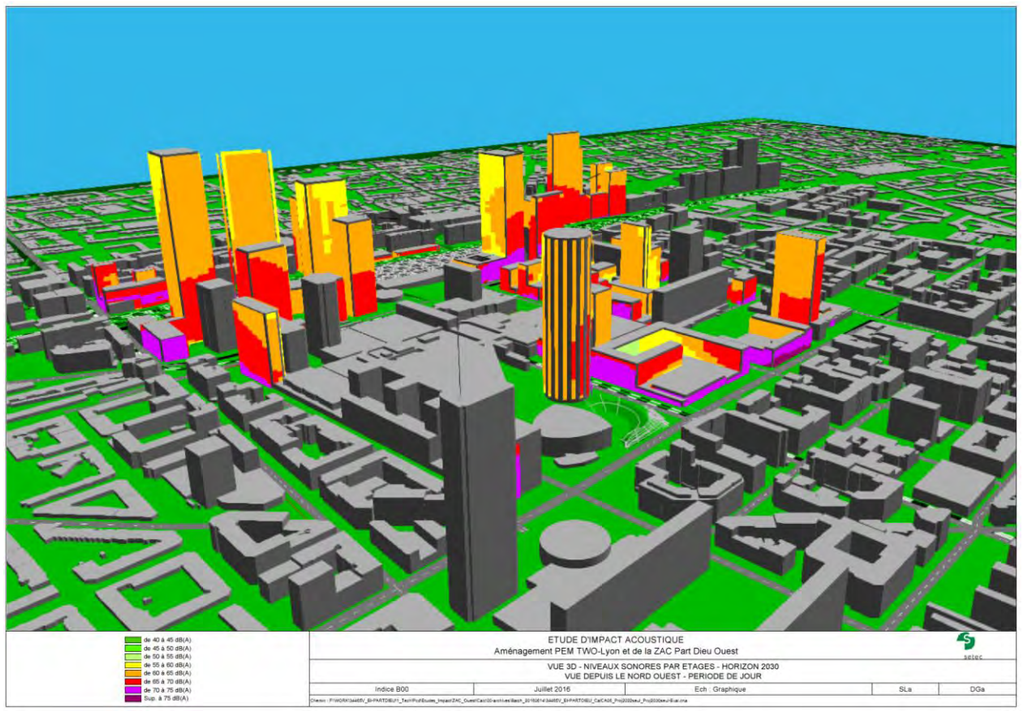
de 40 à 45 dB(A)
de 45 à 50 dB(A)
de 50 à 55 dB(A)
de 55 à 60 dB(A)
de 60 à 65 dB(A)
de 65 à 70 dB(A)
de 70 à 75 dB(A)
Sup. à 75 dB(A)



VUE NORD-EST - JOUR - 2030



VUE NORD-EST - NUIT – 2030



VUE NORD-OUEST - JOUR - 2030



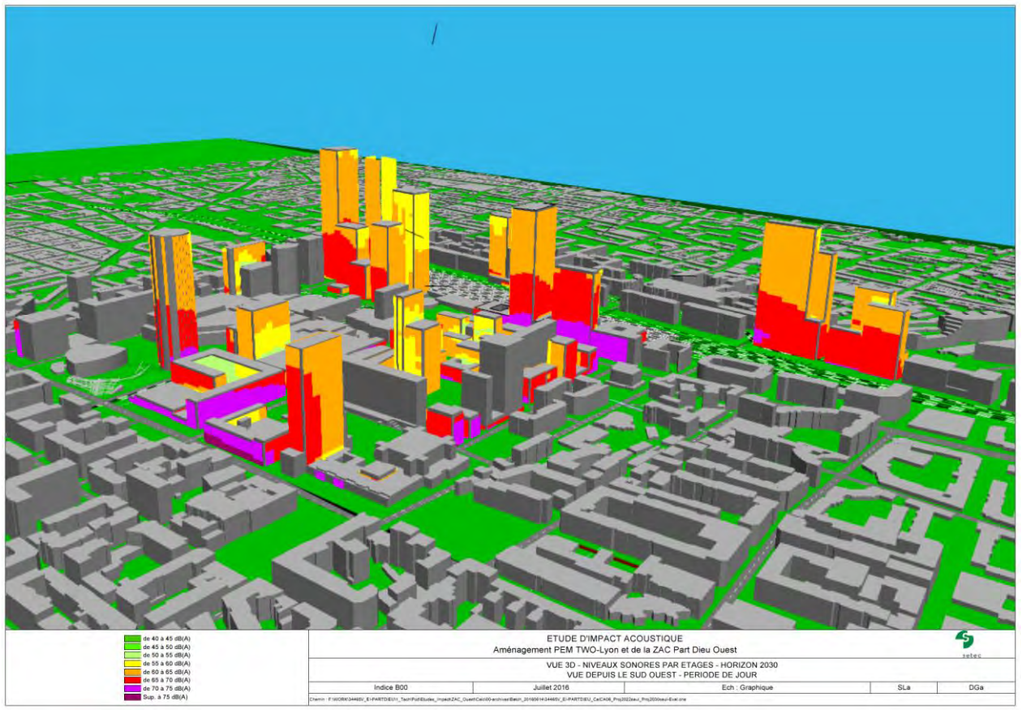
VUE SUD-EST - JOUR – 2030



VUE NORD-OUEST - NUIT – 2030



VUE SUD-EST - NUIT – 2030



VUE SUD-OUEST - JOUR – 2030



VUE SUD-OUEST - NUIT – 2030

Cette modélisation 3D permet d'effectuer les constats suivants :

- ✓ Aux abords des voies ferrées et des quais de la gare Part-Dieu, les niveaux de bruit sont élevés (>65dB) pour les premiers étages des immeubles avoisinants, que ce soit au Sud ou au Nord de la gare. Ces niveaux en partie basse des immeubles ne baissent pas significativement entre la période jour et la période nuit : ils restent notamment forts au niveau de la rue de Bonnel (cf. vues Nord-Est et Sud-Est).
- ✓ Les niveaux de bruit sont forts au niveau des grands axes (cours Lafayette, boulevard Vivier-Merle, rue Garibaldi) et des axes secondaires (rue Paul Bert, rue Servient, rue Bouchut, boulevard Deruelle). S'ils baissent significativement la nuit pour le boulevard Vivier-Merle et les rues secondaires (<60dB), ils restent forts sur la rue Garibaldi et le cours Lafayette (>65dB) (cf. vues Nord-Ouest et Sud-Ouest).

Par conséquent, vis-à-vis des riverains et à l'horizon 2030, en période de nuit les impacts sonores restent importants au droit de la rue Garibaldi et aux abords des voies ferrées, en raison des circulations routières et ferroviaires nocturnes.

Le centre de la ZAC au contraire présentera une ambiance sonore modérée.

En période de jour, les nuisances sonores seront importantes ; c'est déjà le cas dans la situation existante, en particulier en bas d'immeubles.

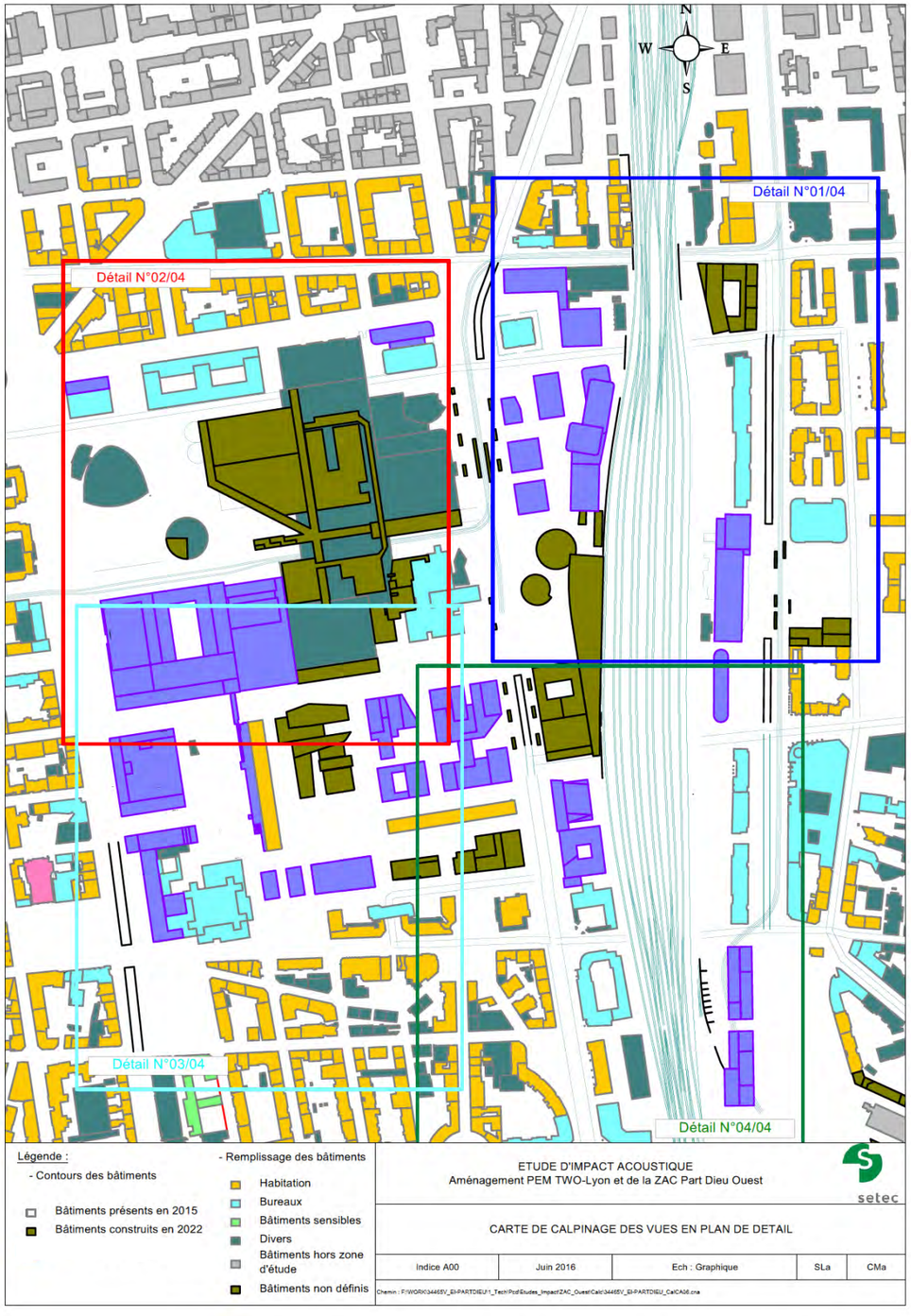
Cela révèle l'importance de prendre en compte ce paramètre dans la construction des nouveaux bâtiments, particulièrement pour les logements mais également pour les immeubles de bureaux ; et ce, afin de garantir une ambiance acoustique agréable à l'intérieur des structures.

Dans ce contexte, pour illustrer les phénomènes de propagation du bruit, des cartes de niveaux sonores en façade des bâtiments futurs ont été réalisées, au droit des principaux axes de transport, à l'horizon 2030 et sont présentées ci-après. Elles sont réparties sur 4 secteurs, localisés sur le plan de calpinage suivant.

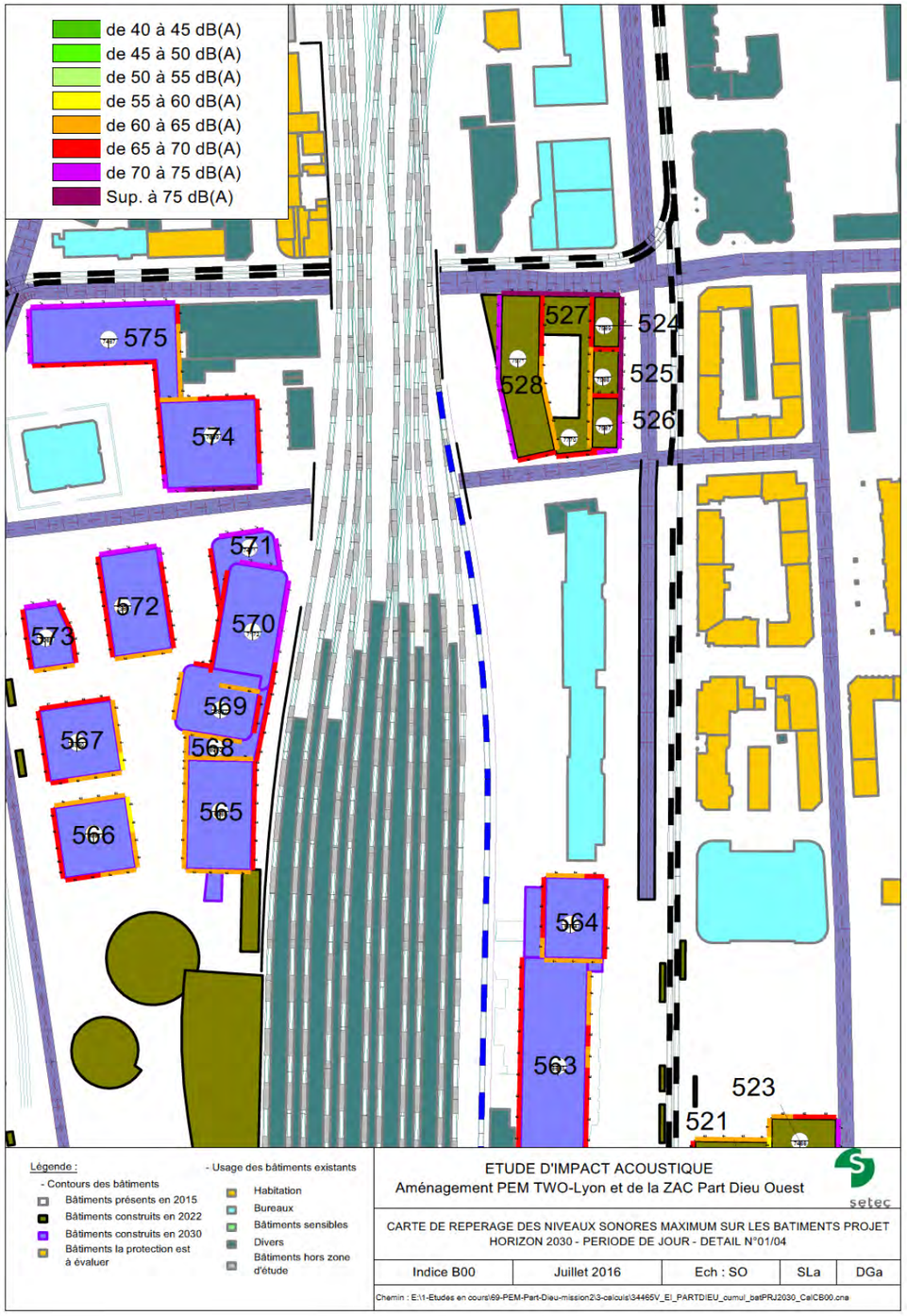
(en pages suivantes)

Figure 167 : Niveaux de bruit en façades des bâtiments existant et projetés, en situation future, en période de jour et de nuit

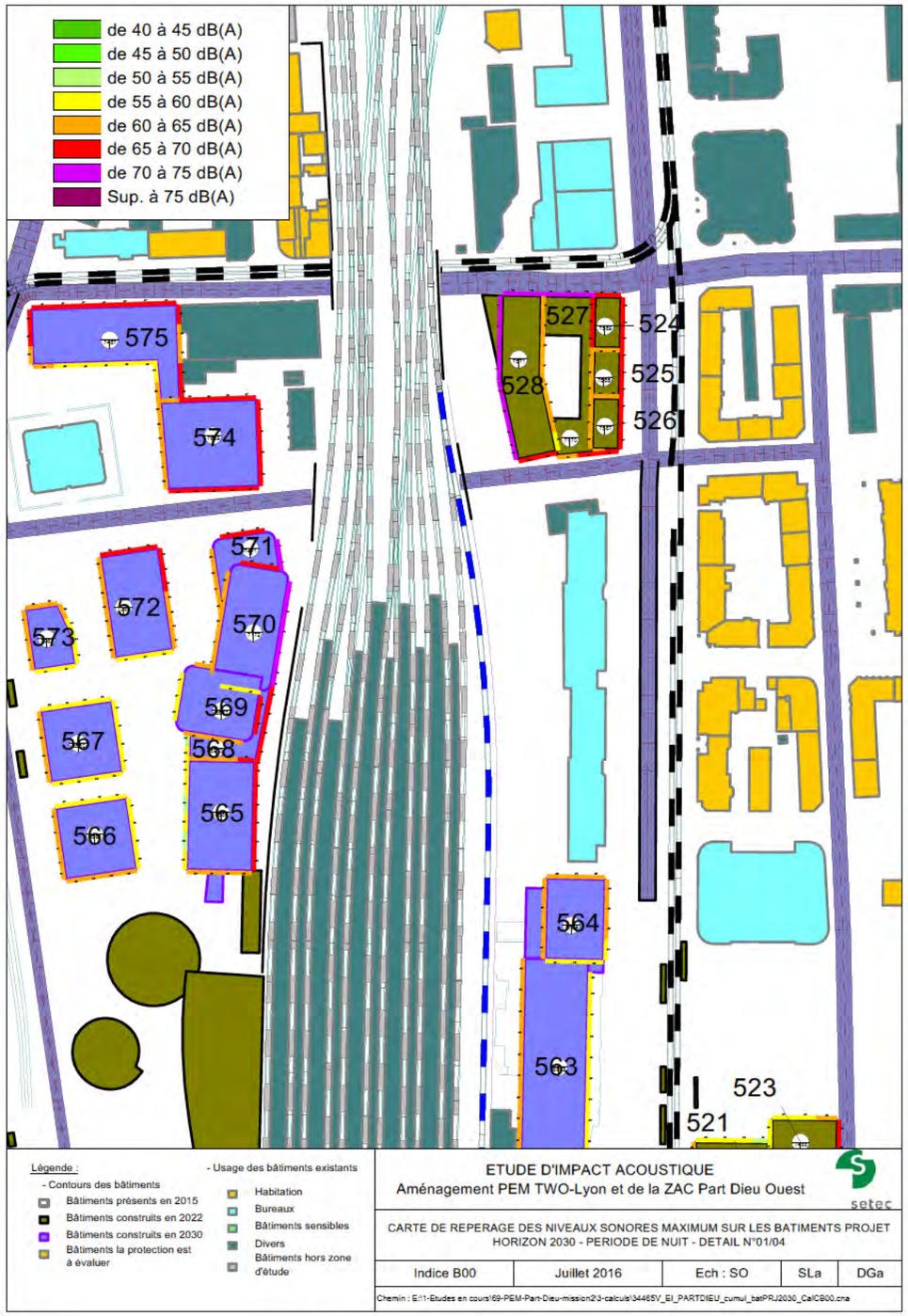
Ces cartes mettent en évidence des niveaux de bruit supérieurs à 65 dB de jour, en particulier au niveau des façades donnant sur les voies ferrées (îlot place de Milan par exemple) ou sur les grands axes routiers (cours Lafayette).


N
W
E
S
Détail N°01/04
Détail N°02/04
Détail N°03/04
Détail N°04/04
Légende :
- Contours des bâtiments
Bâtiments présents en 2015
Bâtiments construits en 2022
- Remplissage des bâtiments
Habitation
Bureaux
Bâtiments sensibles
Divers
Bâtiments hors zone d'étude
Bâtiments non définis
ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE
Aménagement PEM TWO-Lyon et de la ZAC Part Dieu Ouest
setec
CARTE DE CALPINAGE DES VUES EN PLAN DE DETAIL
Indice A00
Juin 2016
Ech : Graphique
SLa
CMa

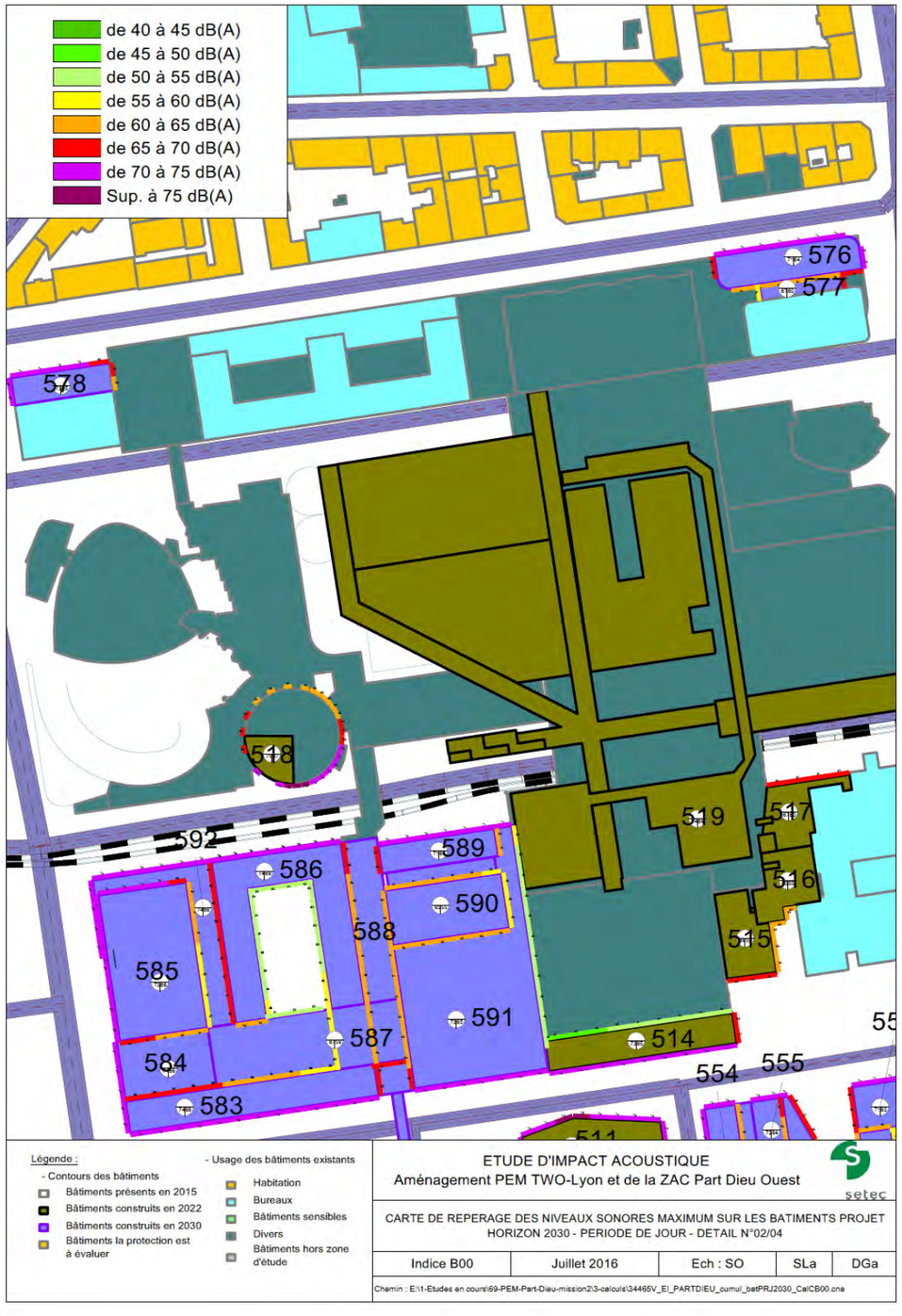
CALEPINAGE



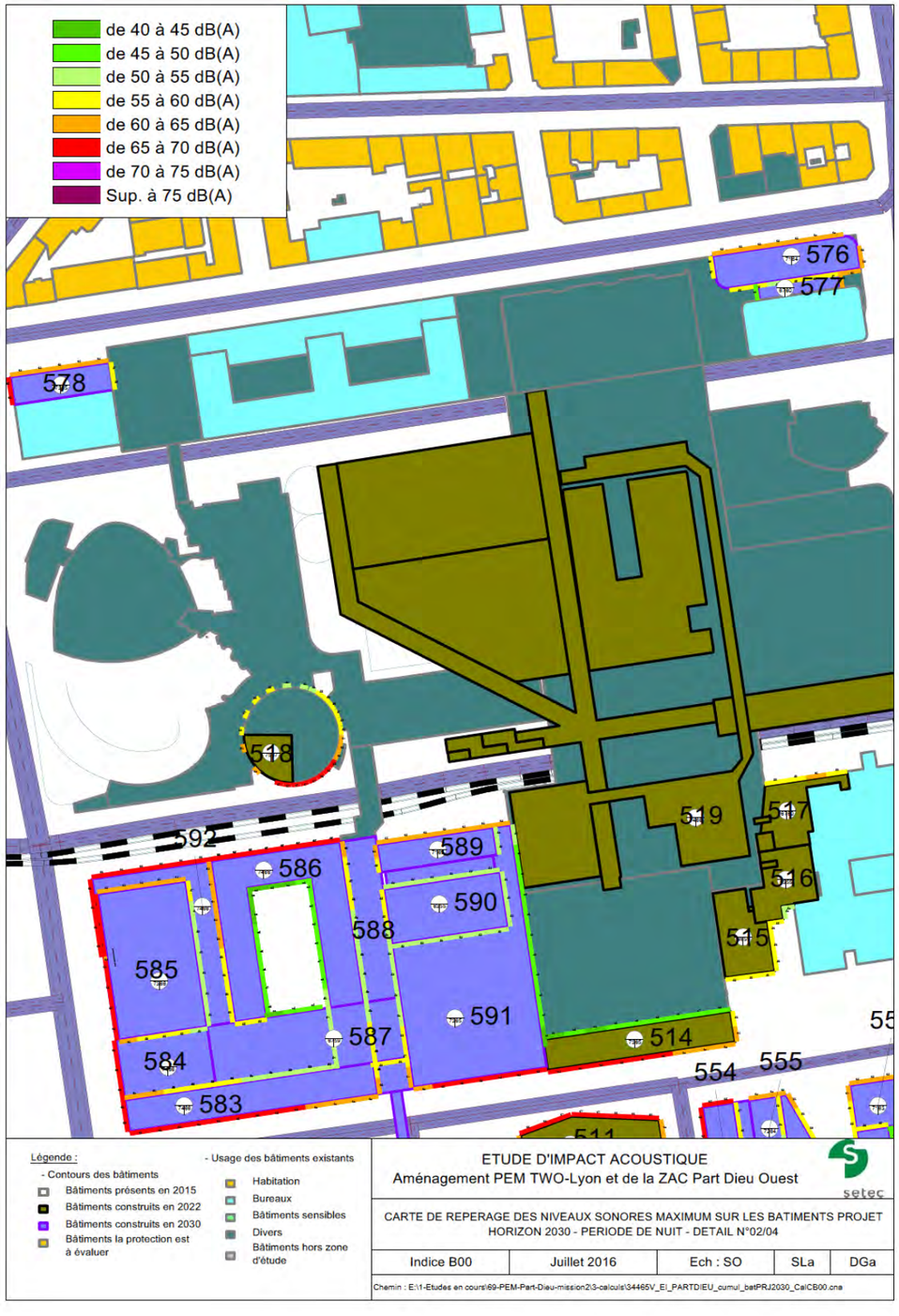
Niveaux sonores maximums en façades des bâtiments créés / JOUR, horizon 2030 / NORD GARE



Niveaux sonores maximums en façades des bâtiments créés / NUIT, horizon 2030 / NORD GARE



Niveaux sonores maximums en façades des bâtiments créés / JOUR, horizon 2030 / CENTRE COMMERCIAL



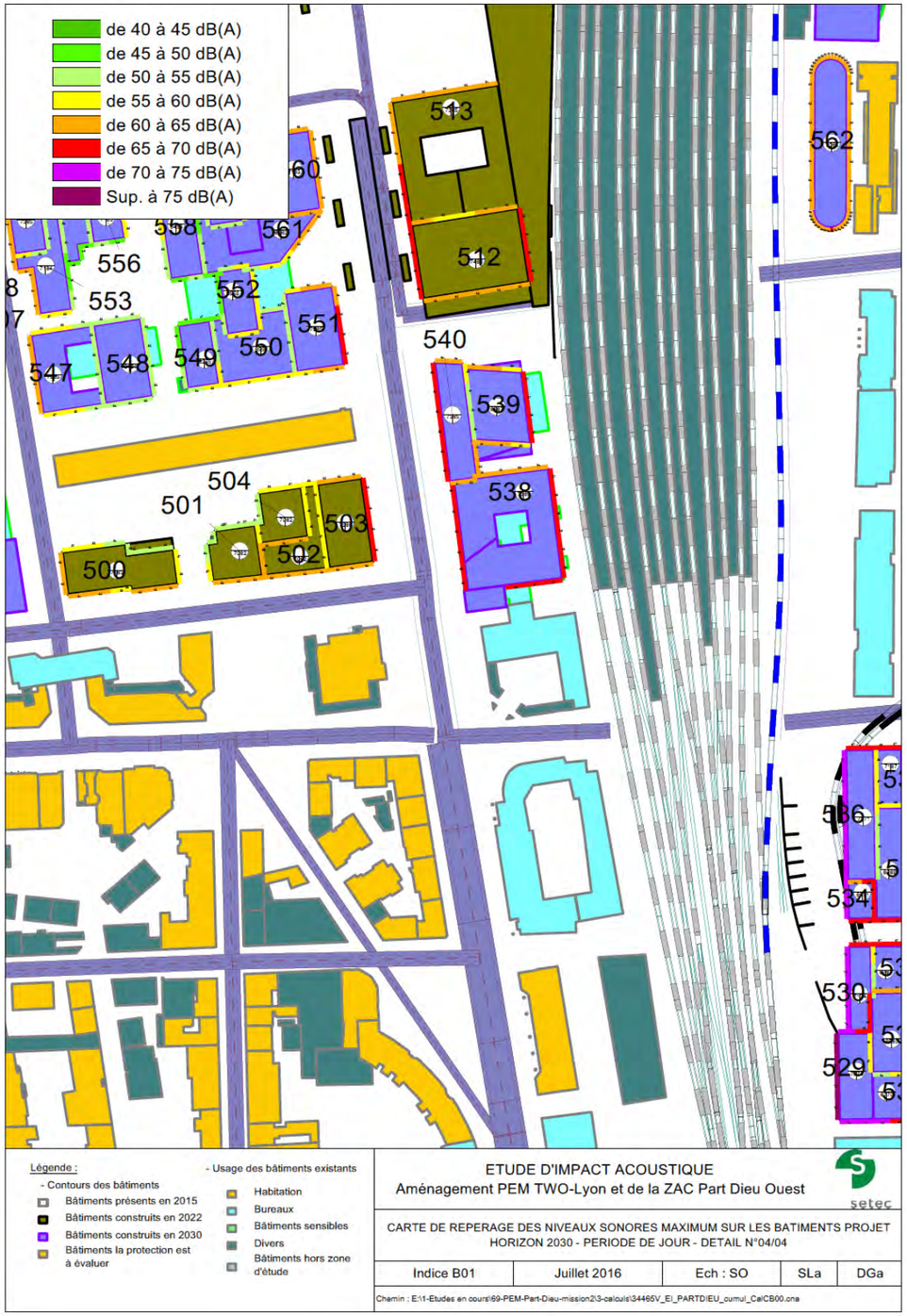
Niveaux sonores maximums en façades des bâtiments créés / NUIT, horizon 2030 / CENTRE COMMERCIAL



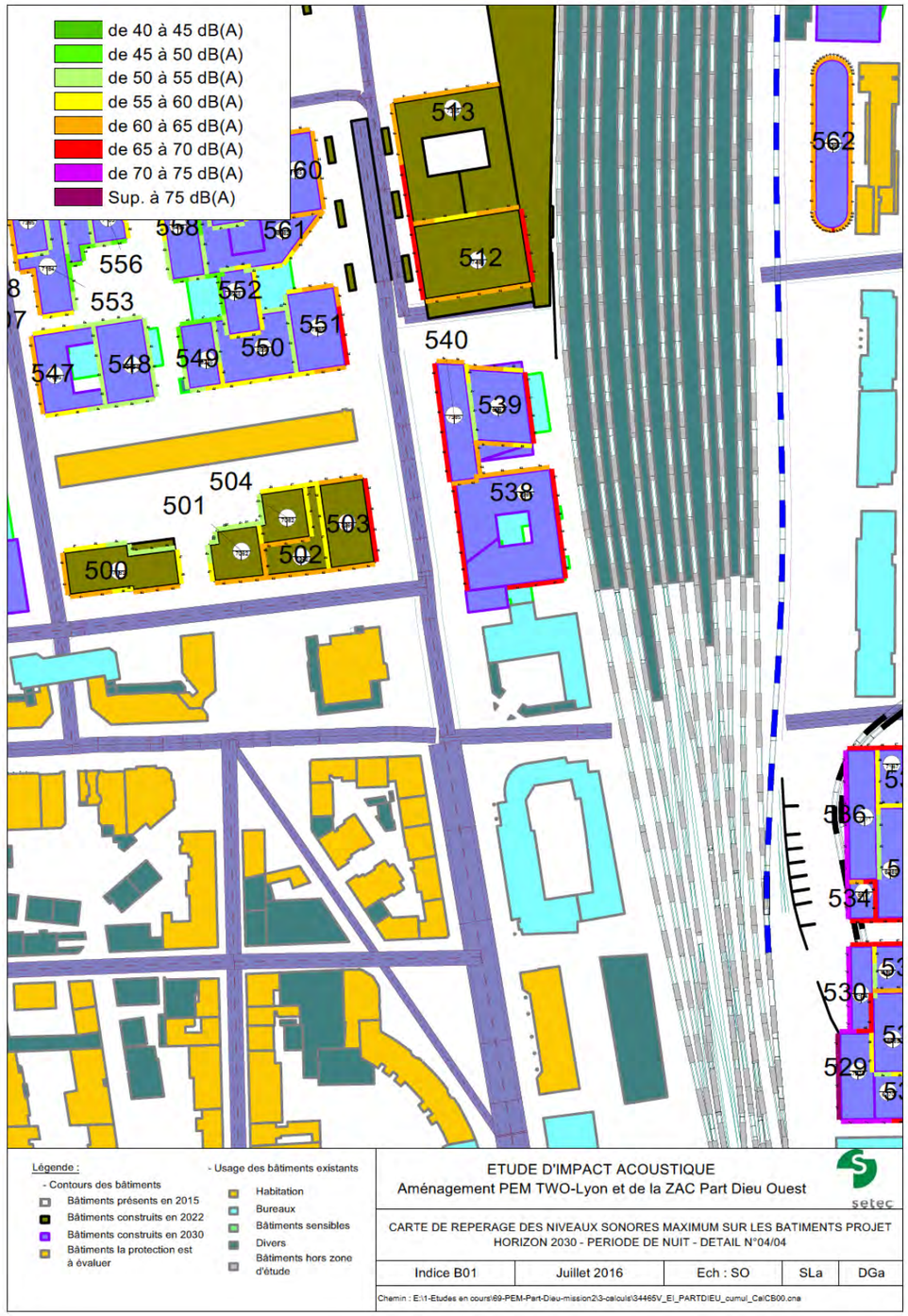
Niveaux sonores maximums en façades des bâtiments créés / JOUR, horizon 2030 / GARIBALDI, LAC



Niveaux sonores maximums en façades des bâtiments créés / NUIT, horizon 2030 / GARIBALDI, LAC



Niveaux sonores maximums en façades des bâtiments créés / JOUR, horizon 2030 / SUD GARE



Niveaux sonores maximums en façades des bâtiments créés / NUIT, horizon 2030 / SUD GARE

Mesures réglementaires mises en place :

Les bâtiments présentant un dépassement de seuil feront l'objet d'une étude afin d'évaluer leur performance acoustique (double / triple vitrage, isolation de façade éventuelle) et si celle-ci est suffisamment performante vis-à-vis du niveau de bruit attendu.

Si l'analyse aboutit sur une insuffisance, pour ces bâtiments la protection doit être évaluée : à ce stade, l'isolation de façade et/ou le changement des fenêtres sont des options envisagées.

Egalement, la conception des nouveaux bâtiments, quelle que soit leur destination, prendra en compte des dispositifs de protection acoustiques, de par les choix de façades, de menuiseries (vitrage des fenêtres),…

En parallèle des aménagements des espaces publics, la plantation d'arbres devant ces bâtiments présentera des apports paysagers mais constituera également une protection vis-à-vis du bruit lié à la circulation routière de la voirie concernée.

Mesures en matière de règles de circulation et de choix d'aménagement :

Le projet européen HOSANNA en cours a pour but de trouver des solutions globales pour réduire les niveaux de bruit par des solutions naturelles et artificielles combinées et durables. Acoucité, Pôle de compétence sur l'environnement sonore urbain et observatoire du Bruit du Grand Lyon est partenaire de ce projet, et la mission écologie du Grand Lyon a apporté son appui en favorisant l'expérimentation sur le territoire de l'agglomération : un test de micro écran acoustique végétalisé a eu lieu au printemps 2011 à Lyon.

Cette expérimentation a montré une réduction du niveau sonore mesurée de 4 dB(A), et une modification significative de la qualité de l'espace public perçu. Cependant l'étude précise que seule la conjugaison de plusieurs aspects permettra une amélioration audible et durable : revêtement de chaussée, vitesse et fluidité du trafic, micro écrans etc.

Dans le cadre du projet, la **limitation de vitesse à 30 km/h sur la rue du Docteur Bouchut** réduira les nuisances sonores liées à la circulation nouvelle. De plus, dans le **choix d'aménagement des voiries**, le maître d'ouvrage privilégiera dans la mesure du possible des revêtements peu bruyants. L'utilisation d'enrobés spéciaux dits "silencieux" peut en effet diminuer de plusieurs dB les nuisances, parce qu'ils diminuent le bruit de roulement au niveau du contact pneu-chaussée.

Par ailleurs, l'évolution de la réglementation en matière de niveau sonore des pneumatiques et des véhicules à 4 roues et plus impose une réduction de 2 à 4 dB(A) d'ici 2016 ; les bénéfices sont estimés entre 1,5 et 3 dB(A) progressivement sur 15 ans (source : Assises nationales de la qualité de l'environnement sonore, 2014, intervention du groupe UTAC CERAM). A long terme, la mise en œuvre de cette réglementation contribuera donc à limiter les émissions sonores liées à la circulation sur le périmètre de projet.

Comme indiqué précédemment, les logements existants et les logements prévus au programme de la ZAC se situent majoritairement en cœur d'îlot, à proximité des axes les moins fréquentés du périmètre de projet, ce qui contribue à limiter l'exposition au bruit des riverains. De plus, en limite des voies les plus circulées telles que le boulevard Vivier-Merle, le projet privilégie l'implantation de programmes de bureaux.

Par ailleurs, l'implantation du bâti, notamment sur les secteurs à vocation d'habitat tels que le secteur Cuirassiers/Desaix, a été définie de façon à dégager des **espaces calmes sur l'arrière**.

Enfin, la **mise en place d'une végétation** importante sur le périmètre de projet permettra d'atténuer la sensation de nuisance sonore vis à vis des infrastructures, en agissant la propagation du bruit en jouant le rôle de brise-vent.

Au regard des niveaux actuels sur le périmètre de projet, de la réglementation en matière de contribution sonore des infrastructures nouvelles ou modifiées, les impacts résiduels du projet sur les nuisances sonores seront faibles.

3.4.4. QUALITE DE L'AIR

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :
Compléments des impacts permanents du projet suivant l'étude air-santé, dont modélisation de la dispersion des polluants

(A) QUALITE DE L'AIR EXTERIEUR

Impacts généraux en matière d'émissions atmosphériques :

L'état initial de l'environnement a montré, pour les particules fines (PM_{10}) et dioxyde d'azote (NO_2), deux polluants sous forte contrainte réglementaire, une situation relativement sensible, avec une problématique particulière de dépassements des valeurs limites en proximité immédiate des axes routiers. De plus, une attention particulière est aussi à apporter aux particules fines $PM_{2.5}$, qui sont soumises à une valeur limite contraignante depuis le 1er janvier 2015.

Comme le montre le graphique de répartition des émissions par secteur (Figure 86), les émissions de dioxyde d'azote sont en grande majorité dues aux transports. Les particules fines sont émises, quant à elles, essentiellement par le chauffage résidentiel et les transports.

Il convient d'étudier l'évolution de ces deux secteurs émetteurs sur le périmètre de la ZAC pour appréhender l'évolution de la situation vis-à-vis des émissions de polluants et donc de la qualité de l'air.

Impacts des émissions liées aux transports :

L'augmentation du nombre de logements, de bureaux, de commerces et autres établissements induira une augmentation du nombre de déplacements réalisés sur la zone et une probable augmentation du nombre de kilomètres parcourues chaque année dans la zone d'étude.

Le graphe ci-dessous illustre par exemple l'évolution du nombre de déplacements réalisés dans le quartier de la Part-Dieu, entre la situation actuelle et l'année 2030, une fois terminés tous les aménagements et projets prévus dans le cadre de la ZAC.

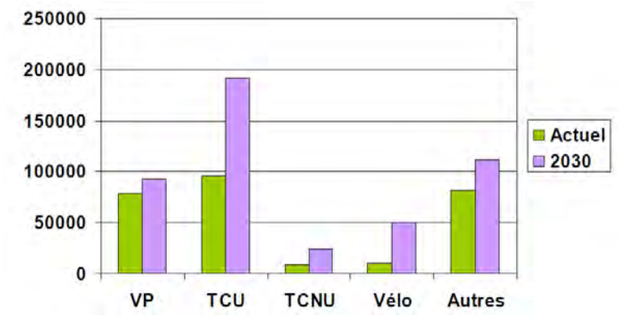


Figure 168 : Déplacements par mode dans le quartier de la Part-Dieu (source : EGIS-Arcadis, décembre 2014)

Toutefois, en parallèle, les normes à l'émission des véhicules routiers continuent à diminuer, avec l'arrivée progressive de véhicules équipés des dernières technologies de réduction des émissions à l'échappement.

Tendances d'évolution :

Pour le trafic routier, un scénario « fil de l'eau » est constitué pour évaluer l'évolution des émissions liées au renouvellement des véhicules.

Le scénario « fil de l'eau » constitue la situation future, sans réalisation du projet.

Le calcul des émissions est effectué à partir du logiciel COPERT, comme pour les émissions actuelles (cf. paragraphe précédent). Pour plus de détail, le lecteur pourra se reporter à l'étude air-santé disponible en annexe.

Ce calcul montre, entre la situation actuelle et le scénario fil de l'eau, une diminution des émissions pour tous les polluants, de -1% à -72% suivant les substances, due au renouvellement du parc roulant, et aux améliorations technologiques des moteurs et des carburants qui viennent contrebalancer l'augmentation des trafics.

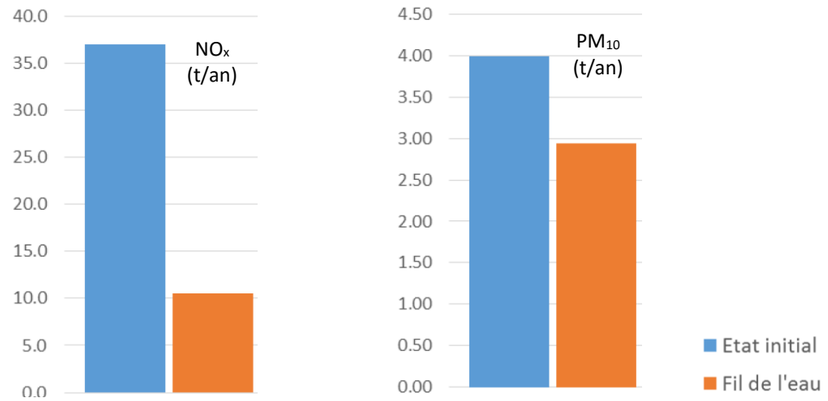


Figure 169 : Evolution tendancielle des émissions de NOx et de PM10 liées au trafic routier (source : étude Air Santé, Numtech, 2016)

L'amélioration technologique des véhicules apporterait une diminution significative des émissions, notamment des oxydes d'azote qui diminueraient de 72%. La diminution des émissions de particules fines PM_{10} est moins marquée mais atteint tout de même 26%.

Estimation des émissions liées à la ZAC Part-Dieu Ouest :

Dans le cadre de l'étude d'impact, une estimation des émissions et une modélisation complète de la qualité de l'air à l'échelle du quartier ont été réalisées. L'étude air-santé est jointe en annexe. Les principaux résultats relatifs à la qualité de l'air sont présentés ici.

Les calculs d'émissions sont réalisés avec l'outil COPERT, outil de référence au niveau européen pour réaliser des calculs d'émissions liées au trafic routier.

Trois scénarios sont modélisés :

- ✓ **Etat initial** : établi sur la base des trafics actuels, et des conditions météorologiques mesurés en 2015.
- ✓ **Fil de l'eau** : pas de modification du schéma des voiries ni d'évolution du trafic, seul l'impact du projet de mise à double site propre du trolleybus C3 est pris en compte. Le renouvellement « naturel » des véhicules à l'horizon 2030 est pris en compte. Il s'agit d'une hypothèse majorante pour l'analyse des impacts.
- ✓ **Projet** : les flux de trafic considérés sont ceux à l'horizon 2030 tels que projetés avec les hypothèses socio-économiques et l'offre de transport du SCoT de l'agglomération lyonnaise, en prenant en compte les modifications de voiries associées à l'entrée en exploitation du projet de ZAC et du projet PEM/Two Lyon. Comme pour le scénario fil de l'eau, le renouvellement des véhicules est considéré.

Les graphes ci-dessous présentent le bilan des émissions pour les différents scénarios pour les deux polluants considérés comme prioritaires (cf. Etat initial) : les oxydes d'azote (NOx) et les particules fines (PM_{10}).

Quel que soit le scénario à 2030, une diminution des émissions est à attendre par rapport à l'état actuel.

Cette diminution est particulièrement marquée pour les oxydes d'azote qui sont des polluants très majoritairement émis par le trafic routier.

Le scénario projet « PEM/Two Lyon + ZAC » conduit à des émissions plus élevées que le scénario « fil de l'eau », allant de +11,5% pour le CO_2, à +20,3% pour les PM_{10}. Localement, les évolutions peuvent être plus contrastées.

Cela s'explique par l'augmentation globale du trafic sur la zone d'étude entre les deux scénarios, liée principalement à l'augmentation des générateurs de déplacement (logements, bureaux, commerces,…) à l'échelle du quartier et plus généralement de l'agglomération (hypothèses socio-économiques du SCoT 2030).

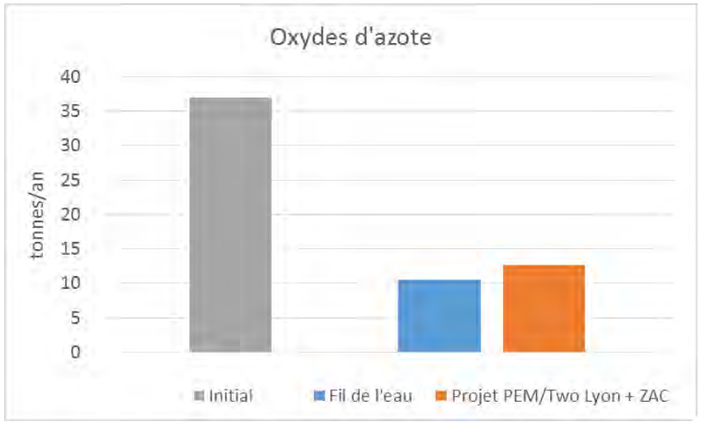


Figure 170 : Evolution des émissions d'oxydes d'azote entre l'état initial et l'état futur selon deux scénarios : fil de l'eau et projet (source : étude Air Santé, Numtech 2016)

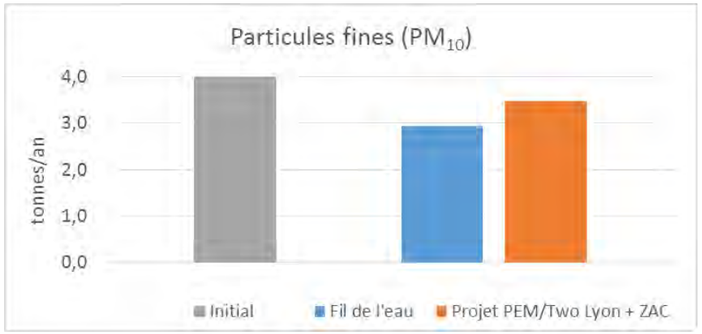


Figure 171 : Evolution des émissions de particules fines (PM_{10}) entre l'état initial et l'état futur selon deux scénarios : fil de l'eau et projet (source : étude Air Santé, Numtech 2016)

L'impact des projets ZAC et PEM/Two Lyon en termes d'émissions de polluants par les véhicules est bénéfique par rapport à la situation actuelle, mais ceci n'est pas tant lié aux choix d'aménagement du projet qu'à l'amélioration technologique des véhicules et leur renouvellement régulier.

Par comparaison à la situation fil de l'eau, la mise en place des projets conduira à une augmentation globale des émissions polluantes allant jusqu'à 20% au maximum.

Modélisation de la dispersion des polluants

Les tendances « au fil de l'eau » et « projet » décrites précédemment semblent plutôt favorables en ce qui concerne l'exposition des populations.

Il convient néanmoins d'étudier ce sujet de manière plus approfondie en tenant compte de la localisation des émissions et populations, c'est pourquoi une étude air-santé complète est réalisée et mise à disposition en annexe.

Ainsi l'étude air-santé disponible en annexe comprend une modélisation de la dispersion des polluants selon les trois scénarios précédemment présentés, permettant une analyse géographique des émissions et des impacts.

Les cartes suivantes présentent les niveaux de concentrations obtenues :

- ✓ En moyenne annuelle pour le dioxyde d'azote (NO_2) ;
- ✓ En percentile journalier 90.4 pour les particules fines (PM_{10}), ce qui correspond au niveau de concentration atteint plus de 35 jours par an.

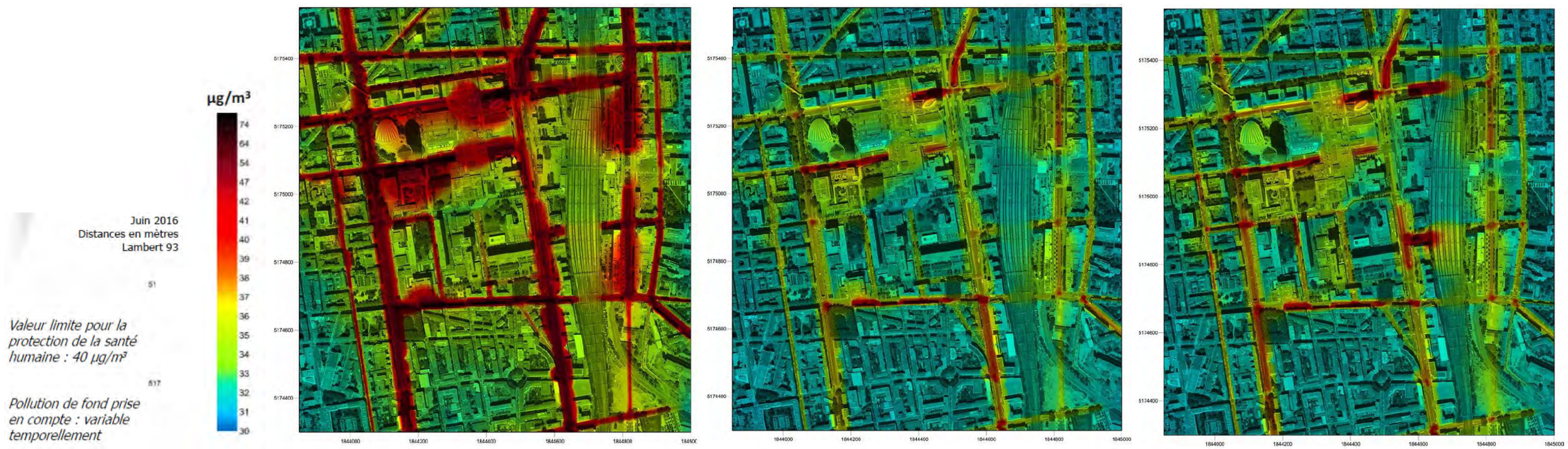


Figure 172 : Modélisation prospective des concentrations de dioxyde d'azote (NO_2), état initial (à gauche), fil de l'eau (au milieu) et projet (à droite)
(source : étude Air-Santé, Numtech 2016)

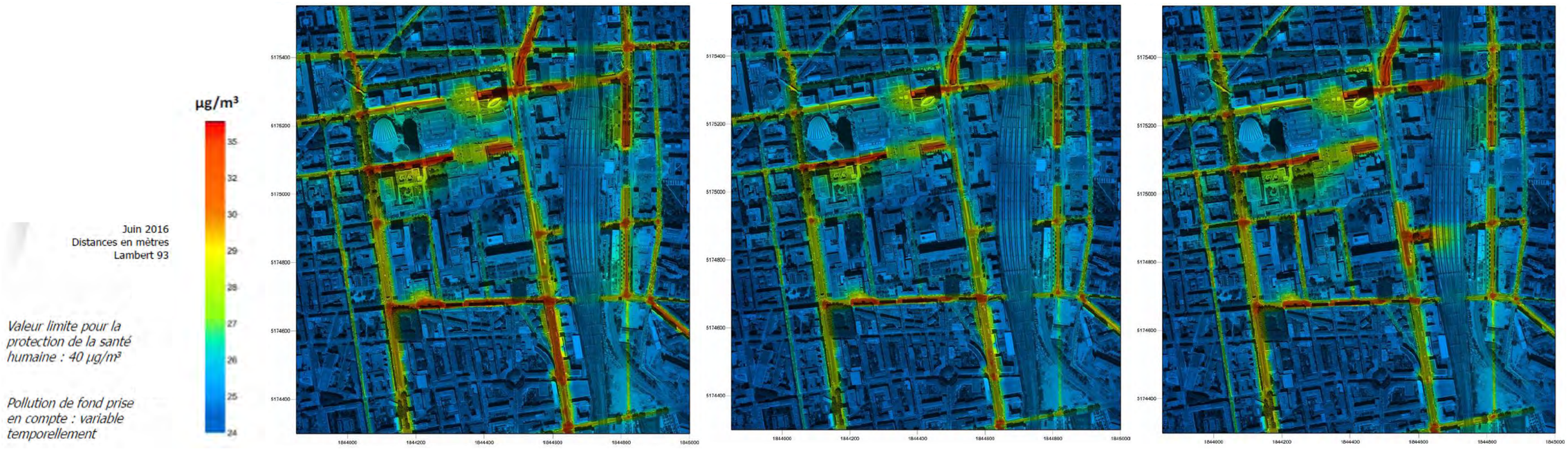


Figure 173 : Modélisation prospective des concentrations de particules fines (PM_{10}), état initial (à gauche), fil de l'eau (au milieu) et projet (à droite)
(source : étude Air-Santé, Numtech 2016)

Ces cartes sont établies avec le logiciel ADMS Urban, qui permet la modélisation de la dispersion de polluants à l'échelle de quartiers, prenant notamment en compte les effets canyon, la chimie des oxydes d'azote et également la pollution de fond mesurée à la station de Lyon Centre.

Concernant le dioxyde d'azote (NO_2), les zones en dépassement sont très réduites à horizon 2030. Dans le scénario fil de l'eau, les rues impactées restent globalement les mêmes.

Entre la situation fil de l'eau et projet, les différences de concentration sont modérées. Globalement, la tendance est plutôt à une augmentation des concentrations, visibles à l'Ouest des passages sous les voies SNCF de l'avenue Pompidou et de la rue de Bonnel (en raison de la construction de nouveaux bâtiments qui créent un effet de canyon plus important), sur le milieu du boulevard Vivier-Merle, sur la rue Garibaldi, la rue du Lac, puis dans une moindre mesure la rue de Bonnel et la rue du docteur Bouchut.

Concernant les particules fines, la diminution des concentrations est moins importante. Ceci est dû d'une part, au fait que pour ce polluant, la part de la pollution de fond dans les niveaux simulés est majoritaire, et d'autre part au fait que les améliorations technologiques en termes d'émissions de poussières dans le futur sont moins élevées que celles attendues pour les NO_2.

La différence entre les scénarios fil de l'eau et projet est faible. On retrouve globalement les mêmes rues impactées que pour le NO_2.

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats obtenus pour tous les polluants.

Polluant	Pollution de fond considérée	Valeur de référence *	Valeur maximale obtenue sur le domaine d'étude		
			Etat initial (2013)	Fil de l'eau (2030)	Projet (2030)
Dioxyde d'azote (NO_2)	Données horaires Lyon Centre µg/m3	**40 µg/m³** (OQ et VL)	91	51	51
		200 µg/m³ en moy. horaire à ne pas dépasser plus de 18 h par an (VL)	306	154	153
Particules fines (PM_{10})	Données horaires Lyon Centre µg/m3	**40 µg/m³** (VL)	45	41	40
		50 µg/m³ en moy. journalière à ne pas dépasser plus de 35 j. par a (VL)	68	61	61
Particules fines ($PM_{2.5}$)	Données horaires Lyon Centre µg/m3	**25 µg/m³** (VL)	31	27	27
Dioxyde de soufre (SO_2)	Données horaires Lyon Centre µg/m3	**40 µg/m³** (OQ)	2,3	2,3	2,3
Benzène	1,07 µg/m³	**2 µg/ m³** (OQ)	1,9	1,4	1,4
Nickel (Ni)	1,88 ng/m³	**20 ng/ m³** (VC)	2,3	2,3	2,3
Cadmium (Cd)	0,15 ng/m³	**5 ng/ m³** (VC)	0,34	0,34	0,33
Benzo(a)pyrène	0,18 ng/m³	**1 ng/ m³** (VC)	0,50	0,52	0,51
Arsenic (As)	0,48 ng/m³	**6 ng/ m³** (VC)	0,49	0,49	0,49
Monoxyde de carbone (CO)	349 µg/m³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : **10 000 µg/m³**	873	610	607

* Si non précisé, la valeur de référence est exprimée en moyenne annuelle

OQ = Objectif de Qualité / VL = Valeur Limite / VC = Valeur Cible

Tableau 36 : Principaux résultats du modèle de dispersion

Ainsi, des dépassements de valeurs limites ou objectifs de qualité subsistent pour le dioxyde d'azote, les particules fines (PM_{10} et $PM_{2.5}$). Cependant, les dépassements diminuent significativement en 2030 pour le dioxyde d'azote.

Globalement, le scénario projet atténuerait légèrement les niveaux maximum obtenus sur le domaine d'étude.

Par rapport à la situation initiale, les zones en dépassement en dioxyde d'azote (NO_2) sont très réduites à horizon 2030.

Par rapport à la situation future « sans projet », les projets ZAC Part-Dieu Ouest et PEM/Two Lyon auront des impacts limités sur les dépassements de seuils observés. Ils in fluent toutefois sur la localisation des zones de dépassement des seuils pour le dioxyde d'azote et les poussières, à l'Ouest des passages sous les voies SNCF de l'avenue Georges Pompidou et de la rue de Bonnel.

Une étude plus détaillée des impacts sur la santé est réalisée à partir des résultats de la modélisation. Elle est présentée au chapitre 5.

Impacts des émissions liées aux besoins énergétiques des bâtiments :

Tendances d'évolution :

Pour appréhender l'évolution des émissions liées à la consommation énergétique des bâtiments, une approche « utilisateurs finaux » a été choisie. On calcule les émissions en fonction du lieu final d'utilisation de l'énergie produite, et non en fonction du lieu de production. Cela permet de mieux appréhender l'impact du développement immobilier du quartier.

Le scénario tendanciel considère la mise en service d'une chaufferie biomasse de grande puissance sur le territoire de la Métropole et le raccordement de tous les nouveaux bâtiments au réseau de gaz naturel et non au réseau de chaleur. Les facteurs d'émissions utilisés sont issus d'OMINEA 9ème édition (méthode de référence pour les inventaires nationaux d'émissions). Les émissions seraient amenées à augmenter significativement et deviendraient en 2030 du même ordre de grandeur que celles du trafic routier (en 2030).

D'où l'importance d'une action forte sur les consommations et l'approvisionnement énergétiques des futurs bâtiments de la ZAC.



Figure 174 : Evolution tendancielle des émissions liées au chauffage des bâtiments (source : d'après étude ENR et facteurs d'émissions OMINEA 9ème édition)

Estimation des émissions liées à la ZAC Part-Dieu Ouest :

Sur la ZAC, l'estimation des émissions futures liées au chauffage n'est pas possible étant donné les incertitudes sur le mode de chauffage qui sera retenu, opération par opération.

Dans le cadre de l'étude de potentiel sur le développement des énergies renouvelables, différents scénarios d'approvisionnement en énergie de la ZAC ont été étudiés. Il est donc possible de réaliser une analyse comparative des émissions de NO_x, PM_{10} et $PM_{2,5}$ pour les différents scénarios, afin d'identifier les impacts sur la qualité de l'air suivant le mode d'approvisionnement en énergie de la ZAC.

Un scénario de référence a été proposé (Sc0), il s'agit du scénario tendanciel sans action spécifique pour le recours aux énergies renouvelables.

Les scénarios étudiés pour l'approvisionnement en énergie de la ZAC et le développement des énergies renouvelables sont les suivants :

	Scénario de référence (Sc0)	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 4bis
Chauffage et climatisation*	Réseau de chaleur et de froid pour les bâtiments déjà raccordés Gaz pour les nouveaux bâtiments et les bâtiments non raccordés	**Réseau de chaleur et de froid** pour tous les bâtiments	Réseau de chaleur et de froid pour les bâtiments déjà raccordés **Récupération de chaleur sur le réseau d'eaux usées** pour les nouveaux bâtiments et les bâtiments non raccordés	Réseau de chaleur et de froid pour les bâtiments déjà raccordés Gaz pour les nouveaux bâtiments et les bâtiments non raccordés	Electricité du réseau national	Electricité du réseau national + mise en place de **pompe à chaleur** air/eau pour la production de chaleur
Eclairage, bureautique, ventilation, autres*	Electricité du réseau national	Electricité du réseau national	Electricité du réseau national	Electricité du réseau national + **électricité photovoltaïque**	Electricité du réseau national	Electricité du réseau national

*En gras : source d'énergie renouvelable étudiée dans le scénario. A noter que le scénario « tout électrique » a été étudié dpour la ZAC car il a été étudié dans le cadre du projet européen TRANSFORM réalisé par le Grand Lyon.

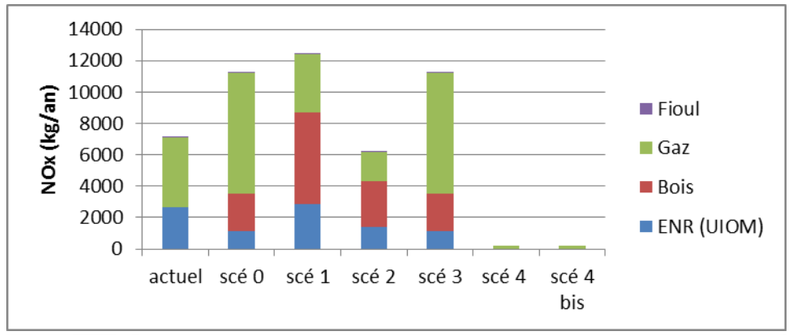
Tableau 37 : Scénarios d'approvisionnement en énergie de la ZAC, étudiés dans le cadre de l'étude de potentiel en énergie renouvelables

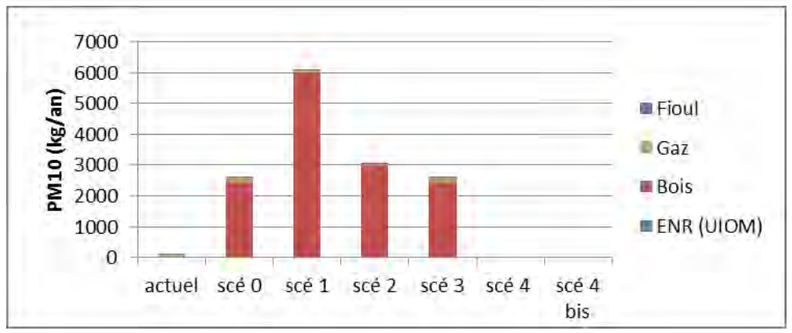
Les figures ci-après mettent en évidence les émissions futures de NO_x, PM_{10} et $PM_{2,5}$ liés à la consommation énergétique des bâtiments de la ZAC, suivant les différents scénarios étudiés.

Il faut préciser qu'il s'agit des émissions liées à la consommation d'énergie sur la ZAC, et non des émissions sur la zone géographique de la ZAC. En effet, les émissions liées au chauffage sont directement liées à l'unité de production.

Par exemple, l'alimentation via le réseau de chaleur implique des émissions au niveau des installations de production. Sur la zone du projet, la seule unité de production recensée est la chaufferie Lafayette fonctionnant principalement au gaz.

Ces installations de production relèvent du régime des installations classées pour la protection de l'environnement, elles sont soumises au respect de seuils de rejets à l'atmosphère, et sont régulièrement suivies et contrôlées.





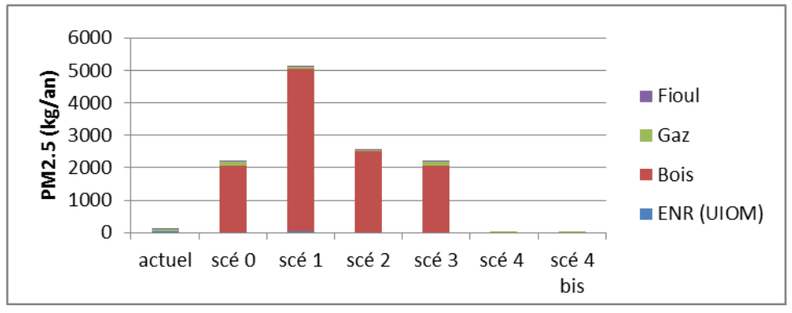


Figure 175 : Emissions de NO_x, PM_{10} et $PM_{2,5}$ suivant les scénarios étudiés pour l'approvisionnement en énergie de la ZAC

La comparaison des scénarios montre que les émissions de NO_x augmentent lorsque la part de l'alimentation en énergie à partir de bois (cf. moyens de production du réseau de chaleur) et à partir de gaz augmente. Elle montre aussi que les émissions de poussières sont directement liées à la production d'énergie à partir de bois.

Les scénarios 0 à 3 impliquent de ce fait une augmentation des émissions de NO_x et des poussières, du fait notamment de la mise en place d'une chaufferie biomasse pour alimenter du réseau de chaleur à l'échelle de l'agglomération.[9]

Cependant il faut noter que la biomasse est une source d'énergie dont le contenu carbone est négligeable par rapport aux sources énergies traditionnelles.

Les scénarios 4 et 4bis proposant une utilisation de l'électricité pour couvrir les besoins énergétiques permettent de limiter de façon très importante les émissions de NO_x et de poussières, du fait de la production d'électricité française essentiellement à partir de nucléaire.[10]

[9] Pour permettre d'assurer un taux de fourniture par les énergies renouvelables et de récupération supérieur à 60 % sur le réseau de chaleur urbain, il est prévu la mise en place d'une chaufferie biomasse de grande puissance à l'échelle de l'agglomération. Cette chaufferie biomasse n'est pas prévue sur le périmètre de la ZAC.

A titre comparatif, les émissions liées aux consommations sur le périmètre de la ZAC représentent :

- ✓ entre 0,18 et 12,5 t/an pour les NO_x, ce qui serait au plus du même ordre de grandeur que les émissions liées au trafic routier sur la zone d'étude,
- ✓ entre 0,003 et 6,1 t/an pour les PM_{10}, ce qui représenterait au maximum deux fois les émissions liées au trafic routier sur la zone d'étude.

Ainsi, les impacts du projet sur la qualité de l'air du fait des émissions liées à la consommation énergétique des bâtiments sont dépendant des choix d'approvisionnement en énergie qui seront faits et peuvent impacter à la hausse les émissions à l'échelle de l'agglomération lyonnaise.

En considérant les émissions de polluants à enjeux que sont les NOx et les poussières, il apparait que le recours aux énergies de récupération ou à l'électricité est la solution présentant les impacts les plus faibles.

Concernant le recours aux réseaux de chaleur urbain et à l'électricité du réseau, les impacts en termes de pollution atmosphérique sont directement liés aux moyens de production de ces énergies, indépendants du projet de ZAC.

Néanmoins, il faut rappeler qu'une grande partie de ces émissions n'a pas lieu dans le périmètre du projet et ne devraient donc pas conduire à une dégradation locale de la qualité de l'air.

Mesures de réduction et de précaution :

En préambule, il faut rappeler que les enjeux de qualité de l'air sont à appréhender à l'échelle de l'agglomération. En effet, les objectifs de qualité de l'air ne pourront être durablement atteints que par des actions coordonnées visant à réduire la pollution de fond. C'est notamment l'objet du Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie (SRCAE) et du Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) du Grand Lyon. De plus, au regard de son périmètre, le volant d'action du projet est limité ; celui-ci pouvant apporter des réponses à la pollution de proximité uniquement. Il s'agit donc de limiter l'exposition des populations sur la zone de projet, voire de la réduire lorsque cela est possible.

Toutefois, la qualité de l'air fait partie des préoccupations des politiques publiques traduites dans les différents documents de planification et à travers les projets sous maîtrise d'ouvrage du Grand Lyon.

Concernant spécifiquement la ZAC Part-Dieu Ouest, l'enjeu de l'exposition des populations à la pollution de l'air a été pris en compte dès l'émergence du projet d'aménagement Lyon Part-Dieu et pour la définition du programme de la ZAC.

Ainsi, les logements existants et les logements prévus au programme de la ZAC se situent majoritairement en cœur d'îlot, à proximité des axes les moins fréquentés du périmètre de projet (rue Desaix, rue du Lac, rue des Cuirassiers et rue Bouchut), ce qui contribue à limiter l'exposition à la pollution de l'air des riverains.

De plus, comme indiqué en pages 135 et suivantes, le projet prévoit pour les usagers la création de plusieurs cheminements piétons. Ces cheminements sont localisés au niveau des axes les moins circulés et à l'écart des axes routiers :

- ✓ Large mail piéton sur la rue Bouchut, qui fait et fera partie des axes les moins circulés de la ZAC ;
- ✓ Mails piétons Est-Ouest et Nord-Sud en cœur d'îlots privés sur le secteur Lac / Cuirassiers / Desaix, entièrement dédiés aux piétons et aux usages de proximité (petits squares, jeux, bancs, allées...), à l'écart des circulations de véhicules.

Concernant la qualité de l'air et les polluants à enjeux, il convient de prendre des mesures de précaution pour éviter une surexposition de la population :

- ✓ Eviter dans la mesure du possible l'implantation d'établissements accueillant des sujets sensibles à proximité immédiate des axes routiers très fréquentés : enfants, personnes âgées, malades chroniques, femmes enceintes…
- ✓ Eviter d'orienter les prises d'air, pour le renouvellement d'air des bâtiments, vers les axes routiers très fréquentés.

Par axes « très fréquentés », on entend des trafics pouvant dépasser les 1 000 véhicules par heure en heure de pointe. Selon les projections de trafic réalisées, les axes concernés dans la zone d'étude seraient principalement : Garibaldi, Vivier Merle, Paul Bert, Bonnel, Servient.

Il faut également signaler que la limitation de vitesse à 30 km/h sur la rue du Docteur Bouchut, et sur tout le secteur Lac-Cuirassiers-Desaix, limitera les émissions liées à la circulation sur cet axe.

(B) QUALITE DE L'AIR INTERIEUR

Impacts :

La transformation de la Part-Dieu va engendrer une augmentation significative de la fréquentation des bâtiments présents dans la zone d'étude ainsi que des nouveaux bâtiments, et donc des risques liés à la qualité de l'air intérieur dans la zone d'étude. Il n'est pas possible, dans l'état actuel des connaissances, de quantifier ces risques, mais quelques recommandations peuvent être définies afin de les minimiser.

Mesures de réduction :

Le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et le ministère des Affaires sociales et de la Santé, ont lancé en 2013 le Plan d'actions sur la qualité de l'air intérieur. Certaines actions de ce plan concernent en particulier la filière du bâtiment et il est intéressant de les rappeler pour une potentielle application dans le cadre du projet :

- ✓ « Demander à l'ensemble des dispositifs existants sur la performance énergétique (labels, certifications) le renforcement du volet qualité de l'air intérieur pour valoriser les bons choix de matériaux et les bonnes méthodes de mise en œuvre. »
- ✓ « Concernant la qualité de l'aération-ventilation installée, lancer la mobilisation des professionnels de la filière bâtiments et intégrer dans les formations sur les performances énergétiques dans le bâtiment, initiales et tout au long de la vie, des éléments concernant l'aération/ventilation, notamment pour les réhabilitations thermiques. »
- ✓ « Mobiliser les services de l'État sur l'aération-ventilation lors des contrôles des règles de construction »
- ✓ « Inciter au développement du volet sanitaire des fiches de déclaration environnementale et sanitaire (FDES) des produits de construction et développer des modules d'évaluation de la qualité de l'air intérieur dans les outils logiciels d'aide à la conception des bâtiments »
- ✓ « Favoriser l'utilisation de produits de construction et de décoration classés A+ en termes d'émissions de polluants volatils dans les achats et marchés publics »
- ✓ « Faire réaliser par l'OQAI une campagne sur la qualité de l'air intérieur dans les bâtiments à haute performance énergétique »
- ✓ « Faire un travail de pédagogie sur les enjeux de qualité de l'air intérieur dans le contexte du renforcement de la performance énergétique des bâtiments »

10 La production d'énergie nucléaire se fait sans recours aux combustibles fossiles, qui sont à l'origine d'émissions atmosphériques lors de leur combustion. Cependant, la production d'énergie nucléaire entraine la production de déchets radioactifs dont l'impact est difficilement mesurable.

3.4.5. EMISSIONS LUMINEUSES

Impacts potentiels :

D'une façon générale, les émissions lumineuses sont principalement liées :

- ✓ à l'éclairage artificiel des espaces publics, des parkings, des voiries, des façades,
- ✓ à l'éclairage des commerces, bureaux et logements,
- ✓ aux enseignes et publicités lumineuses,
- ✓ au trafic routier.

Dans le cadre du projet de ZAC Part-Dieu Ouest, les émissions lumineuses seront modifiées, notamment les émissions liées à l'éclairage des espaces publics réaménagés et des nouveaux bâtiments. Compte-tenu de l'ambiance déjà particulièrement lumineuse du site existant, le projet ne sera pas à l'origine d'une augmentation sensible de l'ambiance lumineuse.

Une attention doit toutefois être portée sur les émissions lumineuses des immeubles de grande hauteur, perceptibles depuis des vues proches, mais également depuis la vision lointaine sur la Skyline.

Les impacts potentiels du projet en matière d'émissions lumineuses portent ainsi sur le paysage, mais également :

- ✓ sur l'Homme : les émissions lumineuses supplémentaires peuvent potentiellement conduire à l'apparition de gênes sur la santé humaine.
- ✓ sur la faune et la flore : d'un point de vue biologique, l'éclairage artificiel (excessif) altère le rythme de l'éclairage naturel, il a donc des conséquences négatives pour l'environnement et l'équilibre naturel. Le comportement des animaux nocturnes (certaines espèces de papillons, reptiles, amphibiens,…) et le processus évolutifs des plantes peuvent s'en retrouver perturbés. Cela peut conduire au déplacement de la faune concernée (désorientation des oiseaux, chauves-souris, …) voire à la disparition de certaines espèces animales (qui peuvent devenir des proies faciles tels que les insectes) et végétale (dérèglement de la phase de croissance).

Les impacts éventuels sur l'Homme sont précisés dans le chapitre relatif aux effets du projet sur la santé humaine.

Concernant les impacts sur la faune et la flore, les émissions lumineuses sont atténuées du fait que le site se trouve au sein d'une grande agglomération, en milieu fortement urbanisé. Pour la plupart des espèces observées, il s'agit d'espèces ubiquistes et/ou particulièrement représentatives des milieux anthropisés et fortement urbanisés, qui sont de fait adaptées à un environnement urbain.

Principes du Plan Lumière :

Il faut noter que la lumière est une part de la culture lyonnaise et doit le rester. La ZAC Part-Dieu Ouest et plus globalement le projet Part-Dieu, par sa dimension, son caractère mobilisateur et les multiples enjeux qu'il comporte, est l'occasion d'aller plus loin dans les recherches et les expérimentations.

Un Plan Lumière a été défini, en s'appuyant sur l'idée que l'éclairage urbain permet de magnifier l'architecture, et qu'il contribue à la beauté de la ville et au bien-être de ceux qui y vivent ou y travaillent.

Ses grands principes reposent sur une différenciation des mises en lumières entre les bâtiments de grande hauteur et les autres immeubles, en axant les efforts sur la vision lointaine de la Skyline pour les premiers, et sur la perception à l'échelle du quartier pour les seconds.

La cohérence nocturne du quartier de la Part-Dieu est assurée par la mise en place de deux typologies d'éclairage hiérarchisées :

- ✓ Une lumière silhouette venant qualifier les architectures les plus hautes et participant au final à la Skyline nocturne globale de la Part-Dieu.
- ✓ Une lumière active venant qualifier le «socle» du paysage nocturne du quartier, perceptible principalement depuis les axes urbains à l'échelle du piéton.

Enfin, pour conserver le caractère «précieux» des éclairages dynamiques et d'en faire un «temps» singulier de la cité pour les habitants ou pour les touristes, les éclairages dynamiques seront limités dans des temps précis et déterminés : fête de fin d'année, fêtes nationales ou de la ville, actualités du quartier Part-Dieu, etc.

Mesures pour l'intégration du projet à l'échelle du paysage global :

Pour donner de la cohérence et de l'ampleur à ce Plan Lumière et y associer notamment les grandes tours qui sont en train de changer le paysage urbain, il est prévu la mise en lumière de chaque édifice afin de créer une véritable identité nocturne.

Pour les vues lointaines sur le site, l'objectif du projet est de permettre à la Part-Dieu d'« entrer en résonance » avec les collines de Fourvière et la Croix-Rousse, et non de tout écraser et faire disparaître au profit d'une modernité caricaturale.

Pour les immeubles de grande hauteur, il est envisagé une palette de lumières chaudes et froides, entre or et argent, afin qu'elles révèlent l'architecture de ces ouvrages et valorisent à la fois leurs liens et leurs singularités.

Toutes les façades ne seront pas éclairées, puisque certaines ne sont pas visibles, d'autres le seront depuis le sol de Part-Dieu, alors que d'autres ne le seront uniquement que depuis le Grand Paysage.

Mesures pour l'intégration du projet à l'échelle du paysage local :

A l'échelle locale, la lumière active est dédiée tant aux bâtiments de bureaux qu'aux bâtiments d'habitations dont l'éclairage des espaces extérieurs (balcons, terrasses) vient animer de manière cohérente l'image nocturne de l'architecture.

Pour les ouvrages de moindre hauteur, il est prévu de jouer une palette chromatique plus large que pour les immeubles de grande hauteur, afin de refléter le dynamisme des socles actifs du projet urbain. Les halls et accès aux bâtiments directement depuis l'espace public feront l'objet d'une attention particulière. D'une manière générale, tous les halls devront être clairement perceptibles depuis l'espace public quelle que soit l'heure.

Par ailleurs, les enseignes lumineuses doivent être intégrées à l'architecture, leur position et leur taille doivent être adaptées aux échelles de perception. Les vitrines pourront faire l'objet d'un allumage spécifique après les horaires de fermeture des boutiques ; il ne devra pas être consommateur d'énergie, ainsi les appareils à diodes électroluminescentes seront privilégiés.

Concernant la gare, première image nocturne sur la Part-Dieu et Lyon, les enjeux sont importants quant à sa mise en lumière. Ainsi les façades donnant sur les voies seront traitées avec la même attention que les façades urbaines classiques.

En outre, la ligne est un référent dans le cadre du projet : niveau des socles actifs, niveau de dalles, niveau des voies ferrées. De nuit, cette morphologie sera clairement visible :

- ✓ Les rives de la Dalle Part-Dieu bénéficient d'un traitement lumineux coloré,
- ✓ Les accès à la Dalle sont mis en scène, et clairement perceptibles depuis l'espace public,
- ✓ Un univers lumineux spécifique est développé sur la dalle, connecté avec la dimension culturelle du quartier. Sa mise en lumière doit surtout permettre aux usagers de la reconquérir, de l'apprivoiser et de la fréquenter,
- ✓ Les socles des programmes immobiliers et leurs activités sont valorisés de nuit,
- ✓ Les sous-faces de l'espace de la Gare sont mises en scène.

Par ailleurs, pour favoriser la luminosité et l'ensoleillement de certains espaces publics, il existe des dispositifs de type Héliostat qui permettent, grâce à un miroir articulé de suivre la course du soleil et d'en réfléchir ses rayons. Son utilisation en des zones spécifiques, au nu d'un IGH ou sous une passerelle par exemple, peut être envisagée.

Les mesures mises en œuvre ne permettront pas de supprimer les émissions lumineuses liées au projet car elles sont inhérentes aux activités projetées (logements, bureaux, commerces…). Cependant, grâce à la réflexion menée pour intégrer au mieux le projet dans son environnement, les impacts résiduels du projet seront limités aussi bien à l'échelle globale qu'à l'échelle locale.

Les émissions lumineuses du site auront même un impact positif sur certains aspects tels que la lisibilité de la morphologie du quartier de nuit, et l'image du quartier à l'arrivée en gare de Lyon Part-Dieu.

3.4.6. RISQUES TECHNOLOGIQUES

Le programme ne comporte pas d'activités technologiques dangereuses entraînant des risques particuliers.

Les installations potentiellement concernées sont les installations de chauffage ou de refroidissement des bâtiments. Les plus importantes en termes de capacités relèvent pour de la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), qui encadre leur conception et leur fonctionnement pour s'assurer qu'elles ne constituent pas une source de dangers pour l'environnement.

Ainsi, aucun impact en termes de risque technologique n'est à envisager.

3.4.7. RESEAUX

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :
Précisions ajoutées sur les impacts permanents du projet, suivant les études menées dans le cadre du projet PEM/Two Lyon

Impacts :

La ZAC Part-Dieu Ouest impactera les différents réseaux du périmètre, présents au droit de l'ensemble des infrastructures en aérien ou en souterrain.

Eaux pluviales

La gestion des eaux pluviales est présentée au paragraphe relatif aux impacts sur les eaux (« 3.5.5 Hydrogéologie et hydrologie », § impacts et mesures en faveur de la qualité des eaux superficielles et souterraines et assainissement).

Eaux usées

Les activités créées sur le site du projet seront à l'origine d'effluents d'eaux usées (eaux usées sanitaires, eaux de lavage,…) qu'il convient de gérer de façon à éviter toute pollution du milieu naturel.

Les eaux usées générées par l'aménagement seront, comme à l'existant, dirigées vers le réseau d'assainissement public puis vers la station d'épuration de Saint-Fons.

Eau potable

Le secteur d'étude est actuellement alimenté par un réseau de canalisations d'eau potable. Les opérations du projet seront raccordées à ce réseau.

Dans le cadre du projet, les différents usages seront :

- ✓ La consommation liée aux surfaces de logements, de bureaux et de commerces,
- ✓ Le nettoyage des locaux,
- ✓ La défense incendie,
- ✓ …

Réseaux électriques, télécom, gaz et réseau de chaleur

Les équipements seront raccordés aux réseaux électricité et télécom.

Selon le type d'énergie retenu, le raccordement au gaz et/ou au réseau de chaleur urbain sera effectué.

Le dimensionnement du réseau et des branchements sera assuré en collaboration avec les concessionnaires.

Le projet nécessitera le raccordement des nouveaux bâtiments aux réseaux et engendrera des besoins supplémentaires en en eau, électricité, chaleur...

Mesures :

Certains réseaux devront être dévoyés, d'autres prolongés.

Les servitudes, relatives à l'établissement des canalisations électriques ou aux transmissions radioélectriques principalement, ont été considérées dans le cadre de la définition du projet. Ces servitudes n'occasionnent pas d'impossibilité vis-à-vis du projet, mais pourront impliquer certaines contraintes lors de la réalisation des travaux.

Une attention particulière sera portée à la maîtrise et à la limitation des besoins des nouveaux bâtiments :

- ✓ mise en place de systèmes hydro-économes (chasse d'eau double commande, robinets à détecteur de présence…),
- ✓ maitrise des consommations énergétiques (voir ci-après).

3.4.8. CONSOMMATIONS D'ENERGIE ET CONCEPTION ENVIRONNEMENTALE

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :
Précision ajoutées sur le bilan énergétique des besoins liés à la consommation des bâtiments, suivant les éléments de l'étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables sur la ZAC, réalisée dans le cadre du dossier de création de la ZAC

Impacts potentiels sur les consommations d'énergie :

La ZAC Part-Dieu Ouest, du fait des nouveaux bâtiments à usage d'habitation, de bureaux ou de commerces, entrainera des consommations d'énergies.

Pour les bâtiments existants, nombre d'entre eux sont menacés d'obsolescence énergétique, mais pour beaucoup, leurs caractéristiques intrinsèques permettent d'envisager leur régénération.

L'enjeu du projet est donc, pour les bâtiments existants et projetés, de limiter les consommations énergiques et leurs augmentations.

Les impacts potentiels du projet concernent également les consommations d'énergie supplémentaires liées aux transports et à l'éclairage.

Bilan énergétique liés à la consommation des bâtiments :

Dans le cadre de l'étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables sur la ZAC, les consommations actuelles des bâtiments ont été présentées (voir page 22 de l'étude de faisabilité).

Les besoins en énergie ont également été estimés suivant deux hypothèses, pour la rénovation des bâtiments existants et pour les bâtiments créés.

Le tableau suivant, extrait de l'étude de faisabilité, permet de faire un bilan des consommations évitées et des consommations supplémentaires.

(MWh/an)	Chauffage	Froid	Eclairage	Bureautique	Ventilation	Autres	Total
Consommations actuelles	42 335	34 242	32 125	13 463	30 041	17 009	***169 215***
Réductions des consommations par démolition	-8 868	-4 598	-2 802	-2 448	-2 896	-3 676	***-25 288***
Réduction des consommations par rénovation (cas rénovation intermédiaire)	-5 223	-3 211	-1 867	-1 884	-2 157	-1 588	***-15 930***
Réduction des consommations par rénovation (cas rénovation lourde)	-10 097	-6 208	-3 609	-1 884	-4 170	-1 588	***-27 556***
Bâtiments créés (cas performance normale)	23 895	5 286	7 304	6 846	4 186	8 666	***56 183***
Bâtiments créés (cas performance élevée)	19 181	4 283	5 839	5 471	3 364	6 955	***45 093***

Tableau 38 : Récapitulatif des consommations prévisionnelles sur la ZAC suivant deux hypothèses (en MWh énergie utile/an), extrait de l'étude de faisabilité sur le potentiel des énergies renouvelables

Il est ainsi envisagé :

- ✓ une réduction des consommations énergétiques de l'ordre de 25 000 MWh/an du fait des démolitions
- ✓ une réduction des consommations énergétiques de l'ordre de 16 000 à 28 000 MWh/an du fait des rénovations
- ✓ une augmentation des consommations énergétiques de l'ordre de 45 000 à 56 000 MWh/an du fait de la création de nouveaux bâtiments

Le tableau ci-dessous, extrait de l'étude de faisabilité, fait le bilan global des besoins en énergie sur la ZAC suivant 2 scénarios :

- ✓ Un scénario pessimiste en prenant en compte une rénovation intermédiaire et une performance minimale, c'est-à-dire réglementaire, des nouveaux bâtiments (scénario A),
- ✓ Un scénario optimiste prenant en compte une rénovation lourde et une performance maximisée des nouveaux bâtiments (scénario B).

	Chauffage	Froid	Eclairage	Bureautique	Ventilation	Autres	Total
Consommation actuelle	42 335	34 242	32 125	13 463	30 041	17 009	**169 215**
	Chauffage	**Froid**	**Eclairage**	**Bureautique**	**Ventilation**	**Autres**	**Total**
Total scénario A (MWh/an)	52 139	31 719	34 760	15 977	29 174	20 411	***184 180***
Total scénario B (MWh/an)	42 551	27 719	31 553	14 602	26 339	18 700	***161 464***

Tableau 39 : Synthèse par scénarios des consommations prévisionnelles sur la ZAC (en MWh énergie utile/an), extrait de l'étude de faisabilité sur le potentiel des énergies renouvelables

Le scénario A implique une augmentation de la consommation finale de 15 000 MWh soit une augmentation de 9 % par rapport à l'existant. Le scénario B permet de ne pas consommer plus d'énergie finale que le cas actuel.

Le scénario réel futur sera probablement entre ces deux valeurs.

Mesures de réduction des consommations des bâtiments :

Dans le cadre du projet, une approche globale de la consommation du quartier de la Part-Dieu a été déployée. La ressource énergétique est en effet l'un des trois piliers fondamentaux de la stratégie systémique du projet Part-Dieu, qui vise à permettre le développement du quartier en ayant une vision globale à long terme dans le but de proposer des limitations possibles de ses impacts en termes de consommations et de rejets.

Cette stratégie se fonde, pour le volet énergétique, sur le principe suivant :

SHON x 2 = NRJ x 1

Le doublement des surfaces construites prévu par le projet doit être rendu possible sans augmentation de la consommation énergétique globale du quartier.

La stratégie du projet pour atteindre cet objectif énergétique est fondée sur six leviers d'action répartis selon trois axes :

SOBRIETE	1. Réduction de la consommation d'électricité spécifique
	2. Performance énergétique des bâtiments neufs et rénovés
EFFICACITE	3. Eclairage public performant
	4. Stratégie de déploiement des différents vecteurs énergétiques sur le quartier
RENOUVELABLES	5. Intégration du renouvelable sur le quartier
	6. Evolution du mix énergétique des énergies des réseaux

Ainsi le programme de la ZAC a été défini de façon à :

- ✓ Privilégier la rénovation à la démolition/reconstruction pour minimiser le coût en énergie grise des opérations (énergie nécessaire pour fabriquer, transporter sur le site du chantier et mettre en place les matériaux et produits de construction utilisés pour la construction d'un bâtiment),
- ✓ Compenser les consommations entrainées par la construction de m² supplémentaires, par la rénovation de l'existant,
- ✓ Rénover en s'approchant autant que possible des performances de consommation du neuf

A l'échelle du quartier :

Des dispositifs de type Smart Grid associés à des compteurs intelligents (dans le cadre du projet TRANSFORM porté par le Grand Lyon) permettent de lisser les pics de consommation en ajustant la fourniture d'électricité en fonction de l'usage des immeubles (habitation, bureau…) et des heures de la journée.

A l'échelle des immeubles et équipements :

Pour chaque projet, un calcul de référence sera effectué sur la feuille de calcul « Approche Energétique Globale du Projet » (développé par la Mission Part-Dieu), à partir des données fournies ou à partir de données plus spécifiques et précises, dûment justifiées via un audit de l'existant (par exemple).

Pour rappel, l'énergie globale (en énergie primaire) est la somme des trois composantes suivantes : énergie consommée annuellement pour les postes dits réglementaires, énergie consommée annuellement pour les postes non réglementaires, énergie grise « consommée » annuellement, sur la base d'une durée de vie de 30 ans.

Pour ce qui concerne les bâtiments neufs et réhabilités, l'énergie globale sera ainsi calculée comme suit :

- ✓ L'énergie consommée annuellement pour les postes réglementaires sera calculée par calcul réglementaire RT2012 ou, de manière dérogatoire, par simulation thermique dynamique.
- ✓ Concernant l'énergie consommée annuellement pour les postes non réglementaires, la méthode de calcul est laissée libre mais fera l'objet d'une note de calcul justifiant des résultats obtenus, en particulier si les données d'entrée utilisées diffèrent des données génériques (proposées dans la feuille de calcul « Approche Energétique Globale du Projet »).
- ✓ Concernant l'énergie grise, la méthode de calcul est laissée libre mais fera l'objet d'une note de calcul justifiant des résultats obtenus, en particulier si les données d'entrée utilisées diffèrent des données génériques utilisées dans la feuille de calcul « Approche Energétique Globale du Projet ».

			Conso postes RT (kWhep/m2.an)	Conso hors RT (kWhep/m².an)	Energie grise (kWhep/m²)
Logement	Ancien	/	300	77,4	930
	Réhabilitation	Réhabilitation intermédiaire	150	77,4	366
		Réhabilitation lourde	96	40	378
	Neuf	Neuf (niveau RT2012)	80	40	974
		Neuf (niveau Effinergie +)	60	40	974
Bureaux non IGH	Ancien	/	350	200	930
	Réhabilitation	Réhabilitation intermédiaire	200	200	366
		Réhabilitation lourde	100	100	378
	Neuf	Neuf (niveau RT2012)	110	110	974
		Neuf (niveau référentiel "Bureaux durable" de la communauté du Grand Lyon)	77	110	974
		Neuf (niveau Effinergie +)	65	100	974
Bureaux IGH	Ancien	/	500	500	930
	Réhabilitation	Réhabilitation intermédiaire	350	500	366
		Réhabilitation lourde	250	250	378
	Neuf	Neuf (niveau RT2012)	110	110	974
		Neuf (niveau référentiel "Bureaux durable" de la communauté du Grand Lyon)	77	110	974
		Neuf (niveau Effinergie +)	65	100	974
Centre commercial	Ancien	/	200	400	930
	Réhabilitation	Réhabilitation intermédiaire	175	310	366
		Réhabilitation lourde	150	310	378
	Neuf	Neuf (niveau RT2012)	115	250	974
		Neuf (niveau BBC + Effinergie)			974
Hotels	Ancien	/	396	118	930
	Réhabilitation	Réhabilitation intermédiaire	300	118	366
		Réhabilitation lourde	250	118	378
	Neuf	Neuf (niveau RT2012)	180	118	974
		Neuf (niveau BBC + Effinergie)	106	118	974
Autres bâtiments	Ancien	/	350	200	930
	Réhabilitation	Réhabilitation intermédiaire	200	200	366
		Réhabilitation lourde	100	100	378
	Neuf	Neuf (niveau RT2012)	110	110	974
		Neuf (niveau Effinergie +)	65	100	974

Figure 176 : « Grille énergie globale » à suivre dans le cadre du projet Part-Dieu (source : Plan de référence v2, Immobilier Durable)

Dans le cadre de la conception, des mesures sont prises pour limiter les consommations énergétiques des bâtiments. Le cadre réglementaire de la Réglementation Thermique 2012 (RT 2012) distingue trois actions, mesurées par des indicateurs :

- ✓ Efficacité énergétique du bâti et valorisation de la conception bioclimatique
- ✓ Limitation des consommations énergétiques des équipements du bâtiment (chauffage, refroidissement, éclairage, production d'eau chaude sanitaire, auxiliaires)
- ✓ Confort d'été dans les bâtiments non climatisés

Par ailleurs, une attention toute particulière sera portée sur les 5 bâtiments emblématiques de la ZAC (centre commercial, tour Part Dieu, tour EDF, cité administrative d'Etat et hôtel de communauté de la Métropole de Lyon), qui représentent près de 50% de la consommation énergétique du quartier. La rénovation performante de ces bâtiments est donc une source très importante d'économie d'énergie.

Mesures de réduction des consommations liées aux transports :

La Part-Dieu, véritable hub urbain, dispose déjà d'une grande offre de transports en commun. Dans le cadre du projet, l'accent est mis sur d'autres modes de transports afin de favoriser la circulation douce (piétons et vélos), et sur le développement d'emplacements réservés pour les véhicules électriques en auto-partage.

Mesures de réduction des consommations liées à l'éclairage :

Les problématiques de l'énergie et du climat sont essentielles ; quand cela est possible les énergies douces seront utilisées.

Sur la ZAC part-Dieu Ouest, il est également prévu d'intégrer les temporalités et de tester les nouveaux matériels et technologies. Cela passe par une utilisation le plus possible des lumières privées émanant des différentes activités et halls des bâtiments, afin d'éclairer et d'animer les espaces publics connexes. La temporalité des éclairages doit donc être différenciée :

- ✓ Les lumières liées aux activités, commerces et enseignes répondront aux exigences de la réglementation et à l'obligation d'éteindre entre 1h et 7h du matin. Une fois les lumières des activités éteintes, une typologie d'éclairage public prendra le relais.
- ✓ Les lumières des halls et accès parking pourront varier en fonction des heures de la nuit et du passage des usagers par la mise en place d'un état lumineux bas, d'un état lumineux haut, l'ensemble étant contrôlé par une détection de présence.

Les niveaux d'éclairement seront adaptés à l'ambiance lumineuse environnante de l'espace public. Il est rappelé que de nuit, les niveaux d'éclairement de l'espace public sont de l'ordre de 10 à 20 lux suivant le type de voie.

Mesures en faveur de la conception environnementale et de la préservation des ambiances urbaines :

Pour les bâtiments du projet, les Maîtres d'Ouvrage doivent, outre le respect de la réglementation en vigueur et leur propre choix d'une démarche avec certification, appliquer les référentiels du Grand Lyon « Habitat durable » et « Bureaux durables neufs ».

En outre le Maître d'Ouvrage devra appliquer le guide « Immobilier Durable » adapté au contexte particulier de la Part-Dieu.

Quelques points concrets sont considérés comme incontournables du fait des spécificités du quartier Part-Dieu et de l'ambition globale du projet. Ils permettent d'assurer la cohérence d'ensemble de la démarche. Ce sont les passages obligés :

BUREAU/HÔTEL/COMMERCES	LOGEMENTS
1- Un usage pour toutes les toitures 2- Circulations douces 3- Zone de confort 4- Minimisation des effets aérauliques 5- Résilience thermique d'été 6- Minimisation des besoins de chauffage et de rafraîchissement 7- Énergies renouvelables 8- Performance énergétique sur les postes non RT	1- Un usage pour toutes les toitures 2- Zone de confort 3- Circulations douces 4- Minimisation des effets aérauliques 5- Résilience thermique d'été 6- Espaces communs 7- Énergies renouvelables 8- Performance énergétique sur les postes non RT

Figure 177 : Passages obligés (source : Plan de référence v2, Immobilier Durable)

Pour les bureaux, hôtels et commerces, de même que les logements, il s'agira par exemple de mettre en place des locaux dédiés aux mobilités douces d'accès aisé (locaux vélos). Les toitures pourront favoriser l'usage des énergies renouvelables ou être au service des usagers du bâtiment (terrasse par exemple).

Pour les bureaux, hôtels et commerces, le projet justifiera de zones de confort accessibles : espaces extérieurs bien ensoleillés en hiver, des balcons protégés des vents dominants, des espaces tampons. Ces zones de confort permettent un accès conséquent à la lumière naturelle, à l'ensoleillement direct et à l'air extérieur. Par exemple pour les bureaux, elles seront disposées a minima un étage sur 3 et d'une surface minimale de 10 m².

Enfin, tous les logements de deux pièces et plus bénéficient d'un espace privatif extérieur, si possible bien ensoleillé en hiver et protégé des vents dominants.

Plus largement, la question des ambiances urbaines est régi, dans le cadre du projet, par un principe directeur selon lequel **chaque nouvelle construction doit, au global, contribuer positivement à la qualité des ambiances urbaines**. Il est donc de la responsabilité des Maîtres d'Ouvrage de chacun des projets de la ZAC de faire étudier ce sujet de manière très précise par une ingénierie compétente. Celle-ci pourra s'appuyer sur les études déjà réalisées et présentées dans le cadre des cahiers du « Plan de référence ». Mais, pour chaque projet majeur, la Mission Part-Dieu encourage la réalisation par le Maître d'Ouvrage d'études complémentaires des ambiances urbaines spécifiques à son projet, par définition plus précises.

Les ambiances urbaines à considérer sont :

- ✓ L'ensoleillement des surfaces au sol, des toitures, dalles/passerelles ou balcons accessibles, du domaine public comme du domaine privé (parcelle considérée ou voisinage)
- ✓ La lumière naturelle des espaces extérieurs à proximité du projet
- ✓ Le vent à hauteur d'homme sur les surfaces de sol, toitures, dalles/passerelles ou balcons accessibles
- ✓ Le bruit à proximité du bâtiment, sur les terrasses, etc.

La contribution devra être globalement positive, une solution de compensation devra être proposée par le maître d'ouvrage lorsqu'une qualité d'ambiance particulière est dégradée.

Une analyse globale est exigée dès l'esquisse avec mise à jour à la remise du Permis de Construire. Cette analyse repose sur une grille multicritères présentée ci-dessous.

Chaque indicateur doit être évalué au niveau de l'existant. L'impact du projet sur chaque critère est évalué vis-à-vis de cet état de référence et une note est attribuée. En cas d'impact négatif, une approche par compensation peut être envisagée pour remonter la note. La note globale doit être positive.

Cette approche permet de quantifier l'impact du projet sur la qualité de l'ambiance urbaine, qui n'est généralement pas évoquée dans les démarches environnementales courantes.

Introduction	Cette grille énergie permet d'évaluer les projets au stade de pré faisabilité.
	Cases à remplir
	Cases d'aide au calcul

Récapitulatif	
Global	0

Thématique	Indicateur	Evaluation Existant	Guide pour atttribuer la note		Moyens Détournés	NOTE
Thématique 1 : Ambiances urbaines						
Ensoleillement sol/dalle/toiture accessible au public	Surface avec EH > 40% Indicateur alternatif : % surface ensoleillée au moins 2h par jour en hiver , sur la base des simulations d'ensoleillement avant / après	m2	Forte réduction, légère réduction, réduction nulle ou marginale,légère augmentation, forte augmentation	>30% = +2 10-30% = +1 +/-10% = 0 10-30% = -1 > 30% = -2	Héliostats	
Eclairage naturel au sol/dalle/toiture accessible au public	Surface avec ciel vu supérieur à 40%, sur la base des simulations de lumière naturelle avant / après	m2	Forte augmentation, légère augmentation, augmentation nulle ou marginale,légère réduction, forte réduction	>30% = +2 10-30% = +1 +/-10% = 0 10-30% = -1 > 30% = -2	Revêtements de façade Façades Claires (rho>0,5)	
Vent sol/dalle/toiture accessible au public	Surface où risque de vent de plus de 3m/s plus de 25% du temps , sur la base des simulations aéraulique avant / après	m2	Forte augmentation, légère augmentation, augmentation nulle ou marginale,légère réduction, forte réduction	>30% = +2 10-30% = +1 +/-10% = 0 10-30% = -1 > 30% = -2	Création d'alcoves de protection.	
Albedo	Surface pour laquelle Albédo supérieur à 40%	m2	Forte augmentation, légère augmentation, augmentation nulle ou marginale,légère réduction, forte réduction	>80% = +2 40-80% = +1 +/-40% = 0 40-80% = -1 >80% = -2	Surface de facades Est et Ouest peuvent être comptabilisées -> si elles sont améliorées	
Pleine terre	Surface pour laquelle la profondeur de terre > 2m	m2	Forte augmentation, légère augmentation, augmentation nulle ou marginale,légère réduction, forte réduction	>80% = +2 40-80% = +1 +/-40% = 0 40-80% = -1 >80% = -2	Les surfaces verticales occupées par des plantes grimpantes comptent comme des surfaces horizontales	
Couverture végétale	Couverture végétale estivale autour du bâtiment	m2	Forte augmentation, légère augmentation, augmentation nulle ou marginale,légère réduction, forte réduction	>30% = +2 10-30% = +1 +/-10% = 0 10-30% = -1 > 30% = -2	Avec peu de surface au sol certains arbustes ont une couverture importante. La couverture comptabilisée dépasse l'emprise au sol.	
Acoustique	Impact de la volumétrie du bâtiment sur le niveau de bruit urbain jusqu'à 50m autour du bâtiment , sur la base des simulations acoustique avant / après	m2	Forte réduction, légère réduction, réduction nulle ou marginale,légère augmentation, forte augmentation	>30% = +2 10-30% = +1 +/-10% = 0 10-30% = -1 > 30% = -2	Toute surface d'absorbtion, (pleine terre, fibralith) est comptabilisée comme surface sur laquelle les niveaux de bruits sont réduits	

Figure 178 : Outil d'analyse multicritère des ambiances urbaines (source : Plan de référence v2, Immobilier Durable)

3.4.9. GESTION DES DECHETS

Impacts potentiels :

L'opération de renouvellement urbain prévoit la création de logements et le développement d'activités sur un secteur à dominante urbaine.

Ainsi les impacts potentiels liés à la ZAC concernent, pour les déchets des particuliers et des entreprises, une augmentation de la quantité des déchets générés, qui sera par conséquent supérieure aux déchets générés actuellement. Néanmoins on constate depuis quelques années une baisse de la production de déchets par habitant, ce qui contribuera à limiter les quantités de déchets produits. Les différents types de déchets générés seront les mêmes.

Par ailleurs, les déchets qui seront générés par les habitants et les activités envisagées seront comme actuellement, éliminés par des filières adaptées et agréées.

A l'échelle de la collectivité, les évolutions liées à la mise en œuvre de la ZAC et des opérations immobilières projetées ne seront que peu sensibles sur l'organisation de la gestion des déchets.

Mesures relatives à l'optimisation de la gestion des déchets :

Au-delà, les projets de développement immobilier et de réhabilitation peuvent être l'occasion d'optimiser la gestion des déchets par la mise en place de services de collecte, de tri et d'évacuations mutualisées à l'échelle d'un îlot ou d'un secteur du projet, pour les raccorder plus efficacement aux infrastructures de traitement et de recyclage de l'agglomération.

Les actions préconisées pour les déchets de la ZAC Part-Dieu Ouest sont classables en 3 catégories : celles relevant de la sensibilisation comme le tri et le compostage, celles qui sont du domaine de l'innovation et donc plus à l'échelle de la ville comme la valorisation énergétique ou l'amélioration du circuit de collecte, et enfin certaines actions sont plus envisageables d'un point de vue du quartier comme l'agriculture urbaine et la redevance sur le poids des déchets.

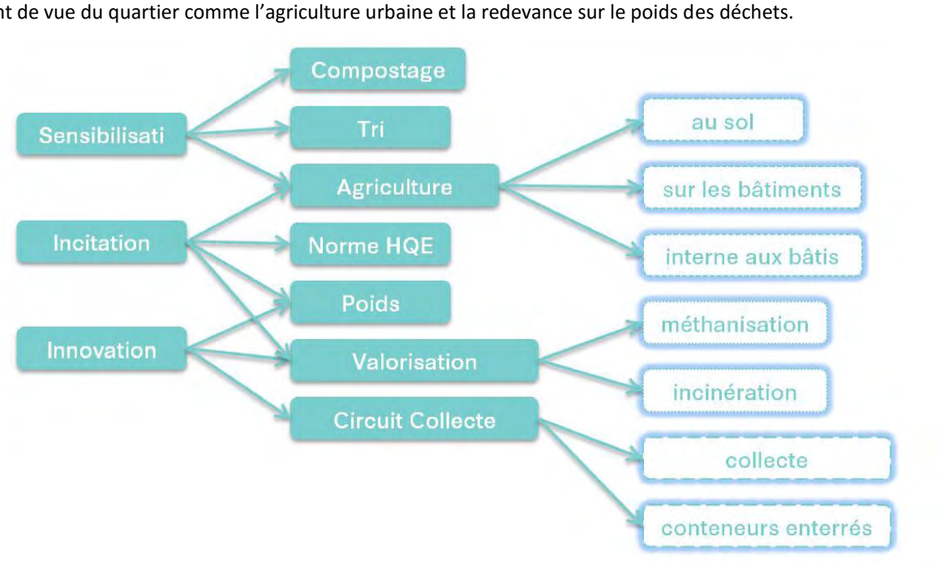


Figure 179 : Les actions en matière de gestion des déchets (source : Plan de référence v2)

Les actions possibles sont donc :

- ✓ **Le compostage** : cette proposition est véritablement du domaine de la sensibilisation et de la pédagogie mais il existe en Rhône-Alpes une charte qualité compost qui a permis de développer une véritable filière.
- ✓ **Le tri** : un tri efficace permettrait de réduire de 37% le tonnage annuel des déchets non recyclés
- ✓ **L'agriculture urbaine** : les enjeux sont le recyclage, la vente, la pédagogie, la biodiversité, l'autonomie et les circuits courts.



Figure 180 : Le cercle vertueux des déchets (source : Plan de référence v2)

3.5. L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE ET NATUREL ET MESURES ASSOCIEES

3.5.1. MILIEU NATUREL

Impacts potentiels :

La ZAC Part-Dieu Ouest a un impact sur le milieu naturel préexistant du fait des opérations projetées : modifications de voiries, changements de niveaux ou encore aux travaux souterrains.

Il s'agit principalement de la destruction des habitats naturels existants, de la suppression d'arbres qui sera compensée, ainsi que du dérangement potentiel de la faune présente sur le site.

Toutefois la zone d'étude se situe en milieu urbain, présentant peu d'enjeux par rapport au milieu naturel. Le contexte urbain est peu favorable aux espèces animales remarquables et non inféodées au milieu urbain, et il peut être considéré que les déplacements de la faune terrestre ou aquatique sont inexistants au sein de la zone d'étude.

Par ailleurs, le projet n'aura pas d'impact sur les zones d'inventaires ou de protection du patrimoine naturel, celles-ci étant relativement éloignées.

Mesures en faveur de la biodiversité et des continuités écologiques :

Comme détaillé dans le chapitre relatif au paysage, le principe du sol fertile permet la constitution d'un réseau de pleine terre aussi continu que possible, tenant compte des contraintes du sous-sol (parkings, réseaux...).

Le fait de mettre en place une trame végétale continue plutôt que des alignements d'arbres, et de connecter autant que possible tous les pieds d'arbres entre eux, permet de restaurer et de créer des zones d'habitats favorables pour la faune et la flore.

Mesures en faveur de la biodiversité et de la végétalisation :

Le projet intègre une volonté d'amélioration de la biodiversité, en faisant en sorte d'avoir une continuité de la trame verte grâce à des bandes végétales (herbacées ou arbustives) non horticoles.

Comme détaillé dans le chapitre relatif au paysage, une trame de plantation homogène et adaptable aux conditions spécifiques des différents espaces publics est prévue.

La palette végétale qui la composera favorisera la biodiversité. Les principales caractéristiques des arbres choisis sont les suivantes : les arbres doivent être de type haute tige, résistants aux caractéristiques climatiques lyonnaises, mais surtout aux amplifications climatiques générées par l'urbanisme Part-Dieu (effet d'îlot de chaleur, effet Venturi), résistants à la pollution urbaine, adaptés aux sols de revêtement majoritairement minéralisés, adaptés à une nature de sol calcaire, aux sols plutôt secs, être faiblement allergènes.

Sur l'ensemble du quartier, des arbres seront plantés pour compenser ceux qui auront été supprimés et renforcer la trame végétale. Le solde lié au projet sera largement positif, avec plusieurs centaines d'arbres supplémentaires par rapport à l'état initial.

Mesures en faveur de la biodiversité et de la faune :

Au droit des espaces verts et notamment des jardins, il sera intéressant de favoriser les murs de pierre pour soutenir des massifs de fleurs pour permettre l'installation des lézards. Les massifs fleuris créés seront quant à eux favorables à une fréquentation par les insectes pollinisateurs.

L'entretien extensif des espaces verts sera privilégié afin de favoriser le développement d'une végétation spontanée. La fauche tardive pourra permettre aux insectes d'accomplir l'intégralité de leur cycle de développement et de reproduction.

Concernant spécifiquement le Faucon Pèlerin au droit de la tour EDF, le nichoir existant est situé sur une façade non modifiée. Il sera donc conservé.

L'aménagement du projet permettra donc d'augmenter la couverture végétale du quartier, et d'améliorer l'environnement des espèces animales présentes, qui subissent d'ores et déjà les perturbations liées aux activités humaines et aux infrastructures de transport voisines.

Par ailleurs, les enjeux de la biodiversité urbaine sont plus larges et ne se limitent pas à la faune et la flore. L'amélioration du milieu naturel préexistant a également des impacts positifs sur d'autres dimensions de l'environnement, à savoir :

- ✓ **la préservation et l'amélioration de cadre de vie des usagers,**
- ✓ **l'augmentation de l'attractivité du quartier,**
- ✓ **la participation active à la régulation thermique et hygrométrique de l'air urbain,**
- ✓ **l'amélioration de la qualité de l'air grâce à la capacité des végétaux de fixer et dégrader des substances chimiques polluantes,**
- ✓ **…**

Evaluation des incidences sur le réseau Natura 2000 :

Conformément aux articles R414-19 et suivants du Code de l'Environnement, l'objet de cette partie est de préciser les incidences du projet sur les sites Natura 2000 susceptibles d'être impactés par le projet et les éventuelles mesures envisagées.

Le réseau Natura 2000 est un réseau écologique européen cohérent de sites naturels. Son objectif principal est de favoriser le maintien de la biodiversité, tout en tenant compte des exigences économiques, sociales et culturelles, dans une logique de développement durable. Il est composé de Zones de Protection Spéciale (ZPS) et de Zones Spéciales de Conservation (ZSC).

Le site Natura 2 000 le plus proche est le SIC des « Pelouses, milieux alluviaux et aquatiques de l'Île de Miribel-Jonage », au Nord-Est de Lyon, en amont de la ZAC (voir Figure 100).

L'île de Miribel-Jonage, située en zone péri-urbaine, constitue une entité artificielle, délimitée par deux canaux de Miribel et de Jonage. Ces aménagements ont fortement modifié la nature du site, qui était l'un des plus grands bassins de tressage de la vallée du Rhône, avec l'existence de dizaines d'îles instables. Ce site abrite encore de rares milieux témoins de ce qu'était le fleuve naturel avant son aménagement. La directive Habitats n'intéresse que les forêts de bords de rivières et les milieux humides associés au Rhône. Quelques prairies sèches à orchidées sont aussi d'intérêt communautaire.

Sa vulnérabilité est liée au développement de certaines activités humaines (extractions de graviers, aménagement d'espaces de loisirs, construction de grandes infrastructures, agriculture et sylviculture intensives), aux perturbations du système hydraulique (baisse des nappes phréatiques et assèchements des milieux humides, réduction de l'effet régénérateur des crues…), ainsi qu'à la forte fréquentation touristique du site (dérangement de la faune, dégradation de la végétation…).

En aval de Lyon, le site Natura 2000 le plus proche est le SIC « Affluents rive Droite du Rhône », à plus de 35 km.

La ZAC Part-Dieu Ouest n'aura pas d'incidences directes sur les habitats et les espèces végétales et faunistiques par destruction, car la zone d'emprise du projet est très éloignée de ce site Natura 2000.

Le SIC des « Pelouses, milieux alluviaux et aquatiques de l'Île de Miribel-Jonage » est situé à environ 3,7 km en amont du projet, il n'y aura pas d'impacts indirects du projet par les éventuels risques de pollutions des eaux lors des travaux.

Dans le cadre du projet, il n'est pas attendu d'impacts sur le réseau Natura 2000, qu'ils soient directs, indirects, temporaires ou permanents.

3.5.2. CLIMAT ET GAZ A EFFET DE SERRE

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :
Précisions ajoutées sur le bilan des émissions de gaz à effet de serre, suivant les éléments de l'étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables sur la ZAC, réalisée dans le cadre du dossier de création de la ZAC

Impacts potentiels sur les changements climatiques :

En zone urbaine, les émissions de gaz à effet de serre sont en grande majorité d'origine énergétique : bâtiments, transport et déplacements.

Ainsi, les consommations d'énergie liées au projet sont susceptibles d'avoir un impact négatif sur les émissions de gaz à effet de serre et les changements climatiques que cela implique.

Des mesures sont donc prises pour limiter au maximum les impacts du projet.

Bilan des émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation des bâtiments :

Dans le cadre de l'étude de faisabilité en énergie renouvelable sur le potentiel de développement en énergies renouvelables sur la ZAC, des scénarios d'approvisionnement en énergie de la ZAC ont été établis et comparés. Les scénarios sont rappelés en page 171.

La comparaison a porté sur des critères techniques, économiques, mais également environnementaux.

Le contenu carbone moyen du kWh a donc été calculé pour chaque scénario. Les résultats sont présentés en page 38 de l'étude de faisabilité, et rappelés ci-dessous :

	Scénario de référence	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 4bis
Contenu carbone moyen (gO2/kWh)	121,6	100,0	91,7	121,9	131,4	122,2

Tableau 40 : Bilan des émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation des bâtiments

Cela permet de mettre en évidence l'intérêt du recours au réseau de chaleur pour l'alimentation en énergie de la ZAC, car celui-ci est alimenté par une part importante d'énergie renouvelable ou de récupération (usine d'incinération notamment).

Pour les scénarios basés sur du « tout électrique », le contenu carbone de l'énergie est directement lié au fournisseur d'énergie et à ses moyens de productions, qui influent sur la part d'énergie renouvelable dans le mix énergétique.

Les émissions actuelles de la ZAC liées aux consommations d'énergie des bâtiments peuvent être estimées à environ 19 100 tonnes de CO_2 par an.

Suivant les consommations prévisionnelles des bâtiments sur la ZAC, et suivant les scénarios d'approvisionnement en énergie, les émissions futures peuvent être estimées entre 14 800 et 24 200 tonnes de CO_2 par an.

Mesures de réduction de l'empreinte carbone du projet :

Comme indiqué précédemment, la stratégie systémique du projet Part-Dieu se fonde, pour le volet énergétique, sur le principe suivant : **SHON x 2 = NRJ x 1.**

Pour permettre alors une réduction effective des émissions de gaz à effet de serre, puisque l'on raisonne à énergie constante, il faut diminuer « l'empreinte carbone » de cette énergie.

A l'échelle du quartier :

Des dispositifs et systèmes spécifiques participeront à la réduction de « l'empreinte carbone » de l'énergie :

- ✓ Des dispositifs de type Smart Grid associés à des compteurs intelligents permettant de lisser les pics de consommation. Cela permet de réduire les productions d'électricité en pointe, dont le contenu CO_2 est plus élevé qu'en base ou semi-base.
- ✓ Le raccordement au chauffage urbain, de manière à optimiser les consommations par leur massification et à augmenter la part des énergies renouvelables dans ces consommations.

A l'échelle des immeubles et équipements :

Parmi les passages obligés définis par le cahier « Immobilier Durable », les projets devront favoriser le développement des énergies renouvelables pour réduire l'empreinte carbone des consommations d'énergie.

Il est précisé que les énergies renouvelables seront utilisées dans des conditions qui leur sont favorables uniquement. Pour ne pas gâcher le potentiel de ces énergies, celles-ci doivent être mises en œuvre dans des situations où il leur est possible de capter plus de 60% de l'énergie maximale récupérable dans les meilleures conditions.

Une étude de faisabilité a été réalisée pour préciser le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone. Elle est jointe au dossier de création de ZAC.

A l'échelle des transports et des espaces publics :

Par ailleurs, les mesures explicitées plus haut en faveur de la maîtrise des consommations énergétiques au niveau de transports et de l'éclairage publics contribuent à la réduction des impacts du projet sur le climat.

Le développement des itinéraires piétons et vélos favorisera les déplacements doux, diminuant ainsi la part modale de la voiture et les émissions de gaz à effet de serre associées.

Grâce à l'ensemble de ces mesures, les impacts du projet sur le climat ne seront pas significatifs.

3.5.3. CONFORT D'ETE, ENSOLEILLEMENT ET CONFORT AU VENT

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :
Mise à jour des éléments relatifs aux impacts permanents du projet sur l'ensoleillement et le confort au vent, en cohérence avec les études mises à jour en 2016 dans le cadre du projet PEM/Two Lyon

(1) CONFORT D'ETE

Impacts potentiels :

Le confort d'été ressenti est lié à l'usage de l'espace public (espace de circulation, de pause…) mais également aux conditions microclimatiques locales. En milieu urbanisé, les phénomènes d'îlot de chaleur urbain contribuent également à la dégradation du confort d'été pour les usagers.

Dans le cadre du projet, la densification du quartier pourrait produire, au droit de certains espaces publics, des zones moins confortables en termes de confort d'été. La dalle au niveau de la place Charles de Gaulle et du centre commercial est par exemple concernée par une forte exposition au soleil en saison estivale.

Des mesures sont donc nécessaires et présentées ci-après.

Mesures :

Pour limiter les effets d'îlots de chaleur urbains, et favoriser le confort d'été au droit des espaces publics, les mesures suivantes pourront être mises en œuvre :

- ✓ Revêtement de sol clair et façade réfléchissante : par les matériaux utilisés en façades et sur les sols, la chaleur et la lumière peuvent être maîtrisés.
- ✓ Brumisateurs et miroirs d'eau : ce sont deux dispositifs efficaces pour lutter contre les îlots de chaleur urbains. Ils génèrent également des usages par les jeux qu'ils peuvent créer.
- ✓ Plantation : une augmentation significative de la couverture végétale et de la présence de la nature dans le quartier contribuera à l'atténuation des ilots de chaleur.

Le travail mené pour garantir au mieux le confort d'été est directement lié à la réflexion sur la qualité des ambiances urbaines. Par exemple, l'analyse montre que la dalle au niveau de la place Charles de Gaulle sera abritée des vents et nuisances acoustiques, avec cependant une forte exposition au soleil. Une végétation avec un feuillage dense pour favoriser l'ombrage sera privilégiée. Pour le mail Desaix/Bouchut, l'analyse indique que cet espace sera relativement ombragé en été du fait des masques environnants, et constituera une zone particulièrement agréable en été.

Pour favoriser le confort d'été au droit des bâtiments, il est précisé parmi les passages obligés définis par le cahier « Immobilier Durable », que tous les bureaux sont équipés d'un ouvrant d'agrément et que la conception doit rendre possible le confort thermique estival sans climatisation (ceci même si le maître d'ouvrage fait le choix de rafraîchir/ climatiser le bâtiment).

Tous les logements sont obligatoirement en double orientation ou traversants sauf les logements de 2 pièces ou moins. Aucun logement, quelle que soit sa taille, n'est mono orienté au Nord (façade orientée +/- 45° par rapport au Nord). Tous les logements sont équipés pour les baies orientées d'Est en Ouest, en passant par le Sud, d'une protection solaire pouvant être déployée sans empêcher la ventilation naturelle et l'apport de lumière naturelle.

Les mesures mises en œuvre permettront de limiter les impacts du projet sur le phénomène d'îlot de chaleur urbain, et favoriser le confort d'été notamment au niveau des espaces publics.



Figure 181 : Utilisation d'héliostats éclairant le cœur d'ilot public / Tear drop park - New York (source : Plan de référence v2 / Développement Immobilier Durable)

(2) ENSOLEILLEMENT

Impacts potentiels :

L'ensoleillement au sol est un enjeu de confort important pour le quartier Part-Dieu.

Si les questions d'effet d'ilot de chaleur rendent opportuns les effets d'ombrage en été, le confort des usagers, piétons statiques ou en déplacement, cyclistes et autres usagers de circulations douces passe par l'accès à l'ensoleillement direct en mi-saison et en hiver.

Des études ont été réalisées pour caractériser cet accès à l'ensoleillement à partir de maquettes numériques du quartier en situations 2016, 2022 et 2030.

Les résultats sont présentés sur la page suivante.

Il apparait que la densification du quartier impacte l'ensoleillement au sol, les tours de grande hauteur entrainant les ombres les plus allongées et donc l'impact le plus conséquent.

Si l'impact de la tour Two-Lyon est limité, la densité construite du projet envisagé place de Milan à l'échéance 2030 a des impacts significatifs sur le cumul d'ensoleillement et les ombres portées, particulièrement en hiver et en mi-saison.

Cette opération est susceptible d'affecter de manière sensible le tissu existant aux limites extérieures du quartier Part-Dieu : au Nord, Nord-Ouest et Nord-Est du carrefour Vivier-Merle / Lafayette en hiver et en mi-saison, à l'Est des voies ferrées le soir en été.

Mesures :

Le projet Place de Milan sera travaillé très précisément du point de vue de l'ensoleillement, et les impacts identifiés seront pris en compte dans la définition du prochain plan de référence du projet urbain Lyon Part-Dieu.

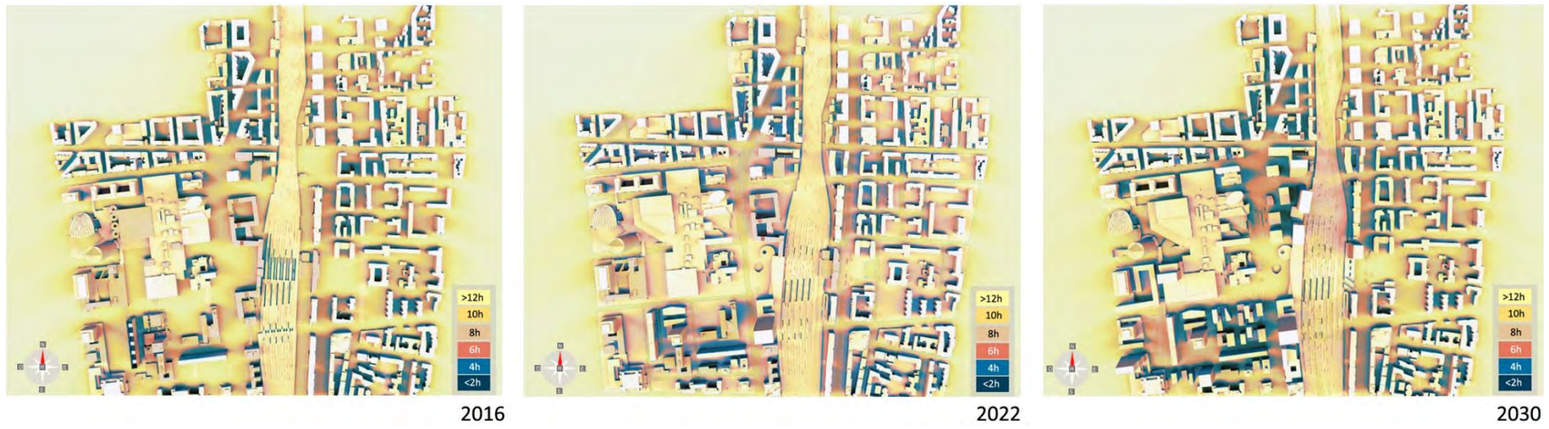
Le principe directeur régissant la question des ambiances urbaines est que chaque nouvelle construction doit, au global, contribuer positivement à la qualité des ambiances urbaines. Il est donc de la responsabilité du Maître d'Ouvrage du projet de faire étudier ce sujet de manière très précise par une ingénierie compétente.

Celle-ci pourra s'appuyer sur les études déjà réalisées et présentées ici mais pour chaque projet majeur, la Mission Part-Dieu encourage la réalisation par le Maître d'Ouvrage d'études complémentaires des ambiances urbaines spécifiques à son projet, par définition plus précises.

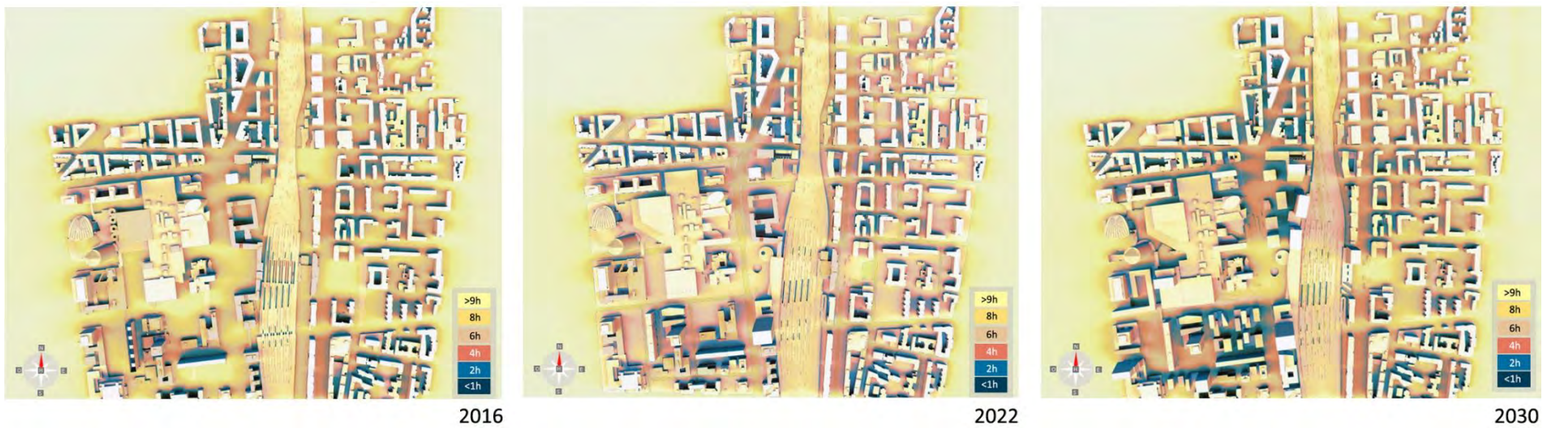
La contribution devant être globalement positive, une solution de compensation devra être proposée par le Maître d'Ouvrage si une qualité d'ambiance particulière est dégradée. Ainsi, des héliostats pourront par exemple être utilisés pour réduire les impacts des projets de tours sur l'ensoleillement.



Saison hivernale
(Novembre – Février, 120 jours)



Saison estivale
(Juin – Septembre, 120 jours)



Mi-saison
(Mars – Mai, 91 jours)

Figure 182 : Comparaison cumul d'ensoleillement (exprimé en heures d'ensoleillement direct) (source : Etude Eléments Ingénierie, mai 2016)

(3) CONFORT AU VENT

Impacts bruts :

Par endroits, la densification du quartier produit des zones moins confortables au droit des espaces publics, et des dispositifs de correction peuvent être nécessaires en termes de confort au vent.

Le périmètre d'intervention du projet Part-Dieu a donc été étudié à l'état initial puis avec projet, afin de juger l'influence des aménagements qui lui sont apportés sur la qualité de son confort au vent. L'analyse à l'échelle de la ZAC n'a pas de sens puisqu'elle ne sera pas représentative de l'état futur du quartier.

Une étude aéraulique des différents espaces exposés (voies, dalles, terrasses, toitures…) a été réalisée par le bureau d'études Optiflow en 2016 (cf. paragraphe 5.2.3 en page 110). Outre l'analyse de la situation existante, cette étude propose également une analyse de la situation future.

Cette analyse prend en compte la configuration 3D projetée du quartier, sans toutefois prendre en compte les éléments tels que la trame végétale qui peuvent constituer des brises-vent.

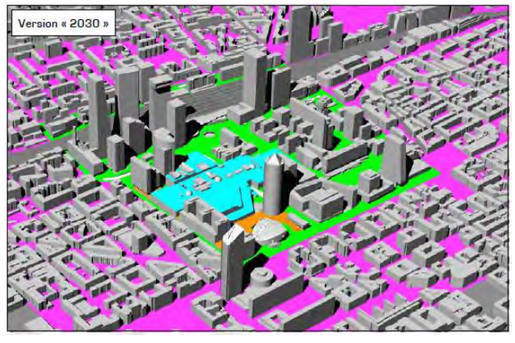
Pour les directions de vent les plus fréquentes auxquelles le quartier est soumis, l'analyse des résultats des simulations d'écoulements de vent permet de quantifier les conditions de confort des différents espaces à l'état initial et avec projet, et de les comparer.

Les plans d'exploitation dans la situation future sont présentés ci-après.

Sont également présentées des cartographies relatives permettant la visualisation rapide des zones où une dégradation ou amélioration du confort peut être attendue selon les simulations aérauliques.



Vue depuis le Nord-Ouest



Vue depuis le Sud-Est

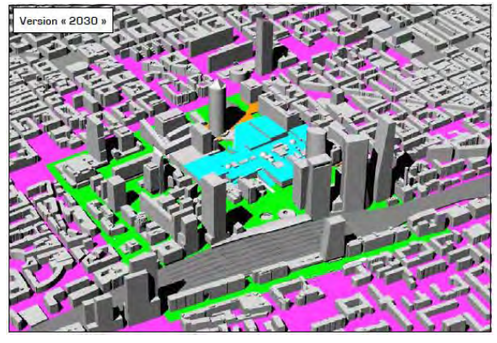
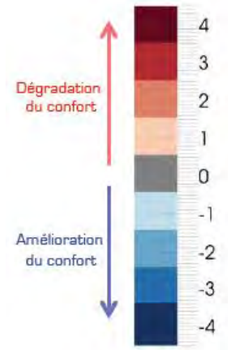
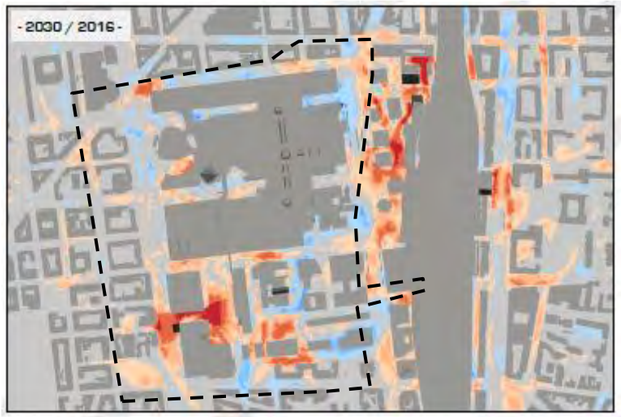
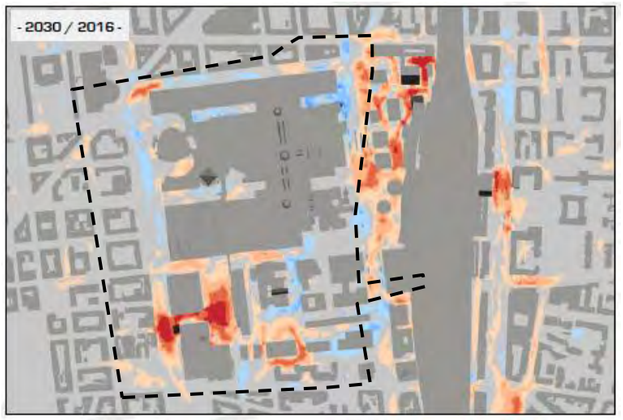


Figure 183 : Plan d'exploitation des résultats de simulation au vent avec situation 2030 (source : étude Optiflow, 2016)



Socle ZAC Part-Dieu



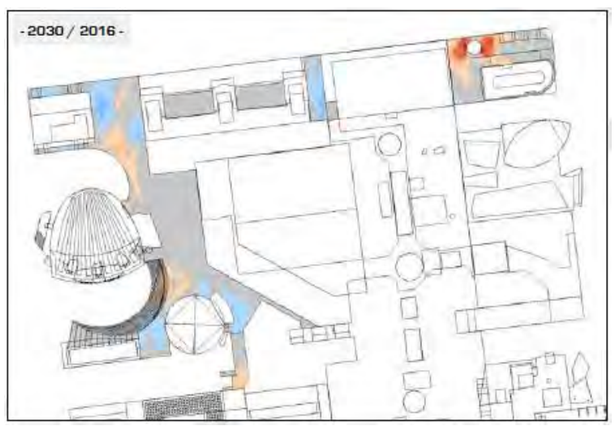




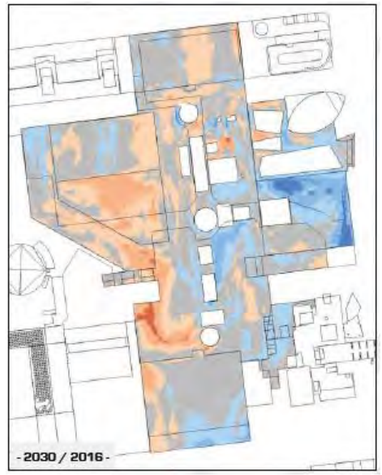
Dalle Urbaine

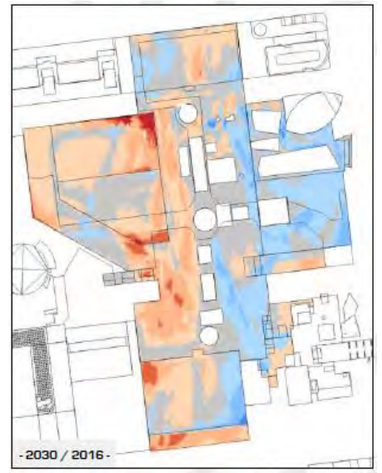






Toitures du centre commercial







Saison hivernale

Mi-saison

Saison estivale

Figure 184 : comparaison du confort au vent entre l'état actuel du site et sa version projet dans les différentes saisons (source : étude Optiflow, 2016)

Au niveau socle :

Les principales zones sur lesquelles l'impact aéraulique des nouveaux ouvrages est positif se situent :

- ✓ au Nord, sur la rue de Bonnel et sur l'Ouest de la partie du Boulevard Vivier-Merle située à hauteur de ce dernier (pied de la tour Oxygène),
- ✓ au Sud, sur une grande partie de la rue des Cuirassiers et des espaces situés au pied de l'opération Sky Avenue (rue Desaix) et la partie du Boulevard Vivier-Merle situé à l'Est de cette dernière.

Les zones les plus notables pour lesquelles la présence des nouveaux projets du quartier entraine une diminution de leur confort au vent sont les suivantes :

- ✓ Les espaces situés aux pieds des différents ouvrages de très grande hauteur projetés au Nord de la gare.
- ✓ Une partie du parvis de l'auditorium.
- ✓ Le parvis Ouest de la gare de la Part-Dieu.
- ✓ La partie de la rue de la Villette située juste au Nord du parvis Est de cette même gare.
- ✓ La partie de la rue du Docteur Bouchut entre la rue Garibaldi et la rue des Cuirassiers.
- ✓ Les zones situées de part et d'autre de la rue construite entre le bâtiment M+M et la tour construite au Sud (Place du Lac et rue Garibaldi).

Toutefois, les seules zones dont le confort au vent s'avère insuffisant en 2030 au regard de leur usage sont les espaces situés aux pieds des nouvelles tours au Nord de la gare, et les parties de la place du Lac et de la rue Garibaldi située à hauteur de la rue située au Sud du bâtiment M+M.

Il est toutefois important de noter que, pour les premiers espaces cités (pieds des tours), le niveau d'inconfort s'atténue fortement pendant les périodes de mi-saison et d'été.

Au niveau de la dalle urbaine :

Les principales répercussions des évolutions urbaines du quartier sur le confort de cet espace sont :

- ✓ la diminution de la zone de fort inconfort des passages situés de part et d'autre du bâtiment « Britannia »,
- ✓ la détérioration du confort au vent de la partie de la Dalle située à l'Est du centre commercial accueillant les Galeries Lafayette,
- ✓ la suppression de la zone d'inconfort située à l'Est de la tour « Crayon » et la limitation de celle apparaissant à l'Ouest de cette dernière.

Il est toutefois important de préciser que la zone d'inconfort située à l'Ouest de la tour « Crayon » impactera en 2030 une partie des gradins modifiés devant l'Auditorium de l'Orchestre National.

Cette zone d'inconfort important (fréquence d'apparition supérieure à 25%), qui concerna à ce jour un simple espace de circulation, se voit diminuer en intensité et en taille en 2030 mais se déplace dans une zone plus sensible (gradins) dans laquelle l'attente de confort est plus importante.

Au niveau des toitures du centre commercial :

Le niveau de confort de ces espaces ne pourra évidemment être jugé qu'en fonction de l'usage qui en sera fait. Dans le cas où il était envisagé de les transformer en espace de terrasses extérieures, il faudrait que la fréquence de dépassement de la vitesse critique de vent soit inférieure à 5%.

En l'état, seules quelques zones pourront faire l'objet de l'implantation de tels espaces pour une utilisation hivernale. L'étendue des zones confortable devient beaucoup plus importante en période de mi-saison et en été, a priori plus propice à l'exploitation de telles zones de détente extérieures.

Les parties les plus ventées, et donc celles qui devront faire l'objet de la mise en place de protections au vent permettant de favoriser leur exploitation, sont les plus hautes: couverture des Galerie Lafayette et nouvelle partie surélevée située derrière le bâtiment « Britannia ».

Dans le cadre du projet, le quartier se densifie de façon sensible avec de nombreux ouvrages disposant d'élévation et d'emprise importantes. Ainsi, la zone entourant la gare voit son confort au vent diminué ainsi que les différents espaces sur dalle.
Cependant, la configuration projetée du quartier induit également des impacts positifs au droit de certaines zones.

Des mesures seront prises pour réduire les impacts au droit des zones dont le confort au vent serait diminué.

Mesures en faveur du confort au vent des espaces publics :

Des protections partielles au vent devront être envisagées, en particulier dans les zones de « Micro-climats », zones présentant des caractéristiques de confort spécifiques dans lesquelles des aménagements pourront être mis en œuvre afin de favoriser certains usages (lieux de pause, terrasses de cafés, micro-jardins ou micro-paysage…). La végétalisation du quartier pourra jouer un rôle de brise-vent et contribuer à améliorer le confort des espaces publics.

Concernant les constructions, l'aménagement des espaces extérieurs devra prévoir la réduction des effets aérauliques importants (lorsqu'ils sont présents) au moyen de brise vent. Ils seront opaques ou poreux en fonction de l'efficacité désirée : contourner ou freiner le vent. Les concepteurs sont invités à se reporter aux cartes de vents, pour appréhender où l'intervention est particulièrement nécessaire.

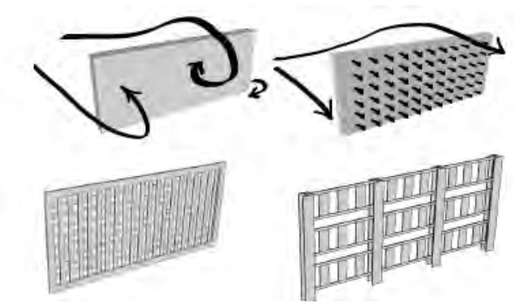


Figure 185 : Illustration de différentes solutions permettant de contourner ou freiner le vent (source : PRD V2 – Immobilier Durable)

Mesures en faveur du confort au vent pour les bâtiments :

Pour les bureaux, hôtels et commerces, les projets doivent justifier de zones de confort accessibles : espaces extérieurs bien ensoleillés en hiver, des balcons protégés des vents dominants. Ces zones de confort permettent un accès conséquent à la lumière naturelle, à l'ensoleillement direct et à l'air extérieur.

Les circulations verticales sont des espaces de vie potentiels: elles doivent être pensées pour faciliter les échanges entre les niveaux. Le positionnement, l'éclairage naturel et la signalétique de certains des escaliers doivent inciter à délaisser les ascenseurs pour les déplacements verticaux d'un ou quelques étages.

Enfin, tous les logements de 2 pièces et plus, bénéficient d'un espace privatif extérieur, si possible bien ensoleillé en hiver et protégé des vents dominants.

3.5.4. TOPOGRAPHIE, GEOLOGIE ET GEOTECHNIQUE

Impacts potentiels :

La ZAC Part-Dieu Ouest est située au droit de terrains relativement plats. Cette topographie est donc favorable aux opérations de construction puisqu'elle n'engendre pas de lourdes opérations de décaissement et nivellement du terrain. De manière générale, le projet n'affectera pas les propriétés des sols. La création de bâtiments mixtes logements/ commerces et d'équipements en elle-même n'est pas source potentielle de pollution des sols.

Mesures :

En préalable à chaque opération, une étude géotechnique sera réalisée pour définir les détails techniques du projet. Cette étude sera également importante pour détecter d'éventuelles traces de pollution sur le périmètre de la ZAC. En effet, le futur usage sensible de certaines zones (logements, espaces verts) nécessite l'éradication de toute pollution du sol. S'il s'avère qu'une source est présente, le remplacement de la terre par de la terre végétale saine ou la purge du sol peuvent y remédier.

3.5.5. HYDROGEOLOGIE ET HYDROLOGIE

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :

Précision ajoutée sur le bilan des superficies imperméabilisées

Mise à jour des impacts permanents suivant l'étude d'impact hydrogéologique des aménagements PEM/Two Lyon et ZAC Part-Dieu Ouest, réalisée en 2016

Impacts généraux potentiels :

L'aménagement de la ZAC pourrait générer deux types d'effets sur les eaux souterraines et superficielles :

- ✓ des impacts sur les conditions d'écoulement des eaux ;
- ✓ des impacts sur la qualité des eaux.

Impacts quantitatifs :

Surfaces imperméabilisées :

Un projet d'urbanisation impliquant une imperméabilisation accrue peut avoir une incidence sur la surface d'alimentation de la nappe souterraine, et sur l'écoulement des eaux souterraines et superficielles.

Sur le périmètre de la ZAC, la surface perméable est d'environ 3,1 ha soit 8% de la surface totale de la ZAC. Ce calcul prend en compte la nature imperméables des revêtements de sol existants (dalles, pavés, asphalte, enrobé, etc.). Les surfaces considérées comme perméables sont donc la plupart du temps des pelouses, de la terre, du stabilisé et des graviers ne recouvrant pas des surfaces de sous-sols.

Concernant les surfaces perméables dans le projet à terme, une estimation haute et une estimation basse ont été réalisées. Il faut rappeler qu'il s'agit d'estimation, car il n'est pas possible à ce jour de connaître les impacts précis sur la perméabilité du sol des projets tant d'espaces publics (nature et surfaces des fosses d'arbres, surfaces et degrés de porosité des revêtements de sol par exemple) que privés.

A terme, le projet entrainerait une imperméabilisation supplémentaire de 0,45 à 0,8 ha au maximum. Les surfaces perméables représenteraient donc entre 2,2 ha et 2,6 ha, soit entre 5,8 % et 6,9 % de la surface totale de la ZAC.

Le projet permet ainsi de préserver entre 73 et 85 % de la surface perméable sur la ZAC (surface pleine terre, c'est-à-dire hors fosses d'arbres sur dalle et espaces souterrains construits).

Rabattement / rehaussement de la nappe :

Le sous-sol du quartier de la Part Dieu et de ses environs est actuellement occupé par de nombreuses infrastructures souterraines (parkings, métros, stations, trémie…) auxquelles vont venir s'ajouter de nouvelles constructions au gré de l'avancement du projet. Dans ce contexte, l'écoulement naturel de la nappe des alluvions du Rhône qui occupent le sous-sol de cette partie de l'agglomération Lyonnaise, se trouve et se trouvera sensiblement perturbée. D'autant que de nombreux forages, pour l'essentiel à usage géothermique, exploitent également la nappe et en modifient localement les conditions d'écoulement.

Dès lors qu'ils atteignent la nappe, les ouvrages enterrés, par nature étanches, constituent une barrière à l'écoulement souterrain qui se rétablit naturellement par contournement de l'obstacle mais en s'accompagnant d'un basculement piézométrique : remontée du niveau à l'amont, baisse à l'aval.

Une étude d'impact hydrogéologique du projet a donc été réalisée en 2016 (mise à jour de l'étude réalisée en 2012). Elle est disponible en annexe.

La modélisation hydrogéologique prend en compte les aménagements souterrains existants, aménagements souterrains projetés sur la ZAC, ainsi que les aménagements projetés dans le cadre du projet urbain Lyon Part-Dieu.

Seuls les sous-sols de 3 niveaux ou plus sont intégrés dans le modèle. Il s'agit d'une hypothèse qui revient à considérer que les sous-sols de 2 niveaux (soit environ 5 m de profondeur par rapport au terrain naturel, environ le niveau de la nappe) ne perturbent pas les écoulements souterrains.

L'impact du projet pris dans sa globalité est présenté sous forme d'écarts entre piézométrie finale et initiale en situation de moyennes eaux. Les valeurs positives et négatives matérialisent respectivement les zones de remontée et de baisse du niveau de la nappe.

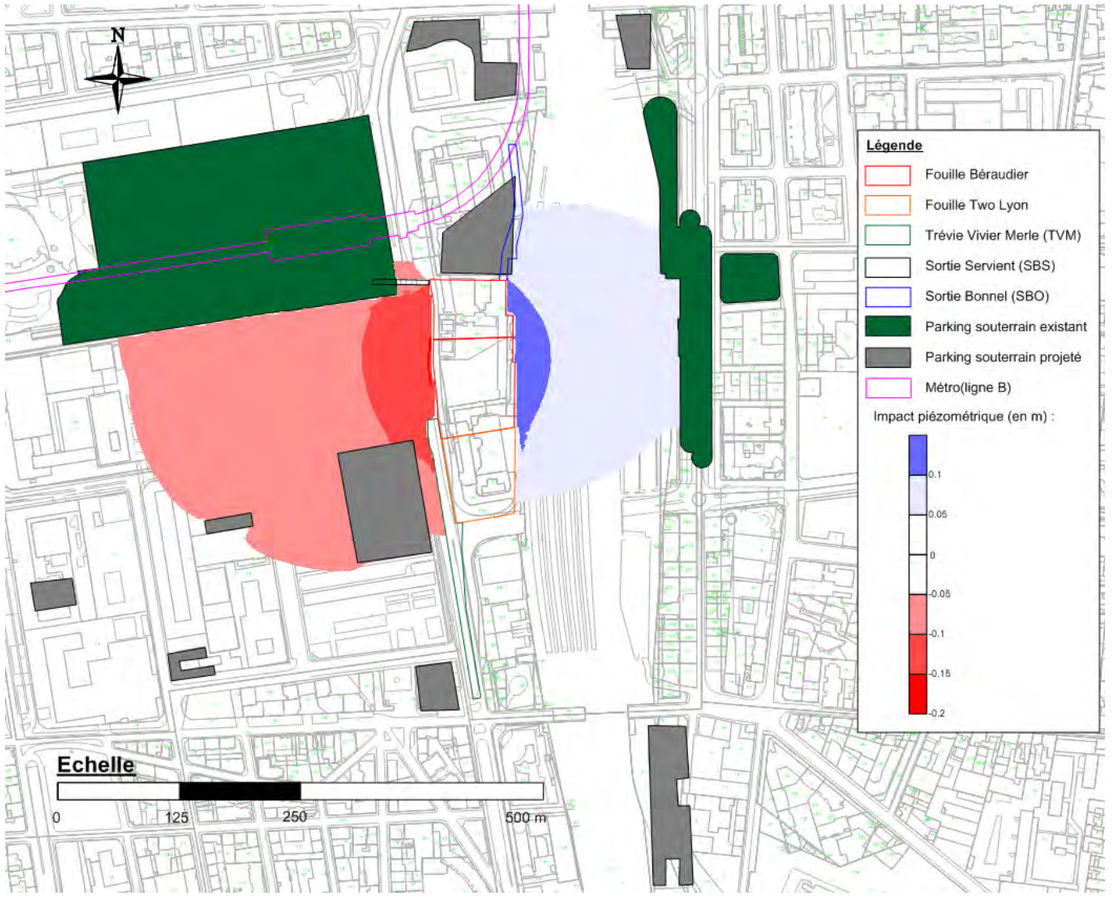


Figure 186 : Impact permanent du projet

(Source : Modélisation hydrogéologique du projet, juin 2016)

La simulation indique un rabattement maximal de 15 cm et une remontée maximale de 13 cm.

Les rabattements supérieurs à 10 cm ne se propagent pas à plus de 75 m à l'Ouest de la fouille réalisée pour le parking Béraudier.

Le battement moyen de la nappe à l'état initial est de 40 cm, les variations piézométriques induites par le projet sont inférieurs au battement actuel de la nappe alluviale.

Ces résultats montrent que l'impact du projet sur la nappe alluviale reste très limité aussi bien en amplitude qu'en portée.

En effet, une remontée maximale du niveau de 15 cm ne peut être de nature à générer des nuisances ou des désordres significatifs sur les avoisinants (risque d'inondation de caves ou de sous-sols, de déstabilisation de bâti…) ni à affecter le bon fonctionnement des dispositifs de pompage/rejet voisins.

Par conséquent, il est possible de conclure que dans sa définition actuelle le projet aura un impact négligeable sur les eaux souterraines.

Par ailleurs, dans le cadre du projet, les sources de pollutions des eaux souterraines sont liées aux véhicules circulant sur la ZAC.

La vocation du projet d'aménagement n'est pas de nature à générer des risques de pollution des eaux souterraines. Seuls des actes non respectueux de l'environnement ou accidentels pourraient être à l'origine d'une pollution. De plus, aucun point de captage d'eau potable ni cours d'eau n'est présent sur le site ou à proximité.

Aucun impact sensible n'est donc attendu sur la qualité des eaux souterraines et superficielles.

<u>Effets sur les systèmes de collecte des eaux de ruissellement existants :</u>

Dans le cadre du projet, les systèmes de collecte des eaux de ruissellement pluviales devront être adaptés en réponse à la nouvelle organisation de l'espace.

Impacts qualitatifs :

<u>Impact direct, pollution accidentelle :</u>

Aucun point de captage d'eau potable ni cours d'eau n'est présent sur le site ou à proximité.

Les sources de pollutions des eaux souterraines sont liées aux véhicules circulant sur les voiries, y compris les Transports de Matières Dangereuses (TMD).

La vocation du projet d'aménagement n'est pas de nature à générer des risques de pollution des eaux souterraines. Au contraire, il participera à la diminution de l'utilisation de la voiture dans le quartier, au profit des transports en commun, des deux-roues ou de la marche. Néanmoins, un risque de pollution accidentelle est à prendre en compte, en cas d'accident de véhicules impliquant la fuite de carburant ou d'huile ou un déversement lié aux TMD qui pourraient atteindre la nappe par infiltration.

Seul le risque de pollution accidentelle confère au projet un impact sur la qualité des eaux souterraines et superficielles : cet impact est faible, du fait de l'imperméabilisation de ce secteur urbanisé et de la réduction à venir du nombre de voitures circulant dans le secteur.

<u>Impact indirect, lixiviation de polluants contenus dans les sols :</u>

L'infiltration des eaux pluviales collectés sera effectuée dans des secteurs ayant fait l'objet de diagnostics pollution en phase études et en phase travaux. Ces diagnostics permettront de garantir l'absence de sols pollués au niveau des différents aménagements et donc de garantir l'absence d'entrainement de particules polluées vers la nappe d'eau souterraine.

De plus, les projets tels qu'ils ont été modélisés induisent des variations piézométriques de l'ordre de grandeur des variations piézométriques actuellement observées. Ils n'auront donc pas d'impact sur la qualité des nappes alluviales et de la molasse.

Le risque de pollution indirecte de la nappe par infiltration dans des sols pollués est nul.

Mesures permettant de limiter les impacts sur la piézométrie locale :

Des dispositifs passifs seront mis en œuvre pour le maintien à sec des infrastructures enterrées, c'est-à-dire sans radier drainant. Etant donné la profondeur des infrastructures enterrées, limitée à 4 niveaux de sous-sols au maximum, cette préconisation est cohérente avec les règles de l'art en géotechnique.

Mesures favorisant la perméabilité des sols et la moindre sollicitation des réseaux :

Le projet prévoit une grande perméabilité des sols, à travers le principe de sol fertile notamment. Outre le fait de réduire les effets d'îlot de chaleur et de favoriser la biodiversité, cela permet de réguler le ruissellement des eaux pluviales et les rejets dans les réseaux. Cela permet également le maintien de l'alimentation en eau de la nappe.

Mesures favorisant la préservation de la ressource en eau :

La problématique des prélèvements de nappe nécessite des études plus poussées (sondages particuliers au droit de chaque ouvrage envisagé et études de conception de niveau projet) pour évaluer finement l'impact du projet sur l'environnement et les mesures nécessaires pour éviter, réduire, voire compenser ces impacts. La problématique sera traitée au cas par cas pour chaque opération d'aménagement.

Les réseaux d'assainissement à l'échelle du Grand Lyon disposent de capacités de développement limitées. Pour le projet, cette situation implique d'organiser un développement urbain qui mobilise de manière optimale les réseaux existants, sans générer de nouveaux rejets, voire autant que possible en minimisant les rejets actuels.

Cela passe par plusieurs mesures :

- ✓ Limiter les consommations d'eaux à l'échelle des constructions neuves et des réhabilitations, par la mise en place de matériels performants. Cela passe également par une vraie politique d'information et de sensibilisation.
- ✓ Récupérer et réutiliser les eaux pluviales non polluées (eaux de toitures, eaux de ruissellement hors voiries) pour l'arrosage des espaces verts, le nettoyage des voiries voir un recyclage pour une réutilisation dans les bâtiments.
- ✓ Réguler le débit des rejets d'eaux pluviales dans les réseaux par leur stockage sur les parcelles privées (stockage en toiture terrasse, infiltration lorsque cela est possible, bassins ou cuves de rétention...) et sur l'espace public (espaces verts, bassins d'orage, stockage pour réutilisation...).
- ✓ Recycler les eaux grises et les réutiliser pour l'arrosage des espaces verts, le nettoyage des voiries.
- ✓ Utiliser le potentiel des eaux d'exhaure des infrastructures et parkings souterrains (pompages des remontées de la nappe phréatique) pour un usage thermique et climatique (récupération de chaleur, brumisation d'espaces publics en été, arrosage des espaces verts...).

Même s'il est possible de considérer que les habitants sont de plus en plus au fait des problématiques environnementales, leur regard sur les problématiques de l'eau doit être en permanence amélioré. Ainsi le maître d'ouvrage portera une attention particulière quant à la sensibilisation des populations de la ZAC sur les enjeux des économies d'eau.

Par ailleurs, la mise en place de techniques adaptées permettra de rationaliser de 25% l'arrosage des espaces publics (automatisation, détection des fuites, substrats hydrorétenteurs, essences adaptées…).

Mesures en faveur de la qualité des eaux superficielles et souterraines et assainissement :

Les eaux de voirie et des éventuels stationnements de surface seront traitées avant rejet au réseau d'assainissement ou au milieu naturel.

Pour la Part-Dieu, le système du « tout tuyau », consistant à collecter systématiquement les eaux pluviales pour les évacuer à l'aval, risque d'atteindre ses limites. Devant une possible saturation des réseaux d'assainissement, des solutions doivent être préconisées en complément des réseaux.

Les infiltrations dans les fosses d'arbres et les structures alvéolaires, remplissant la même fonction que des noues, permettront à la fois le traitement, la rétention et l'infiltration des eaux pluviales issues des surfaces imperméables polluées (voiries, parking, etc.). Ces systèmes de gestion alternatives des eaux pluviales s'intégreront dans le plan paysager du quartier et permettront de rendre lisible le chemin de l'eau.

Egalement, la mise en place de toitures végétalisées sur les constructions neuves seront particulièrement étudiées dans la conception des différents projets. Elles permettront un premier écrêtement et la filtration des eaux de pluies en réduisant les débits aux exutoires et participant à l'abattement des éléments polluants (tout en offrant à la vue un paysage plus naturel et plus verdoyant, en participant à l'équilibre thermique des bâtiments et à l'isolation acoustique).

Il faut également rappeler les dispositions réglementaires en vigueur qui n'interdisent pas le pompage des eaux souterraines mais qui imposent, en cas de pollution avérée, la réalisation de contrôles de qualité avant rejet, voire la mise en place d'unités de traitements.

Du fait de l'ensemble des mesures prévues, les impacts permanents du projet sur les eaux superficielles et souterraines seront faibles.

Suivi :

Dans le cadre du projet PEM/Two Lyon, des piézomètres seront mis en place pour suivre l'impact des travaux sur la nappe. Ils seront localisés à proximité de la place Béraudier et à proximité des puits de réinjection des eaux pompées ; ils seront de ce fait répartis sur le périmètre de la ZAC. Ces piézomètres seront donc préservés après les travaux, permettant des mesures de suivi du niveau de la nappe.

Dans le cadre du projet de ZAC, un suivi piézométrique annuel sera réalisé jusqu'à 1 an après la fin de l'aménagement.

3.5.6. RISQUES NATURELS

Impacts potentiels :

La zone d'étude est concernée par les risques naturels d'inondation par remontée de nappe. Elle est aussi potentiellement concernée par le risque de mouvement de terrain, de retrait-gonflement des argiles et le risque sismique, bien que le secteur ne présente pas de donnée historique sur ces sujets.

Le projet n'aura pas d'impact sur ces risques.

Le projet, du fait de l'imperméabilisation des sols, pourrait potentiellement augmenter les risques d'inondation par ruissellement.

Mesures pour la stabilité des sols :

En préalable à chaque opération, une étude géotechnique permettra de déterminer l'impact du projet au regard de la stabilité des sols et des risques de mouvements de terrain.

Mesures pour limiter les risques d'inondation / assainissement :

Les réseaux d'assainissement à l'échelle du Grand Lyon disposent de capacités de développement limitées. Pour le projet, cette situation implique d'organiser un développement urbain qui mobilise de manière optimale les réseaux existants, sans générer de nouveaux rejets, voire autant que possible en minimisant les rejets actuels.

Notamment, il est prévu de réguler le débit des rejets d'eaux pluviales dans les réseaux par leur stockage sur les parcelles privées (stockage en toiture terrasse, infiltration lorsque cela est possible, bassins ou cuves de rétention...) et sur l'espace public (espaces verts, bassins d'orage, stockage pour réutilisation...). Les orientations retenues sont donc une infiltration, et un rejet aussi limité que possible au réseau d'assainissement en cas d'impossibilité d'infiltration, dans le respect des préconisations du PLU.

De plus, afin de pallier les éventuels risques d'inondation, le projet prévoit une grande perméabilité des sols, à travers le principe de sol fertile notamment, afin de réguler le ruissellement des eaux pluviales et les rejets dans les réseaux.

4. IMPACTS TEMPORAIRES DU PROJET EN PHASE CHANTIER ET MESURES ASSOCIEES

Les impacts temporaires sont occasionnés par la réalisation du chantier.

On peut rappeler que les impacts liés au chantier concernent pour la plupart un cadre temporel déterminé : durées journalières fixes, jours ouvrés uniquement. Les mesures s'appliquent en phase chantier et s'arrêtent avec la fin des travaux.

Dans cette analyse des impacts, les effets cumulés après les projets connus sont pris en compte, dont les projets de la voie L et du C3, auxquels s'appliquent les mesures générales de déroulement du chantier décrites ci-dessous.

4.1. DEROULEMENT DU CHANTIER

Une organisation spécifique de coordination des chantiers a été mise en place dès 2011 par le Grand Lyon, avec un poste dédié à temps plein, afin de gérer de manière anticipée et coordonnée les multiples chantiers des opérations issues du projet Lyon Part-Dieu.

L'objectif de cette mission est de faciliter la mise en œuvre des travaux publics et privés tout en conservant au maximum les usages et l'attractivité existants.

Les paragraphes suivants permettent de détailler les mesures relatives à l'organisation et au déroulement des chantiers.

4.1.1. DEMARCHE DE COORDINATION DES CHANTIERS

La logique adoptée collectivement est que, pour garantir leur réussite, les chantiers publics et privés doivent pouvoir être mis en œuvre en limitant l'atteinte au fonctionnement et aux usages actuels du quartier ; cela nécessite une coordination globale et des mesures de circulation et d'accompagnement spécifiques.

Le contexte du site et la densité des opérations à réaliser parallèlement ont conduit à renforcer la coordination déjà mise en place depuis 2011 et à manager un dispositif de chantiers, spécifique à la Part-Dieu pour avoir une vision globale des phasages à l'échelle de tout le périmètre, gérer les impacts cumulés des chantiers sur le domaine public, en préservant les fonctionnalités urbaines et les usagers (maintien de l'activité du quartier, garantie de fonctionnement et d'accès à la gare et des pôles bus, accessibilité piétons,…), évaluer les capacités des voiries publiques à absorber les flux de tous les chantiers, définir des actions compensatrices et proposer des arbitrages le cas échéant.

La genèse d'une coordination complexe :

Partant du constat que la mutation du quartier va générer une intensité et une concentration d'usages qu'il convient d'anticiper, de coordonner et de gérer, un dialogue permanent a été mis en place avec les acteurs de la métropole ainsi que les porteurs de projet.

La démarche de coordination se base sur :

- ✓ Un benchmark ciblé et instructif, relatif à d'autres projets de grande envergure réalisés en cœur de ville (Les Halles à Paris 1er, opération MacDonald à Paris 19ème, Londres, etc.),
- ✓ Une co-production des solutions avec les acteurs locaux : rencontres des promoteurs, constructeurs, logisticiens, gestionnaires…
- ✓ Une veille de 4 ans sur les chantiers du quartier pour tester et adapter les modes de coordination : secteur Mouton Duvernet, Tour Incity et rue Garibaldi par exemple.

La coordination des chantiers :

La gestion des chantiers recouvre 7 missions en relation avec les acteurs concernés :

- ✓ le phasage général et coordonné des opérations tant en études qu'en exécution ;
- ✓ les prescriptions d'organisation qui s'imposeront aux différents chantiers sur le périmètre du projet Lyon Part-Dieu ;
- ✓ l'animation de la coordination générale de la sécurité et de la protection de la santé ;
- ✓ la mise en place et le pilotage d'un futur équipement pour la gestion des flux de chantiers (détails dans le chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) ;
- ✓ des actions en vue d'un accompagnement au changement (quartier en mutation sur une longue période : aménagements spécifiques, animation des chantiers,…) ;
- ✓ la synthèse technique pour la gestion des interfaces en études et en travaux ;
- ✓ la coordination des travaux de réseaux.

Des réunions régulières, animées avec une Assistance à Maîtrise d'ouvrage (AMO) dédiée, ont lieu en présence :

- ✓ des services gestionnaires du domaine public (la Voirie, le service Occupation Temporaire de l'Espace Public, le Service Urbanisme Appliqué),
- ✓ la Police Municipale,
- ✓ les opérateurs privés ou publics, les Maîtres d'ouvrages concernés, avec leur Assistant à Maîtrise d'ouvrage, leurs bureaux d'étude et entreprises.

Dès le stade des études préalables, les porteurs de projet sont mobilisés pour travailler dans ce cadre de façon à anticiper la gestion des chantiers et intégrer les contraintes imposées concernant le maintien des fonctionnalités du quartier.

Le programme de restitution des flux et fonctions a été défini et fait l'objet d'une veille permanente.

Les fonctionnalités prises en compte dans la démarche de coordination des chantiers sont : la circulation, les piétons, les secours, les taxis, l'exploitation de la gare, les transports en commun, les stationnement/livraisons/collecte des déchets/transports de fonds, et les vélos.

Le cadre de la démarche et les échelles de coordination des chantiers :

La SPL Lyon Part-Pieu a mené, en lien avec son concédant, la Métropole de Lyon, une réflexion sur l'organisation des chantiers à venir dans le cadre du projet Lyon Part-Dieu, qui s'applique à toute opération prévue dans le périmètre de projet.

La coordination vise un objectif double : permettre la faisabilité des opérations dans les meilleures conditions, et conserver le dynamisme du quartier.

Les enjeux principaux de cette démarche sont la coordination des flux et emprises chantiers, ainsi que l'approbation de la démarche par les différents acteurs de chacune des opérations.

4.1.2. ORGANISATION ET COORDINATION DES CHANTIERS A LA PART-DIEU

Le dispositif spécifique au projet Lyon Part-Dieu :

Dans le cadre du projet Lyon Part-Dieu, la Métropole a prévu :

- ✓ **d'imposer à tous les Maîtres d'ouvrage, privés et publics un règlement inter-chantiers Lyon Part-Dieu**, à travers la signature d'une charte d'engagement. Suite à la signature de la charte, les maîtres d'ouvrages appliqueront et feront appliquer en chaîne à tous leurs représentants, entreprises et sous-traitants ce Règlement qui contient l'ensemble des règles de gestion d'un chantier à la Part-Dieu :
  - o la procédure d'anticipation des autorisations administratives (au-delà des délais réglementaires, anticipation des plans d'installation de chantier),
  - o l'obligation de participation aux instances de coordination,
  - o la remontée de tous les besoins liés au chantier,
  - o les moyens de contrôle et de respect des règles,
  - o l'obligation de moyens et de résultats dans la gestion de la logistique du chantier (gestion des stocks, solutions innovantes pour les flux de personnel, solutions pour supprimer les véhicules-ateliers…)
- ✓ **une anticipation et une organisation spécifique de la circulation tous modes en phase chantiers.** Une étude en cours permet de mesurer les impacts des chantiers de la Part-Dieu sur la circulation et de proposer les mesures appropriées en vue de dévoyer les circulations, sur les voiries à l'échelle de la rive gauche (intra-périphérique) et également à l'échelle locale, mais également encourager au report modal.

  La priorité est le maintien des modes doux (piétons, 2 roues) et des Transports en Commun Urbains autour du site du chantier, et le maintien d'une desserte VL suffisante.
- ✓ **la création d'un Poste de Commande Central (PCC)**

  Afin d'absorber les flux supplémentaires liés aux chantiers, il est prévu de mettre en place un outil logistique transversal pour la gestion des flux de chantiers destiné à anticiper les besoins d'accès, définir des itinéraires d'accès

chantier par chantier et donner des autorisations d'accès par sillon-horaire et par chantier. Cet outil aura deux bénéfices majeurs :

- favoriser les livraisons « just in time » et ainsi limiter les emprises chantier consommatrices d'espace ;
- diminuer le nombre de véhicules de livraison de chantiers, par la recherche d'optimisation et l'obligation de livrer avec des véhicules dont la charge avoisine les 100%.

Le flux correspondant d'engins de chantier est en cours d'estimation avec les opérateurs. Le dispositif de PCC permettra d'en optimiser le nombre.

Charte Chantiers Part-Dieu :

La charte Chantiers Part-Dieu est un document à signer par les maîtres d'ouvrages pour formaliser leurs engagements dans cette démarche d'organisation et coordination des chantiers. La charte s'appuie sur les principes suivants :

- ✓ l'optimisation des approvisionnements et des emprises de chantier, afin d'assurer l'accès et une emprise adaptée à chaque chantier et à son environnement,
- ✓ la nécessité du maintien des fonctionnalités du quartier, et donc la limitation des impacts sur le domaine public et s es usages,
- ✓ une logistique des chantiers anticipée et maîtrisée,
- ✓ des règles communes,
- ✓ la gestion des urgences et de crise,
- ✓ la performance en matière de développement durable.

Les MOA s'engagent ainsi à :

- ✓ Mutualiser les moyens et fonctions logistiques de mise en œuvre avec d'autres opérations emprises de chantiers, bases-vie, approvisionnement…),
- ✓ Inscrire son opération dans un dispositif globalisé de gestion des flux et de parcours d'approvisionnement des chantiers,
- ✓ Participer aux démarches de suivi, de coordination et d'information des chantiers mises en place par la SPL Lyon Part-Dieu,
- ✓ Respecter la charte communication du projet, notamment la charte de communication chantiers (y compris dispositifs de protection de chantiers),
- ✓ Respecter et faire respecter la charte et le règlement inter-chantiers ; pour ce faire, se doter des moyens nécessaire s à son application en chaîne à l'ensemble de ses entreprises et sous-traitants,
- ✓ Annexer le règlement inter-chantiers, ainsi que les textes de la réglementation du domaine public à ses consultations et documents contractuels, en amont des phases de maîtrise d'œuvre et de trav aux.

Règlement inter-chantier :

Le règlement inter-chantier mis en place permet de prendre en compte les problématiques d'emprises et de logistiques (circulations, livraisons, zones de stocks temporaires…). Il s'applique aux opérations sous Maîtrise d'ouvrage de la Métropole de Lyon et à toutes les opérations privées ou publiques du périmètre de la Société Publique Locale (SPL) Lyon Part-Dieu.

Dans le cadre du règlement inter-chantiers, **la mise en valeur des bonnes pratiques** est une question centrale.

En effet, au-delà des bénéfices environnementaux directs de ce dispositif (limitation des flux, volet type « chantier propre », etc.), ces bonnes pratiques sont diffusées à travers :

- ✓ la promotion des objectifs « chantier » dans les labellisations et certifications existantes ;
- ✓ la promotion des bonnes pratiques à travers la vitrine offerte par le projet Lyon Part-Dieu : diffusion dans les publications, le site Internet, affichage dans la communication de chantier…

Note d'organisation du chantier :

Pour chaque chantier, il est demandé une note d'organisation et une série de plans (exemple : plan de raccordements réseaux). La définition d'une stratégie de lutte contre les nuisances éventuelles est également demandée.

Pour chaque opération, il sera mis en place des barrières de chantier avec portails d'accès et des « hommes trafic », gérant les flux entrants et sortants des camions de livraison sur le chantier pour éviter tout accident. Un gardiennage sera également mis en place.

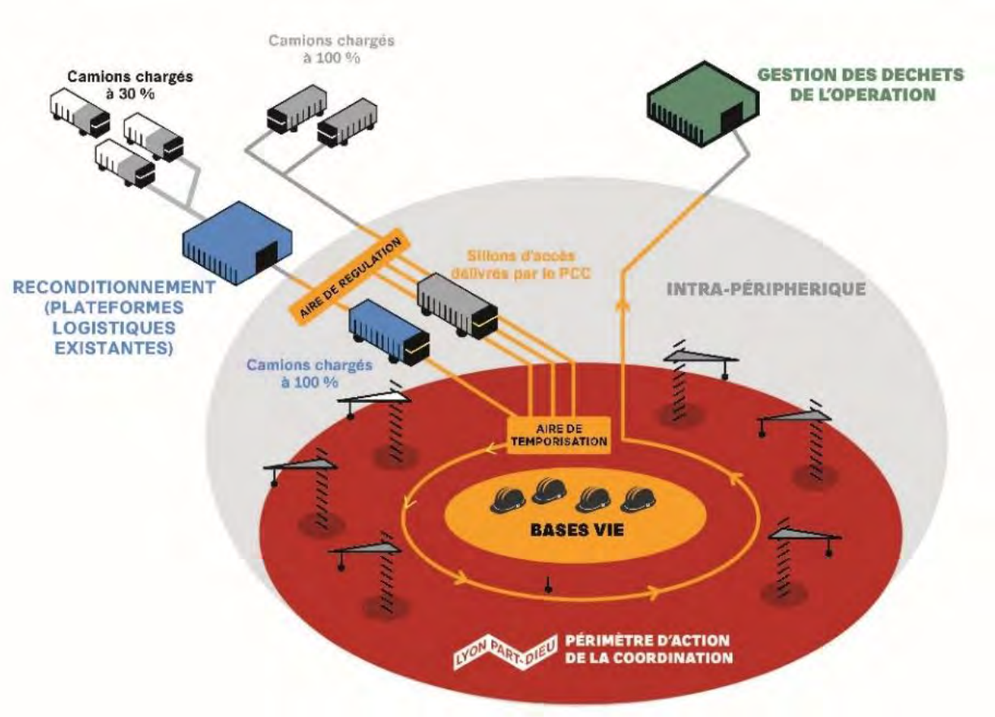
Bases vie mutualisées :

En fonction des contraintes d'emprises et des co-activités des chantiers, il peut également être nécessaire de mettre en place des bases vies mutualisées par des co-maîtres d'ouvrage. Dans ce cas, des règles de vie commune seront mises en place sur ces sites en lien avec les exigences des coordinateurs SPS (sécurité et protection de la santé).

Gestion des flux liés aux chantiers :

Dès 2017, tout flux chantiers (matériels, matériaux, personnels, déchets) sera coordonné et les plus volumineux devront être autorisés par un Poste de Commande Central (PCC).

Une organisation de ce type est envisagée, afin de réguler et optimiser les flux de camions.



Une telle organisation permet de centraliser et de rationaliser les demandes logistiques, de prévoir les créneaux de livraison selon un planning défini, et d'assurer le guidage des livraisons suivant les itinéraires prévus.

Les zones de stockage seraient positionnées à proximité des axes principaux qui constituent des portes d'entrée obligatoires pour les véhicules à destination du périmètre Part-Dieu. Pour éviter la congestion dans l'agglomération elles seront prévues de préférence à l'extérieur du périphérique Laurent Bonnevay.

Un balisage « Part-Dieu » sera mis en place pour rendre lisibles les itinéraires d'accès aux zones de chantiers.

Une réflexion sur les horaires de livraison est à mener d'ici fin 2016. Dans tous les cas, ils seront déterminés de façon à maintenir une densité de circulation raisonnable sur le quartier ; les livraisons pourraient être interdites en heures de pointe.

Comité de riverains :

Des réunions et échanges réguliers avec les riverains permettront d'assurer leur information et ont pour objet de répondre à l'article L4531-3 du Code du Travail, qui prévoit que « Lorsque, sur un même site, plusieurs opérations de bâtiment ou de génie civil doivent être conduites dans le même temps par plusieurs maîtres d'ouvrage, ceux-ci se concertent afin de prévenir les risques résultant de l'interférence de ces interventions. »

Quelques exemples de chantiers sur le périmètre du projet Lyon Part-Dieu :

Plusieurs chantiers prenant en compte ce dispositif global ont d'ores et déjà vu le jour. Quelques exemples concrets des types d'actions :

- ✓ Mise en place d'un outil logistique des flux d'approvisionnement du chantier dans le cadre de l'opération Terralta (avenue Vivier Merle) : site contraint avec zones de stockage très limitées, pas de zone de stationnement, une seule zone de déchargement ; ce chantier a travaillé tout en maintenant intégralement les flux piétons ;
- ✓ Décision de maintien des circulations cycles au droit du chantier Sky56 (rue Mouton-Duvernet) : restitution d'une voie verte dans un environnement très contraint du fait de la proximité d'une plateforme de tramway ; maintien des flux piétons ; zone logistique optimisée ;
- ✓ Décision de suppression d'un sens de circulation véhicules légers au droit du chantier de l'opération Sky Avenue (rue Desaix), avec maintien d'un double sens cycles sécurisé : une seule entrée et une seule sortie du chantier pour la sécurité des riverains, maintien des flux piétons de part et d'autre du chantier sur des voies très fréquentées, maintien et protection des arbres sur site pendant le chantier (zone protégée).

Ces exemples révèlent l'essence même de la mission de coordination : poser des invariants pour le maintien et la préservation des fonctionnalités, s'adapter au contexte et à la nature des projets, et donc rendre compatibles les usages et les chantiers.

4.1.3. GESTION DURABLE DU CHANTIER ET COMMUNICATION

La réalisation d'un chantier à faibles nuisances est un impératif des référentiels du Grand Lyon.

Par exemple, le règlement de voirie de la Métropole, de juin 2012, recouvre un certain nombre des enjeux issus des orientations du Grenelle de l'environnement et de ses déclinaisons locales. Ces enjeux concernent notamment :

- ✓ La préservation des ressources naturelles (usage de matériaux recyclés, recyclage et/ ou réemploi des matériaux de fouilles et déconstruction : déblais, bordures et pavés...) ;
- ✓ La préservation de milieux naturels (prévention des pollutions, protection des arbres...) ;
- ✓ L'amélioration de la sécurité et des nuisances liées aux chantiers pour les personnels, usagers et riverains (tenue et signalisation des chantiers, limitation des nuisances acoustiques, visuelles, trafic, émission de poussières…) ;
- ✓ L'ouverture à l'innovation par la mise en place de chantiers expérimentaux encadrés découlant de techniques nouvelles proposées par les entreprises limitant les impacts sur l'environnement.

La charte de chantier propre et à faibles nuisances sera mise en œuvre pour l'ensemble des aménagements conduits par le Grand Lyon et introduit dans tous les actes de vente des promoteurs.

Une information sur le déroulement des chantiers pourra être mise en place à destination des riverains du projet.

L'acceptabilité des chantiers par les riverains et les usagers potentiellement impactés sera renforcée par la mise en place d'un véritable programme de communication sur le déroulement et le phasage de chacune des opérations au moyen de plusieurs relais.

Cette information concernera notamment les déplacements et passera par :

- ✓ La **mise en place d'une signalétique et d'une communication de chantier** (contenu communiquant et ludique sur les panneaux de chantiers, palissade...) permettant la diffusion d'information,
- ✓ La **diffusion d'informations via le site ONLYMOOV'** du Grand Lyon : localisation des chantiers perturbants, identification des axes de report et de déviation,…
- ✓ La **diffusion d'informations via le site OPTIMOD'LYON** du Grand Lyon : trafic en temps réel, itinéraires alternatifs en voiture mais aussi en transport en commun ou mode doux.

L'ambition du projet OPTIMOD'LYON est d'optimiser la mobilité durable en ville, grâce à la collecte, la centralisation et le traitement de l'ensemble des données de la mobilité urbaine sur une plateforme unique, et la création des services innovants qui facilitent les déplacements et la vie des usagers.

Les trois grands services à disposition du public seront :

- ✓ La prédiction de trafic à 1 h, pour :
  - Optimiser l'exploitation des réseaux urbains via le système de pilotage des carrefours à feux de l'agglomération en anticipant la congestion,
  - Informer l'usager sur les probables conditions de circulation qu'il rencontrera dans 30 mn ou 1 heure.
- ✓ Un navigateur urbain sur téléphone mobile, pour :
  - Disposer à tout moment d'une information tous modes, en temps réel, permettant d'optimiser son trajet en fonction des événements
  - Conjuguer tous les modes de transport et les offres de services pour organiser son déplacement
- ✓ Un navigateur pour le fret urbain & un outil d'optimisation des tournées de livraisons en ville :
  - Informer les conducteurs des conditions de trafic intégrant la géométrie des voies de circulation, la disponibilité des aires de livraison et les données trafic en temps réel et à 1 heure,
  - Améliorer la gestion des livraisons avec un outil en ligne d'optimisation des tournées.

4.2. L'ENVIRONNEMENT SOCIO-ECONOMIQUE

4.2.1. POPULATION ET LOGEMENT

Impacts :

Les impacts temporaires de la ZAC sont liés aux nuisances éventuelles générées par les différents chantiers. Ces impacts concerneront les habitants des logements existants, notamment la résidence Desaix, la résidence du Lac et les logements du bâtiment Porte Sud.

Les effets liés aux travaux pour les riverains se manifestent principalement par :

- ✓ le bruit et les vibrations de différentes sources : engins de terrassement, camions, compresseurs, avertisseurs de recul...
- ✓ la dégradation de la qualité de l'air : poussières, émissions de gaz brûlés...
- ✓ les salissures des chaussées par la terre et la boue en sortie de chantier

Mesures :

Les mesures mises en œuvre pour limiter ces nuisances auprès des riverains sont détaillées dans les paragraphes suivants.

4.2.2. ACTIVITES ECONOMIQUES ET COMMERCIALES ET EQUIPEMENTS

Impacts :

Les impacts temporaires du projet seront globalement positifs puisque la mise en œuvre du projet aura un impact bénéfique sur les entreprises de construction ; de nombreux corps de métiers étant concernés à tous les stades d'avancement des travaux, depuis les lots de terrassement jusqu'aux travaux de finition en passant par l'aménagement des espaces verts, etc.

L'activité supplémentaire générée par les travaux liés au projet sera bénéfique pour ces entreprises, et pourra également conduire à la création d'emplois.

Le projet aura des impacts indirects positifs sur le milieu socio-économique. En plus des entreprises de constructions, un certain nombre d'intervenants est concerné par le projet, comme les bureaux d'études par exemple. De plus, le personnel travaillant sur le chantier constituera des clients potentiels supplémentaires pour certains commerces existants (restaurants,…) sur le secteur.

Des impacts indirects négatifs peuvent cependant être envisagés sur les activités économiques et sur les équipements du secteur, notamment en perturbant voire supprimant temporairement les accès initiaux à celles-ci.

En termes d'activités culturelles et de loisirs, le projet pourrait également avoir un impact temporaire négatif, l'attractivité du secteur se trouvant réduite pendant les travaux.

En termes de phasage, les opérations prévues dans le périmètre de la ZAC sur des fonciers privés sont étudiées selon le processus de co-production décrit en page 31. L'ensemble des aspects des projets sont négociés, dans le respect des principes d'ensemble du projet. Le phasage notamment est étudié de façon à conserver une cohérence d'ensemble.

Mesures :

Des mesures seront mises en place afin de conserver ou rétablir les accès aux activités économiques et commerciales du périmètre de projet. De même, les accès aux différents équipements seront maintenus.

Le phasage des travaux sera défini de façon à réduire au maximum les périodes de fermeture éventuelle des équipements du secteur.

Certains aménagements pourront par ailleurs permettre de limiter les impacts visuels des travaux, comme par exemple les supports de communication mis en place sur la place Béraudier dans le cadre de la démolition du bâtiment B10.

Supports de communication mis en place sur la place Béraudier dans le cadre de la démolition du bâtiment B10



4.3. LES INFRASTRUCTURES ET LES DEPLACEMENTS

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :
Précisions ajoutées sur les mesures en phase chantier, suivant les études menées dans le cadre du projet PEM/Two Lyon

Impacts :

Le projet aura des impacts temporaires négatifs sur les déplacements, du fait des modifications des infrastructures existantes :

- ✓ la circulation automobile, y compris les taxis, camions de livraisons, du fait de la mobilisation de voies, de la coupure de certaines routes ponctuellement, du trafic et de manœuvres d'engins de chantier,
- ✓ la circulation des transports en commun, qui doit être aménagée afin de garantir leur ponctualité et les dessertes du quartier, qui fera ponctuellement l'objet de coupure de Lignes Aériennes de Contact (LAC) permettant l'alimentation de certains bus et trolleybus,
- ✓ la circulation piétonne, perturbée par la présence de barrières de délimitation des zones de travaux, les déplacements d'arrêts de bus et trolley-bus, des parkings de taxis,…
- ✓ la circulation des vélos, dont les pistes cyclables présenteront potentiellement des discontinuités.

De plus, l'acheminement des matériaux, l'évacuation des déchets et les déplacements des engins pendant les travaux pourront impacter la circulation de manière temporaire.

Les besoins liés au chantier pourront également nécessiter des interventions sur les emprises des zones de stationnement.

Ce surplus de trafic sera variable en fonction des phases de chantier et de toute façon restera relativement faible en comparaison du trafic actuel sur les principales voies de desserte de la zone.

Mesures :

Pendant les différentes phases de chantier, la coordination de la circulation des véhicules sur le secteur et sur l'emprise des chantiers sera la mesure primordiale permettant de minimiser les impacts des chantiers de construction. Ainsi seront déterminés : les accès pendant la durée des travaux, le plan de circulation dans le chantier et à l'extérieur du chantier à partir des voies existantes, les circuits de dépôts provisoires et de décharge.

Afin de ne pas augmenter la circulation existante sur le quartier et l'agglomération, les livraisons se feront de façon préférentielle en dehors des heures de pointe.

Le phasage des travaux sera défini de façon à réduire au maximum les perturbations des déplacements, et garantir le fonctionnement du pôle d'échanges multimodal pendant les travaux. De même, les emprises chantiers seront définies pour permettre les déplacements et garantir le fonctionnement du quartier à tout moment.

En terme de phasage, les travaux sur les espaces public et voiries concernant la Place Béraudier, la trémie Vivier Merle, le boulevard Vivier-Merle, la rue Bouchut, la rue des Cuirassiers, la rue Desaix, l'avenue Pompidou et le jardin de la bibliothèque, sont prévus sur la période 2017-2022. La superposition physique et temporelle des chantiers sera la plus forte sur cette période. Les phasages détaillés sont à l'étude, selon les **principes de coordination des chantiers décrits en page 193.**

Les travaux concernant la Place Charles de Gaulle et l'esplanade du Lac sont prévus ultérieurement, à horizon 2029.

L'accessibilité au secteur sera maintenue pour l'ensemble des modes de déplacements. Des déviations temporaires seront mises en place pour assurer la continuité des itinéraires pour les véhicules à l'échelle du quartier et de la ville. Une attention particulière sera portée aux itinéraires piétons et aux aménagements à réaliser le cas échéant pour faciliter l'accès aux personnes à mobilité réduite. Les accès aux parkings existants seront également maintenus.

Pour pallier la fermeture temporaire de certains axes routiers, il est prévu de :

- ✓ Optimiser les fonctionnements actuels,
- ✓ Reporter la circulation de transit en dehors du quartier vers des axes existants de la rive gauche,
- ✓ Encourager le report modal vers les transports en commun et les modes doux,
- ✓ Accompagner les changements d'usages par une démarche d'information adaptée.

En effet, le quartier bénéficie d'une très bonne accessibilité TC et d'une topographie propice aux modes doux, ce qui favorisera le report modal.

L'allongement de la trémie Vivier-Merle à l'étude nécessitera une période de fermeture du tunnel de près de 2 ans, et les travaux sur l'avenue Pompidou nécessiteront une coupure de la circulation sous l'ouvrage ferroviaire à pendant environ 4 ans (prévisions mars 2016). Les travaux sur l'avenue Pompidou seront en réalisés en même temps que ceux de la création de la voie L, ce qui limitera les impacts en matière de circulation et de coupure de voirie.

Des voies de déviation pour les véhicules extérieurs au chantier et des itinéraires d'accès à celui-ci pour les engins de travaux et d'approvisionnement seront mis en place, en tenant des projets prévus sur la ZAC et des autres projets connus dont la création de la voie L et la mise en double site propre de la ligne de bus C3 .

Le report pourrait se faire sur les grands axes structurants de l'agglomération et du 3ème arrondissement.

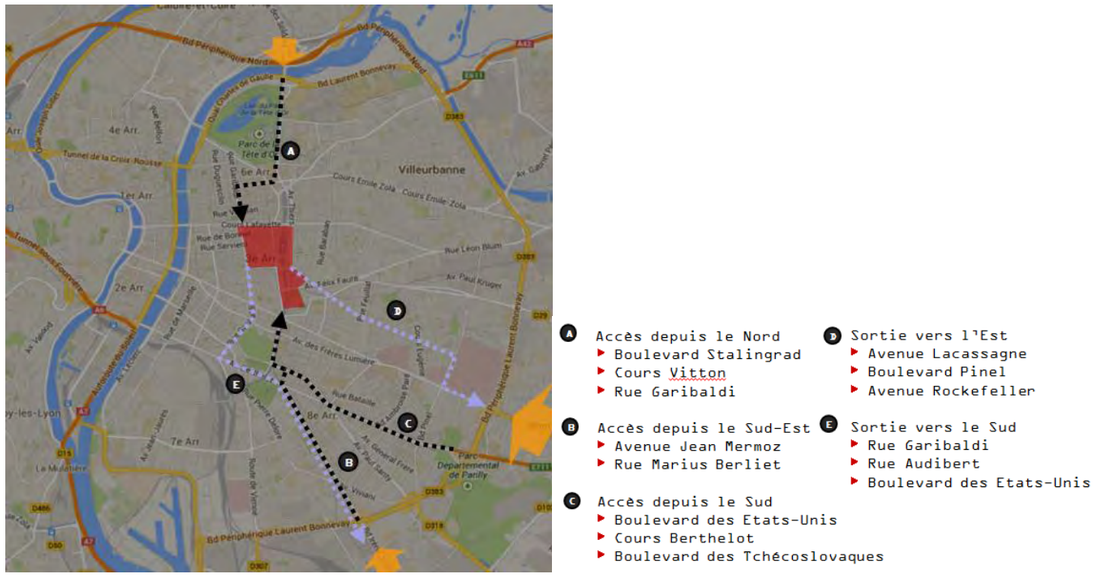


Figure 187 : Synoptique des itinéraires d'accès aux chantiers de 2016 à 2022 (prévisions mars 2016)

La démarche « chantiers perturbants » pilotée par la Voirie du Grand Lyon sera mise à profit pour encourager les changements d'itinéraires et coordonner les impacts avec ceux des autres chantiers de l'agglomération. L'expérience de la fermeture du Tunnel de la Croix Rousse sera notamment mise à profit. La plateforme OPTIMOD' pilotée par le Grand Lyon, sera mise à profit pour aider les usages à organiser leurs déplacements.

En fonction du phasage précis des chantiers, les mesures suivantes pourront être mises en place sur certains axes : forte vigilance sur le stationnement illicite et les gênes occasionnées par les livraisons, mises à double sens temporaires, utilisation de portions réduites de couloir de bus pour la circulation VP, etc. Ces mesures locales permettront d'assurer le report des trafics locaux du boulevard Vivier-Merle, et limiter les contraintes au droit de certains carrefours. La fermeture du passage sous voie sous l'avenue Pompidou pendant le chantier nécessitera des mesures provisoires locales notamment au niveau du passage sous voie de la rue Paul Bert.

Concernant le chantier de la Place Béraudier, à tout moment une bande piétonne d'au moins 20 m de large sera maintenue pour les circulations piétonnes en échange avec le hall de la gare. L'accès des secours sera également garanti en permanence aux équipements publics et aux immeubles du secteur. Pour les taxis, la zone de prise en charge et de dépose côté Est de la gare sera maintenue pendant la période de fermeture de la station taxis Ouest.

Des impacts temporaires sont également attendus sur les transports en commun localement. Les modifications d'itinéraires et les reports d'arrêts seront définis de façon à maintenir l'accès au quartier et au pôle d'échanges multimodal.

Une signalétique adéquate sera mise en place, afin de permettre la bonne lisibilité des itinéraires de déviation. Une distinction sera faite pour le jalonnement des accès à la Part Dieu et le jalonnement du trafic de transit.

Des panneaux à messages variables ainsi que la signalisation temporaire signaleront aux usagers, suffisamment à l'avance, les travaux et les éventuelles coupures et déviations de circulation.

Une coordination fine entre maîtres d'ouvrage intervenant sur des opérations liées permettra d'ordonnancer, de planifier et de coordonner au mieux les interventions de chacun, et notamment celles des concessionnaires ou opérateurs de réseaux, celles des promoteurs privés, et celles relatives aux infrastructures (voir principes de coordination des chantiers décrits en page 193).

4.4. L'ENVIRONNEMENT URBAIN ET LE CADRE DE VIE

4.4.1. CADRE PAYSAGER

Impacts :

Le projet aura des impacts temporaires négatifs sur le cadre paysager local du fait des travaux :

- ✓ modification temporaire de la cohérence paysagère par la présence des véhicules de chantiers, grues et autres équipements de construction, pistes de chantiers, zones d'installation de matériel et éléments de déconstruction,…)
- ✓ modification temporaire des perceptions du paysage, notamment pour les populations riveraines.

Ces impacts sont toutefois des impacts inhérents à tous travaux d'aménagement.

Mesures :

La réalisation de chantiers propres et à faibles nuisances permettra de s'assurer de la réalisation de travaux dits propres, ce qui contribuera à la réduction des impacts sur le paysage.

Il sera également prévu des protections visuelles des aires de chantier, ainsi qu'un nettoyage systématique et régulier des voiries, et une maîtrise de la gestion des déchets produits.

De plus, toutes les mesures seront prises après le chantier afin de remettre en état le site.

4.4.2. PATRIMOINE CULTUREL

Impacts :

Le projet n'aura pas d'impacts temporaires sur le patrimoine culturel.

Concernant les équipements à vocation culturelle présents sur le périmètre de projet, des mesures sont mises en œuvre pour préserver leurs accès et leur fonctionnement.

4.4.3. NUISANCES SONORES ET VIBRATIONS

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :

Compléments des impacts temporaires du projet suivant l'évaluation des nuisances sonores pendant la phase travaux

Impacts :

L'avancement actuel des études de projet ne permet pas de définir avec précision la nature des travaux à engager et une modélisation des impacts n'est pas envisageable à ce stade.

Une analyse qualitative est donc proposée ci-après pour définir les impacts potentiels sur le bruit ambiant.

Le bruit généré par le chantier de construction de la ZAC Ouest, qui va s'étendre sur plus de 10 ans, ne sera pas anodin pour les riverains. La plupart d'entre eux sont soumis actuellement à du bruit de circulation routière, parfois important, mais dont les variations sont mesurées.

Sur un chantier, au contraire, il s 'agit de bruits d'impact ou des bruits ponctuels qui peuvent être plus courts mais plus important d'un point de vue énergétique, ce qui leur confère parfois un caractère bien plus gênant. D'autres matériels bruyants présentent même un bruit quasi permanent qui peut aussi être gênant par son ampleur et sa durée d'apparition.

Les facteurs conditionnant les nuisances sonores d'un chantier sont les suivantes :

- Les infrastructures de transports environnantes

Le chantier de la ZAC Ouest se situe sur une zone urbaine qui est bordée et traversée par des infrastructures urbaines assez fréquentées (donc bruyantes) qui seront globalement toujours circulées en phase chantier. Du point de vue des nuisances sonores on se situe donc dans le cas le moins défavorable qui consiste à faire des travaux à proximité de sources de bruit importantes: le bruit de circulations peut donc couvrir de façon totale ou au moins partielle le bruit des travaux. Ce raisonnement est vrai en période diurne, il l'est beaucoup moins en période nocturne. Il conviendra donc de ne réaliser des travaux en période nocturne que de façon extrêmement limitée.

- Le matériel nécessaire pour la construction

Les travaux sur une infrastructure comprennent de multiples sources de bruit qui se déplacent en suivant le linéaire de l'infrastructure. Les engins de transports empruntent cette infrastructure mais le bruit généré par ceux-ci est généralement négligeable au vu des trafics moyens des infrastructures concernées.

Pour la construction d'un bâtiment, les sources de bruit sont plus localisées à proximité du bâtiment objet des travaux.

A titre indicatif, le niveau sonore lié à l'utilisation de certains matériels de chantier est présenté dans le tableau ci-après :

Type de travaux	Matériels	Niveau sonore estimatif cumulé A 5 m :
Démolition	Brise roche hydraulique (BRH), Scie circulaire, Pelle, Camions	90.5 dB
Curage des bâtiments	Marteau piqueur, scie circulaire, camions	84.5 dB
Micropieux / Pieux	Foreuse, Pompe à béton pelle mécanique	92.5 dB
Blindage	Foreuse, Grue, Camions	95.5 dB
Terrassement	BRH, Pelle, Camions	95.5 dB
Coffrage / bétonnage	Grue, Toupie	92 dB
Structure	Camion malaxeurs, aiguille vibrante	88.0 dB

Il est à noter que la propagation en champ libre d'une source ponctuelle se caractérise par une atténuation de 6 dB par doublement de distance en champ libre. Le bruit des matériels de chantier peut donc émerger du bruit résiduel à plusieurs dizaines de mètre même dans un environnement sonore déjà bruyant. Par exemple, pour une activité bruyante au niveau de l'entrée Béraudier de la gare :

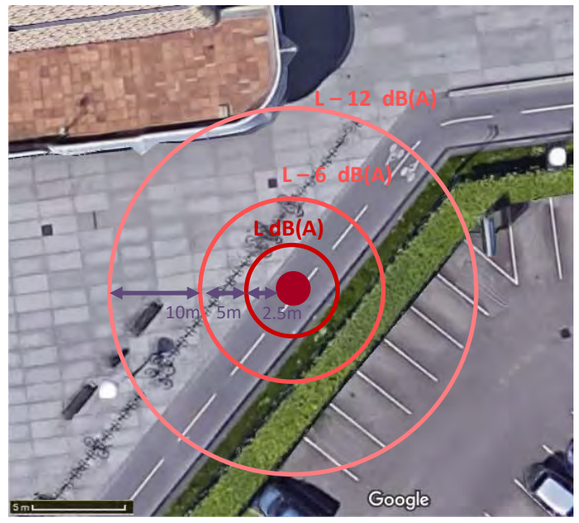


Figure 188 : Schéma de représentation de la décroissance du niveau sonore au droit d'une activité bruyante ponctuelle, exemple rue du Dr. Bouchut

Le tableau ci-après recense certaines activités potentiellement bruyantes, selon le type de programmation :

Phases de travaux	Impact sonore général	Exemples d'activités et/ou sources de bruits	Exemple d'engin, manœuvre potentiellement bruyante (hors déplacement d'engins) ou vibrante	Programmation :			
				Infrastructures et/ou espaces publics	Tertiaire	Logement, hôtellerie	Equipements
Toutes	Impact limité en période diurne du fait du bruit de la circulation actuelle	Déplacements d'engins	Bruits de moteurs, bips de reculs, congestion	X	X	X	X
Installation du chantier	Phase peu bruyante	Mise en place de bureaux, d'échafaudage / écran protection montage des grues	percements pour ancrages, marteau	X	X	X	X
Démolition	Phase assez bruyante	Opération de perforation, découpage de blocs bétons évacuation de gravats, bruits de chocs notamment avec les éléments métalliques…	Brise-béton et perforateur équipant des engins lourds, scie à béton, scie circulaire, grue mobile, pelle à pince, broyeur, pelle, brise-roche hydraulique (BRH), carottage, haveuse pelleteuse, bouteurs, pelles-chargeuses, camion-benne	X	En cas de démolition de bâtiment existant	En cas de démolition de bâtiment existant	En cas de démolition de bâtiment existant
Opération de terrassement	Phase bruyante	préparation du terrain, compactage dynamique, réalisation d'excavation, évacuation des déblais, exécution des parois moulées, travaux de bétonnage, approvisionnement en béton.	Pelles, camions, bruits de moteurs	X	X	X	X
		Fondations, Forage, micropieux	Pelle à câble (type grue de forage), grue mobile, foreuse, pompe à béton, compresseur, jet haute pression, foreuse avec benne hydraulique	Infra : Parkings souterrains (cas de la place Béraudier)	Construction de parkings souterrains		
		Limitation des poussières	Camions brumisateurs	X	X		
Construction de l'ouvrage Gros Œuvre	Phase bruyante	Manutention d'éléments métalliques – bruits de chocs – coulage de béton, fabrication, approvisionnement, transport de béton, vibration du béton dans des pervibrateurs, approvisionnement et déchargement des matières premières et des matériels, opération de recépage ou de repiquage des éléments béton, émission de signaux sonore d'avertissement	Aiguille vibrante, pelle, centrale à coulis, centrale à bentonite, camions malaxeurs	Infra : Parkings souterrains (cas de la place Béraudier)	Construction planchers, murs	Construction planchers, murs	Construction planchers, murs
		Traitement des boues	Unité de dessablage		Construction de parkings souterrains	Construction de parkings souterrains	Construction de parkings souterrains
Construction de l'ouvrage Second Œuvre	Phase peu bruyante	Montage, équipements	Boulonneuses	X			X
Aménagement extérieur	Phase assez bruyante	Travaux de terrassement, apport de terre végétale et végétaux, mise en place d'équipements d'extérieurs	Camions, pelles, boulonneuses	X			

Tableau 41 : Activités potentiellement bruyantes liées aux chantiers

Les opérations les plus génératrices de nuisances sonores et de vibrations, hormis les déplacements d'engins, sont les activités de démolition et de création des fondations, activités nécessitant des machines bruyantes et réalisées la plupart du temps en plein air. Elles concernent donc principalement les programmations comportant des bâtiments. La programmation espaces publics présente donc des nuisances moindres vis-à-vis des riverains et des usagers.

Cependant cette gêne sonore potentielle et temporaire sera relativement modérée. En effet, la part de la circulation des véhicules imputable au chantier est relativement faible par rapport aux flux de véhicules actuels. De plus, les émissions sonores actuelles, relativement élevées au droit des principaux axes de circulation, masqueront en partie les véhicules de chantier.

- Répartition des travaux de jour / des travaux de nuit

Les travaux liés aux espaces publics ont la majeure partie du temps lieu en période de jour.

Les travaux relatifs à des bâtiments, hôtels, bureaux, peuvent être réalisés partiellement de nuit, afin de faciliter les déplacements d'engins et de moins gêner la circulation routière diurne. Néanmoins, il est moins contraignant, vis-à-vis de l'organisation du chantier et du cadre de vie des riverains, de réaliser des travaux de jour. La programmation équipements est la plus susceptible de présenter des travaux de nuits (ex : bibliothèque, centre commercial), profitant de l'absence du public.

- Répartition géographique des zones de travaux et calendriers des opérations

De par la localisation au sein de la ZAC des différentes opérations, même en cas de réalisation simultanée de travaux, les nuisances sonores ne peuvent être considérées comme se cumulant. Le centre commercial constitue une barrière de par la hauteur du bâtiment et son volume : les opérations de part et d'autre ne peuvent donc présenter un cumul de nuisances sonores (exemple : opérations PDG, Auditorium, Hôtel Radisson à l'Ouest du centre commercial, dissociées des opérations liées à la Place de Milan, à l'Est).

De même, les barres d'immeubles hautes, rue Desaix ou rue du lac, la cité administrative,… sont des bâtiments existants qui constituent des barrières pour le bruit, au même titre que le bâtiment existant de la gare vis-à-vis du bruit ferroviaire, par exemple.

Les haies d'arbres hauts constituent également des protections acoustiques.

Ainsi, on peut séparer le périmètre de la ZAC en 5 zones, des opérations appartenant à la fois à plusieurs secteurs.

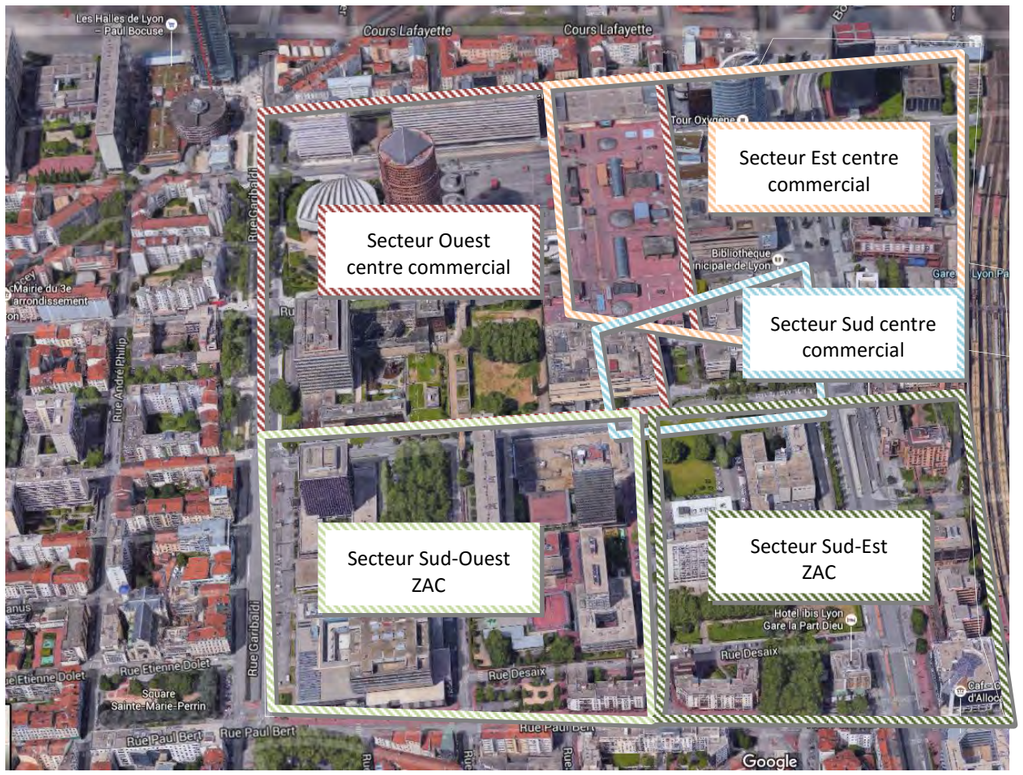


Figure 189 : Secteurs de regroupement des opérations pour l'analyse qualitative des nuisances sonores en phase chantier (fond : googlemaps)

Les calendriers de mise en œuvre des opérations sont détaillés ci-après, par secteurs.

Un grand nombre d'aménagements est au stade d'études ; les éléments sont donc indicatifs et peuvent évoluer en fonction de l'avancement des projets.

Concernant les effets cumulés, aucun impact cumulé avec le projet de voie L n'est prévu, les travaux se déroulant de l'autre côté des voies ferrées. Les impacts cumulés potentiels avec le projet du C3 sont analysés ci-après.

	Activités bruyantes sur site et à l'air libre / dans des secteurs publics
	Activités peu bruyantes / bruyantes moins proches de secteurs publics ou en souterrain : impact moindre
	Période de travaux potentielle d'opération susceptibles de présenter des travaux bruyants (calendrier non défini)
	Période de travaux potentielle d'opération moins susceptibles de présenter des travaux bruyants, tels que les aménagements d'espaces publics ou les rénovations de bâtiments existants (calendrier non défini)

Type de programme	Aménagement	SECTEUR EST PAR RAPPORT AU CENTRE COMMERCIAL (GARE, MILAN) – PERIODES DE NUISANCES SONORES POTENTIELLES																									
		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		2028		2029		2030	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Infrastructures et/ou Espaces publics	Place Béraudier et parking Béraudier																										
Infrastructures et Espaces publics	Boulevard Vivier-Merle																										
Espaces publics	Rue Bouchut																										
Destruction puis création de logements, bureaux	Ilot Milan																										
Destruction puis création d'hôtels, bureaux	Two Lyon (ensemble immobilier)																										
Aménagements des terrasses, création de passerelles, déplacements des cinémas	Centre commercial																										
Réhabilitation et création d'une nouvelle tour	Caisse d'Epargne																										
Réhabilitation (terminée) et création d'une nouvelle tour	Swisslife																										

La période la plus contraignante aura lieu lors de la réalisation simultanée des travaux sur la place Béraudier, le boulevard Vivier-Merle, la rue du Docteur Bouchut, Two Lyon et les aménagements du centre commercial.

Néanmoins, les différences de hauteurs des différentes opérations limiteront les nuisances perçues par les riverains et les usagers du quartier : les travaux de la place Béraudier présenteront moins de nuisances lorsqu'ils n'auront plus lieu à l'air libre (parkings souterrains, aménagement de l'entrée du métro). De même, les travaux du Two Lyon seront moins bruyants au fur et à mesure de l'élévation de la tour et de la mise en place de ses équipements. Les travaux du centre commercial concernent notamment ses terrasses, soit au niveau +3 ou 4.

Les habitants de la place de Milan (façades Vivier-Merle et Béraudier) sont les plus impactés.

Les travaux liés au projet du C3, cours Lafayette, sont prévus entre 2016 et 2019. Aucun impact cumulé n'est attendu avec la ZAC, car les travaux prévus à proximité du cours Lafayette sont prévus au-delà de 2022.

Type de programme	Aménagement	SECTEUR OUEST PAR RAPPORT AU CENTRE COMMERCIAL (AUDITORIUM, CITE ADMINISTRATIVE) – PERIODES DE NUISANCES SONORES POTENTIELLES																									
		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		2028		2029		2030	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Espaces publics Réaménagement de la place	Place Charles de Gaulle																										
Espaces publics	Rue de Bonnel																										
Aménagement de l'existant, création de logements, bureaux, commerces	Cité administrative																										
Equipements	Auditorium																										
Réhabilitation de la tour existante et extension	Part-Dieu Garibaldi (PDG)																										

Type de programme	Aménagement	SECTEUR SUD PAR RAPPORT AU CENTRE COMMERCIAL (BIBLIOTHEQUE, RUE DU DR BOUCHUT) – PERIODES DE NUISANCES SONORES POTENTIELLES																									
		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		2028		2029		2030	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Espaces publics	Jardin de la bibliothèque																										
Réhabilitation du bâtiment existant	Bibliothèque																										

Type de programme	Aménagement	SECTEUR SUD-EST DE LA ZAC (DESAIX, POMPIDOU) – PERIODES DE NUISANCES SONORES POTENTIELLES																									
		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		2028		2029		2030	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Espaces publics	Rue des Cuirassiers																										
Espaces publics	Rue Desaix																										
Logement	Réhabilitation barre existante																										
Tertiaire	Desaix, création de locaux																										
Phase 1 : création de bureau, logements, commerces Phase 2 : destruction des bureaux existants + création	France Télévision																										
Equipements	Crèche																										
Espaces publics	Avenue Georges Pompidou																										
Création d'un immeuble de grande hauteur à proximité des accès à la gare via Pompidou	Gemellyon																										
Il y a un risque de nuisances importantes si les travaux des accès aux quais A à G (les plus proches côté Vivier Merle) ont lieu simultanément avec la création du Gemellyon, les aménagements au niveau de France Télévisions, et avec de plus les travaux liés au Two Lyon (secteur Est centre commercial).																											

Type de programme	Aménagement	SECTEUR SUD-OUEST DE LA ZAC – PERIODES DE NUISANCES SONORES POTENTIELLES																									
		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		2028		2029		2030	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Espaces publics	Esplanade du lac																										
Equipements	Crèche																										
Tertiaire	Silex 1 (livraison 2016)																										
Tertiaire	Silex 2																										
Réhabilitation d'une tour de bureaux existante, création d'un immeuble de grande hauteur et d'un immeuble	M+M																										

Bâtiments sensibles potentiellement impactés

Une crèche (1 rue Desaix) est concernée par la ZAC et les opérations envisagées. Elle est néanmoins éloignée de plus de 100 m des opérations les plus proches (exemple : Silex 1 et 2) et protégée par des bâtiments hauts (plus de dix étages).

Les salles de sport seront peu impactées par les nuisances sonores.

Il n'y a pas d'établissements scolaires ou d'hôpitaux à proximité.

Les principaux bâtiments sensibles sont localisés ci-dessous : il s'agit principalement d'immeubles de logements. Notons que certains sont protégés par des haies d'arbres (tel que ceux situés à l'Ouest de la rue Garibaldi et de la Cité administrative par exemple).



Crèche

Habitations impactées en phase travaux

Habitations impactées mais faisant également l'objet d'aménagements ou future destruction

Figure 190 : Habitations potentiellement impactées par les nuisances sonores en phase chantier (fond : googlemaps)

La Bibliothèque, lieu culturel sensible aux nuisances sonores, pourra également être impactée par les travaux proches (rue du Docteur Bouchut, trémies du boulevard Vivier-Merle, place Béraudier).

Exposition des populations

Les populations concernées sont principalement les habitants des logements définis ci-dessus.

Les usagers et le personnel de la crèche ne devraient pas subir de nuisances, du fait de l'éloignement de l'établissement des zones de travaux les plus proches.

Les barres d'immeubles de la rue Desaix et de la rue du Lac se situent au sein de secteurs fortement remaniés dans le cadre du programme de la ZAC :

- ✓ Immeubles rue de Bonnel / boulevard Deruelle : ils donneront sur les travaux du centre commercial et de l'auditorium,
- ✓ Immeubles rue du Lac / rue Desaix : ils seront concernés par les travaux des programmes Desaix, Silex 1 et 2, France Télévisions, Vivier-Merle.

Le quartier présentant une activité tertiaire forte, les employés des différents bureaux subiront potentiellement une gêne si leurs fenêtres donnent sur une zone de travaux.

Les immeubles les plus récents présentent d'ores et déjà des protections acoustiques adaptées à ces nuisances éventuelles (exemple : Tour Oxygène).

Dans une moindre mesure, les usagers du centre commercial, de la gare, et des autres commerces, services, restaurants pourront être ponctuellement gênés par les nuisances.

Mesures :

<u>Organisation générale des chantiers</u>

Concernant l'optimisation des déplacements, la limitation des congestions et des nuisances sonores qui en découlent (bruits des moteurs, klaxons), la Métropole a prévu :

- ✓ d'imposer à tous les Maîtres d'ouvrage, privés et publics un règlement inter-chantiers Lyon Part-Dieu,
- ✓ une anticipation et une organisation spécifique de la circulation tous modes en phase chantiers,
- ✓ la création d'un Poste de Commande Central (PCC).

En fonction des emplacements prévisibles des matériels de chantier, une analyse fine du bâti le plus proche doit être réalisée en amont, pour pouvoir, si possible, organiser l'implantation des matériels de chantier de manière à limiter les impacts sonores. Cette analyse identifie :

- ✓ la sensibilité du voisinage : nature des bâtiments voisins, mitoyenneté avec le chantier, ambiance sonore et niveau sonore préexistants du site et dans les locaux sensibles, périodes sensibles selon la saisonnalité,
- ✓ les impacts acoustiques du chantier en phase préparatoire puis en phase chantier : hiérarchisation des matériels et des tâches à accomplir en fonction du bruit qu'ils génèrent, information et sensibilisation du personnel de chantier vis-à-vis des mesures de protection et des comportement à adopter, réalisation d'un autocontrôle tout le long du chantier pour vérifier que les consignes sont appliquées,
- ✓ les méthodes de communication à mettre en place, en dehors de la désignation d'un référent bruit en charge de la réception et du traitement d'éventuelles plaintes : information des riverains sur les horaires du chantier, les différentes phases du chantier et les périodes les plus nuisibles, les dispositions apportées pour réduire le bruit.

A ce stade des études, une première analyse de la sensibilité des bâtiments peut être présentée. Le tableau ci-après permet de croiser les informations sur les bâtiments pris en compte dans le recensement de principaux bâtiments sensibles et les niveaux de bruit préexistants issus de la cartographie disponible. Une sensibilité qui dépend du bruit préexistant (plus le bruit préexistant est important, plus il y aura de chance de masquer les nuisances du chantier) et qui peut, en première approche (qualitative), est définie avec trois niveaux de sensibilité : fort, moyen, faible.

Récepteur	Nom	Type	Façades principales impactées	Niveaux de bruit actuels	Exposition au bruit actuelle	Sensibilité au bruit de chantier
R1	Le Britannia	Logement	nord	60-65	moyenne	moyenne
			sud	65-70	forte	faible
R2	La Barre du Lac	Logement	Est	50-55	faible	forte
			Ouest	45-50	faible	forte
R3	La Barre Desaix	Logement	Est	70-75	forte	faible
			Ouest	60-65	moyenne	moyenne
R4	La Porte Sud	Logement	nord	60-65	moyenne	moyenne
			sud	65-70	forte	faible
R5	Icoges et Euridis Business School	Enseignement	Ouest	70-75	forte	faible
R6	La Ronde enfantine	Crèche	nord	55-60	moyenne	moyenne
			sud	60-65	moyenne	moyenne
R7	Ecole Primaire du Saint Sacrement	Enseignement	Est	70-75	forte	faible
R8	Antenne du CCAS	CCAS	Est	70-75	forte	faible
R9	Résidence Part-Dieu	Maison de retraite	Est	70-75	forte	faible
R10	Ecole maternelle Etienne Dolet	Enseignement	Est	70-75	forte	faible
R11	Ecole Maternelle Léon Jouhaux	Enseignement	nord	65-70	forte	faible
R12	Immeubles de logement rue Paul Bert	Logement	nord	65-70	forte	faible
R13	Immeubles de logement rue Garibaldi	Logement	Est	70-75	forte	faible
R14	Immeubles de logement Boulevard Deruelle	Logement	Sud	60-65	moyenne	moyenne
R15	Immeubles de logement Place de Milan	Logement	Ouest	70-75	forte	faible

Cette analyse qualitative permet une première prise en compte des bâtiments potentiellement impactés par le chantier. Il sera nécessaire d'affiner les incidences acoustiques prévisibles du chantier lorsque celui-ci sera en préparation.

Matériels et planning travaux

Le bruit et les vibrations ne peuvent être éliminés sur un chantier car ils sont inhérents aux travaux. De même, les travaux de jour seront privilégiés, mais certains travaux de nuit ne pourront pas être évités sauf à conduire à d'autres nuisances (impact sur la circulation de jour, sur les activités économiques et les usagers du quartier,…).

Toutefois, le bruit et les vibrations peuvent être réduits en intensité et/ou en durée, de façon à réduire les nuisances ressenties.

L'organisation spécifique des travaux et le respect de la réglementation en vigueur permettront de prendre en compte ces nuisances sonores et vibratoires. Notamment, des matériels de chantier agréés et bien entretenus seront utilisés et des itinéraires appropriés pour les engins et les camions seront choisis, évitant les rues les plus calmes. L'arrêté préfectoral du Rhône (n°2015-200 du 27 juillet 2015) relatif à la lutte contre le bruit, précisant les conditions dans lesquelles les chantiers peuvent exercer des nuisances (article 1 section 3 pour les chantiers & annexe 2 pour les demandes de dérogation) sera pris en compte.

La limitation du transport des matériaux grâce au réemploi de ces matériaux de terrassement sur site contribuera à la réduction des émissions sonores liées aux travaux.

Dans la mesure du possible, des matériaux préfabriqués, préparés ou prédécoupés en atelier seront mis en œuvre pour limiter les découpes sur le chantier.

De plus, afin de limiter les gênes occasionnées, les rotations sur le chantier seront maîtrisées et les horaires de livraison et d'évacuation des déchets adaptés.

Sensibilisation du personnel et communication

La sensibilisation du personnel de chantier contribuera également à réduire les nuisances sonores (par exemple, éviter de laisser les moteurs en fonctionnement inutilement).

Les travaux feront l'objet d'un dossier d'information préalable et/ou de dossiers bruit de chantier sur les nuisances attendues et les mesures qui seront mises en place pour les limiter.

L'information du public aura également un rôle majeur en matière d'acceptation de la nuisance et du ressenti. Feront l'objet d'opérations de communications (dossier d'information, lettres d'informations régulières) les riverains, les élus concernés, le personnel des commerces et bureaux.

Des moyens de déposer des plaintes ou remarques seront mis en œuvre pour permettre au public de s'exprimer en cas de gêne.

Suivi ponctuel

Selon les différentes phases des opérations, des dispositifs de mesures des niveaux sonores seront ponctuellement mis en place à proximité des outillages bruyants dans différentes configurations, pour vérification du non dépassement des seuils et aux fins de reporting. Ces suivis seront gérés par les maîtrises d'ouvrages concernées.

4.4.4. QUALITE DE L'AIR, ODEURS ET POUSSIERES

Impacts :

L'activité des engins de chantier et de transport de matériaux modifiera imperceptiblement et localement la qualité de l'air ambiant par le rejet de gaz d'échappement. Les émissions des engins de chantier correspondent à des émissions de moteur diesel, comparables à celles produites par la circulation sur les axes routiers adjacents ou périphériques.

L'état initial mettait en avant deux polluants prioritaires : les particules fines (PM_{10} et $PM_{2.5}$) et les oxydes d'azote (NOx). Les particules fines sont traitées dans un paragraphe spécifique (cf. paragraphe « Poussières », ci-après). Quant aux oxydes d'azote, la contribution des engins de chantier et du transport des matériaux restera très minoritaire comparée à celle du trafic routier dans son ensemble et on peut considérer que les émissions rentreront dans le bruit de fond des émissions issues du trafic automobile.

Un chantier est également source de nuisances olfactives. Ces dernières peuvent provenir d'odeurs de goudrons, de fumées issues des gaz d'échappement des véhicules, de la mise en mouvement de boues, d'émissions de déchets ménagers, d'odeurs émanant de réseaux déplacés.

Nota : Les poussières font l'objet d'un paragraphe spécifique ci-après.

Mesures générales :

Pour éviter la dégradation de la qualité de l'air :

- ✓ Les opérations de brûlage seront interdites.
- ✓ Des précautions seront prises vis-à-vis des collecteurs d'entrée d'air des équipements proches du chantier.
- ✓ Les entreprises œuvrant sur le chantier devront justifier du contrôle technique des véhicules utilisés afin de garantir, entre autres, le respect des normes d'émissions gazeuses en vigueur.
- ✓ Les vitesses aux abords du chantier seront limitées à 30 km/h.

Les opérations de démolition seront précédées d'un diagnostic relatif à la présence potentielle de substance polluante ou toxique et à la nécessité de mise en place d'une opération de dépollution du bâtiment avant sa démolition.

Les sources d'odeurs désagréables pourront être réduites par le respect des prescriptions de chantier et de la réglementation (contrôle technique des véhicules datant de moins de 6 mois par exemple). Concernant les déchets, le chantier ne sera pas à l'origine de déchets susceptibles d'être à l'origine d'odeurs, car les déchets produits ne seront pas fermentescibles.

(1) POUSSIERES

Impacts :

Pendant la durée des travaux, les sources de poussières concerneront essentiellement :

- ✓ les travaux de démolition,
- ✓ les travaux d'aménagement et de construction, dont les travaux d'extraction,
- ✓ la circulation des engins de chantiers (pour le chargement et le transport).

En effet, la réalisation d'un chantier, et particulièrement les travaux d'excavation, peuvent émettre des poussières, particulièrement par temps sec lorsque les sols sont mis à nu. Cependant les poussières émises lors des travaux d'extraction diminueront au fur et à mesure des travaux, et lorsque les décapages superficiels avanceront, les terres seront plus humides ce qui limitera l'émission des poussières.

La circulation des engins de chantiers et des véhicules de transport en particulier constituera une source de formation de poussières pendant la totalité des travaux, par l'érosion des pistes de circulation, par la remise en suspension dans l'air de poussières retombées au sol et par leur vitesse de projection dans l'atmosphère.

De même lors de forts vents, les poussières au sol pourront être soulevées par les turbulences et remises en suspension dans l'air.

L'évaluation de la quantité de poussières produites est très aléatoire et demanderait la connaissance d'un certain nombre de paramètres, difficilement estimables (vents, pluies, aspersions, etc.). Néanmoins, l'approche suivante est proposée pour avoir un premier ordre de grandeur :

Au niveau national, le CITEPA (Comité Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique), centre de ressources pour le calcul des inventaires nationaux que la France doit produire au titre des différents protocoles et réglementations auxquels elle est soumise, utilise le facteur d'émission suivant pour les poussières en suspension émises par les chantiers et le BTP : 5,8 t/ha pour les chantiers, 1,2 t/ha pour les travaux publics.

Ces poussières en suspension présentent une granulométrie plutôt grossière, puisque la répartition entre PM_{10} et $PM_{2.5}$ est la suivante :

Tranche granulométrique	% répartition des PM
PM_{10}	18,6
$PM_{2.5}$	6,2

En considérant une surface de chantier couvrant la totalité de la zone d'étude (38 ha, ce qui est très majorant car la zone d'étude ne sera jamais complètement en chantier), et un facteur d'émissions égal à celui des chantiers (5,8 t/ha, ce qui est également majorant), on obtiendrait les émissions suivantes :

PM_{10} : 41 tonnes (*émissions de l'agglomération calculées dans le PPA Lyon pour 2007 : 4 581 t*)

$PM_{2.5}$: 14 tonnes (*émissions de l'agglomération calculées dans le PPA Lyon pour 2007 : 3 240 t*)

Autrement dit, même en adoptant une approche fortement majorante, l'ordre de grandeur des émissions reste peu significatif par rapport aux émissions annuelles de l'agglomération (moins de 1%).

Les travaux de la voie L sont prévus de l'autre côté des voies ferrées, et les travaux du C3 ne sont pas prévus dans le même temps que les travaux prévus à proximité du cours Lafayette dans le cadre de la ZAC. Ainsi les impacts cumulés de la ZAC avec ces projets seront faibles.

Etant donné leur granulométrie, une grande partie de ces poussières devrait retomber au sol à une distance relativement faible du point d'émission par des conditions de vent normales. Elles peuvent se déposer sur la végétation et les bâtiments, provoquant, si elles sont émises en quantités importantes, une perturbation de la physiologie des plantes et une salissure accélérée de la chaussée et des bâtiments. Elles peuvent aussi troubler la visibilité des usagers de la route et augmenter le risque d'accident.

Mesures :

Durant la phase de travaux, il pourra s'avérer nécessaire d'arroser et d'humidifier les voies de circulation pour limiter les émissions de poussières et les impacts indirects sur la santé et la sécurité, particulièrement durant les périodes sèches. Il est à noter que le lessivage par l'eau des poussières au sol, leur confère, après un séchage par évaporation, une cohésion qui, lorsqu'elle n'est pas réduite par le passage des engins de chantier, empêche une nouvelle remise en suspension par le vent.

Pour éviter la dispersion des poussières et les salissures des voiries, les camions de chantier seront bâchés lors des mouvements de terre et autres matériaux de manière à éviter l'envol des poussières. De plus, un système de lavage des roues des camions pourra être mis en place en cas de nécessité, à la sortie des chantiers.

Le nettoyage régulier des abords et des voies d'accès au chantier permettra de limiter les risques d'envol des poussières.

Les opérations de démolition (génératrices d'envol de poussières) pourront être interrompues par vent fort.

Un suivi des concentrations de poussières dans l'air pourra être réalisé à proximité des grands chantiers. Ci-dessous des exemples de mesures mises en place dans le cadre du chantier de la Tour Incity.



Figure 191 : Exemples de mesures mises en place dans le cadre du chantier de la Tour Incity : contrôle continu grâce à des capteurs (en haut), arrosage et micro-nébulisation pour limiter les poussières (en bas)

4.4.5. EMISSIONS LUMINEUSES

Impacts :

Les travaux essentiellement réalisés en période de jour n'auront pas d'impact sur les émissions lumineuses et, par conséquent, sur la vie des riverains.

En période hivernale, les travaux réalisés tôt le matin ou en fin de journée engendreront des émissions lumineuses, nécessaires aux fonctionnements des engins et à la sécurité des chantiers. Ces impacts restent temporaires et limités.

Mesures :

Pour les travaux de nuit, il conviendra d'adapter l'éclairage des travaux exclusivement à la zone en chantier, évitant ainsi les éclairages perdus.

4.4.6. RISQUES TECHNOLOGIES

Impacts :

La réalisation de travaux peut nécessiter le stockage temporaire de produits dangereux ou polluants, par exemple des produits inflammables (gasoil notamment).

Mesures :

Les volumes stockés sur site seront faibles et réduits au minimum possible.

4.4.7. RESEAUX

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :
Précisions ajoutées sur les impacts temporaires du projet, suivant les études menées dans le cadre du projet PEM/Two Lyon

Impacts :

Le quartier est fortement desservi en réseaux. Des impacts temporaires liés à des travaux réalisés peuvent concerner donc les réseaux (réseaux secs et humides).

Pour limiter les incertitudes des projets de déviation des réseaux dès les phases amont des études, une campagne de reconnaissance des réseaux existants a été lancée par le Grand Lyon dans le cadre du projet PEM/Two Lyon, les réseaux étant particulièrement nombreux sur le secteur boulevard Vivier-Merle, place Béraudier et avenue Pompidou.

En termes d'impacts, il faut distinguer les réseaux « souples » des réseaux « durs ».

Les réseaux « souples » ne posent pas de contraintes majeures dans le sens où leurs déviations sont souvent aisées et ne remettent pas en question leur architecture et leur fonctionnement global.

Les réseaux « durs » sont davantage problématiques. Sur le périmètre de projet il s'agit des réseaux d'assainissement et de chauffage et de froid urbain, et d'une partie des réseaux d'adduction d'eau potable et de télécommunication.

Notamment, le réseau de chauffage et de froid urbain situé entre la rue de Bonnel et la rue Paul Bert, à l'Est du tunnel Vivier Merle existant, fait la liaison entre l'usine située cours Lafayette et l'incinérateur de Pierre-Bénite. Cette artère constitue une contrainte majeure sur le projet.

Sur l'avenue Georges Pompidou, un collecteur d'assainissement de type 44A sera à dévoyer, il s'agit d'un ouvrage structurant qui ramène l'assainissement de l'Est de la gare vers le collecteur du boulevard Vivier-Merle.

Une canalisation AEP Ø400, située au droit du projet Two Lyon et de l'extension trémie Vivier Merle, sera à déplacer. Il s'agit d'une artère majeure qui participe à l'équilibrage du réseau d'eau potable entre l'Est et l'Ouest de la gare.

Concernant le réseau France Télécom, le réseau à l'Est du tunnel Vivier Merle sera à déplacer ; ce réseau est une artère de transport et constitue le maillage principal du réseau.

Enfin, le collecteur d'assainissement à banquettes présent sous le boulevard Vivier-Merle, de dimensions 4,02 m de hauteur par 4,44 m de largeur et faisant partie du réseau structurant de l'agglomération, sera non modifié dans le cadre du projet. Aucun réseau de transport de gaz n'est impacté.

Les travaux liés aux réseaux impliqueront également des coupures de voiries, plus longues que si aucun travaux réseaux n'était réalisé.

Par exemple, les travaux de dévoiement des réseaux du chauffage urbain et des réseaux présents au droit du boulevard Vivier-Merle et de la place Béraudier dureront environ 1 an.

Des travaux d'environ 1 an également seront nécessaires pour le dévoiement des réseaux AEP présents au droit de la trémie Vivier-Merle.

Le risque en phase travaux réside également dans le fait de détériorer, voire de couper les canalisations existantes, ceci pouvant entrainer une gêne plus ou moins importante pour les riverains (coupure d'eau, d'électricité, etc.).

Mesures :

Les réseaux impactés seront déplacés et rétablis si nécessaire.

Une attention particulière devra être apportée lors de la réalisation des travaux pour assurer la protection des réseaux non modifiés. Ainsi la réalisation des fouilles pour la réalisation du sous-sol et les fondations seront réalisées avec soin, afin de ne pas impacter les réseaux existants. Notamment, pour le collecteur principal qui se trouve sous le boulevard Vivier-Merle, une attention particulière devra être portée lors des travaux de la trémie pour éviter toute déstructuration des sols autour de cet ouvrage. Des prescriptions particulières seront données par la Direction de l'eau par la suite pour ces travaux.

Concernant les impacts sur les coupures de voiries, les mesures sont présentées dans le chapitre relatif aux déplacements.

De plus, afin de coordonner les interventions des différents gestionnaires des réseaux sur le secteur, une démarche spécifique en amont des travaux est déjà engagée entre l'ensemble des gestionnaires et le Grand Lyon et les autres maîtres d'ouvrages identifiés.

4.4.8. GESTION DES MATERIAUX ET DECHETS DE CHANTIER

Impacts :

La transformation de la Part-Dieu va engendrer une période intense de travaux où constructions neuves, réhabilitations et démolitions vont s'effectuer dans le même temps.

Des impacts temporaires liés à la production d'ordures ménagères sur chantier sont attendus. Cependant les quantités seront faibles au regard de la production des habitants et activités du périmètre de projet.

Les impacts temporaires du projet concernent donc principalement la production de déchets du BTP pendant les phases de chantier.

Les quantités de déchets de chantiers évolueront de façon progressive en fonction du phasage des travaux, avec un maximum attendu aux alentours de 2024-2025.

A l'aide de ratios proposés par l'ADEME, les quantités de déchets de chantiers ont été estimées. Elles devraient atteindre environ 40 000 t/an au plus fort de la production, pour une production de l'ordre de 15 000 t/an à ce jour du fait des travaux engagés.

De plus, le projet se situant dans une zone historiquement marquée par une activité industrielle (voir page 116), la probabilité de rencontrer une problématique de gestion de terres polluées en phase travaux n'est pas négligeable.

Mesures :

Pour ce qui est des ordures ménagères, elles seront stockées au droit de chaque base vie dans des conteneurs adaptés. Le maître d'ouvrage des opérations concernées par cette base vie prévoira leur prise en charge régulière pour une évacuation vers une filière de traitement autorisée (usines de traitement des ordures ménagères du grand Lyon par exemple).

En ce qui concerne les déchets du BTP, une réflexion sur la réduction de l'impact des destructions est entamée depuis le démarrage du projet, les objectifs étant de pouvoir récupérer, de réutiliser ou de recycler les matériaux et produits déjà existants pour les dédier aux constructions nouvelles et ainsi réduire leur consommation en énergie grise. Ainsi, la réalisation d'un chantier à faibles nuisances implique la mise en œuvre d'une démarche de réduction de déchets de chantier.

D'une manière générale, les déchets qui seront générés durant les travaux seront éliminés par des filières adaptées et agréées.

Le Schéma d'Organisation et de Gestion des Déchets :

Le Grand Lyon pourra intégrer dans les dossiers de consultations des entreprises des prescriptions particulières en matière de gestion déchets. Notamment il demandera la réalisation d'un schéma d'organisation et de gestion des déchets de chantier (SOGED) ainsi que l'application de la charte du chantier propre du Grand Lyon.

Cette pièce contractuelle, rédigée par le titulaire et remise à l'appui de son offre, précisera :

- ✓ le tri sur le site des différents déchets de chantier,
- ✓ les méthodes et moyens employés ainsi que la localisation de l'installation, en cas de plateforme de tri nécessitant un premier transport depuis le chantier,

- ✓ les méthodes de réalisation, de déconstruction ou de stockage (déconstruction couche par couche, rabotage ou démolition des enrobés, tri des autres matériaux (canalisations, bordures …) appliquées pour limiter le mélange des matériaux et en faciliter ainsi le traitement (valorisation matière, réemploi, etc..),
- ✓ les installations de stockage et/ou centres de regroupement et/ou unités de recyclage vers lesquels seront acheminés les différents déchets à évacuer, en fonction de leur typologie et en accord avec le gestionnaire devant les recevoir,
- ✓ les moyens de contrôle, de suivi et de traçabilité qui seront mis en œuvre pendant les travaux, l'information du maître d'œuvre en phase travaux, quant à la nature et à la constitution des déchets et aux conditions de dépôt envisagées sur le chantier,
- ✓ les moyens matériels et humains mis en œuvre pour assurer la gestion des déchets,
- ✓ le plan de réemploi des matériaux in situ ainsi que les modalités de prise en compte des excédentaires et des ultimes,
- ✓ les moyens mis en œuvre pour la récupération des déchets non réutilisables (DAE et DD) : bennes, stockage, emplacement sur le chantier des installations, etc.

L'entreprise de travaux publics pourra également mettre en place un Plan d'Actions Déchets (PAD) qui définit et décrit tous les éléments généraux mis en place par l'entreprise pour le suivi et la gestion des déchets de chantier en termes de moyens, d'organisation et de procédures. Il reprend, modifie et complète le SOGED.

Ce document portera notamment sur :

- ✓ la gestion des matériaux issus des terrassements (dégagement des emprises, terre végétale, fouilles),
- ✓ les conditions de réemploi sur site et de stockage sur site des matériaux impropres,
- ✓ des démolitions de chaussée, avec valorisation des gravats et réutilisation sur site,
- ✓ des rabotages de chaussée : réemploi,
- ✓ des démolitions diverses (collecteurs, regards, descentes d'eau, etc.) : recyclage ou évacuation en décharge,
- ✓ de la démolition des murs ou tête des ouvrages actuels : principe de démolition, modalités de tri, destination ultime des déchets,

Le PAD précisera également les mesures prises pour assurer la propreté du chantier et assurer le tri des déchets.

En début de chantier, l'entrepreneur communiquera le nom de la personne chargée d'assurer le contrôle de la bonne exécution du tri, du transport et de traitement des déchets de chantier.

Enfin, l'entreprise sera tenue de justifier de la traçabilité des déchets. Elle fournira notamment au maître d'œuvre les bordereaux de suivi des déchets définissant la provenance, la nature, le volume (ou poids avec des bons de pesée) et le lieu d'évacuation des déchets. Le bordereau de suivi des déchets industriels spéciaux sera conforme au formulaire CERFA n°12571*01.

La réutilisation et le recyclage des matériaux :

En préalable à chaque opération, une étude géotechnique sera réalisée pour définir les détails techniques du projet. Des mesures de qualité des matériaux de déconstruction et des terres excavées seront réalisées pour préciser leurs conditions de réutilisation.

Ainsi, dans le cadre des opérations de terrassement, il conviendra de prioritairement réutiliser les déblais réalisés sur site (après diagnostic de la qualité des matériaux excavés). Il conviendra également d'équilibrer au mieux les quantités de déblais/ remblais afin de limiter les apports de matériaux extérieurs et la mise en dépôt de déblais excédentaires.

Les gains étant à la fois environnementaux et économiques, ces opérations sont habituellement mises en œuvre par les constructeurs. Dans le cadre du projet de ZAC, et plus généralement pour l'organisation et la coordination des chantiers à l'échelle du projet Part-Dieu, il pourra être envisagé la mise en œuvre d'un système de type bourse des déchets, pour que « les déchets des uns deviennent la matière première des autres ».

Le surplus de matériaux excavés devra être évacué par une filière de valorisation appropriée. La terre végétale décapée pourra être réemployée pour la constitution de l'assise de la trame verte. La maximisation de ce réemploi limitera l'impact en termes d'émissions de gaz à effet de serre.

De même, un diagnostic des bâtiments à démolir devra être réalisé de manière à qualifier et quantifier les déchets issus de la démolition et évaluer la contamination du bâtiment (amiante) avant le début des opérations de démolition. Ce diagnostic favorisera une bonne gestion des déchets de démolition, en précisant les possibilités de réutilisation et de recyclage et les filières d'élimination à prévoir.

Le tri des déchets :

Dans le cadre des travaux, il conviendra de collecter et trier les déchets de chantier qui sont de nature très variées et qui peuvent être classés en 4 catégories :

- ✓ Les déchets inertes,
- ✓ Les déchets non dangereux,
- ✓ Les déchets d'emballages,
- ✓ Les déchets dangereux et les DTQD (déchets toxiques en quantité dispersée).

Le tri des déchets de chantier comprendra :

- ✓ La limitation des quantités de déchets produits par une bonne préparation du chantier,
- ✓ La définition des déchets à trier sur le chantier, en fonction des possibilités de valorisation existantes dans la région,
- ✓ L'organisation du tri avec toute sa logistique permettant un tri minimal des déchets suivants : déchets inertes, déchets d'emballages, déchets de bois souillé ou traité, déchets métalliques, autres déchets des activités économiques, déchets dangereux et toxiques Dangereux.
- ✓ Le suivi des déchets en vérifiant leur destination finale et en établissant des bilans réguliers.

Des poubelles et bennes seront mises en place sur le site du chantier, en fonction des besoins et à l'avancement du chantier.

Les zones de tri permettront la séparation des déchets au minimum des flux suivants en vue d'une valorisation optimale :

- ✓ Les déchets inertes (terre, gravats, béton/ciment, maçonnerie, faïence, carrelage, brique…) ;
- ✓ Les emballages notamment les papiers et cartons ;
- ✓ Le bois non traité ;
- ✓ Les déchets non dangereux en mélange ;
- ✓ Les déchets dangereux (huiles, solvants, peintures, bois traité….).

Il sera interdit de mélanger certains déchets : les huiles usagées, les PCB, les fluides frigorigènes, les piles, les pneumatiques, les déchets d'emballages doivent être séparés des autres catégories de déchets. Seuls les déchets ultimes pourront être enfouis. Aucun déchet ne sera brûlé à l'air libre, abandonné ou enfoui dans des zones non contrôlées administrativement, ou laissé dans des bennes non prévues à cet effet. Et les bennes contenant des déchets fins ou pulvérulents seront bâchées.

Sur les zones stockages de déchets, la mise en place de pictogrammes permettra d'identifier chaque catégorie de déchets et de favoriser le tri sur les chantiers.



Figure 192 : Exemple de pictogrammes proposés pour le tri des déchets de chantier

4.5. L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE ET NATUREL

4.5.1. MILIEU NATUREL

Impacts :

Les impacts temporaires sur le milieu naturel pourront avoir lieu lors de la réalisation des travaux d'aménagement. Il s'agira notamment d'un impact direct par destruction de biotope.

De plus, les travaux d'aménagement seront potentiellement à l'origine du dérangement des populations animales sur ou à proximité des terrains par le bruit temporaire engendré par les travaux, notamment les oiseaux.

Ils seront également à l'origine de poussières qui peuvent se déposer sur la végétation, provoquant, si elles sont émises en quantités importantes, une perturbation de la physiologie des plantes.

Mesures :

Les impacts directs sur les espèces végétales et notamment les arbres existants seront compensés par la mise en place d'une trame végétale continue sur la ZAC.

Pour les arbres qui seront conservés, des dispositifs seront mise en place pour assurer leur protection contre toute blessure, tout en assurant la possibilité d'intervention sur les arbres pour leur entretien, et notamment leur arrosage lorsque cela est nécessaire.

Concernant spécifiquement le Faucon Pèlerin installé dans un nichoir sur la tour EDF, la période de réalisation des travaux à proximité immédiate sera adaptée en fonction de la biologie de l'espèce.

Des mesures sont également mises en œuvre pour limiter les émissions de poussières (voir paragraphe spécifique en page 205).

Enfin, la réalisation de chantiers à faibles nuisances contribuera à limiter les impacts temporaires liés aux chantiers.

4.5.2. CHANGEMENTS CLIMATIQUES (EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE)

Impacts :

La transformation du quartier liée aux travaux programmés sur la ZAC va engendrer une période intense de travaux où constructions neuves, réhabilitations et démolitions vont s'effectuer dans le même temps.

Ces travaux vont engendrer des émissions de gaz à effet de serre, notamment en lien avec le choix des matériaux de construction (énergie grise).

Mesures :

La récupération, la réutilisation et le recyclage des matériaux existants doivent être mis à profit pour les constructions neuves. En effet, favoriser la réutilisation des matériaux d'un projet déconstruit pour un projet neuf réduit l'impact de la construction neuve.

L'exemple ci-dessous illustre la réutilisation d'éléments vitrés et de béton. En prenant pour exemple un bâtiment de bureaux et en analysant la proportion d'énergie grise consommée par les différents éléments constitutifs de ce dernier, on se rend compte que le gros œuvre et les façades vitrées correspondent à 34% de la consommation d'énergie grise globale du bâtiment, soit un peu plus d'un tiers.

Il serait donc intéressant de préférer, lors de la nouvelle construction, des structures légères et des matériaux de recyclage.

Un effort peut être également fait sur le béton dont la production en CO_2 est importante en utilisant des laitiers de fonte (déchets des hauts fourneaux) plutôt que des laitiers classiques, par exemple.

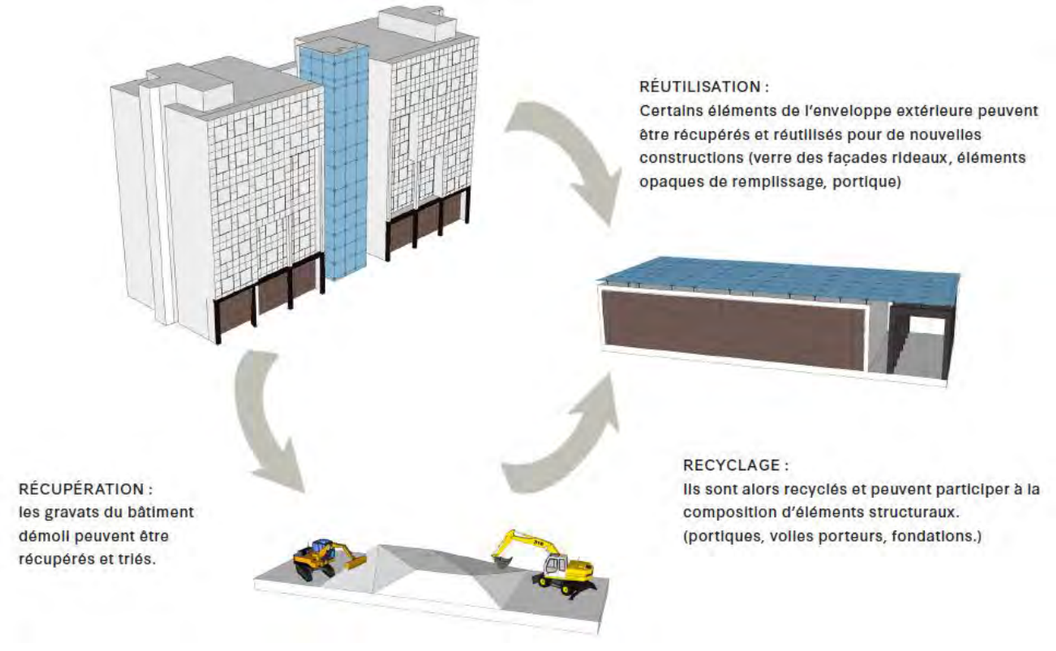


Figure 193 : Exemple de valorisation possible de matériaux issus d'une déconstruction (source : Plan de référence v2)

4.5.3. TOPOGRAPHIE, GEOLOGIE ET GEOTECHNIQUE

Impacts :

La ZAC Part-Dieu Ouest est située au droit de terrains relativement plats. Cette topographie est donc favorable aux opérations de construction puisqu'elle n'engendre pas de lourdes opérations de décaissement et nivellement du terrain.

Le projet prévoit cependant la création :

- ✓ d'immeubles de grande hauteur (IGH), avec leurs sous-sols associés,
- ✓ de nouveaux parkings enterrés,
- ✓ de nouvelles trémies au niveau de la gare Part-Dieu pour accéder aux nouveaux parkings enterrés.

Les mouvements de matériaux les plus notables concerneront donc ces aménagements. Le périmètre du projet se situant dans une zone historiquement marquée par une forte activité industrielle, la probabilité de rencontrer une problématique de gestion de terres polluées en phase travaux n'est pas négligeable.

Temporairement, durant les travaux, les engins de chantiers pourront provoquer des pollutions accidentelles (suintements d'huile, …) et les matériaux liés au chantier pourront entraîner la production d'émulsions qui peuvent s'infiltrer dans les sols et le sous-sol et se mêler aux eaux de ruissellement. Il conviendra de prévenir ces écoulements accidentels par des moyens de gestion adaptés afin d'éviter tout risque de pollution fortuite.

Mesures :

Dans le cadre des opérations de terrassement, il conviendra de prioritairement réutiliser les déblais réalisés sur site et d'équilibrer au mieux les quantités de déblais/ remblais afin de limiter les apports de matériaux extérieurs, comme présenté dans le chapitre relatif à la « Gestion des matériaux et des déchets de chantiers ».

En cas de pollution des sols constatées, le traitement des impacts temporaires relatifs à la qualité environnementale des sols consistera principalement en la réduction ou la suppression des voies d'exposition vis à vis de l'homme et des milieux environnementaux sensibles des éléments polluants générés par les travaux de construction.

Dans une logique de développement durable et de gestion des risques suivant l'usage. Les traitements de sols pollués in-situ (sans excavation avec recouvrement) seront privilégiés. En cas d'excavation, les traitements de sols pollués sur le site d'extraction seront réalisés dans le respect de la réglementation.

La gestion de ces risques privilégiera donc le maintien en place des terrains et leur recouvrement pour rendre les risques sanitaires acceptables. Toutefois, si les terres ne peuvent être réutilisées sur le site d'extraction, il sera privilégié leur valorisation dans l'emprise du projet, en remblais sous recouvrement (sous ouvrages par exemple). Enfin, en cas d'évacuation forcée de remblais superficiels pollués, il sera réalisé des tests complémentaires d'acceptation en déchets inertes, de manière à s'assurer de la meilleure destination des déchets.

La qualité environnementale résiduelle des sols sera donc identique ou améliorée grâce au projet (impact neutre ou positif).

4.5.4. HYDROGEOLOGIE ET HYDROLOGIE

Impacts :

L'aménagement de la ZAC pourrait générer deux types d'effets sur les eaux souterraines et superficielles :

- ✓ des impacts sur les conditions d'écoulement des eaux ;
- ✓ des impacts sur la qualité des eaux.

La phase travaux entrainera des prélèvements temporaires dans les nappes pour la mise en œuvre des ouvrages souterrains (parkings et cuves de stockages des eaux pluviales).

En outre, les impacts temporaires du projet sur la nappe d'eau souterraine sont principalement liés au risque de déversement d'une substance toxique polluante pendant les travaux (produits d'entretien des engins, essence, fuel, graisses...).

En ce qui concerne les eaux superficielles, les impacts accidentels liés à la phase de travaux sont nuls du fait de l'absence de cours d'eau.

Par ailleurs, la nappe étant peu profonde et les sites potentiellement pollués très nombreux en amont du projet, il est possible que la nappe sous le projet soit impactée avant même le démarrage des travaux.

Mesures :

En matière de pollution, les risques liés au chantier seront limités grâce aux mesures de précaution mise en place :

- ✓ Stockage des substances polluantes dans des récipients étanches et sur des aires imperméabilisées;
- ✓ Gestion des déchets assurée rapidement dans des conditions optimales de collecte, de stockage, de traitement...dont la filière sera réglementée et adaptée aux types de déchets à traiter;
- ✓ Vigilance par les entreprises lors des travaux de terrassement quant à tout signe apparent de pollution des sols : couleurs, odeurs, etc.

Les eaux de ruissellement du chantier seront collectées et dirigées vers un bassin temporaire de collecte. Les aires pour le rinçage du matériel seront également équipées de façon à récupérer les eaux de lavage.

Ces eaux seront traitées par un débourbeur séparateur d'hydrocarbures avant rejet dans le milieu naturel ou dans les réseaux de collecte.

De plus, le lavage des toupies de bétons sur chantiers pourra être interdit, sinon il sera mise en place des installations fixes de récupération des eaux de lavage des bennes à béton. Après décantation, l'eau claire pourra être rejetée, et le dépôt de béton issus de la décantation évacués vers la benne pour gravats inertes.

Pour limiter les pollutions de diffuses, les quantités de produits utilisées seront limitées au strict nécessaire. Une procédure de traitement des pollutions accidentelles et de gestion des déchets de chantier devra être mise en place (par exemple, kit de dépollution dans chaque véhicule ou dans un local identifié à proximité).

Lors de la réalisation des travaux, en cas de pollution des eaux issues de la nappe, il faut noter que les dispositions réglementaires en vigueur n'interdisent pas le pompage de ces eaux mais imposent la réalisation de contrôles de qualité avant rejet, voire la mise en place d'unités de traitements.

Les recommandations concernant l'environnement devront être incluses dans les dossiers de consultation des entreprises.

5. EFFETS DU PROJET SUR LA SANTE, LA SECURITE ET LA SALUBRITE PUBLIQUE

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :

Précisions ajoutées pour les espèces végétales envahissantes

Compléments de l'analyse des effets du projet sur la santé, suivant les compléments pour les volets air et bruit.

Sur la qualité de l'air : compléments suivant l'étude air-santé, incluant le calcul de l'indice pollution-population et l'évaluation quantitative des risques sanitaires au droit des sites sensibles

Conformément aux articles L.220-1 et suivants du Code de l'environnement (loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie) et à la circulaire d'application n°98-36 du 17 février 1998, l'étude d'impact comporte une analyse des effets du projet sur la santé.

L'objectif de ce volet de l'étude d'impact est de rechercher si les modifications apportées à l'environnement par le projet peuvent avoir des incidences sur la santé humaine, autrement dit d'évaluer les risques d'atteinte à la santé humaine liés aux différentes pollutions et nuisances résultant de la réalisation ou de l'exploitation de l'aménagement projeté. Les thématiques suivantes sont prises en compte : pollution des eaux, bruit, pollution atmosphérique.

Pour rappel, plusieurs aspects ont été abordés précédemment dans la description des impacts et mesures, qui contribuent à préserver la santé, la sécurité et la salubrité publique.

Selon la méthodologie, les étapes préalables à l'évaluation des risques sanitaires doivent permettre de :

- ✓ Identifier les populations susceptibles d'être concernées par les éventuels impacts sur la santé (cibles)
- ✓ Identifier les sources de dangers sur la zone d'étude,
- ✓ Identifier les voies d'exposition, c'est-à-dire les possibilités d'exposition de la population aux sources de dangers.

Cela permet ensuite de procéder à l'évaluation des risques sanitaires.

5.1. ANALYSE DES SCENARIOS D'EXPOSITION

Le risque sanitaire se définit comme la probabilité d'occurrence d'effets négatifs pour la santé humaine suite à une exposition à un danger. Le risque n'existe qu'en présence d'une source de danger et implique un transfert de l'agent dangereux vers les cibles que sont les populations.

Le principe de l'évaluation des risques est illustré par le schéma suivant :

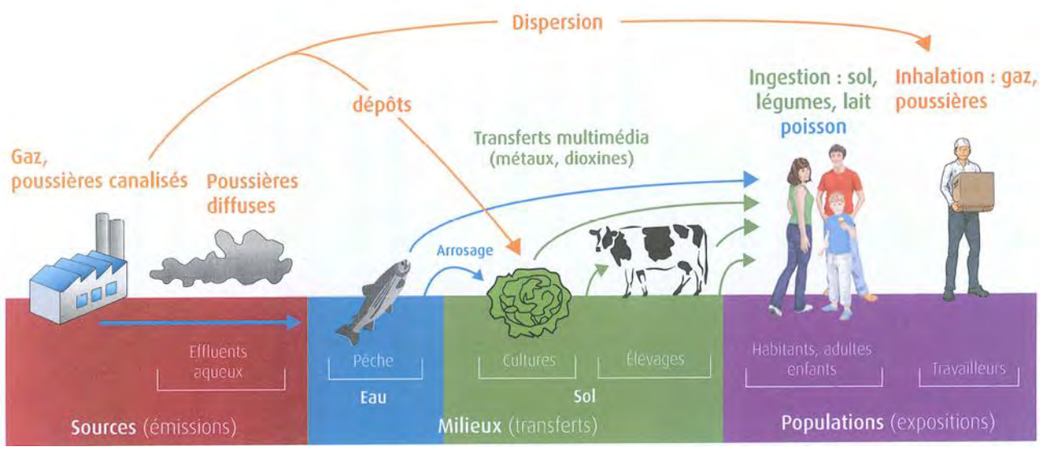


Figure 194 : Exemple de schéma conceptuel d'exposition lié à une installation industrielle (source : INERIS 2013)

5.1.1. LES CIBLES

Dans le cadre du projet, les populations susceptibles d'être concernées par les éventuels impacts sur la santé sont les riverains des terrains aménagés et les futurs habitants, employés et visiteurs.

5.1.2. LES SOURCES DE DANGERS

L'ensemble des activités humaines est à l'origine de rejets, d'émissions ou de nuisances diverses qui sont susceptibles d'occasionner des incidences directes ou indirectes sur la santé humaine. Ceci se produit lorsque les charges polluantes atteignent des concentrations ou des valeurs trop élevées pour être évacuées, éliminées ou admises sans dommage pour l'environnement, et donc, par voie de conséquence, pour la santé humaine.

Comme cela a été précisé dans les chapitres précédents, les travaux pourront occasionner un risque de pollution des eaux superficielles ou souterraines et des sols, des émissions de polluants atmosphériques, des vibrations et des nuisances sonores. Les effets permanents du projet seront toutefois globalement positifs.

Le bruit :

L'excès de bruit a des effets sur l'organisme en général. Il se traduit notamment par des troubles du sommeil et favorise l'apparition du stress chez les individus exposés.

En pratique, l'évaluation de l'impact sanitaire lié au bruit est difficile. Les limites du niveau sonore en deçà desquelles il n'est pas ressenti de gêne ou décrit d'effets sur la santé sont fonction de chaque individu et varient suivant la perception subjective de chacun.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a défini des valeurs guides au regard des effets du bruit sur la santé, pour les deux indicateurs de bruit LAeq et LAmax.

A titre informatif, ces valeurs sont précisées ci-dessous :

Environnement spécifique	Effet critique sur la santé	LAeq dB(A)	Base de temps (heures)	LA max
Zone résidentielle extérieure	Gêne sérieuse pendant la journée et la soirée	55	16	-
	Gêne modérée pendant la journée et la soirée	50	16	-
Intérieur des logements Intérieur des chambres à coucher	Intelligibilité de la parole et gêne modérée pendant la journée et la soirée	35	16	-
	Perturbation du sommeil, la nuit	30	8	45
A l'extérieur des chambres à coucher	Perturbation du sommeil, fenêtre ouverte	45	8	60
Salles de classe et jardins d'enfants, à l'intérieur	Intelligibilité de la parole, perturbation de l'extraction de l'information, communication des messages	35	Pendant la classe	-
Salles de repos des jardins d'enfants, à l'intérieur	Perturbation du sommeil	30	Temps de repos	45
Cours de récréation, extérieur	Gêne (source extérieure)	55	Temps de récréation	-
Hôpitaux, salles/chambres, à l'intérieur	Perturbation du sommeil, la nuit	30	8	40
	perturbation du sommeil, pendant la journée et la soirée	30	16	-
Hôpitaux, salles de traitement, à l'intérieur	Interférence avec le repos et la convalescence	(1)		
Zones industrielles, commerciales, marchandes, de circulation, extérieur et intérieur	Perte de l'audition	70	24	110
Cérémonies, festivals, divertissements	Perte de l'auditions (clients : < 5 fois par an)	100	4	110
Discours, manifestations extérieures et intérieures	Perte de l'audition	85	1	110
Musique et autres sons diffusés dans des écouteurs	Perte de l'audition	85 (4)	1	110
Impulsions sonores générées par des jouets, des feux d'artifice et des armes à feu	Perte de l'audition (adultes)	-	-	140 (2)
	Perte de l'audition (enfants)	-	-	120(2)
Parcs naturels et zones protégées	Interruption de la tranquillité	(3)		

(1) : Aussi bas que possible.
(2) : La pression acoustique maximale (pas LAF, maximum) mesurée à 100 millimètres de l'oreille.
(3) : Des zones extérieures silencieuses doivent être préservées et le rapport du bruit au bruit de fond naturel doit être gardé le plus bas possible.
(4) : Sous des écouteurs, adaptés aux valeurs de plein-air.

Figure 195 : Valeurs guides définies par l'OMS au regard des effets du bruit sur la santé

LAeq : Indicateur de bruit sur une période donnée (jour 6h-22h / nuit 22h-6h / journée 24h). Il représente l'énergie acoustique moyenne perçue pendant la durée d'observation. Contrairement au Lden, il n'est pas pondéré et ne prend pas en compte de majoration pour les périodes de soirée ou de nuit.

LAmax : niveau de bruit maximum sur une période donnée. Le niveau maximal (LAmax) d'un bruit peu variable dans le temps est très proche du niveau équivalent (LAeq) mesuré sur une période prolongée.

Les émissions lumineuses :

Les émissions lumineuses peuvent être une source de perturbations pour la santé et le bien-être des riverains : gêne visuelle et trouble du sommeil principalement.

Comme précisé dans le chapitre relatif aux impacts du projet sur les émissions lumineuses en phase d'exploitation, et compte-tenu de l'ambiance déjà lumineuse du site existant, le projet ne sera pas à l'origine d'une augmentation sensible de l'ambiance lumineuse existante.

Toutefois, compte-tenu de la modification des voiries et de la création de zones bâties, il peut être attendu certaines gênes pour les habitants.

Emissions atmosphériques et pollution de l'air :

Sur le plan sanitaire, plusieurs travaux internationaux montrent les impacts de la pollution de l'air sur la santé :

- ✓ l'exposition aux particules fines peut entrainer une réduction de l'espérance de vie
- ✓ habiter à proximité du trafic routier augmente sensiblement la morbidité attribuable à la pollution atmosphérique
- ✓ il existe un lien entre l'exposition à long-terme aux particules $PM_{2,5}$ et la mortalité cardio-vasculaire
- ✓ le dioxyde d'azote et l'ozone s'avèrent également toxiques pour l'homme (atteintes notamment respiratoires).

Les effets sanitaires des polluants à enjeux identifiés sur la zone d'étude sont précisés ci-après (*source : INVS).*

- ✓ Le dioxyde d'azote :

Le NO_2 pénètre dans les voies aériennes inférieures notamment les bronchioles. A de fortes concentrations, le NO_2 provoque des lésions inflammatoires de l'épithélium.

Un certain nombre d'études épidémiologiques ont aussi permis d'évaluer les liens entre les niveaux de dioxyde d'azote dans l'air ambiant et la santé. L'augmentation des niveaux de NO_2 est corrélée à une augmentation de la mortalité et des hospitalisations pour pathologies respiratoires et cardio-vasculaires. Les études épidémiologiques ont également montré que les symptômes bronchitiques chez l'enfant asthmatique augmentent avec une exposition de longue durée au NO_2. On associe également une diminution de la fonction pulmonaire aux concentrations actuellement mesurées (ou observées) dans les villes d'Europe et d'Amérique du Nord. Cependant les études épidémiologiques ne permettent pas de dissocier les effets du NO_2 de ceux des autres polluants émis ou formés avec lui.

Des études expérimentales réalisées chez l'homme et chez l'animal indiquent que le NO_2 – à des concentrations dépassant 200 µg/m3 pendant de courtes périodes – est un gaz toxique qui a des effets importants sur la santé. Les études de toxicologie chez l'animal laissent également à penser qu'une exposition à long terme au NO_2 à des concentrations supérieures aux concentrations ambiantes courantes a des effets indésirables.

- ✓ Les particules :

L'effet des particules dépend de leur taille. Les particules les plus grosses se déposent sur la muqueuse de l'oropharynx et sont dégluties, la voie de pénétration principale est donc digestive. Les particules fines se déposent sur l'arbre trachéo-bronchique et vont atteindre les alvéoles pulmonaires. Le taux de déposition est très important pour les particules ultra fines de moins de 0,5 µm, il est de 20 % pour les particules de 0,5 à 2,5 µm. Ces particules sont éliminées par phagocytose (processus cellulaire par lequel certaines cellules regroupées sous la dénomination générale de phagocytes peuvent ingérer des particules étrangères solides) ou par le tapis mucociliaire.

Certaines études expérimentales montrent une association entre les particules et des marqueurs sanguins de l'inflammation. Les particules auraient aussi un effet allergisant. Les effets cancérogènes observés dans certaines études sont liés à la présence de molécules cancérogènes adsorbées à la surface des particules émises par les véhicules diesels. Enfin, des associations entre particules et saturation de l'oxygène sanguin, viscosité plasmatique et pression sanguine ont récemment été décrites.

De nombreuses études épidémiologiques ont mis en évidence des associations à court terme entre les niveaux ambiants de particules et différents effets qui sont : une augmentation de la mortalité, des admissions hospitalières, de la prise de médicaments et des consultations médicales, des réactions inflammatoires des poumons, des symptômes respiratoires. Ces effets concernent l'appareil respiratoire mais également l'appareil cardiovasculaire. Les études concernant les effets à long terme sont moins nombreuses mais leurs résultats vont dans le sens d'un effet délétère lié à une exposition chronique aux particules, sur l'appareil cardio-pulmonaire en particulier, qui s'avèrent sans doute plus importants pour la santé publique que les effets à court terme. Une exposition à long terme aux particules diminue significativement l'espérance de vie,

augmente les risques de mortalité liés aux maladies cardio-vasculaires et au cancer du poumon. Les autres effets démontrés par les études sont un accroissement des symptômes des voies respiratoires inférieures, des maladies respiratoires obstructives chroniques, une réduction des fonctions pulmonaires chez les enfants et les adultes.

Les poussières :

Dans le cadre du projet, les chantiers pourront conduire à des mouvements de terrains pouvant générer des envols de poussières et nuire ainsi à la santé des usagers et des riverains. De plus les engins utilisés sur le chantier seront à l'origine d'émissions (gaz d'échappement) pouvant porter localement atteinte à la qualité de l'air ambiant.

Pour les poussières générées par le chantier, les impacts sur la santé humaine par inhalation et sur la visibilité ambiante sur les axes routiers ne seront pas à négliger, bien que les niveaux d'émissions seront globalement modérées et temporaires donc les effets sanitaires pourront être considérés comme acceptables. En effet, les effets sanitaires liées à la mise en envol de poussières durant des travaux de type urbain restent faibles et dans tous les cas bien inférieurs à une exposition chronique à des niveaux d'exposition élevés.

Nous pouvons toutefois potentiellement envisager une légère augmentation de troubles respiratoires mineurs, notamment pour les personnes âgées, les jeunes enfants et les personnes asthmatiques, durant certaines phases de travaux. Des mesures seront donc prises pour réduire au maximum ce risque.

L'amiante :

La recherche de l'amiante sera réalisée préalablement aux travaux de démolition et permettra de limiter les risques sanitaires vis-à-vis des ouvriers en cas de présence par la mise en place de processus spécifique (plan de désamiantage).

Co-exposition air/bruit :

Pollution de l'air et bruit constitue une problématique couplée. En effet, en zone urbanisée, les populations sont souvent exposées à la fois à la pollution de l'air et aux nuisances sonores. La co-exposition à ces facteurs peut donc être une source de danger. Cependant les expositions multiples (PNE) et leurs conséquences sanitaires sont actuellement méconnues.

Comme prévu par le Plan Régional Santé Environnement, il convient de consolider la connaissance disponible en terme de bruit et de qualité de l'air afin d'identifier les populations les plus exposées, sous la coordination d'Acoucité et d'Air Rhône-Alpes. Une plateforme régionale « Air et Bruit » a donc été mise en place, et en 2013 des cartographies Air et Bruit ont été produites et compilées afin de proposer une cartographie de co-exposition (concentration en dioxyde d'azote supérieure à 40 µg/m3 et niveau Lden routier supérieur à 68 dB(A)).

Il apparaît que les secteurs concernés par une co-exposition sont principalement les grands axes routiers très circulés (autoroutes, périphériques, axes urbains majeurs), et certaines zones plus localisées.

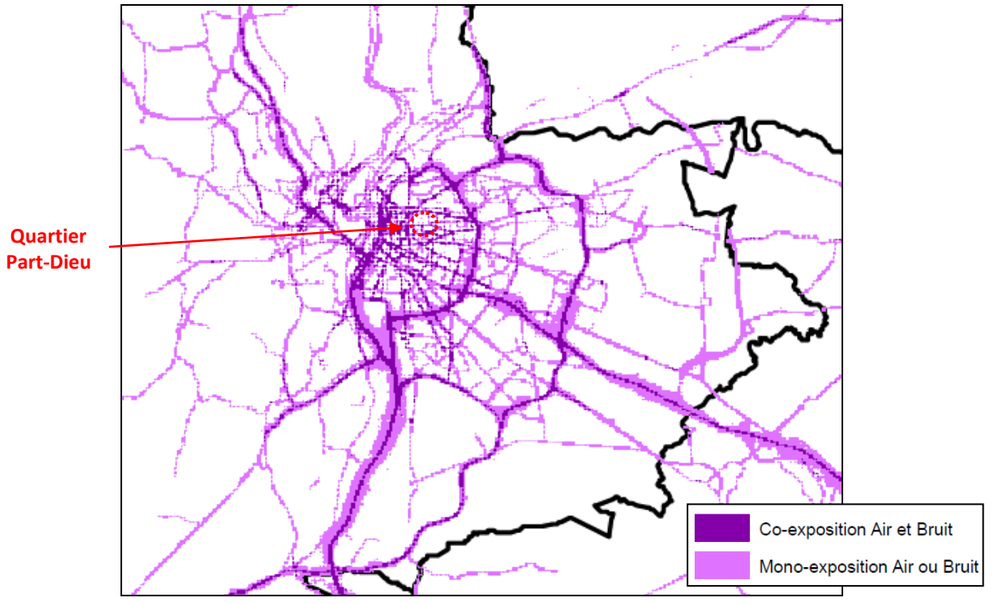


Figure 196 : Carte de co-exposition (Air et Bruit) et mono-exposition (Air ou Bruit) en Rhône-Alpes (source : ORHANE, Observatoire RHônAlpin des Nuisances Environnementales)

Espèces végétales envahissantes :

Parmi les espèces végétales envahissantes, on peut identifier l'ambroisie comme source de danger potentiel pour la santé.

Lorsque cette plante est en fleur (à partir de mi-juillet), le pollen entraîne, chez les personnes prédisposées, des troubles allergiques. Les symptômes peuvent notamment se traduire par des rhinites, conjonctivites, asthme, urticaire,…

Le développement de cette plante est lié à la gestion des friches et des terrains délaissés. Les personnes transitant à proximité des talus peuvent être concernées par la prolifération d'Ambroisie, ainsi que les riverains, les automobilistes et les passants, du fait du risque de propagation des pollens par le vent.

Substances et produits polluants ou toxiques :

Les substances et produits utilisés lors des travaux (carburants par exemple) peuvent présenter un caractère polluant ou toxique. Cependant, leur utilisation est limitée dans le temps et dans l'espace.

En cas de pollution accidentelle, ces substances et produits peuvent cependant constituer une source de dangers pour la santé.

Les déchets générés par les chantiers pourraient également constituer une source de dangers s'ils ne sont pas gérés conformément à la réglementation.

5.1.3. LES VOIES D'EXPOSITION

L'exposition à la pollution peut être directe (principalement par ingestion de sol) ou indirecte via les eaux souterraines, les eaux superficielles, les envols de poussières, et les transferts vers les produits alimentaires.

Sols :

Dans le cadre du projet, les sols pourraient constituer une source de dangers par ingestion directe. Cependant, les diagnostics de pollution des sols permettront de détecter les pollutions existantes et de les traiter. De plus, en cas de pollutions accidentelles dans le cadre du projet, les mesures mises en œuvre permettront de les traiter et de limiter le risque d'exposition des populations. Enfin, les déchets de chantiers feront l'objet d'une gestion conformément à la réglementation. Il est peu probable que les populations soient exposées à des sources de danger par ingestion de terres polluées.

Par ailleurs, le domaine d'étude ne comporte aucune zone d'élevage ou de culture, il n'est donc pas pertinent d'étudier les risques sanitaires liés à la contamination de la chaîne alimentaire.

Eaux souterraines et superficielles :

L'exposition des populations via l'eau dépend des possibilités de transfert de pollution vers les eaux souterraines ou de surface et des usages humains effectifs, programmés ou potentiels de ces eaux.

Localement, du fait de l'absence d'usage des eaux souterraines et superficielles pour l'alimentation en eau potable ou les activités de loisirs (pêche, baignade…), il peut être considéré que les eaux souterraines et superficielles ne constituent pas un vecteur de transfert des sources de dangers vers les populations.

Air :

L'air constitue une voie d'exposition des populations aux différentes sources de dangers recensées :

- ✓ par inhalation des polluants atmosphériques
- ✓ par transmission et diffusion du bruit et des émissions lumineuses dans l'environnement
- ✓ par co-exposition à ces deux facteurs

L'air constitue la principale voie d'exposition des populations aux différentes sources de dangers identifiées, en phase chantier et en phase exploitation.

5.2. EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES ET MESURES

Les effets potentiels du projet sur la santé seront essentiellement liés à la phase chantier. Des mesures spécifiques à la phase chantier seront prises et matérialisées dans le cadre de la charte de chantier propre et à faibles nuisances.

La réduction des effets sur la santé concernera la maîtrise des nuisances sonores liées aux engins mécaniques, la circulation des camions, l'émission de poussières… Ainsi les travaux seront réalisés dans le respect des règles d'hygiène et de sécurité inhérentes aux chantiers.

En fin de ce chapitre, une partie spécifique concerne les impacts permanents sur la santé du fait des émissions atmosphériques. Elle présente les résultats de la modalisation de la dispersion des polluants, et de l'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS).

Nuisances sonores et lumineuses :

Impacts

En phase travaux une gêne, voire des troubles ponctuels et très limités dans le temps pourront être ressentis ponctuellement par les populations riveraines.

Cependant le bruit dû aux véhicules utilitaires, engins de terrassements, pompes, etc. est réglementé. De plus, les dispositions prévues pour limiter les impacts acoustiques permanents et temporaires permettront de réduire les émissions sonores et leurs conséquences sur la santé.

Concernant le personnel des chantiers, il y a un risque d'une exposition prolongée au bruit. Pour une journée de travail (8h), l'ouïe est considérée en danger lors d'une exposition au bruit dont le niveau est supérieur à 85 dB(A). Le tableau ci-dessous donne la durée d'exposition quotidienne au bruit qui nécessite une action :

Niveau sonore en dB(A) :	80	83	86	89	92	95	98
Durée maximale d'exposition :	8h	4h	2h	1h	30'	15'	7.5'

Une partie des bâtiments existants de la ZAC ayant fait ou allant faire l'objet d'une réhabilitation, une autre partie étant détruite en faveur de la construction de nouveaux immeubles, le projet de ZAC offre la possibilité d'améliorer l'existant pour les riverains et les usagers, et donc d'améliorer leur cadre de vie en matière d'ambiance sonore.

Mesures

En phase travaux, le personnel de chantier sera équipé de façon adéquate vis-à-vis des matériels bruyants en activité (port d'un casque anti-bruit, …). Ne seront en activité que des engins homologués, respectant les normes d'émissions sonores. L'organisation, le phasage des travaux, la réflexion menée en amont pour limiter le cumul des manœuvres bruyantes, la réalisation de dossiers de bruit de chantier sont des mesures permettant de limiter les effets du bruit sur les ouvriers.

En phase exploitation, les niveaux sonores sont importants de jour au droit des axes routiers et ferroviaires. Au vu des résultats de la modélisation et de la réglementation en vigueur, trois bâtiments rue Mazenod sont donc concernés par une éventuelle protection acoustique, dépendant :

- ✓ de l'application du critère d'antériorité (Cf. §C 3.4.3 La réglementation),
- ✓ de l'efficacité des protections acoustiques actuelles des bâtiments,

Les bâtiments présentant un dépassement de seuil feront l'objet d'une étude afin d'évaluer leur performance acoustique (double / triple vitrage, isolation de façade éventuelle) et si celle-ci est suffisamment performante vis-à-vis du niveau de bruit attendu. Si l'analyse aboutit sur une insuffisance, pour ces bâtiments la protection doit être évaluée : à ce stade, l'isolation de façade et/ou le changement des fenêtres sont des options envisagées.

Nuisances lumineuses :

On parle de pollution ou nuisance lumineuse lorsque les émissions lumineuses sont particulièrement nombreuses et/ou inadaptées, et qu'elles nuisent à l'obscurité normale et souhaitable de la nuit. Dans le cadre du projet, les émissions lumineuses supplémentaires seront atténuées du fait que le site se trouve au sein d'une grande agglomération, en milieu fortement urbanisé. Elles ne seront pas être source de gêne pour la population, que ce soit en phase chantier ou en phase exploitation.

Ainsi, le projet n'aura pas d'impact notable sur la santé publique du fait des nuisances lumineuses.

Ambroisie :

Le projet de la ZAC Part-Dieu n'entraînera pas de modification significative du risque de prolifération d'ambroisie.

Une attention particulière sera portée aux dépôts temporaires de matériaux, pour réduire le risque de développement de l'ambroisie et d'espèces invasives. La mise en dépôt temporaire se fera au niveau de sites autorisés (dans les emprises ou site de stockage défini pour l'ensemble des travaux du quartier de la Part-Dieu).

De plus, l'enherbement des terres mises à nue limitera l'exposition des populations riveraines à ce risque sanitaire.

En tant que de besoin, les talus terrassés seront bâchés pour éviter la pousse de plantes invasives.

Ainsi, le projet en lui-même n'aura pas d'impact notable sur la santé publique via le développement de l'ambroisie.

Pollution des eaux :

Des mesures sont mises en œuvre pour préserver la qualité des eaux souterraines et superficielles et éviter tout rejet de substance ou produit polluant. Des mesures sont également prévues pour le tri des déchets sur chantiers et le stockage des déchets potentiellement pollués dans des conditions adaptées ; leur traitement se fera conformément à la réglementation.

De plus, les voies de transfert vers la population via les eaux souterraines ou superficielles sont très limitées.

Ainsi, le projet en lui-même n'aura pas d'impact notable sur la santé publique via une dégradation de la qualité des eaux souterraines ou superficielles.

Pollution de l'air en phase Chantier :

Comme expliqué au chapitre 4.4.4 relatif à la qualité de l'air en phase chantier, les émissions suivantes ont été estimées pour les poussières :

PM_{10} : 41 tonnes (*émissions de l'agglomération calculées dans le PPA Lyon pour 2007 : 4 581 t*)

$PM_{2.5}$: 14 tonnes (*émissions de l'agglomération calculées dans le PPA Lyon pour 2007 : 3 240 t*)

Ces émissions représenteraient le total d'émissions si toute la surface de la zone d'étude était en travaux. Or les travaux seront étalés dans le temps et leur surface totale n'atteindra jamais celle du quartier. Autrement dit, même en adoptant une

approche fortement majorante, l'ordre de grandeur des émissions reste peu significatif par rapport aux émissions annuelles de l'agglomération (moins de 1%).

Etant donné leur granulométrie, une grande partie de ces poussières devrait retomber au sol à une distance relativement faible du point d'émission par des conditions de vent normales. Elles peuvent se déposer sur la végétation et les bâtiments, provoquant, si elles sont émises en quantités importantes, une perturbation de la physiologie des plantes et une salissure accélérée de la chaussée et des bâtiments. Elles peuvent aussi troubler la visibilité des usagers de la route et augmenter le risque d'accident.

Cependant, l'aspect temporaire de la phase travaux et des opérations susceptibles de produire des poussières en grande quantité, la mise en place de bâches sur les camions et l'arrosage possible des pistes de circulation non encore goudronnées pour éviter le soulèvement des poussières par le vent lors des travaux de terrassement ou lors du passage des engins, contribueront à limiter les effets sur la santé de ces nuisances.

Durant la période de travaux, un suivi des prévisions météorologiques et de qualité de l'air sera effectué afin de reporter, le cas échéant, certaines activités fortement émettrices.

Un suivi des concentrations de poussières dans l'air sera réalisé à proximité du chantier.

Ainsi, le projet n'aura pas d'impact notable sur la santé publique du fait des émissions atmosphériques en phase chantier.

Pollution de l'air en phase Exploitation, modélisation et Etude Quantitative des Risques Sanitaires :

Afin d'étudier les effets du projet sur la santé du point de vue de la qualité de l'air, une modélisation de la dispersion des émissions polluantes a été réalisée.

Les résultats complets sont disponibles dans l'étude air-santé, en annexe.

Trois scénarios sont modélisés :

- ✓ Etat initial : établi sur la base des trafics et conditions météorologiques mesurés en 2013
- ✓ Fil de l'eau : les flux de trafic considérés sont ceux à l'horizon 2030 tels que projetés avec les hypothèses socio-économiques et l'offre de transport du SCoT de l'agglomération lyonnaise, sans modification des voiries et du schéma de circulation. Le renouvellement « naturel » des véhicules à l'horizon 2030 est pris en compte.
- ✓ Projet : les flux de trafic sont recalculés en prenant en compte les modifications de voiries associées à l'entrée en exploitation du projet PEM/Two Lyon, projet qui implique les principales modifications de voiries sur le périmètre de la ZAC. Comme pour le scénario fil de l'eau, le renouvellement des véhicules est considéré.

Méthodologie :

En l'absence de réglementation spécifique applicable au projet sur la qualité de l'air, l'étude s'appuie d'un point de vue méthodologique sur la « Circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005, relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières ».

Le niveau d'étude, déterminant le contenu de l'étude, est défini selon trois critères : charge prévisionnelle du trafic, densité de population et longueur du projet.

Pour le projet étudié, l'étude est donc menée en suivant la méthodologie préconisée pour une **étude de niveau 2 sur l'ensemble du domaine d'étude, et de niveau 1 au niveau des sites sensibles identifiés**, ce qui implique la réalisation d'une évaluation quantitative des risques sanitaires, pour ces sites uniquement.

A ce titre, les polluants atmosphériques considérés dans cette étude sont :

- ✓ le dioxyde d'azote (NO_2) ;
- ✓ le monoxyde de carbone (CO) ;
- ✓ les hydrocarbures, parmi cette famille dont l'étude est recommandée par la circulaire, le benzo(a)pyrène a été retenu, car il fait l'objet d'une réglementation en termes de qualité de l'air ;
- ✓ le benzène ;
- ✓ les particules fines PM_{10} et $PM_{2.5}$;
- ✓ le dioxyde de soufre (SO_2) ;
- ✓ le nickel ;
- ✓ le cadmium.

Ces substances font toutes l'objet d'une réglementation en termes de qualité de l'air. Dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires, une liste spécifique de polluants est considérée.

Caractérisation du domaine d'étude pris en compte dans la modélisation :

Le domaine d'étude retenu englobe toutes les rues pour lesquelles une donnée de trafic était disponible.

Il est caractérisé par un relief totalement plat.

Les vents montrent des directions privilégiées très marquées avec des vents dominants provenant du Nord-Nord-Ouest, et du Sud presque exclusivement.

La population a été estimée sur le domaine d'étude pour l'état initial à l'aide de données INSEE portant sur l'année 2010, et carroyées avec une résolution de 200 m. La population ainsi estimée sur le domaine d'étude est de l'ordre de 38 450 habitants.

Pour les états futurs, la population est supposée identique. Les principaux aménagements immobiliers connus, prévus d'ici 2030 dans le cadre du projet urbain Lyon Part-Dieu ont été pris en compte, ce qui représente un apport estimé de 2 480 habitants supplémentaires, répartis en plusieurs zones du domaine d'étude.

Les sites sensibles, c'est-à-dire correspondant à des lieux de vie de personnes plus sensibles à la pollution atmosphérique (enfants, personnes âgées ou malades), ou à des lieux de pratique sportive, ont été recensés sur le domaine d'étude. Ces sites sont notamment exploités par la suite dans l'évaluation des risques sanitaires.

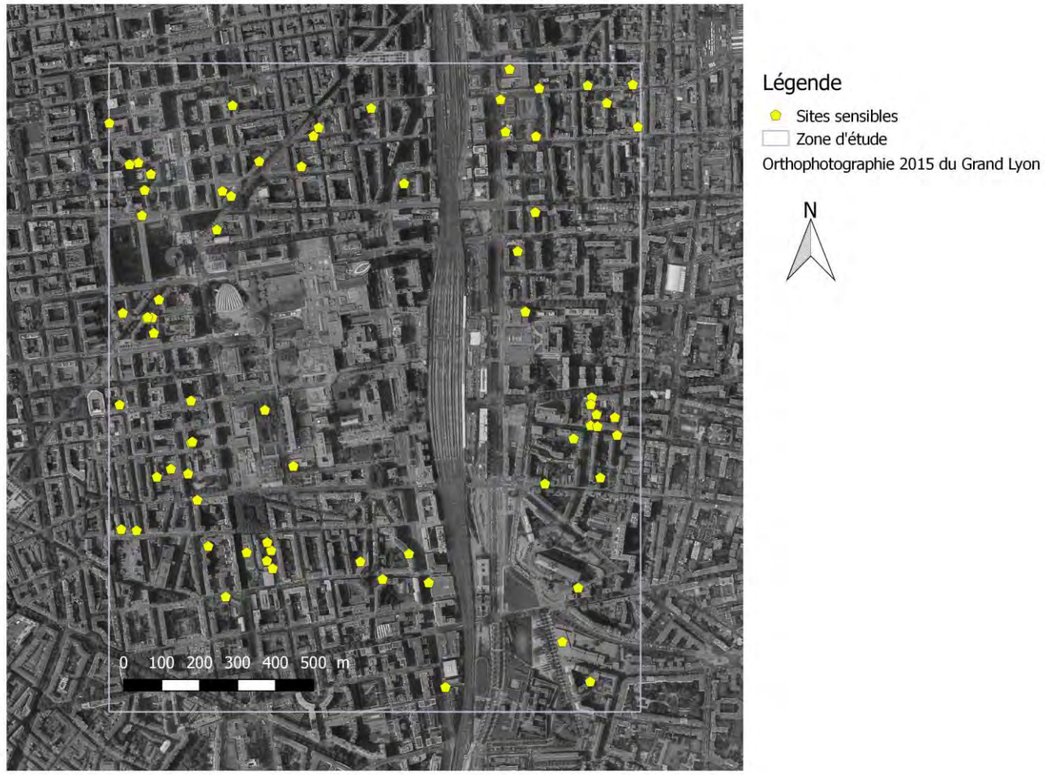


Figure 197 : Localisation des sites sensibles dans le domaine d'étude (source : Etude air-santé, Numtech, juin 2016)

La pollution de fond caractéristique du domaine d'étude a été définie grâce aux relevés de la station de mesure « Lyon Centre » du réseau de surveillance de la qualité de l'air Air Rhône-Alpes. Ces données sont par ailleurs exploitées par la suite dans les calculs de dispersion.

Estimation des émissions polluantes

Les émissions polluantes ont été quantifiées sur le domaine d'étude selon la méthodologie Copert IV.

Ce calcul montre :

- ✓ Entre l'état initial 2015 et le fil de l'eau 2030, une diminution des émissions de tous les polluants, due au renouvellement du parc roulant, et aux améliorations technologiques des moteurs et des carburants, prévues pendant les 15 années qui séparent les deux horizons.
- ✓ Entre la situation projet et le fil de l'eau 2030, une augmentation des émissions, allant jusqu'à 20%.

Concentrations en polluants sur le domaine d'étude

Le modèle de dispersion atmosphérique ADMS Urban a été mis en œuvre sur la base des données d'émission quantifiées. Il a permis de simuler la dispersion des différents polluants étudiés sur la bande d'étude.

Les zones de retombées les plus élevées sont localisées :

- ✓ Pour l'état initial 2015 : cours Lafayette, boulevard Deruelle, rue de Bonnel, rue Servient, rue Paul Bert, rue de la Villette, rue Garibaldi, puis dans une moindre mesure, boulevard Vivier-Merle, avenue Pompidou, et rue Flandin ;
- ✓ Pour le scénario sans projet 2030 : rue Servient, rue Paul Bert, partie Sud du boulevard Vivier-Merle, carrefour Bonnel/Vivier-Merle.
- ✓ Pour le scénario avec projet 2030 : rue Servient, rue Paul Bert, partie Sud du boulevard Vivier-Merle, carrefour Bonnel/Vivier-Merle, Ouest des passages sous les voies SNCF de l'avenue Pompidou et de la rue de Bonnel, rue Garibaldi, rue du Lac, et dans une moindre mesure la rue de Bonnel et la rue du docteur Bouchut.

Effets du projet sur la santé à l'échelle du domaine d'étude, Indicateur simplifié pollution-population (IPP)

L'exposition de la population aux pollutions issues du domaine a été étudiée dans un premier temps à l'aide d'un indicateur simplifié pollution-population, basé sur les concentrations simulées en dioxyde d'azote (NO_2) et sur la localisation des populations.

Le calcul de l'IPP est ensuite réalisé en croisant la valeur de population et la concentration. Le résultat fournit un indicateur « d'exposition » de la population.

IPP maille = Population maille x Concentration maille

Les IPP par maille les plus forts correspondent :

- ✓ aux zones où la densité de population est la plus élevée,
- ✓ ou aux zones où les concentrations calculées sont les plus élevées,
- ✓ ou aux deux.

La comparaison des IPP globaux montre qu'à l'échelle du domaine d'étude, les variations d'IPP entre les scénarios sont minimes (moins de 1%), et donc non significatives.

	Etat initial	Projet
IPP global NO_2	1 688	1 692
Evolution par rapport à l'état initial	-	+0.27%

Tableau 42 : IPP globaux pour chaque scénario, en milliers d'unités (source : étude air-santé, Numtech, juin 2016)

La comparaison des scénarios montre une évolution spatialement contrastée de l'exposition des populations.

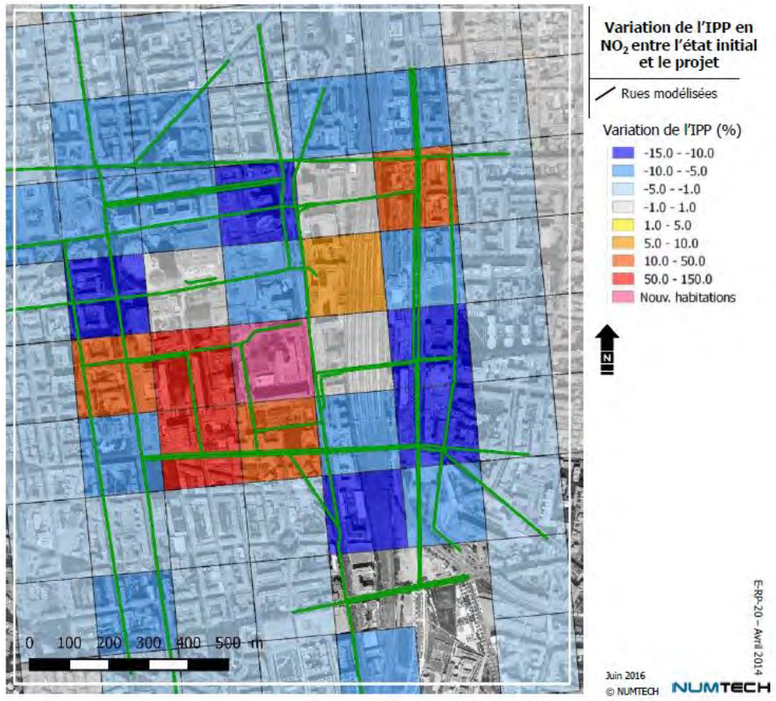


Tableau 43 : Variation de l'IPP en NO_2, entre l'état initial et le projet (source : étude air-santé, Numtech, juin 2016)

Dans le futur, l'exposition devrait globalement diminuer par rapport à l'état initial. L'IPP devrait diminuer au droit des zones où aucun programme de logement n'est prévu, grâce à la diminution des concentrations en dioxyde d'azote (NO_2). A l'inverse, étant donné qu'il tient compte à la fois de la concentration et de la densité de population, l'IPP devrait augmenter sur quelques zones où de nouveaux projets immobilier (et donc une augmentation de la population résidente) sont attendus (rue du Lac, rue Paul Bert, Nord du boulevard Vivier Merle, et Nord de la rue de la Villette), et où une augmentation des trafics est attendue (rue Mazenod).

Ainsi la mise en place de la ZAC Part-Dieu Ouest ne conduira pas à une évolution significative de l'exposition des populations.

Evaluation quantitative des risques sanitaires au droit des sites sensibles

Une évaluation quantitative des risques sanitaires a été réalisée au niveau des sites sensibles identifiés sur le domaine d'étude.

L'évaluation des risques sanitaires est une démarche structurée permettant d'aider les gestionnaires de risque. Elle comporte 4 étapes : (1) l'identification des dangers des substances ; (2) l'évaluation des relations doses-réponses (estimation du lien entre la dose d'une substance mise en contact avec l'organisme et l'incidence de l'apparition d'un effet toxique jugé critique pour l'organisme); (3) l'évaluation des expositions ; (4) la caractérisation du risque pour les populations exposées.

La liste de tous les agents toxiques émis et appréhendés est celle recommandée par l'ANSES pour la voie respiratoire (la seule voie d'exposition considérée dans le cadre de ce travail) dans un avis publié en 2012 relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières.

Les risques sanitaires ont été quantifiés en considérant comme cible les populations susceptibles de fréquenter les sites sensibles, à savoir les établissements scolaires, les établissements sanitaires et sociaux (crèches, hôpitaux, maisons de retraite, etc.) et les sites de pratiques sportives. Conformément aux recommandations réglementaires, les 3 horizons d'étude ont été investigués (état initial, états futurs avec ou sans aménagement).

Dans le cadre de l'ERS, les niveaux totaux en substances ont été appréhendés dans l'étape de caractérisation des risques sanitaires, dans la mesure où il semble difficile de distinguer l'exposition induite par le trafic automobile d'une part et les autres sources de pollution d'autre part.

Cette remarque ne concerne que les 6 substances pour lesquelles un niveau de fond a pu être estimé, à savoir le dioxyde d'azote (NO_2), les poussières (PM_{10} et $PM2_{,5}$), le benzène, le benzo(a)pyrène, l'arsenic et le nickel. Pour les autres substances, la caractérisation des risques n'a appréhendé que les concentrations induites par le seul trafic routier local modélisé.

Pour ces substances, le tableau suivant indique la part de la pollution de fond dans les niveaux totaux en substances auxquels sont exposées les populations.

Substance	Etat initial	Etat futur sans aménagement	Etat futur avec aménagement
Dioxyde d'azote	[67.5%, 96.8%]	[84.4%, 97.2%]	[83.1%, 97.2%]
PM_{10}	[84.5%, 97.8%]	[89.2%, 97.8%]	[88.8%, 97.8%]
$PM_{2.5}$	[82.7%, 94.4%]	[87.9%, 94.4%]	[87.6%, 94.4%]
Benzène	[87.4%, 99.9%]	[95.4%, 100%]	[94.2%, 100%]
Benzo(a)pyrène	[74.7%, 99.8%]	[78.3%, 99.8%]	[77.6%, 99.8%]
Arsenic	[99.5%, 100%]	[99.6%, 100%]	[99.6%, 100%]
Nickel	[96.1%, 100%]	[97.0%, 100%]	[96.6%, 100%]

Tableau 44 : Estimation des intervalles de contribution des niveaux de fond ambiants dans les niveaux totaux moyens en substances (source : étude air-santé, Numtech, juin 2016)

Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) pour une substance donnée sont des valeurs établissant une relation entre les niveaux d'exposition auxquels les personnes peuvent être exposées et l'incidence ou la gravité des effets associés à l'exposition.

Concernant l'évaluation de la relation dose-réponse, les valeurs toxicologiques de référence ont été retenues en suivant les recommandations de la Direction Générale de la Santé dans sa note d'octobre 2014.

Pour le dioxyde d'azote (NO_2) et les particules fines (PM10 et PM2.5), aucune VTR n'est disponible mais seulement des valeurs-guide. Ces valeurs guides sont définies en considérant les impacts sur la santé mais également sur d'autres dimensions (environnement…). Il n'est donc pas possible de prendre en considération pour le calcul d'un indice de risque santé. Mais les concentrations moyennes inhalées sont tout de même comparées aux valeurs guide retenues à titre indicatif.

Les risques cumulés, correspondant aux effets sanitaires susceptibles d'être induits par l'exposition des populations à plusieurs substances simultanément, sont également étudiés.

Au droit des sites sensibles, les résultats sont les suivants en fonction du type d'exposition et des effets sur la santé :

Type d'exposition et d'effets sur la santé	Résultats de l'évaluation quantitative des risques sanitaires au droit des sites sensibles
Exposition aiguë : comparaison aux valeurs guides	Pour les 3 scénarios (état initial, fil de l'eau, projet) : ✓ aucun dépassement en NO_2 ✓ dépassements pour les PM_{10} et $PM_{2,5}$ pour tous les sites sensibles
Expositions chroniques à effets à seuil de dose (effets non cancérigènes)	Pour les 12 substances disposant d'une VTR : ✓ aucun dépassement au droit des sites sensibles quel que soit le scénario Pour les substances ne disposant pas d'une VTR (NO_2, PM_{10} et $PM_{2,5}$), la comparaison entre les concentrations moyennes inhalées (CMI) et la valeur guide retenue montre : ✓ des dépassements de valeur guide pour les PM_{10} et les $PM_{2,5}$, quel que soit le scénario, pour l'ensemble des sites sensibles localisés dans le domaine d'étude.[11] ✓ des dépassements en NO_2, uniquement pour l'état initial et au niveau de 3 sites sensibles.
Expositions chroniques à effets sans seuil de dose (effets cancérigènes)	Pour les 3 scénarios (état initial, fil de l'eau, projet) : ✓ aucun dépassement pour 10 substances ✓ dépassements pour le benzène pour tous les sites sensibles ; cependant les émissions induites par le trafic routier local ne contribuent que faiblement aux dépassements estimés (moins de 15%).
Risques cumulés à effet à seuil (exposition à plusieurs substances)	Pour les 3 scénarios (état initial, fil de l'eau, projet) : ✓ aucun dépassement, quel que soit le système biologique humain susceptible d'être atteints (respiratoire, nerveux, reproductif et développemental, hématologique et immunitaire, urinaire) suite à une exposition à plusieurs substances considérées dans le cadre de cette étude
Risques cumulés à effet sans seuil (exposition à plusieurs substances)	Pour les 3 scénarios (état initial, fil de l'eau, projet) : ✓ dépassements pour tous les sites sensibles, le benzène contribuant majoritairement à ce dépassement quel que soit l'état d'étude appréhendé ; or, comme expliqué ci-dessus, le niveau de fond est le contributeur principal des niveaux de risque estimés pour le benzène. Par voie de conséquence, il est possible d'indiquer que le niveau de fond contribue majoritairement aux dépassements observés du seuil sanitaire pour ce type de risque.

Tableau 45 : Résultats de l'évaluation quantitative des risques sanitaires au droit des sites sensibles (source : étude air-santé, Numtech, juin 2016)

[11] A noter que le bruit de fond dépasse déjà les valeurs guide sans considérer les émissions liées au trafic.

Quel que soit le scénario (état initial, fil de l'eau, projet), des dépassements en particules fines (PM10, PM2,5) et benzène sont identifiés au droit de tous les sites sensibles. Ces dépassements sont dus majoritairement au niveau de fond qui a été considéré, par hypothèse, comme identique en 2030 par rapport à aujourd'hui.

En termes de risques cumulés pour les effets cancérigènes, des dépassements au droit de tous les sites sensibles sont identifiés quel que soit le scénario, principalement du fait de la pollution de fond en benzène.

D'après l'évaluation quantitative des risques sanitaires, l'étude ne montre pas de différence significative entre l'état initial, et les états futurs avec et sans projet en termes de niveaux de risques et de nombre de sites sensibles impactés.

Par ailleurs, il faut rappeler que la comparaison aux seuils de qualité de l'air montre des dépassements de valeurs limites en dioxyde d'azote (NO_2), et poussières (PM_{10} et $PM_{2.5}$), quel que soit le scénario. A l'inverse, en benzène, l'objectif de qualité est respecté sur tout le domaine, quel que soit le scénario.

Pour les états futurs 2030, grâce au renouvellement du parc roulant et aux améliorations technologiques des moteurs et des carburants qui viennent contrebalancer l'augmentation des trafics, les dépassements diminuent significativement en dioxyde d'azote (NO_2) et de façon moins sensible en poussières.

Mesures

En préambule, il faut rappeler que les enjeux de qualité de l'air sont à appréhender à l'échelle de l'agglomération. En effet, les objectifs de qualité de l'air ne pourront être durablement atteints que par des actions coordonnées visant à réduire la pollution de fond.

Concernant indiqué dans le chapitre relatif aux impacts permanent sur la qualité de l'air et les polluants à enjeux, il convient de prendre des mesures de précaution pour éviter une surexposition de la population :

- ✓ Eviter dans la mesure du possible l'implantation d'établissements accueillant des sujets sensibles à proximité immédiate des axes routiers très fréquentés : enfants, personnes âgées, malades chroniques, femmes enceintes…
- ✓ Eviter d'orienter les prises d'air, pour le renouvellement d'air des bâtiments, vers les axes routiers très fréquentés.

Suivi

En complément de la surveillance régulière réalisée par les stations fixes d'Air Rhône-Alpes, des campagnes de mesures régulières (tous les 5 ans) à l'échelle du quartier seront réalisées pour s'assurer que les niveaux de concentrations de polluants diminuent effectivement.

Au regard des résultats, les mesures des concentrations dans l'air concerneront a minima le dioxyde d'azote (NO_2), les particules fines (PM10 et PM2,5) et le benzène.

Les mesures de suivi seront localisées prioritairement au droit des secteurs où l'indice Pollution-Population (IPP° devrait augmenter.

Un point de mesure pourra également être prévu sur un secteur où l'IPP devrait diminuer de façon à confirmer ces prévisions, et en proximité d'un axe routier très fréquenté pour disposer d'une mesure de pollution en proximité trafic.

Il est proposé de prévoir a minima 4 points de mesures, qui pourraient être localisés :

- ✓ Rue des Cuirassiers, car il s'agit d'une zone de logements existants et de logements projetés,
- ✓ Rue Mazenod, car il s'agit d'une zone de logements existants, avec un trafic futur en augmentation,
- ✓ Cours Lafayette, entre la rue Garibaldi et le boulevard Vivier-Merle, car il s'agit d'une zone de logements existants, avec un trafic futur en diminution,
- ✓ Rue Servient, entre la rue Garibaldi et le boulevard Vivier-Merle, car il s'agit d'un axe routier fréquenté au cœur de la ZAC.

Pour rappel, une station de mesure fixe Air Rhône-Alpes existe sur le périmètre de la ZAC Part-Dieu Ouest, au 20 rue du Lac.

Dans la mesure du possible, Air Rhône-Alpes sera associé à ce suivi.

Ainsi, le projet n'aura pas d'impact notable sur la santé publique du fait des émissions atmosphériques en phase exploitation.

En synthèse, la population susceptible d'être concernée par les éventuels impacts sur la santé du projet se compose des riverains et des usagers de la zone d'étude, actuels et futurs, ainsi que du personnel de chantier en phase travaux.

L'exposition à la pollution peut être directe (principalement par ingestion de sol) ou indirecte via les eaux souterraines, les eaux superficielles, les envols de poussières, et les transferts vers les produits alimentaires.

L'air constitue la principale voie d'exposition des populations aux différentes sources de dangers identifiées en phase chantier et en phase exploitation, par inhalation des polluants atmosphériques, et par transmission et diffusion du bruit dans l'environnement.

Les effets potentiels du projet sur la santé seront essentiellement liés à la phase chantier.

Des mesures sont donc prévues en conséquence, ainsi que des suivis.

Au-delà des obligations règlementaires d'affichage, le maître d'ouvrage s'oblige à mettre en place l'information générale des riverains au moins 2 semaines avant le démarrage du chantier et pour toute la durée des travaux.

De plus, la stratégie de communication mise en place dans le cadre du projet de ZAC Part-Dieu Ouest, et à plus grande échelle du projet Part-Dieu, permettra d'expliquer à la population les différents travaux réalisés.

Concernant les émissions atmosphériques, une modélisation de la dispersion des polluants et une évaluation quantitative des risques sanitaires a permis de préciser les effets potentiels du projet sur la santé en phase exploitation.

L'étude ne montre pas de différence significative entre l'état initial, et les états futurs avec et sans projet en termes de niveaux de risques et de nombre de sites sensibles impactés.

En phase travaux une gêne, voire des troubles ponctuels et très limités dans le temps pourront être ressentis ponctuellement par les populations riveraines.

Cependant le bruit dû aux véhicules utilitaires, engins de terrassements, pompes, etc. est réglementé. De plus, les dispositions prévues pour limiter les impacts acoustiques permanents et temporaires permettront de réduire les émissions sonores et leurs conséquences sur la santé.

Concernant les niveaux sonores, les modélisations démontrent une modification significative et un dépassement des seuils réglementaires au droit de trois bâtiments de logements rue Mazenod, en phase exploitation. Une évaluation des propriétés acoustiques de ces bâtiments et la mise en place éventuelle de protections supplémentaires sont à prévoir.

Le projet de ZAC offre la possibilité d'améliorer l'existant pour les riverains et les usagers, et donc d'améliorer leur cadre de vie en matière d'ambiance sonore.

Ainsi, le la ZAC Part-Dieu Ouest n'aura pas d'impact notable sur la santé publique, en phase chantier comme en phase exploitation.

Parallèlement à cette étude d'impact, une Etude de Sûreté et de Sécurité Publique est réalisée sur le périmètre de projet. L'objectif de cette étude est d'adapter les futurs programmes de construction pour réduire cette problématique.

6. MESURES DE PROTECTION ENVIRONNEMENTALES ET SUIVI

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :
Précisions ajoutées sur le coût et les modalités de suivi des mesures
Mise en cohérence des éléments suivant les modifications effectuées dans le reste de l'étude d'impact

Selon l'article R122-5 du Code de l'environnement, l'étude d'impact doit aussi comprendre une estimation des dépenses correspondant aux mesures prévues pour éviter, réduire ou compenser les effets négatifs du projet ainsi que les principales modalités de suivi de ces mesures et de suivi de leurs effets.

6.1. COUTS DES MESURES

Les coûts des principales mesures envisagées de suppression, de réduction ou de compensation des impacts qui concernent chaque opération projetée sur la ZAC Part-Dieu Ouest, ne sont pas connus au stade actuel des études (dossier de création de ZAC). Ces coûts peuvent notamment être :

- ✓ Etudes de pollution des sols et étude pédologique,
- ✓ Réalisation des études géotechniques préalablement à la construction des bâtiments,
- ✓ Déplacement et création des réseaux,
- ✓ Principes d'assainissement,
- ✓ …

Le tableau ci-dessous précise le coût des mesures :

Mesures environnementales	Coûts associés
Déviation des réseaux existants : chauffage urbain, froid urbain, assainissement, eau potable, ERDF, GRDF	Le coût des déviations de réseaux est estimé à ce jour à environ 26 M€ HT. Environ un tiers de ces couts, soit **8 M€ HT**, seront pris en charge par l'aménageur, le solde étant prise en charge par les différents concessionnaires ou délégataires dans le cadre de leur mission de gestion des réseaux.
Plantation d'arbres et végétalisation	Une enveloppe financière de **1,3 M€ HT** est aujourd'hui a minima envisagée.
Faucon Pèlerin : adaptation des périodes de travaux à proximité immédiate du nichoir	Non chiffrable
Mise en place de systèmes de suivi de la consommation énergétique de type Smart Grid	4 k€ par unité et pose + 10 k€ de suivi par an, soit **250 k€ environ**
Isolation phonique des bâtiments à créer	Non chiffrable à ce stade des études
Etude géotechnique	Entre 5 k€ et 30 k€, **soit 350 k€ environ**
Dépollution des sols pollués existants	Coûts dépollution très variés en fonction de la qualité environnementale des sites, à ce jour, **pas de couts majeurs identifiés.**
Réutilisation des matériaux de déconstruction	Non chiffrable, cette mesure peut avoir un coût mais permet une économie liée à cette réutilisation, déterminée en fonction des caractéristiques des matériaux démolis
Démarche de coordination des chantiers	Coût de l'ordre de **5 M€ HT**
Programme de communication sur le déroulement des travaux	Envelopper budgétaire totale dédiée à la communication et la concertation : **a minima 900 k€**
Signalétique chantier	Entre 15 k€ et 75 k€ par chantier, soit **plus de 800 k€**
Charte chantier propre et à faibles nuisances +suivi de la qualité de l'air	Dépendant des chantiers de construction : coût spécifique de la gestion environnementale entre 50 et 100 k€, soit **plus de 1 000 k€**
Conservation des accès aux services, commerces, entreprises, habitations,… et limitation des nuisances	Part des études visant à limiter les nuisances pendant les chantiers (dans les missions d'OPC, animation, concertation,…) : mission d'Assistance à Maîtrise d'ouvrage estimée à plus de **2 000 k€**
Plateforme décentralisée de gestion des déchets de chantier	Entre **200 k€ et 1 000 k€ s**uivant les équipements (tri, broyeur,…) et la taille

Figure 198 : Synthèse des mesures prévues et des coûts associés

6.2. SUIVI DES MESURES

Pendant les travaux, les mesures environnementales feront l'objet d'une attention soutenue, et seront systématiquement appliquées. L'application et le respect des mesures écologiques concernent tous les acteurs du chantier. Ainsi, les dossiers de consultation des entreprises intègreront dans leur cahier des charges les exigences de gestion environnementale du chantier définies au préalable.

Il a été vu qu'une charte chantier à faibles nuisances sera mise en place, conformément aux référentiels durables du Grand Lyon. Celle-ci intègre des préoccupations liées à la limitation des pollutions et nuisances environnementales. Il s'agit de respecter le milieu préexistant et en particulier de préserver la nappe de pollutions potentielles, de respecter la flore existante (platanes). Par ailleurs, la charte comporte une politique rigoureuse de gestion des déchets, permettant de s'assurer du tri, de la valorisation et de l'élimination des déchets conformément à la réglementation.

Enfin, la mission du coordonnateur Sécurité et Protection de la Santé (SPS) intègre des préoccupations de nature environnementale, liées aux conditions d'évacuation des déchets et à la maîtrise des risques pour la santé des travailleurs (bruit, poussières, exposition à des produits toxiques ou dangereux…).

Les mesures permanentes sont intégrées au projet et ont un effet direct. Elles prennent effet sur le long terme dès leur instauration. Un suivi spécifique sera prévu grâce à des campagnes de mesures de bruit.

Le tableau suivant permet de détailler les modalités de suivi des mesures et de leurs effets.

Thématique		Indicateurs de suivi des mesures	Modalités de suivi des mesures
Exploitation	Socio-économie	Nombre de logements supplémentaires sur la ZAC Nombre d'emplois créés sur la ZAC	Statistiques annuels de l'INSEE et données publiques (ville de Lyon, Métropole de Lyon, chambres consulaires)
	Prescriptions applicables aux opérations immobilières	Respect du guide Immobilier Durable	Après obtention de la conformité au permis de construire, suivi des performances en lien avec la labellisation/certification des immeubles
	Nuisances sonores	Niveaux de bruit issus des campagnes de mesures ponctuelles	Mesures par un bureau d'études spécialisé ou par les services compétents de la Métropole
		Niveaux de bruit au droit des balises de l'observatoire permanent de la Métropole	Rapport annuel réalisé par Acoucité (observatoire de l'environnement sonore du Grand Lyon)
	Qualité de l'air	Qualité de l'air au vu de campagne de mesures ponctuelles	Mesures par un bureau d'études ou une association spécialisé(e) tous les 5 ans, au droit d'au moins 4 points de mesures Mesures des concentrations dans l'air a minima pour le NO_2, les PM10, les PM2,5 et le benzène
		Qualité de l'air issue du modèle urbain SIRANE	Rapport annuel réalisé par Air Rhône-Alpes (observatoire agréé pour la surveillance et l'information sur la qualité de l'air en Rhône-Alpes)
	Energie	Puissance et répartition de l'énergie consommée sur la ZAC	Recueil des données disponibles auprès des opérateurs immobiliers et concessionnaires de réseaux
	Biodiversité	Suivi ponctuel biodiversité	Relevés de biodiversité périodiques (tous les 5 ans maximum)
	Eaux superficielles et souterraines	Suivi de l'état des dispositifs de gestion des eaux et entretien	Une fois par trimestre
		Suivi piézométrique à l'échelle du quartier	Suivi annuel jusqu'à 1 an après la fin de l'aménagement (2030)
	Santé	Exposition de la population sur le territoire de la ZAC (bruit, air,…)	Suivis annuels effectués par Air Rhône-Alpes et les services de la Métropole
Thématique		**Indicateurs de suivi des mesures**	**Modalités de suivi des mesures**
Chantier	Gestion générale du chantier	Respect de l'ensemble des mesures environnementales en phase chantier	Suivi en continu pendant le chantier auprès de chaque maître d'ouvrage
	Nuisances sonores	Niveaux de bruit au droit de balises temporaires Consolidation des retours terrain	Suivi en continu pendant le chantier
	Gestion des déchets et dépôts de matériaux, amiante	Suivi et traçabilité des évacuations de déchets des opérations	Recueil des données auprès de chaque maître d'ouvrage dans le cadre du dispositif de coordination des chantiers
	Eaux superficielles et souterraines	Suivi des dispositifs d'assainissement provisoires et entretien	Une fois par trimestre
		Suivi piézométrique au droit de chaque opération pendant les phases de rabattement de la nappe Enregistrement des débits de pompage de chaque opération	Suivi en continu, puis contrôle 1 an après la fin des opérations

Figure 199 : Modalités de suivi des mesures et de leurs effets

7. COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION URBAINE ET ENVIRONNEMENTALE

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :
Mise à jour en prenant en compte le SDAGE 2016-2021

En application de l'article R122-5 du Code de l'Environnement, l'étude d'impact présente « les éléments permettant d'apprécier la compatibilité du projet avec l'affectation des sols définie par le document d'urbanisme opposable, ainsi que, si nécessaire, son articulation avec les plans, schémas et programmes mentionnés à l'article R. 122-17, et la prise en compte du schéma régional de cohérence écologique dans les cas mentionnés à l'article L. 371-3 ».

Le tableau ci-dessous présente les liens de compatibilité du projet avec les plans, schémas et programmes susceptibles de concerner la zone géographique de projet ou un de ses aspects.

7.1. COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS D'URBANISME OPPOSABLES

La DTA : Orientations / prescriptions concernées	**Compatibilité du projet**
La directive territoriale d'aménagement relève plusieurs enjeux, dont les enjeux suivants : ✓ Organiser une métropole multipolaire : Concernant le centre de la métropole, il est précisé que « **l'agglomération lyonnaise doit engager des projets ambitieux de rénovation urbaine**, ne serait-ce que pour maintenir et améliorer son attractivité pour des entreprises comme pour des organisations internationales. » De plus, en achevant différents projets dont l'aménagement du quartier de La Part-Dieu, « l'agglomération lyonnaise saura à la fois maintenir et valoriser un acquis exceptionnel, tout en dotant le centre de l'agglomération d'équipements nécessaires à une grande métropole européenne. » ✓ Aller vers une nouvelle répartition des dynamiques démographiques, plus favorable à certains territoires en perte d'attractivité et aux pôles urbains déjà équipés : Il est précisé que « Quelle que soit la croissance de la population dans le périmètre de la DTA d'ici 2020, **les deux tiers au moins des logements à construire doivent l'être dès lors dans des secteurs déjà urbanisés**. » « Sur le plan qualitatif, une fois la localisation acquise, la diversité des types de logements, la mixité des fonctions, la composition architecturale, la desserte en transports collectifs et la qualité des espaces publics doivent être recherchées. » ✓ Maîtriser l'étalement urbain : Cela passe par « Une ambition forte en matière de développement des transports collectifs conduit les acteurs publics à **donner une priorité supplémentaire pour l'accueil de population dans les pôles urbains bien desservis**. », une offre hiérarchisée pour l'accueil des entreprises avec « des zones d'envergure métropolitaine conçues dans un souci de complémentarité et d'exigence de qualité ». En matière d'orientations et d'objectifs, la DTA prévoit notamment **le développement des zones d'accueil des entreprises, à travers les zones d'envergure métropolitaine dont la Part-Dieu, et la mise en œuvre de trames vertes d'agglomération.**	La ZAC Part-Dieu Ouest s'inscrit à plus large échelle dans le projet urbain Lyon Part-Dieu, qui vise à renforcer l'attractivité du quartier et de la métropole, au niveau national et international. Le projet répond à l'objectif de redynamisation des pôles urbains déjà équipés. Il prévoit la création de logement en cœur d'agglomération, contribuant à limiter l'étalement urbain. Le projet prévoit aussi une offre immobilière tertiaire diversifiée, adaptée aussi bien aux grandes entreprises, qu'aux PME, TPE, microentreprises ou travailleurs indépendants. Le projet d'aménagement de la ZAC permet par ailleurs d'augmenter l'attractivité des transports collectifs en vue de limiter la croissance du trafic en voitures individuelles, et de favoriser le développement des modes doux. Le projet est compatible avec la DTA de l'aire métropolitaine lyonnaise.
Le SCOT : Orientations / prescriptions concernées	**Compatibilité du projet**
Le SCOT, dans son document d'orientations générales, prévoit : **Orientations d'aménagement en matière de rayonnement et de développement économique :** ✓ Renforcer le rôle de métropole tertiaire par une offre d'accueil des fonctions stratégiques diversifiée et hiérarchisée ✓ Développer les activités touristiques et les capacités hôtelières ✓ Donner une place plus importante à la dimension culturelle dans les projets urbains et la rendre visible ✓ Renouveler l'offre d'espaces économique : logique de mixité fonctionnelle à rechercher ✓ Plus forte densité des programmes immobiliers dans les zones d'activités futures ✓ Qualité des bâtiments d'activités (sobriété énergétique, végétalisation, place des énergies renouvelables) et traitement de leur parcelle (densité, gestion de l'eau pluviale, réduction des surfaces de stationnement) **Orientations pour une politique de l'habitat ambitieuse :** ✓ Le commerce de proximité au service de la population doit être maintenu et renforcé ✓ Veiller à une meilleure insertion urbaine, environnementale, architecturale et paysagère des équipements commerciaux et améliorer la performance environnementale des nouvelles constructions ; rechercher une proximité urbaine et plus de mixité fonctionnelle ✓ Prioriser le développement résidentiel dans les quartiers bien desservi ✓ Diversifier l'offre de logements, en mobilisant de manière équilibrée la production de logements neufs et le parc privé existant dont la vocation sociale doit être	Le projet prévoit la création d'une offre immobilière tertiaire diversifiée, incluant des capacités hôtelières. Le projet prend en compte la dimension culturelle et a pour objectif de la rendre visible à travers le principe de « traversée culturelle ». En matière de développement économique, le projet prévoit une mixité fonctionnelle entre les immeubles à vocations tertiaire, les commerces et de services en socles actifs répondant à tous les usagers du quartier (public grand-lyonnais, visiteurs, actifs pendulaires, salariés du quartier, clientèle d'affaires, résidents, entreprises...). Les socles actifs comprennent des commerces de proximité. La programmation des commerces et services en socles actifs est définie de façon à assurer leur insertion urbaine, environnementale, architecturale et paysagère. Le projet prévoit la création de logements en cœur d'agglomération, biens desservis par les transports. Des logements sociaux sont prévus. La qualité des bâtiments est recherchée à travers les référentiels du Grand Lyon, et des passages obligés en faveur de la conception environnementale sont définis. Ils considèrent des enjeux liés à la gestion des eaux pluviales et à la consommation d'eau potable.

renforcée. Les opérations intégrant une offre de logements sociaux sont localisées prioritairement dans les secteurs bien desservis par le réseau des transports collectifs d'agglomération et/ou situées à proximité des gares. ✓ Privilégier l'intensification de l'urbanisation sur les secteurs bien desservis par les transports collectifs, sur les secteurs prioritaires pour la réalisation de grandes opérations d'aménagement mixte. ✓ Réduction des nuisances générées par les transports : aménagements en faveur des modes alternatifs à la voiture, faciliter les déplacements piétons, orienter au mieux les bâtiments afin de préserver les pièces sensibles des bruits extérieurs ✓ Réhabilitation du parc de logements anciens : intensifier les efforts pour la réhabilitation du parc de logements anciens, permettre le maintien sur place des populations résidantes, améliorer les normes environnementales dans le parc ancien ✓ Référentiels pour les opérations d'aménagement et pour les constructions ✓ Renforcement de la place de la nature en ville et du végétal au sein du territoire urbain : cela doit porter sur les espaces publics et sur les voiries. Il doit favoriser la biodiversité, par le choix d'essences et par des dispositifs spécifiques (toiture et mur végétalisés, nichoirs) **Orientations pour l'amélioration de l'environnement :** ✓ Préservation des nappes, la maîtrise des eaux pluviales : permettre la valorisation collective des eaux pluviales en favorisant l'infiltration, recours à des procédés adaptés dans la construction neuve à même de réduire les besoins journaliers en eau potable ✓ Réduction des émissions de gaz à effet de serre et meilleure qualité de l'air : • Vers la neutralité carbone du développement urbain avec mise en œuvre de programmes de réhabilitation thermique du bâti existant • Généraliser le recours aux énergies renouvelables locales : recours aux réseaux de chaleur et développement des sources d'énergies locales renouvelables • Limitation des émissions de polluants : assurer la continuité, la sécurité et la convivialité des déplacements piétons et cyclistes, notamment pour l'accès aux équipements et aux pôles d'échanges avec les transports collectifs ; les opérations d'urbanisme sont prioritairement localisées au sein des secteurs bien desservis • De nouvelles modalités de gestion et d'exploitation des voiries pour limiter leurs impacts : objectif général d'abaissement des vitesses sur le réseau routier de l'agglomération afin de réduire les nuisances sonores et les émissions de polluants ; l'urbanisation autour des gares et arrêts du Réseau express garantit un renforcement de l'usage des transports collectifs pour les déplacements quotidiens ✓ Mieux protéger les habitants du bruit : préserver des « zones calmes », principes d'aménagement et de construction visant à dégager des espaces de calme (à l'arrière du bâti par exemple), - adapter la hauteur des bâtiments aux conditions de propagation du bruit, utiliser des bâtiments écrans **Le réseau maillé des espaces naturels, agricoles, paysagers et le patrimoine bâti :** ✓ Renforcement de la végétalisation dans la ville : plantations d'arbres, créations de jardins, verdissement des terrasses, des toitures, des murs. ✓ Préserver le patrimoine urbain sans sanctuariser les quartiers : les opérations d'aménagement intègrent les sites et les bâtiments remarquables (par exemple les tours et l'architectonie du quartier d'affaires de la Part-Dieu), concilient les projets contemporains avec la préservation du patrimoine, concilient la mise en valeur et l'intégration des sites ou objets patrimoniaux avec, le cas échéant, leur appropriation pour de nouveaux usages. ✓ Les entrées de villes : mettre en scène l'agglomération : pour les principales entrées de l'agglomération, traitement paysager des abords (traitement des discontinuités bâties, arbres d'alignement, îlots plantés), améliorent la qualité de la signalétique aux abords des axes concernés (signalétique commerciale moins anarchique et moins agressive), assurent la valorisation artistique des sites **Orientations en matière de déplacements des personnes :** ✓ Développer les aménagements favorables à l'usage du vélo ✓ Les gares et pôles d'échanges, des équipements stratégiques • Les aménagements favorables à l'usage des modes doux sont généralisés pour l'accès aux gares et pôles d'échanges. L'accès en transports collectifs est également facilité et la chaîne intermodale optimisée (minimisation des temps de correspondance, confort du trajet piéton). • En ce qui concerne la gare de la Part-Dieu et ses abords, une attention particulière est portée à son aménagement en considération du renforcement de son rôle central pour les déplacements métropolitains en lien avec le développement du Réseau express. Intégration du projet dans une approche urbaine de la gare par rapport au quartier et à la ville.	La réhabilitation énergétique des bâtiments conservés est prévue. Une étude spécifique est réalisée pour identifier le potentiel de développement des énergies renouvelables sur le périmètre de la ZAC. Les activités sont prévues prioritairement en bordure de voiries, de façon à préserver les logements. Le programme de la ZAC permet la préservation de zones calmes en cœur d'îlots (secteurs Cuirassiers/Desaix). Sur les nouvelles voiries (rue du Docteur Bouchut), la vitesse sera limitée à 30 km/h. Le projet prévoit le renforcement de la nature en ville (« Sol fertile », « Horizon Part-Dieu »). Le projet intègre la préservation et la mise en valeur du patrimoine urbain : auditorium, bibliothèque, Tour Part-Dieu, barre Desaix,… Un travail est réalisé sur les abords de la gare pour mettre en valeur cette entrée d'agglomération : qualité des espaces publics et des bâtis en bordure de voies ferrées notamment. Les aménagements du projet sont en faveur des modes alternatifs à la voiture, et permettent le développement de l'usage des transports en commun, de l'usage du vélo, et des déplacements piétons. Le projet est compatible avec les orientations du SCOT.
Le PLH : Orientations / prescriptions concernées	**Compatibilité du projet**
En 2009, la ville de Lyon comptait 17,7% de logements sociaux, avec 46 065 logements. L'objectif de construction de 4 500 logements dans le secteur centre (Lyon Villeurbanne) pour 2011-2014 vise à résorber le déficit progressivement. Le troisième arrondissement compte 7 639 logements sociaux en 2009, ce qui représente 15% du parc résidentiel. Les objectifs de production du PLH pour l'arrondissement sont de 200 logements par an. Concernant le 3ème arrondissement, les enjeux et besoins sont les suivants : ✓ Favoriser une production d'habitat suffisamment abondante et diversifiée pour répondre aux besoins en logement et accompagner une croissance démographique équilibrée sur le territoire de la Ville de Lyon • en poursuivant le développement d'une offre de logement social	Le projet prévoit la production diversifiée de logements : logements sociaux et logements répartis entre logements à prix maîtrisés et logements à prix marché sur les segments moyens et haut de gamme. Le projet est compatible avec les objectifs du PLH.

• en diversifiant l'offre résidentielle pour permettre l'accueil et le maintien des ménages à revenus intermédiaires ✓ Poursuivre la production, le renouvellement ou la réhabilitation d'un habitat durable et de qualité • en conduisant une dynamique de renouvellement et de développement urbain • en renforçant la qualité et la durabilité de l'offre résidentielle pour améliorer le cadre de vie des habitants ✓ Soutenir la mise en œuvre du droit au logement en maintenant un rôle d'accueil des populations modestes et assurer l'égalité de traitement des demandeurs de logement • en assurant la mise en application de la charte partenariale pour un accès au logement pour tous • en réunissant les conditions d'un habitat digne pour tous • en développant une offre d'habitat adaptée et temporaires pour répondre aux besoins de ménages dont les profils, les situations ou les modes de vie nécessitent une approche sur mesure	
Le PLU : Orientations / prescriptions concernées	**Compatibilité du projet**
Il est précisé dans le PADD du PLU relatif au quartier Part-Dieu/Gare que l'aménagement de la Part-Dieu doit être terminé pour mieux l'intégrer à la ville, par : ✓ la requalification de ses espaces publics, ✓ le développement de possibilités d'accueil d'activités tertiaires en front de l'avenue Vivier-Merle et sur la rue de la Villette, ✓ l'adaptation du bâti existant pour rendre le quartier plus attrayant, ✓ l'ouverture du quartier sur les secteurs environnants, ✓ la réalisation des deux façades tertiaires de la gare, ✓ la poursuite des projets de construction de grande hauteur pour terminer l'aménagement du quartier. Aucune Orientation d'Aménagement relative à des Quartiers ou à des Secteurs (OAQS) ne concerne le site de projet. Le règlement du PLU prévoit pour la zone UAt : ✓ Dès lors que figurent aux documents graphiques des débouchés piétonniers ou des débouchés de voirie, la conception des voies et cheminements doit prendre en compte ces prescriptions. ✓ Toute voirie nouvelle doit être adaptée à la morphologie du terrain d'implantation de la construction, en cohérence avec le fonctionnement de la trame viaire environnante et en évitant la création d'impasse. En outre, les voiries doivent être dimensionnées en tenant compte des caractéristiques de l'opération desservie, et notamment des flux automobiles et piétons, des besoins en stationnement. ✓ Toute construction doit prendre en compte l'accès à la ville par les personnes handicapées (mobilité réduite, déficience visuelle, etc.). ✓ En rez-de-chaussée des constructions implantées le long des voies repérées aux documents graphiques : des « linéaires artisanaux et commerciaux », affectés à des activités artisanales ou commerciales, cafés, restaurants, ou à des équipements publics ou d'intérêt collectif ; et des « linéaires toutes activités », affectés à des commerces, bureaux ou services, activités artisanales ou à des équipements publics ou d'intérêt collectif. ✓ La hauteur maximale des constructions est réglementée et indiquée au document graphique. ✓ Les constructions projetées doivent tout particulièrement prendre en compte la modernité du quartier dans lequel elles s'implantent afin de favoriser leur insertion et de participer au développement d'une architecture contemporaine de qualité. ✓ Les constructions et travaux doivent respecter les prescriptions particulières indiquées aux documents graphiques. En outre le traitement minéral ou végétal de la partie de terrain laissée libre de toute construction, aménagement de voirie, accès et aire de stationnement doit être conçu de façon qualitative et en harmonie avec les caractéristiques de l'espace collectif qui le borde (homogénéité des matériaux entre espaces public et privé, unité de traitement végétal, cohérence d'aspect entre les éléments de mobilier urbain,…). ✓ Le coefficient d'occupation du sol n'est pas réglementé.	Le projet se trouve en zone UAt, zonage destiné aux pôles à dominante économique et de services, par exemple la Part-Dieu. Le projet de voirie de la ZAC Part-Dieu Ouest est compatible avec le PLU. Conformément au PLU, les débouchés piétons identifiés sur le secteur Cuirassiers/Desaix sont intégrés au programme de la ZAC. L'ouverture de la rue du Docteur Bouchut est inscrite au PLU (emplacement réservé) et définie de façon à prendre en compte à la fois les flux automobiles, vélos et piétons. Et le principe de sol facile permet de garantir l'accès à la ville par les personnes handicapées. Conformément au PLU, le programme de la ZAC comporte des linéaires en rez-de-chaussée : linéaires artisanaux et commerciaux ou linéaires toutes activités. Conformément au PLU, la définition d'un « style Part-Dieu » permettra aux constructions projetées de favoriser leur insertion et de participer au développement d'une architecture contemporaine de qualité. Le traitement des parties de terrain laissées libres de toute construction sera qualitatif et en harmonie avec les caractéristiques de l'espace collectif. Elles respecteront les concepts de Sol Fertile et d'Horizon Part-Dieu définis dans le cadre du projet. Les opérations déjà engagées ou envisagées à court terme sont compatibles au PLU. Pour d'autres opérations encore à l'étude ou au stade d'intention de projet, les formes architecturales proposées pourraient nécessiter une évolution du PLU.

7.2. COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS DE L'ARTICLE R122-17 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Rhône - Méditerranée : Orientations / prescriptions	**Situation du projet**
Le SDAGE vise à assurer une gestion équilibrée des ressources en eau, et fixe des objectifs de qualité des cours d'eau à long terme. Sur la commune de Lyon, les masses d'eau sont concernées par les objectifs suivants : **lutte contre les pollutions de l'eau, restauration de la fonctionnalité des milieux aquatiques, restauration des équilibres quantitatifs.** Les eaux souterraines et la nappe d'accompagnement du Rhône constituent un enjeu notable de ce secteur urbanisé. Le SDAEG comprend plusieurs dispositions, dont la disposition 1-04 qui vise à « Inscrire le principe de prévention dans la conception des projets et les outils de planification locale, la disposition 2-02 qui prévoit d'« Évaluer et suivre les impacts des projets. », et la disposition 4-09 qui a pour objet d'« Intégrer les enjeux du SDAGE dans les projets d'aménagement du territoire et de développement économique ». Le SDAGE préconise que les projets permettre entre autres de maîtriser : ✓ les rejets ponctuels ou diffus et leurs impacts sur la qualité du milieu récepteur, ✓ le risque inondation et la gestion des eaux pluviales (tant vis-à-vis de son impact du point de vue du risque inondation que du risque de pollution)	Le projet ne se situe à proximité d'aucun cours d'eau, et n'est donc pas susceptible de modifier la fonctionnalité de milieux aquatiques. Le projet prend en compte la gestion des eaux pluviales et le risque d'inondation, en régulant le débit des rejets d'eaux pluviales dans les réseaux par leur stockage sur les parcelles privées et sur l'espace public, et grâce à une grande perméabilité des sols (cf. principe de sol fertile). Une modélisation a permis de préciser les impacts du projet sur les eaux souterraines, et de montrer que le projet n'aura pas d'impact sur le risque d'inondation par remontée de nappe. Les mesures nécessaires seront prises pour prévenir les risques de pollution durant la phase de chantier. Enfin, des mesures de suivi sont proposées. Le projet est compatible avec les objectifs du SDAGE.
Schéma Régional Climat, Air, Energie : Orientations / prescriptions	**Situation du projet**
Le SRCAE a été créé par l'article 68 de la Loi Grenelle 2. Excepté pour son annexe relative à l'éolien (article 90), le SRCAE est décrit comme un document d'orientation, non prescriptif. Régi par les articles L. 222-1, 2 et 3 du Code de l'environnement, ce document est co-élaboré par le Préfet et le Président du Conseil Régional. En Rhône-Alpes, le conseil régional a approuvé le SRCAE en sa séance du 17 avril 2014. Le Préfet de la région a arrêté le SRCAE le 24 avril 2014. Les objectifs chiffrés du SRCAE portent sur la diminution des consommations d'énergie, la réduction des émissions de polluants et de gaz à effet de serre et le développement de la production d'énergies renouvelables. Les orientations du SRCAE sont de trois types : structurantes, sectorielles et transversales. Des liens entre le SRCAE et les projets d'aménagement se retrouvent dans plusieurs orientations. Elles sont listées ci-après : ✓ **Développer la recherche et améliorer la connaissance sur l'empreinte carbone des activités humaines** : cette orientation structurante vise à encourager et soutenir la recherche sur les sujets énergie –air – climat. ✓ **Intégrer pleinement les dimensions air et climat dans l'aménagement des territoires :** • Intégrer dans l'aménagement urbain, des préoccupations de sobriété énergétique, de qualité de l'air et de lutte contre les ilots de chaleur : Limiter les consommations énergétiques, et les émissions polluantes et de GES des aménagements / Intégrer la qualité de l'air / Lutter contre les îlots de chaleur urbains (ICU) • Construire une ville durable, polariser le développement sur les centralités, densifier l'urbanisation autour des gares et pôles d'échanges : Densification urbaine et autour des gares et pôles d'échanges • Rendre la ville désirable et intégrer mixité sociale et fonctionnelle : Valoriser l'exemplarité et rendre la ville désirable / Assurer la mixité fonctionnelle et sociale des tissus urbanisés / Assurer la végétalisation des espaces de vie ✓ **Préparer la mobilité de demain en préservant la qualité de l'air :** • Développer l'intermodalité : « Coordination des modes de transport sur un territoire donné pour fluidifier les déplacements des voyageurs en facilitant le passage d'un réseau à un autre » • Développer les modes doux, l'Eco mobilité, et les usages nouveaux et responsables de la voiture particulière : « Définition de véritables itinéraires cyclables sans discontinuité » / « Réduction de la place donnée à la voiture particulière dans l'espace public » / « Cheminements piétons sécurisés » / « Bonne accessibilité y compris pour les personnes à mobilité réduite » ✓ **Placer la rénovation du parc bâti au cœur de la stratégie énergétique :** • Assurer des plans de rénovations ambitieux et cohérents avec le facteur 4 : « Les contrats de performance énergétique sont encouragés, ainsi que la labellisation en rénovation, la mise en place de plan de rénovation avec suivi annuel de performance. Pour le parc privé, la mise en place de ces dispositifs pourra être encouragée par les collectivités et intégrée comme critère d'éligibilité dans l'aménagement de zones d'activité, de nouveaux quartiers… » ✓ **Construire de façon exemplaire :** • Encourager la conception bioclimatique des bâtiments et les technologies passives : « Les choix relatifs à la densité, aux niveaux de performances des bâtiments et aux énergies renouvelables doivent être étudiés et arrêtés le plus en amont possible. » / « Le règlement des ZAC précisera des orientations favorisant la conception bioclimatique des bâtiments qui s'y installeront (en terme d'orientation des bâtiments, d'alimentation en énergie, notamment renouvelable, de matériaux de construction, etc.) » ✓ **Faire le pari du solaire thermique :**	La zone d'étude est le terreau de plusieurs expérimentations et projets de R&D touchant les sujets énergie/climat : projet TRANSFORM (projet européen), projet EVA (Eau, Végétation, Albedo ; collaboration Grand Lyon/IRSTV Nantes, financement ADEME). Le projet d'aménagement intègre les dimensions air et climat : objectifs en matière de limitation des consommations d'énergie, et de lutte contre les îlots de chaleurs (revêtement de sol clair et façade réfléchissante, végétalisation,…). Le projet prévoit la densification urbaine autour de la gare et du pôle d'échanges de la Part-Dieu. Le projet permet de préserver la qualité de l'air en favorisant l'intermodalité et en développant les modes doux. La rénovation énergétique des bâtiments existants et conservés est prévue et contribuera à l'ambition de multiplier la SHON par 2 en restant à énergie constante. Pour les bâtiments du projet, les Maîtres d'Ouvrage doivent, outre le respect de la réglementation en vigueur et leur propre choix d'une démarche avec certification, appliquer les référentiels du Grand Lyon « Habitat durable » et « Bureaux durables neufs ». En outre le Maître d'Ouvrage devra appliquer le guide « Immobilier Durable » adapté au contexte particulier de la Part-Dieu. Une étude spécifique sur le potentiel de développement des énergies renouvelables sur le périmètre de la ZAC a été réalisée. L'opportunité de mettre en place des panneaux solaires ou photovoltaïque a été étudiée. La qualité des bâtiments est recherchée à travers les référentiels du Grand Lyon, elle considère les enjeux liés à la consommation d'eau potable. Celle-ci a été estimée dans le cadre du projet Part-Dieu. En considérant une réduction des besoins en eau potable, il est attendu un doublement de la consommation d'eau potable à l'horizon 2030. Le projet est compatible avec les orientations du SRCAE.

• Inciter à l'intégration du solaire thermique dans le neuf et la rénovation : « Des cahiers des charges exigeants seront mis au point pour pouvoir être utilisés sur les zones d'aménagement nouvellement créées (ZAC, lotissement) afin d'assurer l'intégration du solaire thermique dans ces projets. » ✓ **Poursuivre le développement du photovoltaïque en vue de la parité réseau de demain :** • S'adapter au nouveau cadre tarifaire pour poursuivre le développement de la puissance photovoltaïque installée : « La multifonctionnalité des toitures existantes (notamment des bâtiments commerciaux, industriels, logistiques) sera recherchée et cette dimension devra être intégrée (…) dans les réflexions d'urbanisme (ZAC). » ✓ **Accroitre la prise en compte de la qualité de l'air dans les politiques d'aménagement du territoire :** • Promouvoir une véritable adéquation entre aménagement du territoire et gestion de la ressource : « Les projets de ZAC et d'opérations d'aménagements incluront des études d'évaluation des besoins en eaux, tenant compte de l'évolution de la disponibilité de la ressource. »	
Plan Climat : Orientations / prescriptions	**Situation du projet**
En 2007, le Grand Lyon, signataire en tant que « structure de soutien » du Convenant of mayors (« Convention des maires » les engageant à s'inscrire dans les objectifs fixés par l'Union européenne pour 2020 et à adapter l'organisation des villes), s'est engagé dans le cadre de son Plan Energie Climat, à réduire d'ici 2020 de 20 % les rejets de CO2 (75 % pour 2050), de 20 % les consommations énergétiques et à consommer 20 % d'énergies renouvelables. A partir d'un diagnostic du territoire, différents scénarios d'agglomération ont été définis et l'analyse de leurs résultats a abouti à la rédaction d'un plan d'actions partenarial, qui a été approuvé par le Conseil Communautaire le 13 février 2012. Différentes « postures » inscrites dans le Plan Climat sont en lien avec les thématiques du projet : ✓ Poursuivre le Plan Modes Doux ✓ Organiser la ville pour réguler l'usage de la voiture ✓ Agir sur les comportements de mobilité ✓ Développer les usages alternatifs à la voiture individuelle (co-voiturage et autopartage) ✓ Garantir le niveau BBC pour la construction privée habitat et bureaux dès 2012 et anticiper la RT 2020 ✓ Inciter au report modal de la voiture vers les transports en commun ✓ Développer les réhabilitations du parc social de logements et dans l'habitat privé ✓ Structurer et développer les énergies renouvelables ✓ Développer les réseaux intelligents ✓ Valoriser la construction et la rénovation des locaux tertiaires exemplaires	Le projet d'aménagement comporte différents objectifs en faveur du climat, pris en compte notamment dans sa stratégie de mobilité tous modes, dans ses objectifs d'Immobilier Durable » et dans la gestion de l'énergie : amélioration et développement des cheminements piétons, nouveau pôle bus, emplacements réservés pour les véhicules électriques en auto-partage, ambition de multiplier la SHON par 2 en restant à énergie constante, dispositifs de type Smart Grid,… Le projet est donc compatible avec le Plan climat du Grand Lyon.
Plan de Protection de l'Atmosphère : Orientations / prescriptions	**Situation du projet**
Le PPA est compatible avec les orientations du SRCAE. Sur l'agglomération lyonnaise, il a été révisé et approuvé par arrêté préfectoral le 26 février 2014. Ce plan comporte 19 actions concrètes à mettre en œuvre dans l'objectif de ramener à l'intérieur de la zone les concentrations en polluants dans l'atmosphère à un niveau conforme aux normes de qualité de l'air d'ici 2015. Le PPA a une vocation réglementaire : les mesures qui y sont définies doivent faire l'objet d'actes administratifs postérieurs à l'approbation du PPA pour devenir applicables. Les actions suivantes sont en lien avec les thématiques du projet : ✓ **Industrie n°4 : Élaborer une charte « chantier propre » intégrant un volet qualité de l'air et l'annexer aux appels d'offre incluant un financement public. Imposer dans le cadre des marchés publics des spécifications qualité de l'air et encourager son développement dans les marchés privés.** En effet, le secteur « Chantiers et BTP » est responsable d'environ 15 % des émissions de PM_{10}. Cette charte définira des actions concernant les phases de travaux et les pratiques associées (arrosage des pistes de circulations, isolement des zones travaux par des clôtures pleines, utilisation de balayeuses voiries aspirantes, nettoyage fréquent du chantier, interdiction de brûlage de déchets de chantiers…), mais également des actions sur les engins de chantiers (bâchage systématique des camions de transports de matériaux de chantiers et terres d'excavation, consignes de couper le moteur en cas d'arrêt prolongé, limitation de vitesse…). ✓ **Industrie / Résidentiel n°6 : Limiter le développement des chaufferies collectives au bois dans les communes du territoire PPA qui sont situées en zone sensible à la qualité de l'air :** • aux chaudières dont les niveaux de performance à l'émission sont alignés sur les niveaux d'émission les plus faibles pouvant être techniquement atteints, ou aux projets présentant un bilan positif en termes de réduction d'émissions de particules. Cette mesure a pour objectif de limiter les impacts de l'implantation de nouvelle chaufferie collective au bois sur la qualité de l'air et plus particulièrement dans les zones dites sensibles à la qualité de l'air. ✓ **Urbanisme n°19 : Traitement des « Points noirs » de la qualité de l'air par des actions spécifiques**	La charte de chantier propre et à faibles nuisances sera mis en œuvre pour l'ensemble des aménagements conduits par le Grand Lyon et introduit dans tous les actes de vente des promoteurs. Le projet ne prévoit pas de chaufferies collectives au bois. En matière de traitement des « points noirs » de la qualité de l'air, les cartes stratégiques ne sont pas encore disponibles à la date de rédaction de cette étude d'impact. Cependant les orientations du projet en faveur des déplacements modes doux vont dans le sens de la réduction des émissions locales. Le projet est compatible avec le Plan de protection de l'atmosphère.

L'objectif de cette mesure est de diminuer la part de la population exposée aux dépassements de valeurs limites : • Le porter à connaissance permettra l'identification des zones en dépassement ou en risque de dépassement des valeurs limites pour la qualité de l'air (sur la base de l'analyse de la "carte stratégique de qualité de l'air" actualisée régulièrement) • Objectif de protection des populations : croiser la carte stratégique avec les établissements qui accueillent des populations sensibles (personnes âgées, petite enfance, personnes immuno-déficientes...). • Réduction des émissions locales : actions transports sur axes spécifiques, ou action sur des sources ponctuelles dans la mesure du possible. • Dans les cas les plus critiques, d'autres mesures visant à différer l'urbanisation et/ou soustraire les populations sensibles exposées seront considérées si les actions de réduction des émissions à la source ne montrent pas de résultats satisfaisants.	
Schéma régional de raccordement au réseau des énergies renouvelables de la région Auvergne Rhône-Alpes / Partie Rhône-Alpes (06/2015)	**Situation du projet**
L'article L321-7 du code de l'énergie prévoit que, dans un délai de six mois suivant l'établissement du schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie, le gestionnaire du réseau public de transport, RTE (Réseau de transport d'électricité), doit élaborer, en accord avec les gestionnaires des réseaux publics de distribution et après avis des autorités organisatrices de la distribution concernés dans leur domaine de compétence, un schéma régional de raccordement au réseau des énergies renouvelables (S3REnR), qu'il soumet à l'approbation du préfet de région. Le schéma régional de raccordement définit les ouvrages à créer ou à renforcer pour atteindre les objectifs fixés par le schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie. Il définit également un périmètre de mutualisation des postes du réseau public de transport, des postes de transformation entre les réseaux publics de distribution et le réseau public de transport et des liaisons de raccordement de ces postes au réseau public de transport. Sur la base de ces différentes étapes de la procédure d'élaboration et **par arrêté préfectoral n° 15-352 du 22 décembre 2015, le S3REnR Rhône-Alpes a été approuvé par le préfet de région**, et les nouvelles règles suivantes sont désormais effectives : ✓ réservation d'une capacité d'accueil EnR pour poste-source concerné pendant 10 ans (à compter de l'approbation du schéma pour les ouvrages existants et à compter de leur mise en service pour les ouvrages créés ou renforcés) ; ✓ application d'une quote-part à la puissance installée que devront verser les producteurs pour les installations de plus de 100 kVA.	Le périmètre d'étude ne fait pas l'objet d'aménagements en vue du développement du réseau des énergies renouvelables à l'échelle de la région Rhône-Alpes, il n'est pas directement concerné par le schéma. **Le projet ne présente pas d'incompatibilité avec le S3REnR.**
Schéma Régional de Cohérence Ecologique de Rhône-Alpes (SRCE) : Orientations / prescriptions	**Situation du projet**
Le site de projet, comme la commune de Lyon, est identifié comme un secteur d'urbanisation dense, présentant des enjeux de restauration des continuités écologiques. Parmi les orientations, la ZAC est concernée par l'Orientation 1 : **« Prendre en compte la Trame verte et bleue dans les documents d'urbanisme et dans les projets d'aménagement ».** Il est précisé qu' « il s'agit avant tout d'éviter les actions pouvant avoir un impact négatif sur les différentes composantes de la Trame verte et bleue. Cette volonté se traduit, en premier lieu, par la prise en compte de la Trame verte et bleue (l'ensemble de ses composantes) dans les documents d'urbanisme, afin d'éviter, en amont de la conception des projets d'urbanisation et d'artificialisation des sols, les impacts irréversibles sur celle-ci ». ✓ **Objectif 1.6. Décliner et préserver une « Trame verte et bleue urbaine » :** La « Trame verte et bleue urbaine », ou nature en ville, apporte à la fois qualité du cadre de vie (Trame verte et bleue « à vivre ») et renforcement de la biodiversité en ville. Parmi les recommandations, il est indiqué que les collectivités via leurs documents d'urbanisme sont incitées à : • identifier les espaces constitutifs de la Trame verte et bleue urbaine ; • mobiliser leurs outils réglementaires en faveur de sa protection, voire de sa restauration ; • favoriser le maintien et le développement des axes de circulation et d'interconnexion entre la Trame verte et bleue urbaine et les espaces naturels et agricoles limitrophes des sites urbains, sans néanmoins que ces interconnexions ne constituent des pièges pour la faune sauvage qui s'y aventurerait. Dans leurs pratiques, il est indiqué que les collectivités veillent à : • limiter très fortement les pollutions issues du fonctionnement de la ville (traitements phytosanitaires des voiries, des espaces verts, des équipements sportifs et de loisirs…) et des dysfonctionnements des réseaux (eaux usées, eaux pluviales).	Le projet, qui concerne un site déjà urbanisé, n'aura pas d'impact sur la fragmentation des habitats, sur les corridors écologiques ou sur les zones humides. De plus, le projet a été conçu de façon à maintenir dans la mesure du possible les milieux naturels existants, et à créer de nouveaux éléments de la trame verte et bleue (alignement d'arbres, espaces verts en rez-de-chaussée et en toiture). Le projet repose aussi sur le principe du « Sol Fertile », réseau de pleine terre aussi continu que possible, et de « L'horizon Part-Dieu », trame de plantation homogène et continue composée d'une palette végétale qui favorisera la biodiversité. Enfin l'entretien extensif des espaces verts sera privilégié afin de favoriser le développement d'une végétation spontanée. La fauche tardive pourra permettre aux insectes d'accomplir l'intégralité de leur cycle de développement et de reproduction. Le projet est ainsi compatible avec les objectifs de la Trame Verte et Bleue urbaine, déclinés au sein du SRCE.
Plan des Déplacements Urbains : Orientations / prescriptions	**Situation du projet**
Un des objectifs du PDU est de tendre vers **une agglomération où tous les moyens de déplacements ont leur place.** Notamment il s'agit de diminuer l'usage de la voiture au profit des modes alternatifs grâce à un espace public aménagé en priorité pour les modes doux, de l'amélioration de la circulation et de la régularité des principales lignes de bus, d'un meilleur partage de la voirie, la mise en cohérence et complémentarité des réseaux. Le PDU vise aussi **une agglomération sûre et agréable à vivre :** notamment en limitant le trafic automobile pour réduire les pollutions et nuisances La politique en faveur des modes doux est essentielle pour le PDU. Elle est déclinée dans le « plan de développement des modes de déplacement doux de l'agglomération lyonnaise ». Ce plan vise à tripler l'usage du vélo entre 2009 et 2020 sur le périmètre de l'agglomération lyonnaise.	Le projet de ZAC repose sur trois objectifs principaux dont celui de développer des mobilités durables, en donnant priorité à l'intermodalité. Le projet d'aménagement prend en compte les enjeux liés à la réduction du trafic automobile pour favoriser les déplacements en transports en commun et les modes doux, à travers la restructuration du pôle d'échanges autour de la gare et la création d'un pôle bus au Sud de la place Béraudier, le renforcement des pistes cyclables et des bornes de stationnement, et l'attention portée à la qualité des espaces publics et des cheminements piétons. Le projet est compatible avec le PDU.

Plan Régional d'Elimination des Déchets Dangereux de la région Rhône-Alpes : Orientations / prescriptions	Situation du projet
Depuis octobre 2010, la région Rhône-Alpes est dotée d'un Plan d'élimination des déchets dangereux (PREDD). Celui-ci définit plusieurs axes de travail auxquels sont associées des recommandations. La ZAC Part-Dieu Ouest est notamment concerné par : ✓ **Axe 1 : Prévenir la production de déchets dangereux et réduire leur nocivité** • Favoriser la diffusion d'opérations du type « chantiers propres » dans le secteur du bâtiment et de la déconstruction ✓ **Axe 3 : Favoriser la valorisation (matière ou énergétique) des déchets dangereux : Privilégier la valorisation des déchets dangereux en donnant la priorité à la valorisation matière sur la valorisation énergétique** • Faire converger les efforts de l'ensemble des acteurs publics comme privés pour favoriser l'utilisation des filières de valorisation matières prioritairement aux filières de valorisation énergétique	Une réflexion sur la réduction de l'impact des destructions est entamée depuis le démarrage du projet, les objectifs étant de pouvoir récupérer, de réutiliser ou de recycler les matériaux et produits déjà existants pour les dédier aux constructions nouvelles. La bonne gestion des matériaux et déchets de chantier passera par plusieurs mesures comme le recours au Schéma d'Organisation et de Gestion des Déchets et le tri des déchets. De plus, un diagnostic des bâtiments à démolir devra être réalisé de manière à qualifier et quantifier les déchets issus de la démolition et évaluer la contamination du bâtiment (amiante) avant le début des opérations de démolition. Le projet est compatible avec le PREDD Rhône-Alpes.
Plan de prévention et de gestion des déchets non dangereux du Rhône : Orientations / prescriptions	**Situation du projet**
Le Plan de prévention et de gestion des déchets non dangereux du Rhône (2014) comporte un programme de prévention départemental, et présente la planification retenue pour la gestion des déchets non dangereux du Rhône. Le programme de prévention intègre 4 objectifs en termes de prévention : réduire la production de déchets ménagers et assimilés, sensibiliser et impliquer les acteurs du département dans la réductions à la source (composteur, STOP Pub), informer et sensibiliser en proposant des messages concertés et en développant des outils communs, sensibiliser et impliquer les professionnels dans la prévention afin de diminuer le gisement de déchets d'activités économiques. Des actions sont proposées en ce sens. Les porteurs des actions sont le Département du Rhône, les établissements publics de coopération intercommunale en charge de la gestion des déchets non dangereux, ainsi que le Conseil Régional, les mairies, le Rectorat, et les Chambres consulaires. Le Plan précise les mesures retenues en termes d'organisation pour la collecte et le traitement des déchets, ainsi que les installations à créer. Les orientations retenues en matière de collecte sont les suivantes : ✓ Pour les particuliers : • afin d'optimiser la collecte sélective sur la zone urbaine, un effort important sera à mettre en œuvre sur l'habitat collectif • une optimisation de la collecte du verre est prévue • le plan ne prévoit pas de mise en place de collecte des biodéchets des particuliers ✓ Pour les professionnels : • respect de la hiérarchie des modes de traitement (prévention, réemploi, recyclage, valorisation énergétique, autres) • 100% de valorisation biologique des biodéchets des gros producteurs, grâce à la collecte séparative de ces déchets	La ZAC Part-Dieu Ouest n'est pas directement concerné par les orientations du Plan de prévention et de gestion des déchets non dangereux du Rhône. Les actions menées en matière de prévention à l'échelle de la Métropole de Lyon concerneront les particuliers et professionnels de la ZAC. Conformément à la réglementation, les bâtiments seront tous équipés d'un local dédié à la gestion des déchets avec des bacs distincts permettant le tri des déchets recyclables, et la collective séparative des biodéchets sera réalisée par les professionnels gros producteurs de ces déchets. Des bornes de collecte seront installées en tant que de besoin pour permettre la collecte et le tri de ces déchets. Le projet est compatible avec le plan de prévention et de gestion des déchets non dangereux du Rhône.
Plan de gestion des déchets du BTP du Rhône : Orientations / prescriptions	**Situation du projet**
Le Plan de gestion des déchets du BTP du Rhône (2003) retient trois domaines d'action : le développement du réseau d'infrastructures d'accueil, une nécessaire évolution des comportements des acteurs et le suivi du plan. La ZAC Part-Dieu Ouest est concernée par l'orientation concernant **l'évolution des comportements des acteurs**. Cette évolution passe par : ✓ **Le tri à la source et le contrôle des filières :** Les maîtres d'ouvrages ont une responsabilité prépondérante sur ce sujet. Préalablement à la passation des contrats de travaux (marchés publics ou privés), il leur appartient de : • Quantifier les déchets en place, par nature. Cela passe en bâtiment, par un audit des constructions à démolir ou à réhabiliter (réhabilitation lourde). En TP, les volumes de déblais générés par le chantier, et leur nature, devront être identifiés. • Déterminer les mesures organisationnelles à mettre en œuvre (phasage du chantier, zones de stockage sur site, nombre de bennes, ...) pour que les entreprises disposent sur place des moyens de gérer correctement leurs déchets. • Rechercher les possibilités locales de réemploi des excédents (déchets inertes), et définir autant que faire se peut la destination des déchets. Dans le cadre des marchés de travaux, la destination finale des déchets sera indiquée, soit à la seule initiative du maître d'ouvrage (règles de la consultation), soit de façon concertée avec les entreprises (notes organisationnelles à joindre à l'appui des offres, mise au point du marché). Des bordereaux de suivi seront imposés, à faire viser par les centres d'accueil des déchets et à retourner au maître d'ouvrage, ou au maître d'œuvre s'il y en a un. ✓ **Favoriser le recyclage pour réduire le recours aux ressources naturelles :** En matière d'inertes recyclés, le marché existe et fonctionne, mais il peut être amélioré par une rédaction revue des marchés publics dont les clauses sont trop souvent pénalisantes, plus par habitude que réelle volonté d'écarter ce type de matériaux.	La SPL Lyon Part-Dieu mène actuellement une réflexion sur l'organisation des chantiers à venir dans le cadre du projet Part-Dieu, qui s'appliquera aux opérations prévues sur la ZAC : Règlement inter-chantier, Note d'organisation du chantier, Bases vie mutualisées, Gestion des flux liés aux chantiers… Une réflexion sur la réduction de l'impact des destructions est entamée depuis le démarrage du projet, les objectifs étant de pouvoir récupérer, de réutiliser ou de recycler les matériaux et produits déjà existants pour les dédier aux constructions nouvelles. La bonne gestion des matériaux et déchets de chantier passera par plusieurs mesures comme le recours au Schéma d'Organisation et de Gestion des Déchets et le tri des déchets. De plus, un diagnostic des bâtiments à démolir devra être réalisé de manière à qualifier et quantifier les déchets issus de la démolition et évaluer la contamination du bâtiment (amiante) avant le début des opérations de démolition. Le projet est compatible avec le plan de gestion des déchets du BTP du Rhône.
Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) : Orientations / prescriptions	**Situation du projet**
Le projet est concerné par le Plan de Prévention des Risques inondations (PPRi) du Rhône et de la Saône, approuvé le 2 mars 2009 pour le secteur Lyon – Villeurbanne. Il est concerné par le risque d'inondation par remontée de nappe ou saturation des réseaux.	Ce zonage ne fait pas l'objet d'interdictions ou de prescriptions. Le projet est donc compatible.

Le périmètre de la ZAC n'est pas concerné notamment par les plans, schémas ou programmes suivants :

- ✓ Aire de mise en valeur de l'architecture et du patrimoine (AVAP)
- ✓ Plan de sauvegarde et de mise en valeur (PSMV)
- ✓ Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT)
- ✓ Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE)
- ✓ …

8. AUTEURS DE L'ETUDE, METHODES UTILISEES ET DESCRIPTION DES DIFFICULTES RENCONTREES

Modifications apportées par rapport à la version transmise à l'autorité environnementale en avril 2015 :

Mise en cohérence des éléments suivant les modifications effectuées dans le reste de l'étude d'impact ; compléments sur les méthodes et difficultés suivant les modélisations réalisées

Ce chapitre a pour objet d'analyser, conformément à l'article R122-5 du Livre I du Code de l'Environnement, les méthodes utilisées pour établir l'état initial et évaluer les effets de l'installation sur son environnement et les difficultés éventuelles de nature technique ou scientifique rencontrées.

L'évaluation des effets du projet sur l'environnement s'effectue par une confrontation thématique des caractéristiques du projet avec les caractéristiques de l'environnement. Cette analyse des méthodes d'évaluation des effets du projet sur l'environnement porte donc à la fois sur l'état initial ainsi que sur les impacts éventuels.

Ce chapitre donne aussi la liste des auteurs de l'étude.

8.1. NOMS ET QUALITES DES AUTEURS DE L'ETUDE D'IMPACT

Setec environnement

Le Crystallin, 191/193 cours Lafayette CS 20087 - 69458 Lyon Cedex 06

04 27 85 49 56 – environnement.lyon@environnement.setec.fr

Nom et fonction des rédacteurs de l'étude :

- ✓ Karen DIARD (Directrice adjointe du Pôle Déchets et Evaluation Environnementale)
- ✓ Florence LARCHER (Ingénieur d'études, Pôle Déchets et Evaluation Environnementale)
- ✓ Marion THILL (Ingénieur d'études, Responsable de l'Unité Pollution atmosphérique)

Sont également intervenu **Setec ALS** (Céline NGUYEN) et **Setec International** (Samuel LAVEAUD) pour le volet acoustique.

8.2. LES METHODES ET SOURCES UTILISEES

L'analyse de l'état initial de la zone et des milieux susceptibles d'être affectés par le projet a été réalisée à partir d'un recueil de données auprès des administrations, des organismes publics ainsi qu'auprès d'études spécifiques complémentaires et d'enquêtes de terrain menées dans le cadre du projet Part-Dieu et/ou du programme PEM/Two Lyon.

L'identification et l'évaluation des impacts du programme de travaux ont été mises en évidence par confrontation entre les caractéristiques du projet (emprises, aménagements prévus…) et les enjeux et sensibilités de l'environnement identifiés. Certains impacts sont mesurables et font l'objet d'évaluations chiffrées. D'autres impacts font l'objet d'évaluations qualitatives. A été envisagé l'ensemble des effets possibles, positifs et négatifs, directs et indirects, temporaires ou permanents, sur place et à distance ou cumulatifs dans le temps et avec les projets voisins connus.

Les mesures de suppression, de réduction et/ou de compensation ont été définies par une équipe pluridisciplinaire rassemblée sous l'égide de la SPL Lyon Part-Dieu, suite à plusieurs années de réflexion, et grâce à une démarche itérative considérant les effets sur l'environnement ou la santé pour aboutir au choix du projet d'aménagement. Lorsqu'elles n'avaient pas déjà été définies, ces mesures ont été proposées par setec environnement.

L'étude d'impact a été réalisée en s'appuyant de façon importante sur cette démarche de définition du projet, qui a permis d'identifier le contexte du site et ses enjeux, de définir les objectifs recherchés et les orientations à suivre en termes d'aménagement. L'ensemble de ces informations est synthétisé et compilé dans le **Plan de référence v2 du Projet Part-Dieu (octobre 2014) et ses cahiers annexes** relatifs aux thématiques suivantes : économie, habitat, commerces et services, culture, mobilités, lumière, immobilier durable, Part-Dieu durable (gestion de l'énergie, de l'eau et des déchets), paysage, sol facile, architecture, mobilités, programmation des espaces publics et infrastructure.

Les autres sources de données utilisées sont les suivantes :

Données environnementales :

- ✓ Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse : www.eaurmc.fr/
- ✓ Agence Régionale de Santé de la région Rhône-Alpes (ARS) : www.ars.rhonealpes.sante.fr
- ✓ Base de données BASIAS, inventaire des sites industriels abandonnés ou non susceptibles d'engendrer une pollution : basias.brgm.fr
- ✓ Base de données BASOL sur les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics : basol.ecologie.gouv.fr
- ✓ Base de données des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement : http://www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr/
- ✓ Cartographie dynamique en ligne CARMEN en Rhône-Alpes : http://www.rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/cartes-carmen-de-diffusion-de-la-a96.html
- ✓ Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Rhône–Alpes (DREAL) : http://www.rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/
- ✓ Direction Régionale des Affaires Culturelles de la région Rhône-Alpes (DRAC) : http://www.culturecommunication.gouv.fr/Regions/Drac-Rhone-Alpes
- ✓ Commissions de Suivi de Sites et Comités Locaux d'information et de Concertation Rhône-Alpes pour les Plans de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) du département du Rhône : http://www.clicrhonealpes.com/clic/departement/69/rhone.html
- ✓ Infoterre, portail géomatique d'accès aux données géoscientifiques du BRGM : infoterre.brgm.fr/
- ✓ Institut Géographique National (IGN) : www.ign.fr
- ✓ Institut National de la Statistique et des Études Économiques (INSEE) : http://www.insee.fr
- ✓ Météo-France : www.meteofrance.com
- ✓ Observatoire de l'air en région Rhône-Alpes, www.air-rhonealpes.fr/
- ✓ Prim.net, portail de la prévention des risques majeurs du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable : http://www.prim.net

Données urbaines sur l'état initial du site :

La consultation des documents d'urbanisme réglementaires permet d'évaluer les enjeux de la zone étudiée à différentes échelles, ainsi que de mesurer la compatibilité du projet avec ces documents :

- ✓ Documents de la DTA, sur le site de la DREAL Rhône-Alpes : http://www.rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/dta-de-l-aire-metropolitaine-a392.html
- ✓ Documents du SCOT : www.scot-agglolyon.fr
- ✓ Documents du PLH du Grand Lyon : http://www.grandlyon.com/Habitat.2355.0.html
- ✓ documents du PDU du Grand Lyon, sur le site internet du SYTRAL : http://www.sytral.fr/tab/306/157-plan-deplacements-urbains.htm
- ✓ Documents du PLU du Grand Lyon : http://plu.grandlyon.com/

Par ailleurs, la collecte d'informations relatives à l'état initial a été effectuée auprès des principaux acteurs du territoire :

- ✓ Agence d'urbanisme pour le développement de l'agglomération lyonnaise : http://www.urbalyon.org/
- ✓ Chambre de Commerce et d'Industrie de Lyon : http://www.lyon.cci.fr
- ✓ Grand Lyon : www.grandlyon.com/ et pour l'aspect économique : www.economie.grandlyon.com/
- ✓ Mission Part-Dieu : http://www.lyonpart-dieu.com/
- ✓ Troisième arrondissement de la ville de Lyon : http://www.mairie3.lyon.fr/page/accueil_3.html
- ✓ Ville de Lyon : http://www.lyon.fr/page/accueil.html

Les documents réalisés par ces acteurs et utilisés pour cette étude sont :

- ✓ *Les mots du SCOT*, syndicat mixte d'études et de programmation de l'agglomération lyonnaise, 2010 (plaquette de présentation du SCOT au public) : http://www.scot-agglolyon.fr/document.php?rubrique_id=19&document_id=63
- ✓ *Plaquette de l'immobilier – Entreprise du Grand Lyon (2013)*, Grand Lyon
- ✓ *Plaquette de l'immobilier – Hôtellerie du Grand Lyon (2013)*, Grand Lyon
- ✓ *Référentiels Bureaux et habitat durable*, Grand Lyon, sur le site de l'Agence Locale de l'Energie Lyonnaise : http://www.ale-lyon.org/accompagnements-de-projets/construire-renover/les-referentiels-grand-lyon.html
- ✓ *Schéma de Développement de l'Hébergement Touristique (SDHT) du Grand Lyon (2011-2015)*, Grand Lyon : http://www.economie.grandlyon.com/schema-developpement-hebergement-touristique-sdht-lyon.116.0.html
- ✓ *Schéma Directeur d'Urbanisme Commercial (SDUC) de la métropole lyonnaise (2009-2015)*, Grand Lyon : http://www.economie.grandlyon.com/schema-directeur-urbanisme-commercial-sduc-lyon.120.0.html

Documents et études réalisés dans le cadre du projet :

- ✓ *Atlas urbain et paysager du quartier de la Part-Dieu,* Urbalyon, septembre 2010
- ✓ *Etude Milieu Naturel,* Cabinet Pierre GRILLET / BIOTOPE, 2011
- ✓ *Diagnostic et démarche d'éco-conception du PEM*, AREP, 28/10/2011
- ✓ *Diagnostic Occupation du site*, Egis, juin 2012
- ✓ *Analyse environnementale du pôle d'échanges multimodal de la Part-Dieu,* Elioth, 15/06/12 et 21/12/2012
- ✓ *Etudes déplacements tous modes dans l'organisation multipolaire de l'agglomération* (lot 1), Egis/Arcadis, décembre 2014
- ✓ *La Part-Dieu, un quartier actif*, AUC, décembre 2012
- ✓ *Etude aéraulique du quartier de la Part-Dieu à Lyon*, Optiflow, 2012, mise à jour en 2016
- ✓ *Etude d'ensoleillement du quartier Lyon Part-Dieu - Ambiance des espaces publics,* Eléments Ingénierie, mai 2016

Ressources graphiques :

- ✓ Bibliothèque municipale de Lyon, photographes en Rhône-Alpes : http://numelyo.bm-lyon.fr/include/babelyo/app/01ICO001/
- ✓ Fond de plan Ville de Lyon / Grand Lyon : http://www.mairie3.lyon.fr/cartes_3.html
- ✓ Photographies aériennes Google Images
- ✓ 64 parcours au cœur des archives de la ville de Lyon : http://www.archives-lyon.fr/static/archives/contenu/64parcours/Recherch/dureau/mosaiq.htm

Autres articles et Ressources :

- ✓ *La gare de la Part-Dieu à Lyon : un équipement décisif du centre directionnel de Lyon*, Jean PELLETIER, in Revue de Géographie de Lyon, vol. 60 n°4, 1985. pp. 317-331
- ✓ *Présentations des conférences débat autour du quartier menées dans le cadre de la concertation*, décembre 2013
- ✓ *Territoires de Rhône-Alpes, à l'horizon 2040, cinq profils d'évolution démographique*, lettre de l'INSEE n°144, mai 2011
- ✓ « La Part-Dieu, le retour aux sources », Points d'actu, 19/05/2010, http://www.pointsdactu.org/article.php3?id_article=1549#chapitre3c
- ✓ « Sur les pas du Centre commercial de Lyon La Part-dieu », Centre Commercial de la Part-Dieu, http://www.centrecommercial-partdieu.com/W/do/centre/notre-histoire

8.2.1. HYPOTHESES PRISES EN COMPTE POUR LA DETERMINATION DES FLUX A HORIZON 2030

Dans le cadre du projet de ZAC et plus globalement du projet Lyon Part-Dieu, de nombreuses études de déplacement ont été réalisées, qui ont évoluées au fur et à mesure de la consolidation des hypothèses à retenir.

Les éléments ci-après permettent de faire une synthèse des hypothèses prises en compte pour la détermination des flux à horizon 2030 tels qu'ils sont présentés en page 145 et suivantes. Ces hypothèses tiennent compte des opérations prévues sur la ZAC, dont celles du PEM et du centre commercial.

Les déplacements générés ont été estimés à partir des enquêtes les plus récentes, et de ratios adaptés à chaque type d'opération immobilière.

	Déplacement/100m² en HPS	Détails*	Attraction	Emission
Bureaux	1,98	4,5 emplois/100m² 1 déplacement/employé + 1 déplacement Visiteur pour 10 emplois à la PPS 80% de taux de présence	26%	74%
Logements	0,06 véhicule particulier/ logement/ HPS	80m²/logement 2 habitants/logement	80%	20%
Hôtels	2,9	35 m²/chambre 2 emplois/100m² 1 déplacement/chambre/HPS	50%	50%
Commerces & Services	4,5	2 emplois/100 m²	50%	50%
Equipements	1,2	1,2 emplois/100 m²	50%	50%

*HPS = Heure de Pointe du Soir

L'estimation de la répartition entre les modes de déplacements en lien avec le quartier et le Pôle d'Échange Multimodal (PEM) de la Part Dieu à horizon 2030 a été effectuée en 2014 à partir des données, des outils de modélisation et des documents de planification à disposition :

- ✓ Résultats et tendances issus de l'Enquête Ménage Déplacements (EMD) de 2006
- ✓ Outils de Modélisation CUBE pour les Véhicules Particuliers (utilisé par le Grand Lyon), TERESE pour les Transports en Commun Urbain (utilisé par le Sytral)
- ✓ Données issues des réflexions autour du Nœud Ferroviaire Lyonnais (NFL), à 2014.
- ✓ Documents de planification : Schéma de COhérence Territoriale, Plan de Déplacement Urbain, Schéma de Développement Universitaire,… en vigueur.

A l'échelle de l'agglomération :

Hypothèses socio-économiques :

- ✓ + 150 000 habitants pour 150 000 logements supplémentaires (SCOT de l'agglomération lyonnaise)
- ✓ + 20 000 étudiants sur 6 campus principaux de Lyon (Schéma de Développement Universitaire)

Réseaux pris en compte :

- ✓ Réseau Transport en Commun Urbains 2030 : projets identifiés au SCOT sur les axes forts (métros, tramway et trolleybus) et hypothèses de restructuration du réseau bus associées, améliorations apportées récemment par ATOUBUS.

A l'échelle du quartier Part-Dieu :

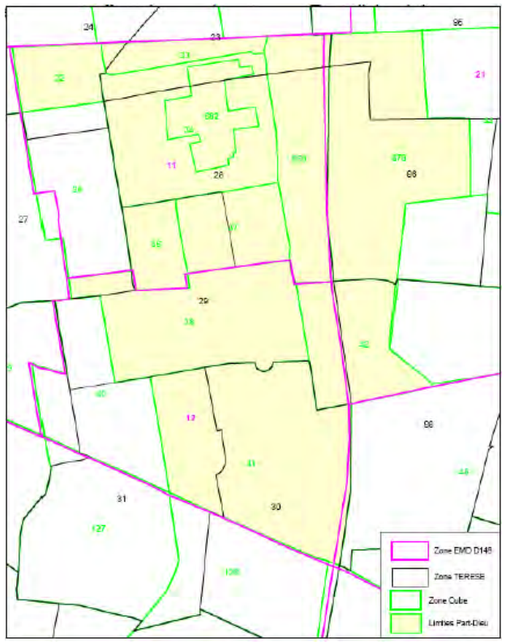
La démarche d'évaluation des déplacements à horizon 2030 repose sur une reconstitution modélisée des déplacements voiture, transports en commun, vélos, marche et autres modes à l'heure de pointe du soir.

Deux étapes ont été suivies :

1. Un calage de la situation actuelle de manière à reconstituer les parts modales actuelles (à partir de sources différentes : EMD 2006, comptages voirie, fréquentation du réseau TCU, données NFL)

2. Une projection des déplacements de tous les modes en tenant compte des matrices futures CUBE, TERESE et NFL.

Les reports modaux entre véhicules particuliers (VP) et transports en commun (TC), ont été évalués en reprenant la démarche visant à rendre compatible les données VP issues du modèle CUBE utilisé par le Grand Lyon, et les données TC issues de TERESE utilisé par le Sytral. Le projet de double site propre pour le C3 est notamment pris en compte.



Au-delà des invariants que sont les matrices de modélisation élaborées à partir de la génération des différents projets urbains, les principales hypothèses retenues pour calculer les parts modales futures sont :

- ✓ **Une part modale Vélo** à terme de 7,5% sur le territoire du Grand Lyon (Objectif du Plan Modes Doux 2009 – 2020 délibéré le 28 septembre 2009).

  Afin d'être cohérent avec cet objectif, des hypothèses ont été prises par grandes zones de l'agglomération puis ajustées suivant un processus itératif permettant d'atteindre l'objectif global en fonction du poids de chacune des zones dans l'ensemble des déplacements de l'agglomération.

  Deux cas de figure ont été définis suivant la part modale en situation actuelle, afin de ne pas trop pénaliser l'évolution des zones où la part vélo est déjà élevée en 2006.

Hyper Centre	Si part actuelle inférieure à 5% → part fixe de 10% Sinon part actuelle +5%
Centre avec relief	Si part actuelle inférieure à 3,5% → part fixe de 7% Sinon part actuelle +3,5%
1ère couronne en plaine	Si part actuelle inférieure à 3% → part fixe de 6,5% Sinon part actuelle +3%
1ère couronne coteaux	Si part actuelle inférieure à 2% → part fixe de 4% Sinon part actuelle +2%
Péri-urbain	Si part actuelle inférieure à 1% → part fixe de 2% Sinon part actuelle +1%

  Le report modal vers le vélo concerne plusieurs modes, aussi des critères de répartition ont été pris pour chacun de ceux-ci :

  - Report VP vers vélo : 25%
  - Report TC vers vélo : 25%
  - Report Marche vers vélo : 50%

- ✓ **Une croissance des déplacements en Marche à Pied** (MAP) calquée sur la croissance démographique de l'agglomération (c'est-à-dire un objectif de nombre de déplacement MAP par personne et par jour stable en 2030)

Concernant les deux roues motorisées, l'Enquête Ménage Déplacements de 2006 les crédite d'une part de 0,5% des déplacements. Les comptages réalisés annuellement sur l'ensemble de l'agglomération, ne montrent pas de tendance particulière à la hausse sur les 4 dernières années.

Des comptages routiers ont réalisés sur une semaine en février 2016, simultanément aux campagnes de mesures sonométriques. Ces comptages indiquent que la part des deux roues serait de l'ordre de 3 %.[12]

Déplacements à l'heure de pointe du soir (HPS) :

Pour obtenir des résultats à l'Heure de Pointe du Soir (HPS) à partir des déplacements journaliers, les taux de conversion suivant ont été utilisés :

VP : taux de conversion HPS → Jour évalué à 9,7

TCU : taux de conversion HPS → Jour évalué à 8

Fer : taux de conversion HPS → Jour évalué à 6,4

Vélo : taux de conversion HPS → Jour évalué à 9

Marche : taux de conversion HPS → Jour évalué à 8,7

A l'échelle du PEM Part-Dieu :

À l'échelle du PEM Part Dieu, les données directement issues de l'Enquête Ménage Déplacements ne sont pas toujours assez fiables (taille de l'échantillon trop faible dans le cas de certains modes) pour déterminer des comportements représentatifs.

Aussi, les flux actuels ont été déterminés directement à partir des résultats d'une enquête réalisée par AREP à l'automne 2011.

L'ensemble de ces données et hypothèses ont permis d'établir les flux prévisionnels tels que présentés dans l'étude d'impact de la ZAC.

L'ensemble des projections décrites ci-dessus feront l'objet de remise à jour régulière au fur et à mesure de la vie du projet, en fonction des déplacements observés et de l'avancement des projets prévus sur l'agglomération (NFL, documents de planification,…).

8.2.2. MODELISATION DES EMISSIONS SONORES

Cadre règlementaire

Phase exploitation

Les textes en vigueur relatifs aux bruits routiers sont les suivants :

- ✓ Articles L571-1 à L571-25 du Code de l'Environnement ;
- ✓ Décret 2007-1467 du 12 octobre 2007 (abrogeant le décret 95-22 du 9 janvier 1995) ;
- ✓ Arrêté du 5 mai 1995 ;
- ✓ Circulaire du 12 décembre 1997
- ✓ Normes en vigueur (NF S 31-110, NF S 31-010, NF S 31-085).

L'étude s'appuie également sur les ouvrages de référence suivants (liste non exhaustive) :

- ✓ Bruit et études routières, Sétra (2001) ;
- ✓ Prévision du bruit routier, Sétra (2009) ;
- ✓ Calcul prévisionnel de bruit routier, Sétra (2007).

[12] C'est la valeur issue des comptages routiers de février 2016 qui a été retenue dans le cadre de modélisations air et bruit.

Phase travaux

Les textes de référence

Le cadre réglementaire en matière de bruit des chantiers est constitué des textes suivants :

- ✓ Article R1334-36 du code de la santé publique ;
- ✓ Article R571-50 du code de l'environnement ;
- ✓ Arrêté du 12 mai 1997 relatif aux émissions sonores de certains engins de chantier ;
- ✓ Directive 2000/14/CE du 8 mai 2000 modifiée par la Directive 2005/88/CE du 14 décembre 2005, relatives au bruit des matériels utilisés à l'extérieur des bâtiments ;
- ✓ Textes d'application de la Directive : arrêté du 18 mars 2002, modifié par l'arrêté du 22 mai 2006, arrêté du 21 janvier 2004 ;
- ✓ Arrêté municipal du 22 avril 1992 relatif à la prévention des nuisances sonores dues aux chantiers ;
- ✓ Arrêté préfectoral du 27 juillet 2015 relatif à la lutte contre le bruit.

Guides de référence (liste non exhaustive) :

- ✓ Bruit des chantiers, Conseil National du Bruit ;
- ✓ Maîtrise du bruit des chantiers de construction des infrastructures de transports terrestres, Sétra.

Réglementation applicable aux activités de chantier

Le décret n°2006-1099 du 31 août 2006 modifiant le code de la santé publique précise à l'article R.1334-36 que :

« Si le bruit mentionné à l'article R. 1334-31 a pour origine un chantier de travaux publics ou privés, ou des travaux intéressant les bâtiments et leurs équipements soumis à une procédure de déclaration ou d'autorisation, l'atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme est caractérisée par l'une des circonstances suivantes :

1. *Le non-respect des conditions fixées par les autorités compétentes en ce qui concerne soit la réalisation des travaux, soit l'utilisation ou l'exploitation de matériels ou d'équipements ;*
2. *L'insuffisance de précautions appropriées pour limiter ce bruit ;*
3. *Un comportement anormalement bruyant. ».*

Des peines sont prévues pour sanctionner les comportements anormaux :

« Art. R. 1337-6. – *Est puni de la peine d'amende prévue pour les contraventions de la cinquième classe :*

1. *Le fait, lors d'une activité professionnelle ou d'une activité culturelle, sportive ou de loisir organisée de façon habituelle ou soumise à autorisation, et dont les conditions d'exercice relatives au bruit n'ont pas été fixées par les autorités compétentes, d'être à l'origine d'un bruit de voisinage dépassant les valeurs limites de l'émergence globale ou de l'émergence spectrale conformément à l'article R. 1334-32 ;*
2. *Le fait, lors d'une activité professionnelle ou d'une activité culturelle, sportive ou de loisir organisée de façon habituelle ou soumise à autorisation, dont les conditions d'exercice relatives au bruit ont été fixées par les autorités compétentes, de ne pas respecter ces conditions ;*
3. *Le fait, à l'occasion de travaux prévus à l'article R. 1334-36, de ne pas respecter les conditions de leur réalisation ou d'utilisation des matériels et équipements fixées par les autorités compétentes, de ne pas prendre les précautions appropriées pour limiter le bruit ou d'adopter un comportement anormalement bruyant. »*

La réglementation ne prévoit aucun seuil spécifique aux activités de chantier dans leur globalité et seules les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et les engins sont soumis à des niveaux sonores et émergences limites.

A noter que l'arrêté préfectoral du 27 juillet 2015 relatif à la lutte contre le bruit intègre les chantiers de travaux publics ou privés dans son champ d'application et stipule que :

- ✓ **les nuisances sonores sont interdites avant 7h et après 20h et le dimanche toute la journée ;**
- ✓ **des dérogations sont possibles ;**
- ✓ **une étude acoustique peut être demandée par l'autorité administrative.**

Les seuils à respecter sont les émergences limites fixées par le code de la santé publique (« bruit de voisinage »).

Les émergences limites définies par le code de la santé publique sont précisés par l'Article R1334-33 :

« *L'émergence globale dans un lieu donné est définie par la différence entre le niveau de bruit ambiant, comportant le bruit particulier en cause, et le niveau du bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs et intérieurs, correspondant à l'occupation normale des locaux et au fonctionnement habituel des équipements, en l'absence du bruit particulier en cause.*

*Les valeurs limites de l'émergence sont de **5 décibels A en période diurne** (de 7 heures à 22 heures) et de **3 dB (A) en période nocturne** (de 22 heures à 7 heures), valeurs auxquelles s'ajoute un terme correctif en dB (A), fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier :*

1° Six, pour une durée inférieure ou égale à 1 minute, la durée de mesure du niveau de bruit ambiant étant étendue à 10 secondes lorsque la durée cumulée d'apparition du bruit particulier est inférieure à 10 secondes ;

2° Cinq, pour une durée supérieure à 1 minute et inférieure ou égale à 5 minutes ;

3° Quatre, pour une durée supérieure à 5 minutes et inférieure ou égale à 20 minutes ;

4° Trois, pour une durée supérieure à 20 minutes et inférieure ou égale à 2 heures ;

5° Deux, pour une durée supérieure à 2 heures et inférieure ou égale à 4 heures ;

6° Un, pour une durée supérieure à 4 heures et inférieure ou égale à 8 heures ;

7° Zéro, pour une durée supérieure à 8 heures. »

Les activités de chantier se déroulant sur les périodes diurne et nocturne supérieur ou égale à 8 heures, aucun terme correctif n'est à prendre en compte dans l'émergence limite.

A l'émergence globale s'ajoute la notion d'émergence spectrale définie par l'article R1334-34 du code de la santé publique :

« L'émergence spectrale est définie par la différence entre le niveau de bruit ambiant dans une bande d'octave normalisée, comportant le bruit particulier en cause, et le niveau de bruit résiduel dans la même bande d'octave, constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs et intérieurs, correspondant à l'occupation normale des locaux mentionnés au deuxième alinéa de l'article R. 1334-32, en l'absence du bruit particulier en cause.

Les valeurs limites de l'émergence spectrale sont de 7 dB dans les bandes d'octave normalisées centrées sur 125 Hz et 250 Hz et de 5 dB dans les bandes d'octave normalisées centrées sur 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz et 4 000 Hz. »

Méthodologie d'évaluation des impacts acoustiques en phase exploitation

L'analyse de l'ambiance acoustique a fait l'objet d'une étude spécifique réalisée par SETEC. Elle a été menée suivant une approche « réglementaire » en application stricte des critères relatifs aux modifications ou transformations significatives d'infrastructures existantes.

L'étude d'impact acoustique en phase exploitation suit le principe suivant :

1. Recensement exhaustif du bâti sur le secteur du PEM et ses alentours,
2. Mesures de bruit in situ,
3. Modélisation de la situation initiale (actuelle sans aménagement) et recalage sur les mesures in situ,
4. Modélisation de l'état futur de référence (horizon 2022),
5. Modélisation de l'état projet (horizon 2022),
6. Modélisation de l'état projet (horizon 2030),
7. Analyse réglementaire des résultats (modification significative et dépassement de seuil),
8. Proposition de mesures en fonction des résultats précédents.

Etat initial

L'état initial a été défini à partir des mesures de bruit, et étendu à l'aire de la ZAC par une modélisation de la situation actuelle.

Mesures sonométriques

Pour définir un état actuel de l'ambiance sonore, une campagne de mesures de bruit a été réalisée en façade des bâtiments existants et en privilégiant ceux qui sont voués à perdurer (non détruits/reconstruits dans le projet de ZAC Part-Dieu Ouest).

Ces mesures sont réalisées en vue directe des sources de bruit (routières et ferroviaires). Elles sont exploitées pour déterminer l'ambiance sonore préexistante et pour caler le modèle prévisionnel.

Une première campagne de mesure a été réalisée en 2014 avec 5 points de mesures répartis de part et d'autre de l'a gare : les mesures 4 et 5, situés à l'Est des voies ferrées et hors du périmètre de la ZAC, ont été réalisées dans le cadre du projet PEM/ Two Lyon et du projet de création de la voie L.

Remarque : dans l'état initial, pour simplifier la compréhension des données, une nouvelle numérotation des points de mesures a été effectuées (numéros 1 à 8).

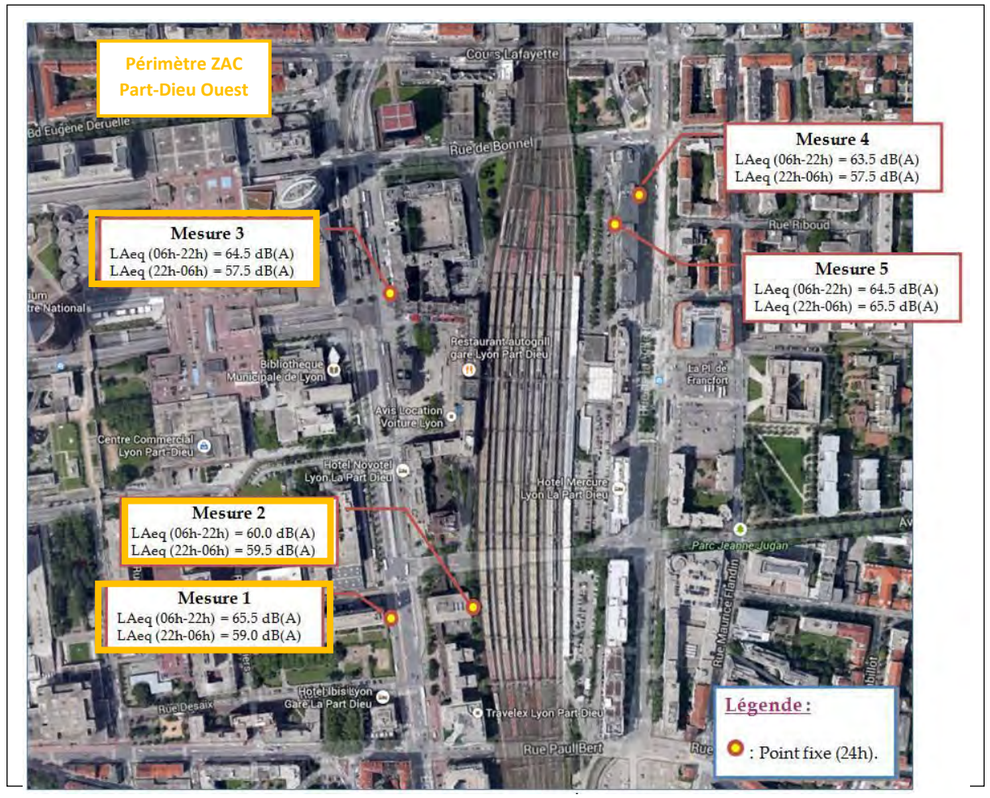


Figure 200 : Plan de localisation des points de mesure sonométrique déjà réalisés dans le cadre des projets PEM/Two Lyon et Voie L (CIA 2014)

En complément à ces points de mesures déjà disponibles, 5 autres points de mesure de bruit ont été implantés sur le secteur Ouest de la ZAC. Ces implantations sont reportées dans le tableau et sur le plan suivant.

Ces mesures de bruit routier sont couplées à des comptages de trafic sur la voirie pour pouvoir corréler le bruit aux circulations constatées (relevé sur une semaine des débits horaires VL, PL et de la vitesse en simultanée).

Mesure/comptage	Bâtiment	Adresse
PF1 / C1	Immeuble de logements	Boulevard Eugène Deruelle
PF2 / C2	Immeuble de logements	Rue Garibaldi
PF3 / C3	Immeuble de logements	Rue Paul Bert
PF4 / C4	Immeuble de logements	Rue du Lac
PF5 / C5	Immeuble de bureaux	Rue Servient

Tableau 46 : Tableau de synthèse des points de mesures de bruit réalisées en 2016



Figure 201 : Implantation des mesures de bruit/comptages réalisées en 2016

Les fiches de mesure sont présentées en annexe.

Le logiciel CadnaA

Le logiciel CadnaA permet la simulation numérique de la propagation acoustique en site bâti. Ce programme a été validé à la fois par des mesures in situ et des simulations sur maquette et est conforme aux normes XPS 31-131 (prévision du bruit des transports terrestres – Descriptif technique des logiciels – octobre 1996) et NF S 31-132 (Méthode de prévision du bruit des infrastructures de transports terrestres en milieu extérieur – Typologie des méthodes de prévision – décembre 1997). Ce logiciel est adapté pour les modélisations acoustiques des projets ferroviaires, routiers et autoroutiers. CadnaA permet le dimensionnement des protections acoustiques (de type écran et butte de terre). Il offre une grande souplesse au niveau de l'optimisation d'un projet.

La méthode de calcul de propagation acoustique utilisée est la NMPB—08 fer. Celle-ci répond à l'arrêté du 5 mai 1995 et a été développée par le groupe de travail CERTU, SETRA, CSTB, LCPC qui l'a utilisée pour l'évaluation des niveaux de bruit en façade.

Le logiciel CadnaA prend en compte l'influence des effets météorologiques sur la propagation des niveaux sonores. En effet, les conditions météorologiques (vent et gradient de température) ont une influence particulièrement significative sur la propagation du son au-delà de 250 m de distance de l'infrastructure. La station de Lyon a été utilisée pour les calculs de bruit.

Calage du modèle

La modélisation de l'état initial acoustique a été effectuée à partir des mesures de bruit *in situ*. Ce calage du modèle permet de vérifier la cohérence entre ce qui a été mesuré et ce qui est calculé. Pour cela :

- ✓ Des récepteurs sont disposés dans le modèle aux mêmes emplacements (même distance par rapport à la façade du bâti mesurée et même hauteur par rapport au terrain naturel) que les mesures ;
- ✓ Les données de trafic ferroviaire (durant les mesures *in situ* de bruit) avec les conditions météorologiques associées durant les mesures acoustiques sont utilisées ;
- ✓ Les données de trafic routier (VL, PL, bus et tramway[13]) sont également prises en compte ;
- ✓ Les niveaux sonores calculés sont comparés aux niveaux sonores mesurés sur chaque récepteur.

Le calage du modèle sur les mesures de bruit est communément considéré comme valide lorsque l'écart absolu entre valeur mesurée et valeur calculée se situe dans un intervalle de confiance [-2;2] dB(A).

En l'occurrence, au niveau du calage du modèle sur les mesures de bruit global, les trafics routiers et tramway n'ayant pas été fournis (le TMHA 2011, extrapolés à partir des trafics HPS issus du rapport EGIS, a été utilisé), le calage du modèle sur les mesures s'avère nécessairement plus délicat à réaliser. Toutefois, le résultat du calage montre que l'on se situe majoritairement à l'intérieur de l'intervalle de confiance [-2;2] dB(A) au niveau de tous les points de mesure, hormis pour la mesure 1 (située côté Ouest du boulevard Marius Vivier Merle) où l'écart calcul – mesure est de 2,1 dB(A) de jour.

Modélisation de la situation actuelle

Pour évaluer le niveau de bruit ambiant à l'échelle de l'aire de la future ZAC Ouest en situation actuelle, le recours à la modélisation en 3D est nécessaire. L'outil employé est le logiciel **CadnaA** v4.5 mis au point par la société DATAKUSTIK et distribué en France par la société 01dB-Acoem.

Le logiciel **CadnaA** permet la simulation numérique de la propagation acoustique en site bâti. Le logiciel utilise la NMPB-08 route et Fer (pour le bruit des voies ferrée), qui sont les normes actuelles de prévision du bruit. Elles incluent l'influence des effets météorologiques sur la propagation du bruit.

Le logiciel permet de réaliser des calculs sur récepteurs (point à 2 m en avant des façades et par étage) et des cartes de bruit isophones horizontales et verticales.

Des calculs de bruit permettent de cartographier la situation actuelle :

- ✓ Les niveaux sonores en façade des bâtiments sensibles existants (habitations, bureaux, établissements d'enseignement et de soins)
- ✓ Les niveaux sonores par plage de niveau sonore (cartes de bruit horizontales).

Evaluation des nuisances sonores liées aux projets – Phase exploitation

Pour répondre aux exigences réglementaires, les scénarios étudiés et cartographiés sont :

- ✓ La situation trafic 2022 sans aménagement (= fil de l'eau),
- ✓ La situation trafic 2022 avec aménagements (= PEM Tranche 1 + ZAC en 2022),
- ✓ La situation trafic 2030 avec aménagements (= PEM tranches 1 et 2 + ZAC à terme).

Les trafics futurs ont été estimés au droit de chaque voirie à horizon 2030. Il est considéré dans une hypothèse majorante que ces trafics seront les mêmes en 2022, à horizon de la mise en service du projet PEM/Two Lyon. Entre les deux derniers scénarios, il n'y a pas d'évolution de trafic. Mais uniquement des évolutions du bâti

[13] Données issues du rapport EGIS 2012 « Analyse et diagnostic techniques de l'existant – Analyse des usages des espaces publics ou privés à usage public – Diagnostic des flux actuels ».

Pour les bâtiments existants et maintenus en place, qui sont identifiés en modification significative des niveaux sonores et en dépassement de seuils réglementaires à l'horizon 2030, des solutions de réduction des nuisances sont recherchées. Dans le contexte urbain dense de la Part-Dieu, il n'est pas envisageable de s'orienter vers des solutions de protection à la source (écran acoustique). Le recours à l'isolation de façade reste le moyen le plus efficace pour préserver les bâtiments des bruits extérieurs.

L'exposition des populations est appréciée en croisant les résultats de calculs avec les données de populations transmises.

En complément, pour illustrer les phénomènes de propagation du bruit, des cartes de bruit verticales (coupes sur bâtiment) sont réalisées au droit des principaux axes de transport et pour les différents scénarios.

Méthodologie de l'évaluation des impacts acoustiques en phase travaux

L'avancement actuel des études de projet ne permet pas de définir avec précision la nature des travaux à engager et une modélisation des impacts n'est pas envisageable à ce stade.

Une analyse qualitative est donc proposée ci-après pour définir les impacts potentiels sur le bruit ambiant.

L'évaluation se déroule selon les étapes suivantes :

- ✓ Identification des facteurs conditionnant les nuisances sonores d'un chantier, notamment les matériels les plus bruyants,
- ✓ Estimation des phases de réalisation simultanée des différents chantiers,
- ✓ Identification des bâtiments sensibles potentiellement impactés,
- ✓ Proposition de mesures générales.

8.2.3. MODELISATION DE LA QUALITE DE L'AIR

La création d'une ZAC n'est pas encadrée de façon spécifique par la réglementation sur la qualité de l'air. Par conséquent, dans la mesure où les enjeux du projet portent principalement sur le trafic routier, il a été choisi de s'appuyer d'un point de vue méthodologique pour la réalisation de cette étude, sur la « Circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005, relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières ».

Le niveau d'étude, déterminant le contenu de l'étude, est défini selon trois critères : charge prévisionnelle du trafic, densité de population et longueur du projet.

Pour le projet étudié, l'étude est donc menée en suivant la méthodologie préconisée pour une étude de niveau 2 sur l'ensemble du domaine d'étude, et de niveau 1 au niveau des sites sensibles identifiés, ce qui implique la réalisation d'une évaluation des risques sanitaires, pour ces sites uniquement.

A ce titre, les polluants atmosphériques considérés dans cette étude sont le NO_2, le CO, les hydrocarbures (parmi cette famille dont l'étude est recommandée par la circulaire, il a été choisi de retenir le benzo(a)pyrène, qui fait l'objet d'une réglementation en termes de qualité de l'air), le benzène, les particules PM10 et PM2.5, le SO2, le nickel, le cadmium.

Ces substances font toutes l'objet d'une réglementation en termes de qualité de l'air. Dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires, une liste spécifique de polluants est considérée.

Calcul des émissions :

Les émissions polluantes ont été quantifiées sur le domaine d'étude selon la méthodologie Copert IV (Computer programme to calculate emissions from road transport – Methodology and emission factors) élaborée par un groupe d'experts européens pour le compte de l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE). Cette méthodologie comprend un programme de calcul des émissions de polluants dues au trafic routier. Il se base sur des facteurs d'émissions spécifiques.

La méthodologie Copert IV est largement déployée en Europe et constitue une méthodologie privilégiée pour la réalisation des inventaires d'émission. En France, c'est la méthodologie choisie notamment par le CITEPA – organisme chargé des inventaires nationaux et du reporting à l'échelle européenne et internationale – et les associations de surveillance de la qualité de l'air (AASQA).

La méthodologie Copert fait l'objet de fréquentes mises à jour et bénéficie des avancées scientifiques et mises à jour des facteurs d'émissions des véhicules. Son développement et sa diffusion sont assurés par EMISIA SA, société « spin off » de l'université de Thessalonique.

Le parc de véhicules considéré pour les calculs provient de l'IFSTTAR. La version utilisée est celle de l'année 2011. Elle inclut tous les types de véhicules (VL, VUL, PL et bus) jusqu'à la norme technologique Euro 6, et permet des projections jusqu'en 2030.

Modèle de dispersion :

Le modèle de dispersion atmosphérique ADMS Urban a été mis en œuvre sur la base des données d'émission quantifiées. Il a permis de simuler la dispersion des différents polluants étudiés sur la bande d'étude.

Le système de gestion de la qualité de l'air ADMS-Urban repose sur le modèle de dispersion atmosphérique ADMS (Atmospheric Dispersion Modelling System), utilisé, reconnu et validé internationalement.

ADMS-Urban n'est pas un simple modèle de dispersion atmosphérique, mais bien un système de gestion de la qualité de l'air à l'échelle de la rue, du quartier, de la ville ou de l'agglomération. Outre un modèle de dispersion 3D, il intègre en effet de nombreux modules permettant par exemple la gestion de bases de données telles que les inventaires d'émissions, ainsi que des liaisons directes avec des Systèmes d'information géographiques SIG (ARCVIEW et MAPINFO).

ADMS intègre de nombreux modules couplés, permettant de tenir compte de tous les effets complexes sur la dispersion des effluents : topographie, effets « canyons », turbulence liée au trafic, phénomènes météorologiques complexes (inversions de température),…

Exposition de la population :

L'exposition de la population aux pollutions issues du domaine a été étudiée dans un premier temps à l'aide d'un indicateur simplifié pollution-population, basé sur les concentrations simulées en NO_2 et sur la localisation des populations.

La circulaire n°2005-273 du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières préconise d'utiliser le benzène dans le calcul de cet indicateur, du fait de la toxicité avérée de ce polluant. Cependant, l'expérience et les retours sur utilisation depuis 2005 ont montré que le choix du benzène seul pour l'évaluation de l'exposition des populations n'était sans doute pas pertinent.

Ceci tient principalement au fait que le benzène ne constitue plus à l'heure actuelle un bon traceur de la pollution d'origine routière. En effet, les progrès sur la composition des carburants font que les teneurs en benzène ne cessent de diminuer et surtout, il n'est pratiquement pas émis par la motorisation diesel, ce qui fait qu'une majorité du trafic n'est pas ou peu concernée en France. Ceci pose problème car l'utilisation d'un IPP benzène seul conduirait à mettre de côté dans le calcul et l'évaluation de scénario, la majeure partie des émissions du réseau et en particulier toute la circulation des PL auquel il n'est pas « sensible ».

Pour cette étude, il a été utilisé un IPP pour le dioxyde d'azote (NO_2). Ce choix est motivé par le fait que ce polluant est réglementé, mesurable et largement suivi par les réseaux de surveillance, représentatif d'une pollution d'origine routière, et qu'il a un impact sur la santé.

Evaluation des risques sanitaires :

L'évaluation des risques sanitaires est une démarche structurée permettant d'aider les gestionnaires de risque. Elle comporte 4 étapes : (1) l'identification des dangers des substances ; (2) l'évaluation des relations doses-réponses (estimation du lien entre la dose d'une substance mise en contact avec l'organisme et l'incidence de l'apparition d'un effet toxique jugé critique pour l'organisme); (3) l'évaluation des expositions ; (4) caractérisation du risque pour les populations exposées.

La liste de tous les agents toxiques émis et appréhendés est celle recommandée par l'ANSES pour la voie respiratoire (la seule voie d'exposition considérée dans le cadre de ce travail) dans un avis publié en 2012 relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières. Les valeurs toxicologiques de référence ont été retenues en suivant les recommandations de la DGS dans sa note d'octobre 2014.

8.2.4. MODELISATION DES IMPACTS DU PROJET SUR LA PIEZOMETRIE DE LA NAPPE

L'objectif de l'étude hydrogéologique est de préciser les impacts liés au projet. Cette étude est basée sur l'étude « Modèle de gestion dynamique des impacts hydrogéologiques du projet », réalisé par EGIS en novembre 2012, et permet la mise à jour des impacts avec les derniers éléments connus, notamment pour le projet PEM.

Après une première phase de collecte et de synthèse des données, destinée notamment à intégrer les infrastructures enterrées existantes dans le modèle, une analyse du fonctionnement de la nappe a été réalisée, afin de comprendre comment elle est alimentée (recharge), où et comment elle est exploitée (prélèvements) et comment s'orientent les écoulements au droit du secteur d'étude (carte piézométrique).

Une fois cette analyse achevée, le modèle construit a pu être calé sur les observations réalisées, à travers l'état initial (ou état de référence) qui correspond à la situation actuelle de la nappe.

Sur cette base, les éléments du projet ont été intégrés au modèle, dans sa configuration envisagée à ce jour.

Le modèle a alors permis de cartographier et quantifier les impacts prévisionnels de ces infrastructures enterrées sur la piézométrie.

Les principales **hypothèses de modélisation** sont présentées ci-dessous.

Le modèle utilisé :

Dans le cadre de l'étude d'impact du projet, le modèle TALISMAN a été utilisé.

TALISMAN est un code de calcul aux volumes finis conçu pour la modélisation des écoulements et du transport de substances dissoutes et de chaleur en milieu poreux. Il est développé par EGIS Géotechnique depuis plus de 15 ans avec l'appui du Laboratoire de Mathématiques de l'Université d'Orsay.

Outre ses capacités numériques et ergonomiques, l'une de ses forces est de disposer d'une fonctionnalité de maillage originale permettant une représentation précise et rapide des différents composants d'un modèle.

Le domaine d'étude :

Le domaine modélisé est délimité :

- ✓ à l'Ouest et au Nord, par le cours du Rhône puis celui du canal de Jonage qui peuvent être assimilés à des conditions de charge imposée (malgré le colmatage des berges qui atténue l'effet de cette condition) ;
- ✓ à l'Est, par une condition de charge imposée issue de l'analyse piézométrique ;
- ✓ au Sud, par une autre isopièze représentée par une condition de charge imposée.

Le domaine ainsi défini couvre une superficie d'environ 20.3 km² et s'étend sur une largeur maximale de 4.5 km d'Est en Ouest et une hauteur maximale de 7 km du Nord au Sud.

Paramètres hydrodynamiques :

Le modèle de perméabilité est basé sur les caractéristiques hydrodynamiques des différentes formations géologiques présentes sur le secteur modélisé (alluvions modernes, alluvions fluvio-glaciaires, molasse).

Etant donné le mode de représentation retenu, la perméabilité de chaque maille du modèle est déterminée par le calcul de la perméabilité équivalente. En effet, si plusieurs formations géologiques coexistent dans une même maille, la perméabilité équivalente est obtenue par un modèle de moyenne arithmétique faisant intervenir les perméabilités et les épaisseurs relatives des formations.

Par ailleurs, les perméabilités retenues suivent un modèle isotrope, c'est-à-dire que les perméabilités horizontales et verticales sont identiques au sein de chaque couche (alluvions et molasse).

Définition des niveaux de référence des cours d'eau :

Le modèle est délimité, de l'aval vers l'amont, par le Rhône, depuis le pont Galliéni (quartier de Perrache) jusqu'à la confluence avec le canal de Jonage (en amont du seuil de la Feyssine), puis par le canal de Jonage jusqu'à la limite Est du modèle, localisé en aval du barrage hydroélectrique de Cusset

Infrastructures souterraines

Les ouvrages souterrains ont été recensés : métro lyonnais, trémies routières, parkings enterrés et sous-sols.

Seuls les sous-sols de 3 niveaux ou plus sont intégrés dans le modèle. Il s'agit d'une hypothèse qui revient à considérer que les sous-sols de 2 niveaux (soit environ 5 m de profondeur par rapport au terrain naturel) ne perturbent pas les écoulements souterrains.

Le **calage du modèle** a ensuite permis de valider l'ensemble des hypothèses, par comparaison de l'état initial issu de la bibliographie avec celui obtenu par modélisation.

Piézométrie de référence :

La situation de référence est fournie par la carte piézométrique établie à partir des moyennes des niveaux mesurés sur le réseau d'observation du Grand Lyon entre 2006 et 2012.

Au regard du contexte hydroclimatique local, cette piézométrie peut être considérée comme représentative d'une situation de moyennes eaux.

Compte tenu des caractéristiques hydrogéologiques et du fonctionnement de l'aquifère, mais également du nombre limité de piézomètres disponibles pour établir les cartes de référence, il n'est pas possible de définir précisément de situations de hautes et basses eaux. Par conséquent, il a été choisi de travailler sur la base de valeurs moyennes, justement représentatives de la situation de moyennes eaux.

Résultats du calage :

Les résultats du calage sont présentés sous forme de :

- ✓ carte piézométrique simulée
- ✓ tableau comparatif entre valeurs observées et calculées sur les points de référence
- ✓ de diagramme de validation

La comparaison entre les mesures et la piézométrie simulée est réalisée au droit des 12 piézomètres inclus dans le domaine modélisé, les 4 autres piézomètres ayant servi à l'établissement de la carte de référence étant situé en dehors du périmètre du modèle

Le diagramme de validation montre une bonne corrélation entre les niveaux simulés et les observations : 8 des 12 piézomètres de référence se situent dans l'intervalle ±30 cm. L'écart moyen est de seulement -8 cm pour les valeurs extrêmes de -0.46 m et +0.60 m.

Au droit du périmètre du projet, le calage est très satisfaisant avec des écarts de l'ordre de 25 cm.

A l'échelle du modèle, la piézométrie simulée reproduit correctement la structure générale des écoulements, aussi bien en direction qu'en gradient. Seuls quelques objets impactent très visiblement la piézométrie simulée en raison des forts débits de pompage / rejet associés au fonctionnement des radiers drainants. C'est notamment le cas du parking de la Part-Dieu dont les débits de pompage atteignent près de 1 000 m3/h. Mais la déformation de la piézométrie reste très locale et n'impacte pas le comportement de la nappe à grande échelle.

Ces résultats confirment la validité des conditions aux limites retenues charge, en particulier sur le Rhône.

Ainsi, le modèle obtenu au terme de cette phase présente un niveau de représentativité et de précision tout à fait compatible avec son exploitation par simulation pour rendre compte des effets du projet.

8.3. LES DIFFICULTES RENCONTREES

La réalisation de l'étude d'impact n'a pas comporté de difficultés particulières. L'état initial a pu être décrit de manière exhaustive grâce à l'ensemble des données disponibles.

De même, les impacts ont pu être évalués sans difficultés sur cette base et grâce aux différentes études réalisées dans le cadre du projet ou à plus large échelle. La principale difficulté rencontrée est liée au fait que certaines opérations sur la ZAC soient très avancées, et d'autres moins avancées qui sont à ce jour des intentions de projet.

Les autres difficultés rencontrées concernent également la superposition des périmètres de la ZAC Part-Dieu Ouest et des autres projets connus sur le quartier. En particulier, le périmètre de ZAC est inclus dans le périmètre du Projet Part-Dieu, et recoupe en partie le périmètre du programme PEM/Two Lyon pour lequel une étude d'impact est en cours et qui intègre notamment les travaux sur le boulevard Vivier-Merle et l'avenue Pompidou. Une étude d'impact spécifique est également en cours pour le projet de création de la voie L.

Ainsi, l'analyse des impacts notamment pour le trafic et le bruit considère l'ensemble des aménagements prévus car une analyse des impacts projet par projet ne rendrait pas compte de la situation réelle attendue.

L'analyse de l'addition et de l'interaction des effets du projet entre eux a pu être faite conformément à la réglementation. Leur prise en compte se traduit par exemple à travers le travail de conception du projet et l'attention portée à la qualité des ambiances urbaines, celles-ci étant à la fois liées aux conditions de bruit, d'ensoleillement, de confort au vent, de présence végétale et de biodiversité,…

Concernant la définition des mesures, la difficulté rencontrée provient du fait que le périmètre de la ZAC recouvre une large zone de 38 ha. Au sein de ce périmètre, sont recensés des espaces publics et infrastructures et bâtiments propriétés du Grand Lyon ou de la ville ; ces acteurs ayant la compétence pour décider des mesures mises en place en faveur de l'environnement. A l'échelle parcellaire, il est plus difficile d'imposer l'ensemble des mesures à mettre en place. Il s'agira plutôt de prescriptions techniques, urbanistiques, architecturales, paysagères et environnementales, et par exemple de référentiels « Immeuble Durable » ou « Habitat Durable » à respecter.

Concernant l'étude air-santé :

Pour ce qui est de la qualité de l'air, la tendance à la diminution des émissions est confirmée par le Plan de Protection de l'Atmosphère, grâce à plusieurs facteurs dont l'amélioration des motorisations, et la meilleure maîtrise des émissions industrielles et des émissions liées au chauffage résidentiel ; afin que cette diminution prévisible soit effective, cela suppose le respect des réglementations en termes d'émissions atmosphériques. Cependant, il est difficile d'anticiper le renforcement des normes de qualité pour la santé de la population.

C'est pourquoi les seuils considérés dans l'étude d'impacts sont les seuils définis à ce jour pour la protection de la santé.

Concernant la modélisation, plusieurs hypothèses ont dû être posées et induisent des incertitudes dans les résultats.

On distingue les certitudes ayant pour effet de **sous-estimer les risques** :

- ✓ Inventaire des substances émises et liste des substances étudiées : De manière générale, le choix de traceurs de risques permet une simplification des calculs, mais a pour désavantage de ne pas prendre en compte toutes les substances. Bien que considérée comme secondaire, la non prise en compte de ces substances représente une sous-estimation des résultats sanitaires obtenus. Cette sous-estimation n'est pas susceptible de remettre en cause les résultats obtenus dans le cadre de l'ERS.
- ✓ Quantification des émissions en substance des véhicules : les facteurs d'émission proposés actuellement pour les véhicules diesel sont susceptibles de sous-estimer la réalité. Au moment de la rédaction de ce rapport, ERMES (European Research Group on Mobile Emission) indique que les facteurs d'émission relatifs aux véhicules diesel devront être mis à jour prochainement.

Et les certitudes ayant pour effet de **surestimer les risques** :

- ✓ Chrome : des VTR ne sont pas disponibles pour le chrome total mais pour des fractions du chrome (chrome VI, chrome III). Dans l'ERS, le chrome VI a été retenu comme traceur des risques sanitaires. Les calculs de risques effectués pour le chrome VI s'appuient sur une hypothèse majorante (100 % du chrome total a été considéré comme du chrome VI). Malgré cette surestimation, les risques à seuil ou sans seuil de dose susceptibles d'être induits suite à une exposition par voie respiratoire restent en deçà des valeurs seuils sanitaires.

Et enfin les **incertitudes dont l'effet sur les risques est inconnu (ou variable) :**

- ✓ Mélanges de substances : Les effets des mélanges sont encore mal appréhendés et la méthode d'évaluation des risques sanitaires actuellement disponible ne permet pas de les prendre en compte si ce n'est dans l'hypothèse d'une somme des effets des substances ayant les mêmes cibles et les mêmes mécanismes d'action. Les effets synergiques ou antagonistes ne sont donc pas appréhendés. Cependant, d'après l'Ineris, le cadre des pratiques méthodologiques proposées par l'US-EPA et l'ATSDR pour évaluer les risques sanitaires liés à des mélanges de polluants chimiques ne remet pas en cause à court terme les pratiques françaises actuelles menées dans les études d'impact des installations classées.
- ✓ Taux d'exposition journalier : Il a été fait l'hypothèse que le taux d'exposition journalier était égal à 1. Cette hypothèse majore le temps d'exposition journalier réel, en effet, la majorité des populations fréquentant les sites sensibles ne sont pas susceptibles d'y rester l'intégralité de leur temps dans la journée. Cette hypothèse peut donc amener à une majoration de l'exposition globale si les autres lieux fréquentés dans la journée par ces populations sont soumis à des concentrations moins importantes pour les substances étudiées. En revanche, dans certains cas ou pour certaines substances, cette hypothèse peut minorer l'exposition globale si ces populations sont exposées, une partie de la journée, dans d'autres lieux, à des concentrations plus élevées que celles étudiées dans cette étude. Toutefois, étant donné que les niveaux des substances dans les autres milieux fréquentés par les populations ne sont pas connus, il n'est donc pas possible d'estimer si ce taux d'exposition majore ou minore les risques encourus.

- ✓ Fréquence d'exposition annuelle pour des expositions chroniques : Il a été fait l'hypothèse que la fréquence d'exposition était égale à 1. Cette hypothèse majore le temps d'exposition annuel. En réalité, les populations ne restent pas toute l'année au niveau des sites sensibles. Cette hypothèse peut donc amener à une majoration de l'exposition globale si les autres lieux fréquentés dans l'année par les populations sont soumis, en moyenne, à des concentrations moins importantes pour les substances étudiées. A contrario, cette hypothèse peut minorer l'exposition globale si les populations sont exposées une partie de l'année, dans d'autres lieux, à des concentrations, en moyenne, plus élevées que celles étudiées dans cette étude.
- ✓ Durée d'exposition : Dans le cadre des calculs de risques sans seuil de dose, l'hypothèse selon laquelle les populations fréquentant les sites sensibles sont exposées pendant 30 ans au cours de leur vie est retenue. Il peut exister des variations locales importantes pour l'estimation de cette durée d'exposition, qui peuvent amener à une sous-estimation ou surestimation du risque selon la durée d'exposition dans un même lieu et selon les niveaux d'exposition, plus ou moins élevés, dans les autres lieux fréquentés.
- ✓ Estimation des concentrations intérieures et extérieures (Ci) : Dans le cadre de cette étude, les concentrations à l'intérieur des espaces clos sont considérées comme équivalentes aux concentrations à l'extérieur des espaces clos. En réalité, le taux de pénétration des polluants dans les intérieurs n'est pas de 100 % et il est variable d'un polluant à l'autre.
- ✓ Modélisation de la dispersion des émissions : Les concentrations atmosphériques en substances investiguées dans cette étude proviennent de l'étude de dispersion basée sur la modélisation des phénomènes d'émission et de dilution dans l'atmosphère des polluants rejetés par le trafic routier. Or par définition, la modélisation simplifie les phénomènes et génère des incertitudes. Ces incertitudes sont liées d'une part au modèle et à sa conception, et d'autre part aux données d'entrée (conditions météorologiques, scénarios d'émission, etc.). Ces sources d'incertitude sont plus importantes pour les niveaux d'exposition estimés sur de courtes périodes (risques aigus).
- ✓ Incertitude intrinsèque aux VTR : L'établissement de valeurs toxicologiques de référence (VTR), pour la population générale ou sensible et pour une durée d'exposition aiguë ou chronique, à partir d'études épidémiologiques (principalement en milieu professionnel) ou animales, et présentant des conditions particulières d'exposition (doses administrées, durée et voie d'exposition, etc.) induit la prise en compte de facteurs d'incertitude variables, le plus couramment compris entre 3 et 1000. Ces facteurs d'incertitude s'apparentent soit à une variabilité, soit à un manque de connaissance (vraie incertitude).

Concernant l'étude d'impact hydrogéologique :

Les difficultés ont résidé dans la collecte des données et le calage du modèle.

Des hypothèses ont dû être prises pour permettre de représenter le plus fidèlement possible les trémies existantes. Une incertitude réelle existe sur ces objets, tant au niveau de leur implantation exacte (incertitude de l'ordre de quelques mètres) que de la profondeur d'ancrage des parois étanches installées de part et d'autre de chaque trémie (plusieurs mètres d'incertitude).

Concernant les parkings existants, ils sont assez bien connus pour leur implantation et leur profondeur. L'incertitude principale concerne leurs dispositifs de drainage des eaux souterraines et leur fonctionnement (radier drainant, pompages d'exhaure, puits de réinjection…).

Le quartier de la Part-Dieu, de nombreux bâtiments disposent de sous-sol. Cette thématique est la moins bien connue pour diverses raisons : difficulté d'accès aux données, dispersion des données chez les maîtres d'œuvre ou propriétaires d'immeubles, absence de centralisation des données (hormis l'atlas urbain), très grand nombre de bâtiments disposant d'un sous-sol… Au final, l'accent a été mis sur le secteur central du projet, à savoir le quartier de la Part-Dieu, afin de disposer d'un état initial le plus complet possible, rendant compte des contraintes actuelles d'occupation du sous-sol.

Concernant le projet, les opérations sur le périmètre de la ZAC et ses abords ne sont pas toutes connues en détails, car relevant pour la plupart de maîtrise d'ouvrage privée et/ou n'étant qu'au stade d'intention. En cas d'absence d'informations, des hypothèses majorantes (4 niveaux de sous-sol) ont été retenues.

Concernant le calage du modèle, de nombreux objets (infrastructures enterrées) ont dû être intégrés à la modélisation pour rendre compte de leurs effets réels sur la piézométrie. Cette opération est relativement délicate et nécessite une grande précision au niveau du maillage pour représenter les différents éléments dans les 3 dimensions sans approximation préjudiciable. Elle requiert également des contrôles a posteriori pour vérifier la cohérence des structures et des maillages de couche en couche.

Les infrastructures enterrées (métro, parkings, sous-sols), étanches par construction, ont été représentées avec une précision géométrique optimale par des éléments de très faible perméabilité faible (1.10^{-9} m/s). De même, les prélèvements et les rejets en nappe sont très nombreux et impactent différemment la piézométrie selon le débit soutiré ou réinjectés à la nappe. Leur intégration dans le modèle est relativement plus simple mais nécessite également une grande précision pour éviter des problèmes de superposition avec d'autres objets.

Le calage s'est également révélé délicat en raison de temps de calcul imposé par le grand nombre de maille (374 000). La proximité ou le contact de zones de bâti (infrastructures enterrées de perméabilité 1.10^{-9} m/s) et des alluvions (perméabilité de 4.10^{-3} m/s) présentant un très fort contraste de perméabilité constitue un facteur d'instabilité numérique qui a nécessité de procéder par étapes successives pour assurer une convergence plus sûre et plus rapide. Le seuil de convergence a été fixé à 5 mm de façon à garantir une précision minimale de 1 cm sur le calcul des charges.

Toutefois, le calage a montré que le modèle obtenu présente un niveau de représentativité et de précision tout à fait compatible avec son exploitation par simulation pour rendre compte des effets du projet.

9. TABLE DES ABREVIATIONS

AVAP :	Aire de mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine
BPE :	Banque Permanente des Equipements
BV :	Bâtiment Voyageurs
CTA :	Centrale de Traitement d'Air
DOG :	Document d'Orientations Générales
G&C :	Gares et Connexions
ICPE :	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
INSEE :	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
INVS :	Institut de Veille Sanitaire
OAQS :	Orientation d'Aménagement relative à des Quartiers ou à des Secteurs
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
PADD :	Projet d'Aménagement et de Développement Durable
PDU :	Plan de Déplacements Urbains
PEM :	Pôle d'Echange Multimodal
PLH :	Programme Local de l'Habitat
PLU :	Plan Local d'Urbanisme
PPA :	Plan de Protection de l'Atmosphère
PPRN :	Plan de Prévention des Risques Naturels
PPRT :	Plans de Prévention des Risques Technologiques
PSMV :	Plan de Sauvegarde et de Mise en Valeur
RFF :	Réseau Ferré de France
SCOT :	Schéma de Cohérence Territoriale
SDHT :	Schéma de Développement de l'Hébergement Touristique
SDUC :	Schéma Directeur d'Urbanisme Commercial
Sepal :	syndicat mixte d'études et de programmation de l'agglomération lyonnaise
SERL :	Société d'Equipement du Rhône et de Lyon
SHON :	Surface Hors Œuvre Nette
SNCF :	Société Nationale des Chemins de Fer Français
TCU :	Transports en Commun Urbains
TER :	Train Express Régional
TGV :	Train à Grande Vitesse
Urbalyon :	Agence d'Urbanisme pour le Développement de l'Agglomération Lyonnaise
ZAC :	Zone d'Aménagement Concerté

10. ANNEXES DE L'ETUDE D'IMPACT

10.1. RESULTATS DES MESURES ACOUSTIQUES, REALISEES PAR CIA EN 2014

LOCALISATION DES MESURES ACOUSTIQUES



POINT N° 1



Date de la mesure	Durée (h:mn)	Lieu	LAeq (6h-22h) en dB(A)	LAeq (22h-6h) en dB(A)	Trafic horaire pendant la mesure 6h – 22h	22h – 6h
Du 04/09/14 11:00:00 au 05/09/14 11:00:00	24:00	Etage 6	65.5	59.0	–	–

- **Mesure 1**

➢ Source de bruit principale	Boulevard Vivier Merle
➢ Source de bruit secondaire	Environnement urbain
➢ Météorologie	Neutre
➢ Nombre de voies de circulation	2 x 2 voies
➢ Revêtement de chaussée	Bitumineux
➢ Type de trafic	Fluide
➢ Présence de couloir de bus	Oui
➢ Vitesse réglementaire	50 km/h
➢ Ambiance sonore :	
- Période diurne	Non modérée
- Période nocturne	Modérée
➢ Ecart jour - nuit	> 5dB(A)

- **Conditions météorologiques**

Nébulosité

Ciel:	dégagé
Rayonnement global:	moyen à faible

Environnement

Sol:	zone semi-urbaine
Surface:	sèche

Heures

4/9/14 13:00	4/9/14 16:00	4/9/14 19:00	4/9/14 22:00	5/9/14 1:00	5/9/14 4:00	5/9/14 7:00	5/9/14 10:00	5/9/14 13:00
Direction du vent								
N	N	N	N	N	N	N	N	N
Force du vent à 2 m								
0.7 m/s	0.5 m/s	0.6 m/s	0.2 m/s	0.2 m/s	0.3 m/s	0.2 m/s	0.5 m/s	0.8 m/s
Température								
25.9 °C	28.6 °C	25.8 °C	18.8 °C	17.6 °C	15.4 °C	16.4 °C	21.5 °C	26.2 °C
Effets des conditions météorologiques sur la propagation sonore selon la norme NFS 31-085								
-	-	Z	+	+	+	Z	-	-

Conditions: (+ +) très favorables; (+) favorables; (Z) homogènes; (-) défavorables; (- -) très défavorables

Aucune perturbation météorologique n'a été constatée lors de la campagne de mesure.
Le détail des conditions météorologiques est visible en annexe.

- **Commentaire**

L'ambiance sonore est non modérée de jour et modérée de nuit.
L'écart jour/nuit est supérieur à 5 dB(A).

POINT N° 2



Date de la mesure	Durée (h:min)	Lieu	LAeq (6h-22h) en dB(A)	LAeq (22h-6h) en dB(A)	Trafic horaire pendant la mesure 6h 22h	22h 6h
Du 04/09/2014 11:00 au 05/09/2014 11:00	24:00	Toit terrasse	60.0	59.5	577 trains	77 trains

- **Mesure 2**

➢ Source de bruit principale	Voie ferrée + Gare SNCF
➢ Source de bruit secondaire	Environnement urbain
➢ Météorologie	Neutre
➢ Nombre de voies de circulation	2 x 2 voies
➢ Revêtement de chaussée	Bitumineux
➢ Type de trafic	Fluide
➢ Présence de couloir de bus	Oui
➢ Vitesse réglementaire	50 km/h
➢ Ambiance sonore :	
- Période diurne	Modérée
- Période nocturne	Modérée
➢ Ecart jour - nuit	< 5dB(A)

- **Conditions météorologiques**

Nébulosité

Ciel:	dégagé
Rayonnement global:	moyen à faible

Environnement

Sol:	zone semi-urbaine
Surface:	sèche

Heures

4/9/14 13:00	4/9/14 16:00	4/9/14 19:00	4/9/14 22:00	5/9/14 1:00	5/9/14 4:00	5/9/14 7:00	5/9/14 10:00	5/9/14 13:00
Direction du vent								
N	N	N	N	N	N	N	N	N
Force du vent à 2 m								
0.7 m/s	0.5 m/s	0.6 m/s	0.2 m/s	0.2 m/s	0.3 m/s	0.2 m/s	0.5 m/s	0.8 m/s
Température								
25.9 °C	28.6 °C	25.8 °C	18.8 °C	17.6 °C	15.4 °C	16.4 °C	21.5 °C	26.2 °C
Effets des conditions météorologiques sur la propagation sonore selon la norme NFS 31-085								
-	-	Z	+	+	+	Z	-	-

Conditions: (+ +) très favorables; (+) favorables; (Z) homogènes; (-) défavorables; (- -) très défavorables

Aucune perturbation météorologique n'a été constatée lors de la campagne de mesure.
Le détail des conditions météorologiques est visible en annexe.

- **Commentaire**

L'ambiance sonore est modérée de jour comme de nuit.
L'écart jour/nuit est inférieur à 5 dB(A), ceci est du à la contribution ferroviaire et au bruit de la gare.

POINT N° 3



Date de la mesure	Durée (h:min)	Lieu	LAeq (6h-22h) en dB(A)	LAeq (22h-6h) en dB(A)	Trafic horaire pendant la mesure 6h 22h	22h 6h
Du 04/09/2014 11:45 au 05/09/2014 11:45	24:00	Etage 3	64.5	57.5	–	–

- **Mesure 3**

➢ Source de bruit principale	Boulevard Vivier Merle
➢ Source de bruit secondaire	Environnement urbain
➢ Météorologie	Neutre
➢ Nombre de voies de circulation	2 x 2 voies
➢ Revêtement de chaussée	Bitumineux
➢ Type de trafic	Fluide
➢ Présence de couloir de bus	Oui
➢ Vitesse réglementaire	50 km/h
➢ Ambiance sonore :	
- Période diurne	Modérée
- Période nocturne	Modérée
➢ Ecart jour - nuit	> 5dB(A)

- **Conditions météorologiques**

Nébulosité		Environnement	
Ciel:	dégagé	Sol:	zone semi-urbaine
Rayonnement global:	moyen à faible	Surface:	sèche

Heures	4/9/14 13:00	4/9/14 16:00	4/9/14 19:00	4/9/14 22:00	5/9/14 1:00	5/9/14 4:00	5/9/14 7:00	5/9/14 10:00	5/9/14 13:00
Direction du vent	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Force du vent à 2 m	0.7 m/s	0.5 m/s	0.6 m/s	0.2 m/s	0.2 m/s	0.3 m/s	0.2 m/s	0.5 m/s	0.8 m/s
Température	25.9 °C	28.6 °C	25.8 °C	18.8 °C	17.6 °C	15.4 °C	16.4 °C	21.5 °C	26.2 °C
Effets des conditions météorologiques sur la propagation sonore selon la norme NFS 31-085	-	-	Z	+	+	+	Z	-	-

Conditions: (+ +) très favorables; (+) favorables; (Z) homogènes; (-) défavorables; (- -) très défavorables

Aucune perturbation météorologique n'a été constatée lors de la campagne de mesure.
Le détail des conditions météorologiques est visible en annexe.

- **Commentaire**

L'ambiance sonore est modérée de jour comme de nuit.
L'écart jour/nuit est supérieur à 5 dB(A).

POINT N° 4



Date de la mesure	Durée (h:min)	Lieu	LAeq (6h-22h) en dB(A)	LAeq (22h-6h) en dB(A)	Trafic horaire pendant la mesure 6h 22h	22h 6h
Du 04/09/14 14:15:00 au 05/09/14 14:15:00	24:00	Etage 8	63.5	57.5	_	_

- **Mesure 4**

➢ Source de bruit principale	Rue de la Villette
➢ Source de bruit secondaire	Environnement urbain
➢ Météorologie	Neutre
➢ Nombre de voies de circulation	2 x 2 voies
➢ Revêtement de chaussée	Bitumineux
➢ Type de trafic	Fluide
➢ Présence de couloir de bus	Oui
➢ Vitesse réglementaire	50 km/h
➢ Ambiance sonore :	
- Période diurne	Modérée
- Période nocturne	Modérée
➢ Ecart jour - nuit	> 5 dB(A)

- **Conditions météorologiques**

Nébulosité		Environnement	
Ciel:	dégagé	Sol:	zone semi-urbaine
Rayonnement global:	moyen à faible	Surface:	sèche

Heures	4/9/14 13:00	4/9/14 16:00	4/9/14 19:00	4/9/14 22:00	5/9/14 1:00	5/9/14 4:00	5/9/14 7:00	5/9/14 10:00	5/9/14 13:00
Direction du vent	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Force du vent à 2 m	0.7 m/s	0.5 m/s	0.6 m/s	0.2 m/s	0.2 m/s	0.8 m/s	0.2 m/s	0.5 m/s	0.8 m/s
Température	25.9 °C	28.6 °C	25.8 °C	18.8 °C	17.6 °C	15.4 °C	16.4 °C	21.5 °C	26.2 °C
Effets des conditions météorologiques sur la propagation sonore selon la norme NF S 31-085	-	-	Z	+	+	+	Z	-	-

Conditions: (+ +) très favorables; (+) favorables; (Z) homogènes; (-) défavorables; (- -) très défavorables

Aucune perturbation météorologique n'a été constatée lors de la campagne de mesure.
Le détail des conditions météorologiques est visible en annexe.

- **Commentaire**

L'ambiance sonore est modérée de jour comme de nuit.
L'écart jour/nuit est supérieur à 5 dB(A).

POINT N° 5



Date de la mesure	Durée (h:min)	Lieu	LAeq (6h-22h) en dB(A)	LAeq (22h-6h) en dB(A)	Trafic horaire pendant la mesure 6h 22h	22h 6h
Du 04/09/14 14:15:00 au 05/09/14 14:15:00	24:00	Etage 8	64.5	65.5	579 trains	77 trains

- **Mesure 5**

➢ Source de bruit principale	Voie ferrée + Gare SNCF
➢ Source de bruit secondaire	Environnement urbain
➢ Météorologie	Neutre
➢ Nombre de voies de circulation	2 x 2 voies
➢ Revêtement de chaussée	Bitumineux
➢ Type de trafic	Fluide
➢ Présence de couloir de bus	Oui
➢ Vitesse réglementaire	50 km/h
➢ Ambiance sonore :	
- Période diurne	Modérée
- Période nocturne	Non modérée
➢ Ecart jour - nuit	< 5dB(A)

- **Conditions météorologiques**

Nébulosité		Environnement	
Ciel:	dégagé	Sol:	zone semi-urbaine
Rayonnement global:	moyen à faible	Surface:	sèche

Heures	4/9/14 13:00	4/9/14 16:00	4/9/14 19:00	4/9/14 22:00	5/9/14 1:00	5/9/14 4:00	5/9/14 7:00	5/9/14 10:00	5/9/14 13:00
Direction du vent	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Force du vent à 2 m	0.7 m/s	0.5 m/s	0.6 m/s	0.2 m/s	0.2 m/s	0.3 m/s	0.2 m/s	0.5 m/s	0.8 m/s
Température	25.9 °C	28.6 °C	25.8 °C	18.8 °C	17.6 °C	15.4 °C	16.4 °C	21.5 °C	26.2 °C
Effets des conditions météorologiques sur la propagation sonore selon la norme NF S 31-085	-	-	Z	+	+	+	Z	-	-

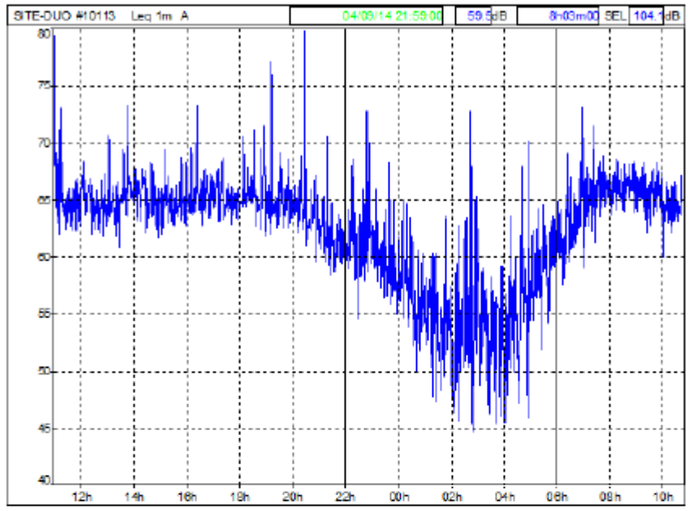
Conditions: (+ +) très favorables; (+) favorables; (Z) homogènes; (-) défavorables; (- -) très défavorables

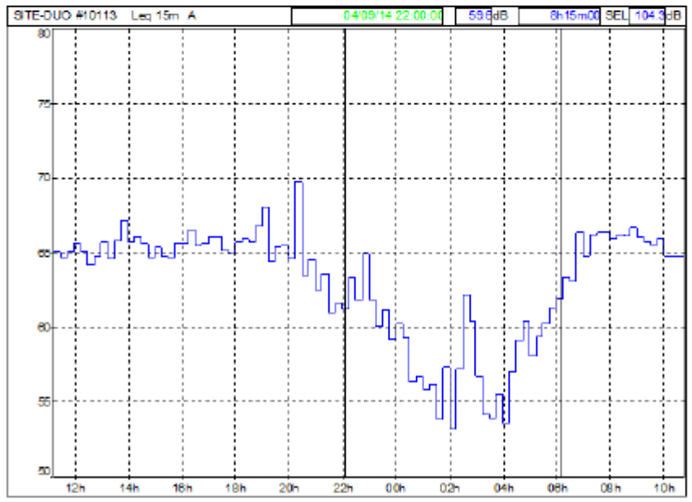
Aucune perturbation météorologique n'a été constatée lors de la campagne de mesure.
Le détail des conditions météorologiques est visible en annexe.

- **Commentaire**

L'ambiance sonore est modérée de jour et non modérée de nuit.
L'écart jour/nuit est inférieur à 5 dB(A), ceci est du à la contribution ferroviaire en période nocturne.

EVOLUTION TEMPORELLE POINT N° 1





Début	04/09/14 11:00:00
Fin	05/09/14 11:00:00
Périodes	1h

Début période	LAeq	L90	L50	L10	L5	L1	LAeq gauss
05/09/2014 08:00	66.2	60.8	64.7	69.1	70.0	71.9	65.8
05/09/2014 09:00	65.9	60.1	64.3	68.8	69.7	71.1	65.5
05/09/2014 10:00	64.8	59.2	63.2	67.8	68.5	70.3	64.4
04/09/2014 11:00	64.9	59.2	63.7	67.9	68.9	71.3	64.9
04/09/2014 12:00	65.0	59.3	63.1	67.9	68.8	70.5	64.1
04/09/2014 13:00	65.9	59.7	63.9	68.1	68.9	72.1	65.1
04/09/2014 14:00	65.5	60.0	64.3	68.0	69.2	71.7	65.3
04/09/2014 15:00	65.1	59.7	63.7	67.7	68.6	71.2	64.8
04/09/2014 16:00	65.8	60.0	64.2	68.0	69.1	72.6	65.2
04/09/2014 17:00	65.6	60.3	64.6	67.9	69.1	71.3	65.4
04/09/2014 18:00	66.1	60.2	63.9	68.1	69.5	75.1	64.9
04/09/2014 19:00	66.1	59.4	63.4	67.8	68.9	74.7	64.5
04/09/2014 20:00	66.3	58.8	62.7	67.2	68.9	78.8	63.7
04/09/2014 21:00	62.3	56.0	60.0	65.0	66.1	70.6	61.2
04/09/2014 22:00	63.0	54.3	59.5	65.7	67.7	74.1	61.4
04/09/2014 23:00	60.6	52.2	57.8	63.6	65.7	69.8	60.1
05/09/2014 00:00	58.4	50.2	55.3	61.9	64.2	67.0	57.2
05/09/2014 01:00	56.0	47.0	51.8	60.0	62.6	64.8	53.4
05/09/2014 02:00	59.4	45.4	51.2	61.4	64.0	66.6	53.5
05/09/2014 03:00	55.2	46.1	51.4	59.0	61.1	63.8	53.4
05/09/2014 04:00	58.2	46.4	51.9	60.2	63.3	70.5	54.0
05/09/2014 05:00	59.9	51.9	57.0	63.6	65.0	68.1	58.8
05/09/2014 06:00	64.0	56.1	61.1	66.9	69.1	73.0	62.8
05/09/2014 07:00	65.9	59.6	64.0	69.0	69.9	72.3	65.4
Période totale	64.2	57.9	62.1	66.7	68.0	72.1	63.4

TRAITEMENT DES DONNEES POINT N° 1

Début période	LAeq (mesuré) en dB(A)	LAeq (GAUSS) en dB(A)	LAeq (corrigé) en dB(A)
05/09/2014 06:00	64.0	62.8	64.0
05/09/2014 07:00	65.9	65.4	65.9
05/09/2014 08:00	66.2	65.8	66.2
05/09/2014 09:00	65.9	65.5	65.9
05/09/2014 10:00	64.8	64.4	64.8
04/09/2014 11:00	64.9	64.9	64.9
04/09/2014 12:00	65.0	64.1	65.0
04/09/2014 13:00	65.9	65.1	65.9
04/09/2014 14:00	65.5	65.3	65.5
04/09/2014 15:00	65.1	64.8	65.1
04/09/2014 16:00	65.8	65.2	65.8
04/09/2014 17:00	65.6	65.4	65.6
04/09/2014 18:00	66.1	64.9	66.1
04/09/2014 19:00	66.1	64.5	66.1
04/09/2014 20:00	66.3	63.7	64.2
04/09/2014 21:00	62.3	61.2	62.3
LAeq (6h-22h)	65.4	64.7	65.3

Début période	LAeq (mesuré) en dB(A)	LAeq (GAUSS) en dB(A)	LAeq (corrigé) en dB(A)
04/09/2014 22:00	63.0	61.4	62.1
04/09/2014 23:00	60.6	60.1	60.6
05/09/2014 00:00	58.4	57.2	58.4
05/09/2014 01:00	56.0	53.4	56.0
05/09/2014 02:00	59.4	53.5	59.4
05/09/2014 03:00	55.2	53.4	55.2
05/09/2014 04:00	58.2	54.0	58.2
05/09/2014 05:00	59.9	58.8	59.9
LAeq (22h-6h)	59.5	57.6	59.2
		Valeurs corrigées	

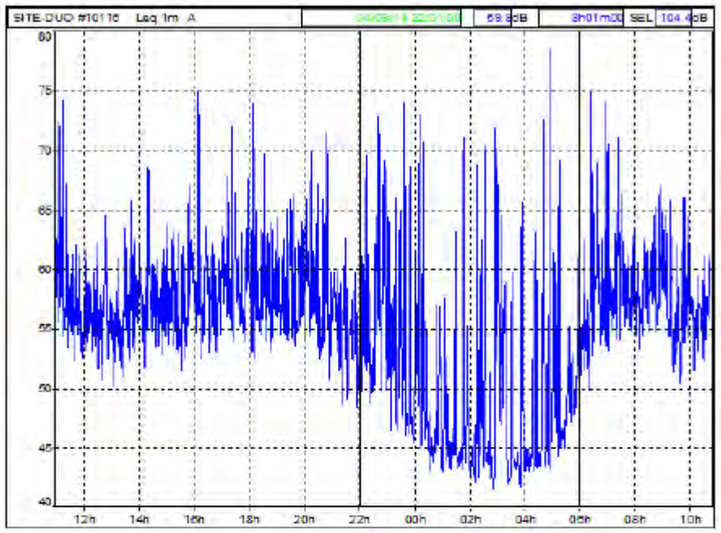
INDICES STATISTIQUES POINT N° 1

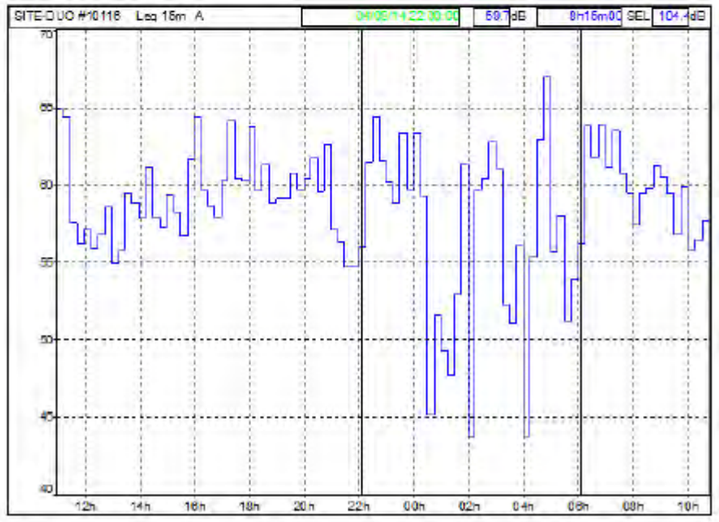
Périodes	15m
Début	04/09/14 11:00:00
Fin	05/09/14 11:00:00

Début période	LAeq	L90	L50	L10	L5	L1	
04/09/2014 11:00	64.7	59.7	63.4	68.1	69.0	70.5	
04/09/2014 11:15	65.0	59.1	62.6	67.7	69.1	73.0	
04/09/2014 11:30	64.6	59.1	63.1	67.5	68.3	69.7	
04/09/2014 11:45	65.1	58.8	63.2	68.1	69.2	71.4	
04/09/2014 12:00	65.6	60.3	63.8	68.2	69.1	71.0	
04/09/2014 12:15	65.1	59.7	63.6	68.2	69.2	70.8	
04/09/2014 12:30	64.2	58.8	62.5	67.5	68.3	70.1	
04/09/2014 12:45	64.8	58.2	62.2	67.8	68.6	69.9	
04/09/2014 13:00	65.6	59.0	63.3	68.0	69.0	73.8	
04/09/2014 13:15	64.6	59.1	63.1	67.5	68.2	70.0	
04/09/2014 13:30	65.8	60.4	64.5	68.1	69.0	71.2	
04/09/2014 13:45	67.1	60.3	64.5	68.7	69.3	72.3	
04/09/2014 14:00	65.7	60.4	64.8	67.8	68.7	71.2	
04/09/2014 14:15	66.1	60.9	65.0	68.4	70.0	72.6	
04/09/2014 14:30	65.6	59.5	63.8	68.2	69.8	72.4	
04/09/2014 14:45	64.6	59.1	63.4	67.4	68.2	70.4	
04/09/2014 15:00	65.4	59.3	63.6	67.8	69.1	72.6	
04/09/2014 15:15	64.8	59.5	63.4	67.5	68.4	70.3	
04/09/2014 15:30	64.6	59.0	63.5	67.4	67.9	69.9	
04/09/2014 15:45	65.6	60.7	64.2	68.0	68.9	71.3	
04/09/2014 16:00	65.6	59.9	63.6	68.3	69.7	73.4	
04/09/2014 16:15	66.5	60.5	64.0	67.9	69.0	73.3	
04/09/2014 16:30	65.5	59.9	64.5	67.9	68.9	71.5	
04/09/2014 16:45	65.6	59.6	64.6	68.0	68.7	72.1	
04/09/2014 17:00	66.0	60.3	65.2	68.4	69.3	71.6	
04/09/2014 17:15	66.0	61.1	64.7	68.1	70.4	72.6	
04/09/2014 17:30	65.2	60.1	64.5	67.5	68.3	70.5	
04/09/2014 17:45	64.9	59.6	63.9	67.5	68.2	69.9	
04/09/2014 18:00	65.7	60.5	64.2	67.9	69.1	74.1	
04/09/2014 18:15	66.0	60.8	64.7	68.6	69.9	72.5	
04/09/2014 18:30	65.7	60.3	63.5	68.5	70.2	73.3	
04/09/2014 18:45	66.8	59.2	63.1	67.4	68.8	78.1	
04/09/2014 19:00	68.1	59.3	63.5	68.2	69.2	78.1	
04/09/2014 19:15	64.5	59.4	63.2	67.3	68.0	69.2	
04/09/2014 19:30	65.4	59.5	63.5	67.7	68.8	73.2	
04/09/2014 19:45	65.5	59.4	63.3	68.0	69.4	73.7	
04/09/2014 20:00	64.6	59.6	63.2	67.1	67.9	69.1	
04/09/2014 20:15	69.7	59.4	63.1	68.2	70.8	84.1	64.0
04/09/2014 20:30	63.4	58.1	62.2	65.7	66.6	71.8	
04/09/2014 20:45	64.5	57.6	62.0	67.5	69.0	73.1	
04/09/2014 21:00	62.5	57.1	60.8	65.4	66.2	68.8	
04/09/2014 21:15	63.6	55.8	60.1	65.4	66.5	74.0	
04/09/2014 21:30	61.0	55.6	59.7	63.9	64.7	67.5	

04/09/2014 21:45	61.6	55.4	59.4	65.3	66.6	68.6	
04/09/2014 22:00	61.2	54.2	59.2	64.1	65.4	67.0	
04/09/2014 22:15	63.3	53.9	60.1	67.2	69.2	72.9	
04/09/2014 22:30	61.8	54.0	58.9	65.9	68.1	69.7	
04/09/2014 22:45	64.9	55.0	59.6	65.2	67.3	78.4	61.8
04/09/2014 23:00	61.8	53.3	59.1	64.5	65.6	71.5	
04/09/2014 23:15	60.0	52.0	58.1	63.1	64.5	68.2	
04/09/2014 23:30	61.1	52.3	57.8	64.1	67.5	70.8	
04/09/2014 23:45	59.2	51.0	55.6	62.2	64.2	67.1	
05/09/2014 00:00	60.2	51.9	57.6	64.1	65.8	67.8	
05/09/2014 00:15	59.2	50.2	55.5	62.6	65.8	67.7	
05/09/2014 00:30	56.3	48.7	52.8	59.0	61.0	66.9	
05/09/2014 00:45	56.7	49.4	53.9	59.9	62.1	65.4	
05/09/2014 01:00	55.8	48.0	52.4	60.1	61.4	63.3	
05/09/2014 01:15	56.2	46.6	51.8	60.0	62.5	65.6	
05/09/2014 01:30	53.9	45.8	50.7	57.5	59.1	62.3	
05/09/2014 01:45	57.3	47.2	52.0	61.5	65.2	66.7	
05/09/2014 02:00	53.2	45.0	48.0	56.8	58.9	64.2	
05/09/2014 02:15	57.2	45.8	52.1	61.5	63.8	66.4	
05/09/2014 02:30	62.2	46.3	51.9	60.8	63.8	65.1	
05/09/2014 02:45	60.4	44.1	51.5	63.9	66.5	69.1	
05/09/2014 03:00	56.7	48.4	53.3	60.2	63.1	64.8	
05/09/2014 03:15	54.2	45.0	50.4	58.2	60.0	62.8	
05/09/2014 03:30	53.9	45.5	50.4	57.4	59.7	62.9	
05/09/2014 03:45	55.5	44.5	50.8	59.6	60.8	64.4	
05/09/2014 04:00	53.6	45.4	49.2	57.2	59.7	64.3	
05/09/2014 04:15	57.0	46.1	51.7	59.8	62.5	67.1	
05/09/2014 04:30	59.1	47.1	51.8	61.4	64.7	71.6	
05/09/2014 04:45	60.4	46.8	53.7	61.2	64.5	73.6	
05/09/2014 05:00	58.1	49.6	55.4	61.6	63.1	65.9	
05/09/2014 05:15	59.4	51.8	55.9	63.1	64.7	67.9	
05/09/2014 05:30	60.3	51.8	57.6	63.7	65.2	69.1	
05/09/2014 05:45	61.3	53.4	58.3	65.1	66.5	68.7	
05/09/2014 06:00	61.9	55.5	59.5	65.2	66.4	69.0	
05/09/2014 06:15	63.3	53.9	59.5	66.7	69.3	72.7	
05/09/2014 06:30	63.0	56.6	61.2	65.7	66.8	70.1	
05/09/2014 06:45	66.4	57.7	63.0	68.9	71.7	76.3	
05/09/2014 07:00	64.8	58.2	63.2	68.1	68.8	70.8	
05/09/2014 07:15	66.2	58.8	63.5	69.3	70.7	74.1	
05/09/2014 07:30	66.3	60.6	64.5	69.3	70.0	71.3	
05/09/2014 07:45	66.3	60.4	64.6	69.3	70.0	72.1	
05/09/2014 08:00	65.9	60.0	64.2	68.9	69.5	71.6	
05/09/2014 08:15	66.2	60.7	64.4	69.2	70.1	71.7	
05/09/2014 08:30	66.1	60.7	64.7	68.8	69.7	72.3	
05/09/2014 08:45	66.7	61.6	65.4	69.4	70.5	71.9	
05/09/2014 09:00	66.1	60.8	64.5	68.9	69.7	71.0	
05/09/2014 09:15	65.8	60.2	63.9	68.9	70.1	71.3	
05/09/2014 09:30	65.6	59.5	64.0	68.5	69.4	70.8	
05/09/2014 09:45	66.0	59.8	64.7	68.7	69.4	71.1	
05/09/2014 10:00	64.8	58.8	63.4	67.9	68.7	70.9	
05/09/2014 10:15	64.7	58.5	62.8	68.1	68.8	70.2	
05/09/2014 10:30	64.8	59.8	63.1	68.0	68.6	70.1	
05/09/2014 10:45	64.8	59.4	63.6	67.1	67.9	70.1	
Période totale	64.4	51.4	61.7	67.5	68.6	71.5	
						Valeurs corrigées	

EVOLUTION TEMPORELLE POINT N° 2





INDICES STATISTIQUES POINT N° 2

Début	41886.45833
Fin	41887.45833
Périodes	1h

Début période	LAeq	L90	L50	L10	L5	L1	LAeq gauss
05/09/2014 08:00	59.7	53.5	57.2	62.6	64.8	68.1	58.3
05/09/2014 09:00	59.4	52.0	55.8	62.4	65.0	69.2	56.8
05/09/2014 10:00	58.4	52.3	55.4	61.1	63.2	67.3	56.1
04/09/2014 11:00	62.3	52.2	56.2	63.0	65.3	74.9	57.4
04/09/2014 12:00	57.2	51.0	54.3	60.3	62.4	65.5	55.0
04/09/2014 13:00	57.7	51.1	54.5	60.6	61.9	65.1	55.4
04/09/2014 14:00	58.8	51.6	55.4	61.4	63.9	66.3	56.4
04/09/2014 15:00	59.4	52.3	56.1	61.8	64.0	69.2	57.2
04/09/2014 16:00	61.0	52.2	56.0	61.9	63.9	74.4	57.0
04/09/2014 17:00	61.6	53.7	57.2	64.5	67.2	72.6	58.0
04/09/2014 18:00	61.3	52.2	56.0	63.0	66.1	74.6	57.1
04/09/2014 19:00	59.7	52.5	56.2	63.4	65.1	68.5	57.2
04/09/2014 20:00	61.2	51.6	56.4	63.9	67.2	72.2	58.0
04/09/2014 21:00	55.8	49.4	53.2	58.8	60.7	64.7	54.3
04/09/2014 22:00	61.7	49.0	53.7	64.8	68.6	73.5	55.2
04/09/2014 23:00	60.9	45.8	50.3	63.2	67.2	73.4	51.8
05/09/2014 00:00	59.0	44.1	47.3	62.2	64.8	72.2	48.0
05/09/2014 01:00	56.2	42.7	44.4	54.4	65.7	68.9	44.6
05/09/2014 02:00	60.0	42.1	44.6	64.7	69.1	71.4	45.1
05/09/2014 03:00	56.9	43.6	50.0	60.2	64.1	68.3	53.0
05/09/2014 04:00	60.1	42.4	44.1	54.7	62.9	77.8	44.3
05/09/2014 05:00	55.4	45.5	48.0	56.4	62.7	67.1	48.4
05/09/2014 06:00	62.3	50.6	54.7	62.7	66.5	75.6	55.9
05/09/2014 07:00	61.5	52.9	56.5	63.9	68.1	72.2	57.4
Période totale	59.9	50.7	54.5	62.2	65.5	72.0	55.5

TRAITEMENT DES DONNEES POINT N° 2

Début période	LAeq (mesuré) en dB(A)	LAeq (GAUSS) en dB(A)	LAeq (corrigé) en dB(A)
05/09/2014 06:00	62.3	55.9	62.3
05/09/2014 07:00	61.5	57.4	61.5
05/09/2014 08:00	59.7	58.3	59.7
05/09/2014 09:00	59.4	56.8	59.4
05/09/2014 10:00	58.4	56.1	58.4
04/09/2014 11:00	62.3	57.4	62.3
04/09/2014 12:00	57.2	55.0	57.2
04/09/2014 13:00	57.7	55.4	57.7
04/09/2014 14:00	58.8	56.4	58.8
04/09/2014 15:00	59.4	57.2	59.4
04/09/2014 16:00	61.0	57.0	61.0
04/09/2014 17:00	61.6	58.0	61.6
04/09/2014 18:00	61.3	57.1	61.3
04/09/2014 19:00	59.7	57.2	59.7
04/09/2014 20:00	61.2	58.0	61.2
04/09/2014 21:00	55.8	54.3	55.8
LAeq (6h-22h)	60.2	56.8	60.2

Début période	LAeq (mesuré) en dB(A)	LAeq (GAUSS) en dB(A)	LAeq (corrigé) en dB(A)
04/09/2014 22:00	61.7	55.2	61.7
04/09/2014 23:00	60.9	51.8	60.9
05/09/2014 00:00	59.0	48.0	59.0
05/09/2014 01:00	56.2	44.6	56.2
05/09/2014 02:00	60.0	45.1	60.0
05/09/2014 03:00	56.9	53.0	56.9
05/09/2014 04:00	60.1	44.3	60.1
05/09/2014 05:00	55.4	48.4	55.4
LAeq (22h-6h)	59.3	50.5	59.3
		Valeurs corrigées	

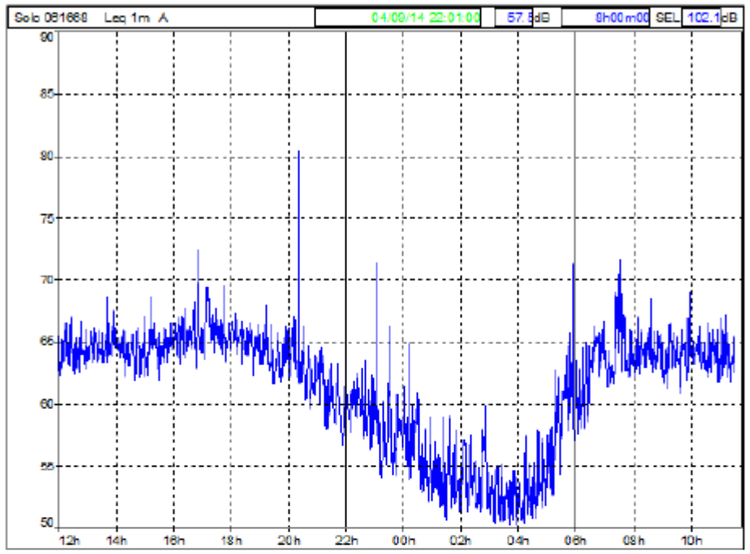
INDICES STATISTIQUES POINT N° 2

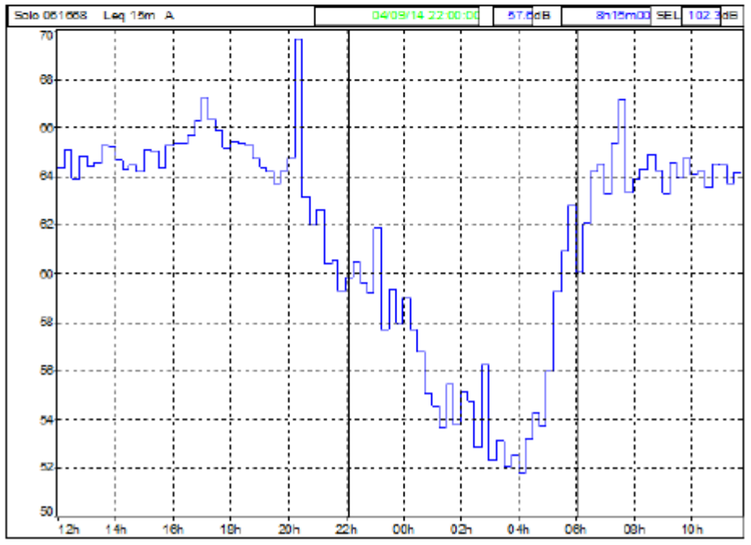
Périodes	15m
Début	41886.45833
Fin	41887.45833

Début période	LAeq	L90	L50	L10	L5	L1
04/09/2014 11:00	64.9	54.2	58.8	66.3	68.9	77.3
04/09/2014 11:15	64.4	51.6	55.8	62.2	64.7	78.1
04/09/2014 11:30	57.5	51.0	54.9	61.1	62.5	65.4
04/09/2014 11:45	56.2	51.0	53.7	58.7	60.8	65.1
04/09/2014 12:00	57.1	51.0	54.2	60.1	62.3	65.4
04/09/2014 12:15	55.9	51.3	53.9	58.6	60.2	63.6
04/09/2014 12:30	56.8	50.2	54.1	59.4	61.8	65.3
04/09/2014 12:45	58.5	51.4	54.8	62.1	64.2	67.1
04/09/2014 13:00	54.9	50.1	53.3	57.6	59.2	61.6
04/09/2014 13:15	55.7	50.7	53.6	58.1	59.8	64.0
04/09/2014 13:30	59.5	51.6	54.8	62.3	63.5	66.7
04/09/2014 13:45	58.8	51.7	55.9	62.2	63.5	66.3
04/09/2014 14:00	57.8	51.4	56.6	60.0	61.3	63.2
04/09/2014 14:15	61.1	52.3	55.4	64.0	66.6	68.4
04/09/2014 14:30	57.9	51.3	54.1	60.8	64.3	67.4
04/09/2014 14:45	57.3	51.5	55.0	59.4	61.0	64.3
04/09/2014 15:00	59.4	52.8	56.4	61.6	63.9	69.4
04/09/2014 15:15	58.2	51.1	54.5	61.6	64.3	67.5
04/09/2014 15:30	56.7	50.3	53.7	58.6	61.2	67.5
04/09/2014 15:45	61.7	54.1	58.4	63.9	65.6	71.2
04/09/2014 16:00	64.4	53.0	56.3	61.2	63.4	79.8
04/09/2014 16:15	59.7	52.2	56.4	62.7	64.8	67.9
04/09/2014 16:30	58.6	51.7	55.9	62.1	64.0	67.5
04/09/2014 16:45	57.9	51.6	55.3	61.4	63.0	65.2
04/09/2014 17:00	60.2	55.5	58.7	63.1	64.5	67.0
04/09/2014 17:15	64.1	52.7	56.1	67.3	70.8	76.0
04/09/2014 17:30	60.4	53.7	57.6	63.1	64.6	70.8
04/09/2014 17:45	60.2	52.0	55.5	62.9	65.4	71.9
04/09/2014 18:00	63.7	52.0	56.4	63.0	65.7	79.1
04/09/2014 18:15	59.6	52.8	56.0	61.9	64.1	70.8
04/09/2014 18:30	61.3	52.4	56.4	64.6	68.6	71.5
04/09/2014 18:45	58.9	51.7	55.3	61.8	64.6	68.6
04/09/2014 19:00	59.1	53.6	56.4	62.4	64.0	67.1
04/09/2014 19:15	59.1	51.9	55.6	62.2	64.1	67.3
04/09/2014 19:30	60.7	52.1	55.7	64.8	67.0	71.0
04/09/2014 19:45	59.7	52.3	57.0	63.5	64.6	67.0
04/09/2014 20:00	60.5	51.9	58.2	63.7	65.3	67.4
04/09/2014 20:15	61.8	53.6	56.9	63.8	66.4	73.9
04/09/2014 20:30	59.5	50.1	53.8	62.5	65.8	69.5
04/09/2014 20:45	62.5	49.9	55.6	65.2	69.8	74.5
04/09/2014 21:00	57.1	51.8	55.4	60.3	61.7	63.5
04/09/2014 21:15	56.3	47.9	53.2	59.1	61.2	67.0
04/09/2014 21:30	54.7	48.6	52.2	57.8	59.4	62.7
04/09/2014 21:45	54.6	48.1	50.9	57.6	60.0	64.3
04/09/2014 22:00	55.9	48.9	51.7	60.2	61.9	65.4
04/09/2014 22:15	61.4	48.2	51.5	65.1	69.6	73.8
04/09/2014 22:30	64.4	49.9	56.4	64.9	69.5	76.9
04/09/2014 22:45	61.5	48.8	53.1	66.8	69.6	71.4
04/09/2014 23:00	60.2	46.5	51.0	62.4	66.6	71.8
04/09/2014 23:15	58.8	46.1	52.8	63.2	65.6	67.8
04/09/2014 23:30	63.3	45.6	48.4	63.4	68.3	77.1
04/09/2014 23:45	59.7	44.6	46.5	63.7	67.9	71.7
05/09/2014 00:00	63.3	45.8	50.1	67.6	69.8	76.0
05/09/2014 00:15	59.3	44.1	46.0	56.2	62.6	74.0
05/09/2014 00:30	45.1	42.7	44.2	46.5	47.4	49.1
05/09/2014 00:45	51.6	43.0	46.5	56.5	58.0	59.8
05/09/2014 01:00	49.2	42.7	44.8	52.3	55.5	60.0
05/09/2014 01:15	47.7	42.7	44.1	48.0	51.9	59.4
05/09/2014 01:30	52.9	42.5	43.8	52.9	60.1	65.4
05/09/2014 01:45	61.3	42.7	44.7	58.3	71.2	74.1
05/09/2014 02:00	43.7	41.8	42.8	44.7	45.6	49.0
05/09/2014 02:15	59.7	42.3	46.7	63.0	67.8	72.2
05/09/2014 02:30	60.4	42.7	44.2	65.3	69.6	72.3
05/09/2014 02:45	62.8	41.3	43.9	68.0	72.3	73.4
05/09/2014 03:00	61.0	46.6	55.0	63.8	67.7	72.6
05/09/2014 03:15	52.2	41.5	46.0	55.0	58.7	62.4
05/09/2014 03:30	51.0	42.5	43.9	55.5	57.8	61.2
05/09/2014 03:45	56.1	41.5	43.5	60.6	64.9	67.7
05/09/2014 04:00	43.8	42.3	43.2	45.1	46.0	47.7
05/09/2014 04:15	55.3	42.2	44.3	58.7	64.5	66.7
05/09/2014 04:30	63.0	42.6	44.2	50.5	65.0	78.1
05/09/2014 04:45	67.0	42.5	44.5	54.5	62.4	82.3
05/09/2014 05:00	55.7	44.1	47.8	59.1	61.5	66.2
05/09/2014 05:15	58.0	44.0	46.0	54.9	66.7	71.1
05/09/2014 05:30	51.2	46.0	48.7	54.2	55.8	58.9
05/09/2014 05:45	53.9	47.0	48.8	55.8	59.9	64.4
05/09/2014 06:00	56.2	48.8	52.7	58.7	60.5	66.8
05/09/2014 06:15	63.8	48.9	52.5	59.6	63.3	78.9
05/09/2014 06:30	61.8	52.3	56.8	65.3	68.2	71.9
05/09/2014 06:45	63.8	51.3	55.2	63.9	69.1	76.9
05/09/2014 07:00	61.2	52.5	55.8	62.7	69.1	72.1
05/09/2014 07:15	63.5	52.3	56.8	65.5	70.0	74.9
05/09/2014 07:30	60.8	52.8	56.9	64.3	67.3	70.4
05/09/2014 07:45	59.5	53.7	56.4	62.2	63.9	69.3
05/09/2014 08:00	57.4	52.2	55.7	60.4	61.9	64.3
05/09/2014 08:15	59.5	53.3	57.2	63.1	64.2	66.7
05/09/2014 08:30	59.8	53.6	57.5	63.2	64.9	67.4
05/09/2014 08:45	61.2	54.5	58.2	63.2	66.8	71.2
05/09/2014 09:00	60.5	53.4	57.7	63.7	66.1	69.2
05/09/2014 09:15	59.4	51.3	55.2	62.7	65.2	70.0
05/09/2014 09:30	56.8	50.5	53.4	60.3	62.5	65.9
05/09/2014 09:45	59.9	52.2	55.7	62.3	65.4	70.4
05/09/2014 10:00	55.8	51.2	54.0	59.1	60.2	62.5
05/09/2014 10:15	56.5	50.8	53.4	59.6	61.0	63.2
05/09/2014 10:30	57.7	52.4	55.8	60.8	62.3	65.0
05/09/2014 10:45	61.4	54.0	57.4	63.5	66.4	71.6
Période totale	60.1	44.3	54.1	61.7	64.6	71.5

Valeurs corrigées

EVOLUTION TEMPORELLE POINT N° 3





INDICES STATISTIQUES POINT N° 3

Début	41886.48958
Fin	41887.48958
Périodes	1h

Début période	LAeq	L90	L50	L10	L5	L1	LAeq gauss
05/09/2014 08:00	64.3	61.4	63.4	66.0	66.9	70.1	63.7
05/09/2014 09:00	64.2	61.1	63.2	65.9	66.8	69.9	63.5
05/09/2014 10:00	64.1	61.4	63.4	65.8	66.7	68.8	63.6
05/09/2014 11:00	64.2	61.4	63.4	65.8	66.6	69.0	63.7
04/09/2014 12:00	64.6	61.9	64.0	66.2	66.9	68.9	64.3
04/09/2014 13:00	64.9	62.4	64.2	66.2	67.0	69.9	64.4
04/09/2014 14:00	64.4	61.8	63.8	65.9	66.7	68.9	64.1
04/09/2014 15:00	65.0	62.4	64.3	66.5	67.3	69.5	64.6
04/09/2014 16:00	65.7	63.0	64.8	66.9	67.9	70.8	65.1
04/09/2014 17:00	66.2	63.5	65.5	67.7	68.4	70.7	65.7
04/09/2014 18:00	65.2	62.8	64.7	66.6	67.4	69.7	64.9
04/09/2014 19:00	64.1	61.3	63.1	65.6	66.7	69.5	63.4
04/09/2014 20:00	66.0	60.2	62.5	65.2	66.3	79.2	62.9
04/09/2014 21:00	60.9	57.2	59.8	63.1	64.4	67.4	60.2
04/09/2014 22:00	59.9	56.2	58.6	62.0	63.3	66.6	59.0
04/09/2014 23:00	59.5	54.0	56.8	60.2	61.5	65.5	57.3
05/09/2014 00:00	57.4	52.2	55.6	59.7	61.0	64.5	56.4
05/09/2014 01:00	54.4	50.7	52.7	56.7	58.1	61.5	53.0
05/09/2014 02:00	54.9	50.9	53.8	56.9	58.1	61.7	54.4
05/09/2014 03:00	52.5	49.9	51.1	54.7	56.0	58.6	51.3
05/09/2014 04:00	53.3	50.2	51.8	55.3	56.7	60.7	52.0
05/09/2014 05:00	60.4	54.0	57.6	62.1	64.1	68.2	58.6
05/09/2014 06:00	63.1	59.3	61.9	65.0	66.4	69.2	62.4
05/09/2014 07:00	65.1	60.9	63.6	67.5	68.8	71.8	64.1
Période totale	63.3	60.1	62.2	64.8	65.8	70.1	62.5

TRAITEMENT DES DONNEES POINT N° 3

Début période	LAeq (mesuré) en dB(A)	LAeq (GAUSS) en dB(A)	LAeq (corrigé) en dB(A)
05/09/2014 06:00	63.1	62.4	63.1
05/09/2014 07:00	65.1	64.1	64.2
05/09/2014 08:00	64.3	63.7	64.3
05/09/2014 09:00	64.2	63.5	64.2
05/09/2014 10:00	64.1	63.6	64.1
05/09/2014 11:00	64.2	63.7	64.2
04/09/2014 12:00	64.6	64.3	64.6
04/09/2014 13:00	64.9	64.4	64.9
04/09/2014 14:00	64.4	64.1	64.4
04/09/2014 15:00	65.0	64.6	65.0
04/09/2014 16:00	65.7	65.1	65.7
04/09/2014 17:00	66.2	65.7	66.2
04/09/2014 18:00	65.2	64.9	65.2
04/09/2014 19:00	64.1	63.4	64.1
04/09/2014 20:00	66.0	62.9	63.6
04/09/2014 21:00	60.9	60.2	60.9
LAeq (6h-22h)	64.6	63.9	64.4

Début période	LAeq (mesuré) en dB(A)	LAeq (GAUSS) en dB(A)	LAeq (corrigé) en dB(A)
04/09/2014 22:00	59.9	59.0	59.9
04/09/2014 23:00	59.5	57.3	59.5
05/09/2014 00:00	57.4	56.4	57.4
05/09/2014 01:00	54.4	53.0	54.4
05/09/2014 02:00	54.9	54.4	54.9
05/09/2014 03:00	52.5	51.3	52.5
05/09/2014 04:00	53.3	52.0	53.3
05/09/2014 05:00	60.4	58.6	60.4
LAeq (22h-6h)	57.5	56.1	57.5
		Valeurs corrigées	

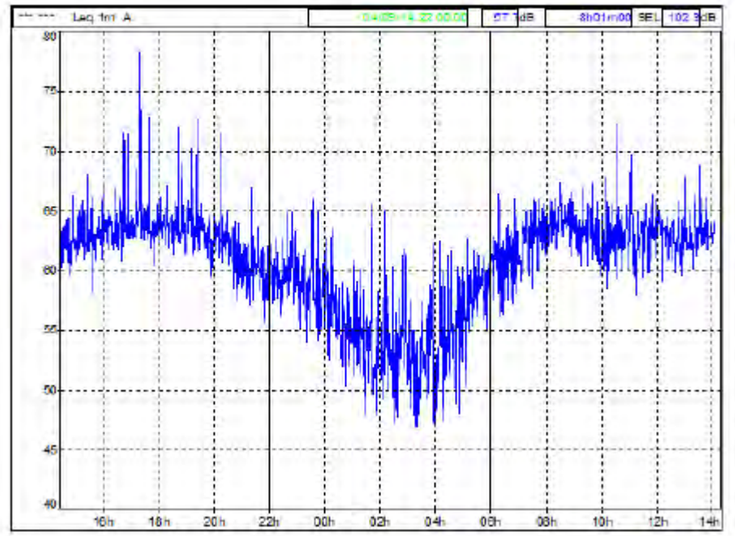
INDICES STATISTIQUES POINT N° 3

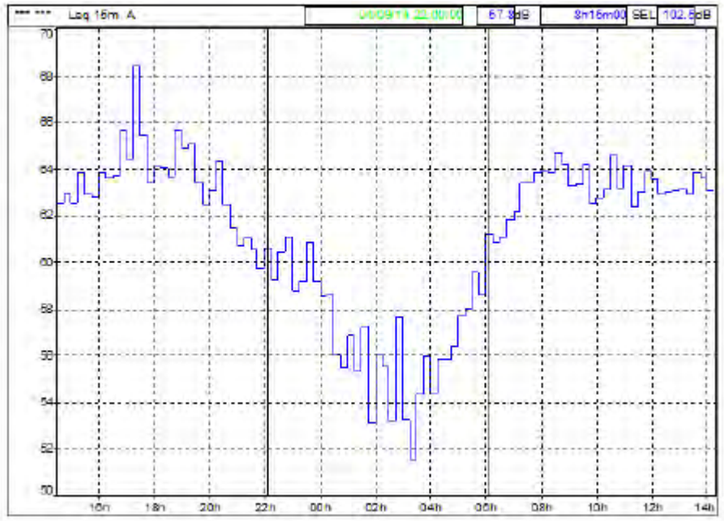
Périodes	15m
Début	41886.48958
Fin	41887.48958

Début période	LAeq	L90	L50	L10	L5	L1	
04/09/2014 12:00	64.4	61.5	63.6	66.1	66.8	68.5	
04/09/2014 12:15	65.1	62.2	64.7	66.7	67.3	69.4	
04/09/2014 12:30	63.9	61.6	63.2	65.5	66.2	68.0	
04/09/2014 12:45	64.8	62.3	64.2	66.5	67.1	69.6	
04/09/2014 13:00	64.4	62.1	63.8	66.0	66.6	68.2	
04/09/2014 13:15	64.6	62.3	63.9	65.9	66.6	69.4	
04/09/2014 13:30	65.3	62.3	64.3	66.1	67.1	71.7	
04/09/2014 13:45	65.2	62.7	64.7	66.8	67.5	69.7	
04/09/2014 14:00	64.6	62.4	64.1	65.8	66.6	68.6	
04/09/2014 14:15	64.3	61.8	63.5	65.9	66.9	69.4	
04/09/2014 14:30	64.4	61.6	63.8	66.1	66.8	69.4	
04/09/2014 14:45	64.2	61.5	63.8	65.8	66.3	68.0	
04/09/2014 15:00	65.1	61.8	64.2	66.9	67.8	71.2	
04/09/2014 15:15	65.1	62.6	64.6	66.6	67.4	68.6	
04/09/2014 15:30	64.3	62.0	63.6	66.1	66.7	68.1	
04/09/2014 15:45	65.3	63.1	64.8	66.5	67.1	69.4	
04/09/2014 16:00	65.4	62.9	64.9	66.9	67.7	69.4	
04/09/2014 16:15	65.4	62.8	64.7	66.9	68.0	70.9	
04/09/2014 16:30	65.7	63.4	65.0	66.8	67.8	69.2	
04/09/2014 16:45	66.3	62.9	64.7	67.1	68.2	72.8	
04/09/2014 17:00	67.2	63.6	66.7	69.4	70.1	71.2	
04/09/2014 17:15	66.3	63.9	65.5	67.6	68.3	71.4	
04/09/2014 17:30	65.9	63.2	64.7	66.6	67.4	70.4	
04/09/2014 17:45	65.2	63.2	64.6	66.5	67.2	69.6	
04/09/2014 18:00	65.4	63.3	64.8	66.9	67.8	70.1	
04/09/2014 18:15	65.3	62.8	64.9	66.7	67.4	70.0	
04/09/2014 18:30	65.3	63.2	64.8	66.6	67.4	69.2	
04/09/2014 18:45	64.7	61.9	64.1	66.0	66.8	69.5	
04/09/2014 19:00	64.4	62.0	63.7	65.7	66.6	69.2	
04/09/2014 19:15	64.2	61.3	63.1	65.4	66.1	67.4	
04/09/2014 19:30	63.7	60.8	62.8	65.6	66.4	68.3	
04/09/2014 19:45	64.2	61.0	62.9	65.7	67.4	71.9	
04/09/2014 20:00	64.7	61.7	63.8	66.6	67.6	70.4	
04/09/2014 20:15	69.7	60.2	62.3	64.8	66.0	84.9	64.0
04/09/2014 20:30	63.2	59.8	62.3	65.1	66.4	68.9	
04/09/2014 20:45	62.0	58.7	61.2	64.0	64.8	66.1	
04/09/2014 21:00	62.7	59.1	61.6	64.6	65.8	69.4	
04/09/2014 21:15	60.4	56.4	59.2	62.9	64.1	66.5	
04/09/2014 21:30	60.5	57.0	59.4	62.8	64.1	67.1	
04/09/2014 21:45	59.3	55.5	58.0	61.4	63.0	65.9	
04/09/2014 22:00	59.9	56.7	58.8	61.7	63.0	66.7	
04/09/2014 22:15	60.5	57.2	59.5	62.4	63.5	67.4	
04/09/2014 22:30	59.7	55.7	58.0	62.0	63.8	66.9	

04/09/2014 22:45	59.2	55.0	57.9	61.9	63.0	65.0	
04/09/2014 23:00	61.9	53.8	57.0	60.6	62.1	65.6	
04/09/2014 23:15	57.7	53.9	56.1	60.3	61.5	65.1	
04/09/2014 23:30	59.3	52.7	56.9	60.4	61.7	66.9	
04/09/2014 23:45	57.9	55.1	57.0	59.5	60.6	63.6	
05/09/2014 00:00	59.0	52.9	56.6	60.9	62.5	67.1	
05/09/2014 00:15	57.7	53.1	56.9	59.6	60.6	63.3	
05/09/2014 00:30	56.8	51.5	54.4	59.9	61.1	63.5	
05/09/2014 00:45	55.1	51.1	53.4	57.6	59.1	61.5	
05/09/2014 01:00	54.5	51.2	53.1	56.9	57.9	60.9	
05/09/2014 01:15	53.7	50.4	51.9	55.2	56.6	59.5	
05/09/2014 01:30	55.4	50.6	53.6	58.6	59.9	63.1	
05/09/2014 01:45	53.7	50.5	52.1	55.4	57.1	61.7	
05/09/2014 02:00	55.1	50.9	53.4	58.1	59.2	61.8	
05/09/2014 02:15	54.8	51.2	53.5	56.5	57.7	61.7	
05/09/2014 02:30	52.9	50.4	51.7	54.3	55.5	60.1	
05/09/2014 02:45	56.2	50.9	55.7	57.8	59.2	62.8	
05/09/2014 03:00	52.3	49.8	50.9	54.4	55.7	57.9	
05/09/2014 03:15	53.1	50.0	51.7	55.3	56.9	59.9	
05/09/2014 03:30	52.1	49.8	50.8	54.1	55.2	57.3	
05/09/2014 03:45	52.5	49.8	51.1	54.8	55.9	58.8	
05/09/2014 04:00	51.8	49.7	50.6	53.8	55.1	57.2	
05/09/2014 04:15	53.2	50.2	51.7	54.8	56.5	59.9	
05/09/2014 04:30	54.3	50.0	52.3	56.5	57.9	63.3	
05/09/2014 04:45	53.7	50.7	52.4	55.7	56.9	60.4	
05/09/2014 05:00	55.9	51.9	54.6	58.5	59.6	62.0	
05/09/2014 05:15	59.3	53.0	57.1	62.4	64.3	67.0	
05/09/2014 05:30	60.9	55.2	59.5	62.9	65.0	68.8	
05/09/2014 05:45	62.8	55.1	58.0	63.3	65.6	70.9	
05/09/2014 06:00	60.1	55.7	58.8	62.2	63.5	66.7	
05/09/2014 06:15	62.1	56.7	59.8	64.4	66.4	70.0	
05/09/2014 06:30	64.2	59.7	63.4	66.2	67.4	70.0	
05/09/2014 06:45	64.5	62.1	63.7	66.1	67.2	69.4	
05/09/2014 07:00	63.2	59.9	62.5	65.0	65.8	68.3	
05/09/2014 07:15	65.4	60.1	63.5	68.3	69.8	72.8	
05/09/2014 07:30	67.2	62.3	65.2	69.8	71.4	74.3	64.5
05/09/2014 07:45	63.3	60.7	62.6	64.7	65.4	69.2	
05/09/2014 08:00	63.9	61.0	63.0	65.6	66.6	69.6	
05/09/2014 08:15	64.3	61.5	63.6	66.1	66.9	68.6	
05/09/2014 08:30	64.9	61.5	63.6	66.2	67.3	72.1	
05/09/2014 08:45	64.2	61.7	63.4	65.9	66.8	69.1	
05/09/2014 09:00	63.3	60.1	62.5	65.0	65.9	68.5	
05/09/2014 09:15	64.6	61.8	63.8	66.1	67.1	69.2	
05/09/2014 09:30	63.9	60.9	63.1	65.7	66.6	69.0	
05/09/2014 09:45	64.8	61.4	63.4	66.5	67.6	71.9	
05/09/2014 10:00	64.1	61.7	63.4	65.6	66.4	68.6	
05/09/2014 10:15	64.2	61.7	63.6	65.8	66.5	68.5	
05/09/2014 10:30	63.6	60.8	62.5	65.4	66.6	69.6	
05/09/2014 10:45	64.5	61.5	63.9	66.3	67.1	68.4	
05/09/2014 11:00	64.4	61.4	63.4	65.7	66.7	69.5	
05/09/2014 11:15	63.7	60.8	63.0	65.6	66.4	68.5	
05/09/2014 11:30	64.2	61.8	63.5	65.4	66.0	68.5	
04/09/2014 11:45	64.4	61.4	63.6	66.3	67.3	69.5	
Période totale	63.3	52.3	62.3	65.8	66.8	69.4	
						Valeurs corrigées	

EVOLUTION TEMPORELLE POINT N° 4





INDICES STATISTIQUES POINT N° 4

Début	04/09/14 14:15:00
Fin	05/09/14 14:15:00
Périodes	1h

Début période	LAeq	L90	L50	L10	L5	L1	LAeq gauss
05/09/2014 08:00	64.2	59.0	63.0	66.8	67.6	70.3	64.0
05/09/2014 09:00	63.4	58.1	62.1	65.9	66.8	69.6	63.2
05/09/2014 10:00	63.5	57.4	61.5	65.4	66.6	69.4	62.6
05/09/2014 11:00	63.4	58.2	61.9	66.0	67.3	70.1	62.9
05/09/2014 12:00	63.1	58.5	62.2	65.8	66.4	68.2	63.1
05/09/2014 13:00	63.4	58.9	62.2	65.4	66.4	69.8	63.0
05/09/2014 14:00	62.9	58.2	61.9	65.4	66.5	69.6	62.7
04/09/2014 15:00	63.1	58.3	61.7	65.4	66.6	70.0	62.5
04/09/2014 16:00	64.3	59.3	62.6	66.0	66.9	74.7	63.4
04/09/2014 17:00	65.8	59.8	63.0	66.3	67.7	77.7	63.8
04/09/2014 18:00	64.4	59.6	62.7	66.3	67.5	73.0	63.4
04/09/2014 19:00	64.1	58.9	62.4	65.9	67.0	71.6	63.3
04/09/2014 20:00	63.0	58.2	61.3	65.1	66.4	70.3	62.1
04/09/2014 21:00	60.5	54.8	59.0	63.3	64.6	68.4	60.2
04/09/2014 22:00	60.4	54.2	58.3	63.6	65.0	67.8	59.5
04/09/2014 23:00	59.6	52.9	57.0	62.7	64.9	68.3	58.2
05/09/2014 00:00	57.4	50.1	54.2	61.0	62.6	65.5	55.3
05/09/2014 01:00	55.9	48.2	51.7	59.1	62.4	66.0	52.5
05/09/2014 02:00	55.8	49.3	52.2	58.8	62.1	65.5	52.9
05/09/2014 03:00	54.0	48.0	50.0	57.8	59.5	63.2	50.2
05/09/2014 04:00	55.7	47.6	51.2	59.7	61.6	65.3	52.1
05/09/2014 05:00	58.5	51.8	56.3	62.1	63.6	65.4	57.8
05/09/2014 06:00	61.2	54.3	59.1	64.4	65.6	68.2	60.8
05/09/2014 07:00	63.2	57.0	61.8	66.3	67.2	69.5	63.3
Période totale	62.3	56.9	60.6	64.6	65.8	70.4	61.5

TRAITEMENT DES DONNEES POINT N° 4

Début période	LAeq (mesuré) en dB(A)	LAeq (GAUSS) en dB(A)	LAeq (corrigé) en dB(A)
05/09/2014 06:00	61.2	60.8	61.2
05/09/2014 07:00	63.2	63.3	63.2
05/09/2014 08:00	64.2	64.0	64.2
05/09/2014 09:00	63.4	63.2	63.4
05/09/2014 10:00	63.5	62.6	63.5
05/09/2014 11:00	63.4	62.9	63.4
05/09/2014 12:00	63.1	63.1	63.1
05/09/2014 13:00	63.4	63.0	63.4
05/09/2014 14:00	62.9	62.7	62.9
04/09/2014 15:00	63.1	62.5	63.1
04/09/2014 16:00	64.3	63.4	64.3
04/09/2014 17:00	65.8	63.8	64.6
04/09/2014 18:00	64.4	63.4	64.4
04/09/2014 19:00	64.1	63.3	64.1
04/09/2014 20:00	63.0	62.1	63.0
04/09/2014 21:00	60.5	60.2	60.5
LAeq (6h-22h)	63.5	62.9	63.4

Début période	LAeq (mesuré) en dB(A)	LAeq (GAUSS) en dB(A)	LAeq (corrigé) en dB(A)
04/09/2014 22:00	60.4	59.5	60.4
04/09/2014 23:00	59.6	58.2	59.6
05/09/2014 00:00	57.4	55.3	57.4
05/09/2014 01:00	55.9	52.5	55.9
05/09/2014 02:00	55.8	52.9	55.8
05/09/2014 03:00	54.0	50.2	54.0
05/09/2014 04:00	55.7	52.1	55.7
05/09/2014 05:00	58.5	57.8	58.5
LAeq (22h-6h)	57.7	55.9	57.7
		Valeurs corrigées	

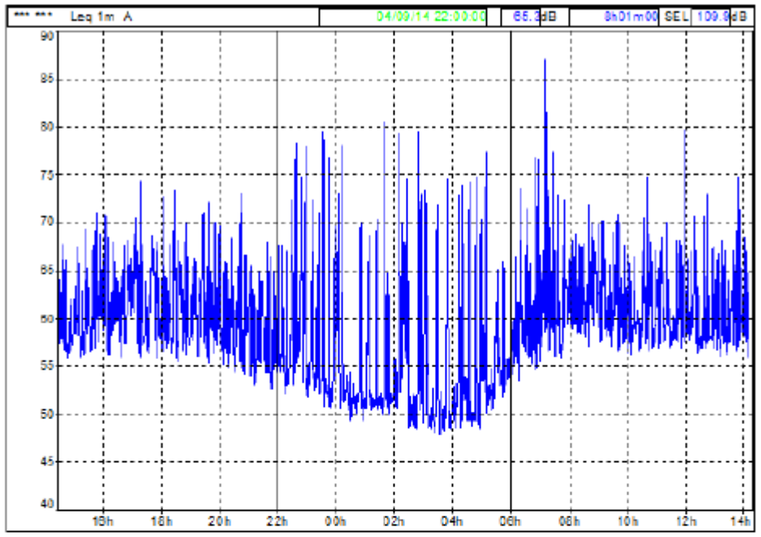
INDICES STATISTIQUES POINT N° 4

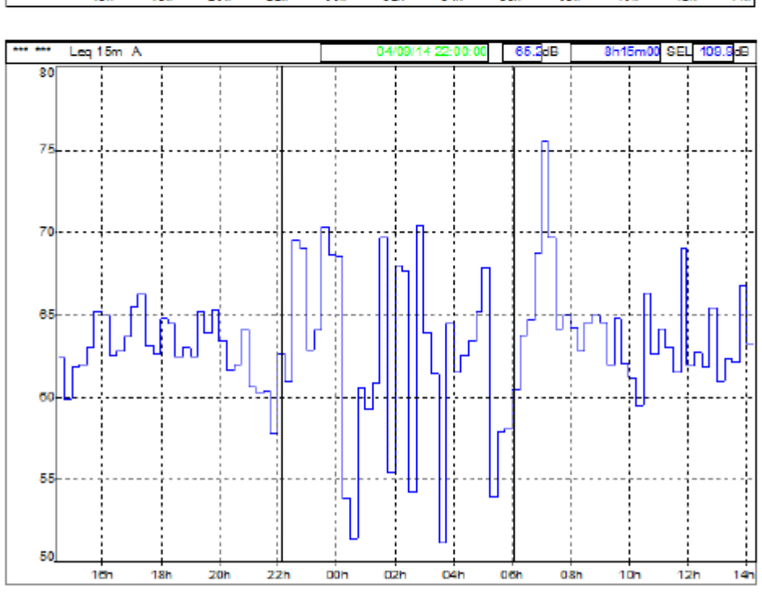
Périodes	15m
Début	04/09/14 14:15:00
Fin	05/09/14 14:15:00

Début période	LAeq	L90	L50	L10	L5	L1	
04/09/2014 15:00	62.6	58.2	61.8	64.8	65.7	67.9	
04/09/2014 15:15	63.8	58.4	61.7	66.1	67.9	72.8	
04/09/2014 15:30	62.9	58.1	61.6	65.4	66.3	69.2	
04/09/2014 15:45	62.8	58.6	61.8	65.3	66.0	68.0	
04/09/2014 16:00	63.8	59.3	62.8	65.7	66.3	71.2	
04/09/2014 16:15	63.6	59.3	62.6	65.8	66.7	70.3	
04/09/2014 16:30	63.7	59.2	62.6	66.0	66.9	70.7	
04/09/2014 16:45	65.7	59.4	62.4	66.3	67.5	79.1	
04/09/2014 17:00	64.4	60.5	63.2	66.3	67.7	71.2	
04/09/2014 17:15	68.4	59.9	63.6	66.7	68.5	82.7	64.9
04/09/2014 17:30	65.4	59.8	62.6	66.3	67.9	75.0	
04/09/2014 17:45	63.4	59.0	62.7	65.7	66.4	67.7	
04/09/2014 18:00	64.1	60.1	62.7	66.4	67.5	70.2	
04/09/2014 18:15	64.0	60.1	62.9	65.9	66.8	70.0	
04/09/2014 18:30	63.7	59.2	62.8	66.0	66.8	69.3	
04/09/2014 18:45	65.6	58.9	62.3	66.9	68.7	77.0	
04/09/2014 19:00	64.9	59.7	63.2	66.4	67.9	72.8	
04/09/2014 19:15	65.0	58.6	62.4	66.1	66.9	73.8	
04/09/2014 19:30	63.4	59.3	62.6	65.7	66.8	68.7	
04/09/2014 19:45	62.5	58.0	61.3	65.1	66.1	68.7	
04/09/2014 20:00	63.1	59.1	62.0	65.5	66.7	68.1	
04/09/2014 20:15	64.3	58.8	61.8	65.9	67.4	73.2	
04/09/2014 20:30	62.5	57.9	61.1	64.8	66.0	69.5	
04/09/2014 20:45	61.4	56.5	60.3	63.9	65.2	68.5	
04/09/2014 21:00	60.7	55.6	59.3	63.6	64.7	66.5	
04/09/2014 21:15	61.1	54.4	59.1	63.3	64.9	71.6	
04/09/2014 21:30	60.5	55.2	59.5	63.2	64.3	66.8	
04/09/2014 21:45	59.7	53.9	57.7	63.0	64.4	66.2	
04/09/2014 22:00	60.6	55.6	59.0	63.6	64.9	66.8	
04/09/2014 22:15	59.3	52.7	57.4	62.7	63.9	66.4	
04/09/2014 22:30	60.4	54.2	58.6	63.6	65.6	67.1	
04/09/2014 22:45	61.1	53.9	58.0	64.2	65.5	70.0	
04/09/2014 23:00	58.8	53.7	57.2	61.7	63.3	66.0	
04/09/2014 23:15	59.2	51.9	57.1	62.4	63.7	67.3	
04/09/2014 23:30	60.9	53.6	57.4	63.3	66.9	71.1	
04/09/2014 23:45	59.2	52.2	56.4	63.1	64.7	66.6	
05/09/2014 00:00	58.6	50.2	54.7	62.1	63.5	67.1	
05/09/2014 00:15	58.6	52.1	55.7	61.8	64.1	66.3	
05/09/2014 00:30	56.1	48.8	52.5	60.2	61.9	64.3	
05/09/2014 00:45	55.5	48.5	53.0	59.1	60.0	63.2	
05/09/2014 01:00	56.8	49.6	53.2	60.0	62.3	66.5	
05/09/2014 01:15	55.3	47.9	51.5	58.6	60.2	65.4	
05/09/2014 01:30	57.3	47.7	50.5	60.6	65.6	67.7	
05/09/2014 01:45	53.1	47.4	50.9	55.6	57.2	63.1	
05/09/2014 02:00	56.0	48.8	51.1	57.1	63.5	68.2	
05/09/2014 02:15	55.5	48.0	51.6	59.2	60.2	63.4	
05/09/2014 02:30	53.2	47.0	50.8	56.6	58.2	62.7	
05/09/2014 02:45	57.6	51.7	54.4	60.8	64.0	65.6	
05/09/2014 03:00	53.2	47.4	49.8	56.8	58.9	61.2	
05/09/2014 03:15	51.5	46.5	47.9	55.5	57.1	60.8	
05/09/2014 03:30	54.3	50.3	51.6	57.8	59.0	61.4	
05/09/2014 03:45	55.9	46.7	49.8	59.8	61.8	66.5	
05/09/2014 04:00	54.4	47.1	49.4	56.7	59.9	66.7	
05/09/2014 04:15	55.8	47.4	51.3	60.3	62.0	65.2	
05/09/2014 04:30	55.8	48.1	51.7	59.9	61.9	64.7	
05/09/2014 04:45	56.4	47.8	51.9	60.7	62.1	64.4	
05/09/2014 05:00	57.7	49.7	55.0	61.6	63.7	64.7	
05/09/2014 05:15	58.0	52.2	55.9	61.8	63.1	64.2	
05/09/2014 05:30	59.6	52.5	57.7	62.5	64.1	67.1	
05/09/2014 05:45	58.6	52.1	56.2	62.4	63.3	65.1	
05/09/2014 06:00	61.2	54.5	59.4	64.3	65.5	67.5	
05/09/2014 06:15	60.8	53.0	57.4	63.5	65.1	69.5	
05/09/2014 06:30	61.1	54.8	59.4	64.5	65.2	66.7	
05/09/2014 06:45	61.8	54.7	59.9	65.1	66.5	68.6	
05/09/2014 07:00	62.1	55.2	60.8	65.3	66.3	67.5	
05/09/2014 07:15	63.4	56.6	62.0	66.2	66.9	70.2	
05/09/2014 07:30	63.4	57.1	62.0	66.6	67.6	69.0	
05/09/2014 07:45	63.8	58.4	62.3	67.0	68.0	70.6	
05/09/2014 08:00	63.9	58.8	63.0	66.6	67.1	68.1	
05/09/2014 08:15	63.8	57.9	62.5	66.7	67.7	69.6	
05/09/2014 08:30	64.7	59.9	63.4	67.2	68.1	72.3	
05/09/2014 08:45	64.2	59.2	63.1	66.6	67.4	70.1	
05/09/2014 09:00	63.3	58.8	62.5	65.9	66.8	68.3	
05/09/2014 09:15	63.3	57.8	62.1	66.0	66.8	69.2	
05/09/2014 09:30	64.2	58.1	62.9	66.6	67.6	71.9	
05/09/2014 09:45	62.5	57.5	60.8	65.0	66.0	68.0	
05/09/2014 10:00	62.8	57.0	60.9	65.0	65.7	67.9	
05/09/2014 10:15	63.1	57.2	61.2	65.5	66.8	71.6	
05/09/2014 10:30	64.6	57.6	61.5	65.7	66.8	68.2	
05/09/2014 10:45	63.2	57.9	62.2	65.5	66.8	68.7	
05/09/2014 11:00	64.2	58.0	62.0	66.4	68.3	71.8	
05/09/2014 11:15	62.4	56.8	61.2	65.2	66.3	68.3	
05/09/2014 11:30	63.0	58.0	61.9	65.9	66.8	68.4	
05/09/2014 11:45	63.9	59.6	62.5	66.3	67.6	70.9	
05/09/2014 12:00	63.5	59.4	62.5	65.8	66.6	68.7	
05/09/2014 12:15	62.9	58.5	61.8	65.8	66.4	67.6	
05/09/2014 12:30	63.0	58.2	62.3	65.6	66.2	67.4	
05/09/2014 12:45	63.1	57.7	62.0	65.9	66.4	68.9	
05/09/2014 13:00	63.1	58.7	61.5	65.1	66.2	70.2	
05/09/2014 13:15	62.9	58.0	61.6	65.2	66.3	71.4	
05/09/2014 13:30	63.8	59.4	62.6	65.7	66.5	68.1	
05/09/2014 13:45	63.6	59.3	63.0	65.7	66.5	68.5	
05/09/2014 14:00	63.1	58.6	62.5	65.5	66.3	68.7	
04/09/2014 14:15	62.9	58.0	61.6	65.2	66.3	71.4	
04/09/2014 14:30	62.6	57.6	61.7	65.1	66.3	68.0	
04/09/2014 14:45	62.9	58.5	61.6	65.7	66.9	69.4	
Période totale	63.6	51.3	60.4	65.2	66.3	68.9	

Valeurs corrigées

EVOLUTION TEMPORELLE POINT N° 5





INDICES STATISTIQUES POINT N° 5

Début	04/09/14 14:15:00
Fin	05/09/14 14:15:00
Périodes	1h

Début période	LAeq	L90	L50	L10	L5	L1	LAeq gauss
05/09/2014 08:00	64.2	57.7	60.0	68.1	70.2	74.3	60.3
05/09/2014 09:00	63.5	56.5	59.0	66.8	69.8	73.6	59.5
05/09/2014 10:00	63.1	56.0	58.6	66.2	69.0	73.8	59.1
05/09/2014 11:00	65.4	56.3	59.4	67.0	69.5	79.2	60.0
05/09/2014 12:00	63.2	56.2	58.4	65.8	69.6	74.2	58.8
05/09/2014 13:00	63.7	56.0	58.3	67.2	69.7	75.4	58.7
05/09/2014 14:00	62.3	56.0	58.8	64.9	68.3	71.6	59.4
04/09/2014 15:00	63.2	56.0	59.1	67.0	69.0	73.7	59.7
04/09/2014 16:00	63.6	56.3	60.0	66.6	68.9	73.9	61.0
04/09/2014 17:00	64.6	56.6	59.8	67.2	70.5	75.2	60.5
04/09/2014 18:00	63.8	55.7	58.5	67.2	69.5	75.0	59.1
04/09/2014 19:00	64.3	55.8	58.7	68.6	71.0	74.1	59.3
04/09/2014 20:00	62.9	54.1	57.5	66.3	68.9	73.9	58.3
04/09/2014 21:00	59.8	52.6	55.5	63.2	66.3	69.8	56.1
04/09/2014 22:00	67.0	52.3	56.1	71.2	74.6	78.7	57.2
04/09/2014 23:00	67.5	50.7	53.8	68.4	74.0	80.8	54.5
05/09/2014 00:00	63.3	49.3	51.8	67.6	71.2	75.6	52.2
05/09/2014 01:00	64.6	49.5	51.3	59.1	74.9	77.5	51.5
05/09/2014 02:00	67.7	50.2	55.0	71.2	75.9	79.4	56.6
05/09/2014 03:00	62.3	48.1	49.4	61.8	71.0	75.0	49.6
05/09/2014 04:00	63.3	48.2	50.4	64.2	69.2	77.1	50.7
05/09/2014 05:00	62.7	50.6	53.2	62.8	70.1	74.9	53.6
05/09/2014 06:00	65.4	53.9	57.2	69.2	73.7	76.6	58.0
05/09/2014 07:00	71.0	55.9	59.2	70.8	73.5	77.3	60.0
Période totale	64.9	54.6	57.6	67.4	71.5	76.2	58.2

TRAITEMENT DES DONNEES POINT N° 5

Début période	LAeq (mesuré) en dB(A)	LAeq (GAUSS) en dB(A)	LAeq (corrigé) en dB(A)
05/09/2014 06:00	65.4	58.0	65.4
05/09/2014 07:00	71.0	60.0	71.0
05/09/2014 08:00	64.2	60.3	64.2
05/09/2014 09:00	63.5	59.5	63.5
05/09/2014 10:00	63.1	59.1	63.1
05/09/2014 11:00	65.4	60.0	65.4
05/09/2014 12:00	63.2	58.8	63.2
05/09/2014 13:00	63.7	58.7	63.7
05/09/2014 14:00	62.3	59.4	58.8
04/09/2014 15:00	63.2	59.7	63.2
04/09/2014 16:00	63.6	61.0	63.6
04/09/2014 17:00	64.6	60.5	64.6
04/09/2014 18:00	63.8	59.1	63.8
04/09/2014 19:00	64.3	59.3	64.3
04/09/2014 20:00	62.9	58.3	62.9
04/09/2014 21:00	59.8	56.1	59.8
LAeq (6h-22h)	64.7	59.4	64.7

Début période	LAeq (mesuré) en dB(A)	LAeq (GAUSS) en dB(A)	LAeq (corrigé) en dB(A)
04/09/2014 22:00	67.0	57.2	67.0
04/09/2014 23:00	67.5	54.5	67.5
05/09/2014 00:00	63.3	52.2	63.3
05/09/2014 01:00	64.6	51.5	64.6
05/09/2014 02:00	67.7	56.6	67.7
05/09/2014 03:00	62.3	49.6	62.3
05/09/2014 04:00	63.3	50.7	63.3
05/09/2014 05:00	62.7	53.6	62.7
LAeq (22h-6h)	65.3	54.0	65.3
		Valeurs corrigées	

INDICES STATISTIQUES POINT N° 5

Périodes	15m
Début	04/09/14 14:15:00
Fin	05/09/14 14:15:00

Début période	LAeq	L90	L50	L10	L5	L1
04/09/2014 15:00	61.8	56.2	58.9	65.2	67.8	70.9
04/09/2014 15:15	62.0	55.9	58.1	64.9	67.2	73.6
04/09/2014 15:30	63.0	55.5	58.2	67.9	69.3	72.4
04/09/2014 15:45	65.2	56.4	60.6	68.8	70.9	76.2
04/09/2014 16:00	65.0	56.2	59.4	67.0	70.7	77.2
04/09/2014 16:15	62.5	56.4	59.5	65.7	67.9	70.9
04/09/2014 16:30	62.8	56.0	59.7	65.7	67.6	73.3
04/09/2014 16:45	63.6	56.4	61.2	67.7	68.8	70.4
04/09/2014 17:00	65.5	58.2	61.4	68.6	71.3	73.8
04/09/2014 17:15	66.2	56.1	59.4	66.9	72.1	78.6
04/09/2014 17:30	63.1	55.5	59.4	66.1	68.3	74.0
04/09/2014 17:45	62.6	56.1	58.2	67.0	69.0	70.9
04/09/2014 18:00	64.7	55.9	59.1	67.7	69.4	77.2
04/09/2014 18:15	64.5	55.6	58.1	67.9	70.7	75.8
04/09/2014 18:30	62.4	55.8	58.5	66.2	68.3	71.6
04/09/2014 18:45	63.0	55.3	58.4	66.8	69.4	73.5
04/09/2014 19:00	62.4	56.3	58.9	66.8	68.3	69.7
04/09/2014 19:15	65.2	55.9	59.7	68.6	71.3	75.0
04/09/2014 19:30	63.9	55.1	57.7	67.7	69.6	75.3
04/09/2014 19:45	65.2	55.8	58.3	70.5	73.1	74.5
04/09/2014 20:00	63.4	55.0	58.4	67.7	69.7	72.9
04/09/2014 20:15	61.6	53.9	57.2	64.7	66.4	72.3
04/09/2014 20:30	61.9	53.6	56.5	65.0	68.0	74.1
04/09/2014 20:45	64.1	53.8	57.7	67.1	70.4	75.5
04/09/2014 21:00	60.6	52.2	56.1	65.0	67.3	69.1
04/09/2014 21:15	60.2	53.2	56.3	63.7	66.5	69.2
04/09/2014 21:30	60.3	52.8	55.2	62.6	66.3	71.9
04/09/2014 21:45	57.7	51.9	54.1	60.1	64.5	67.9
04/09/2014 22:00	62.6	52.6	56.2	67.4	69.0	71.0
04/09/2014 22:15	60.9	51.4	53.6	62.7	69.0	72.8
04/09/2014 22:30	69.5	52.1	55.8	72.8	77.1	81.9
04/09/2014 22:45	69.0	52.9	57.9	74.3	76.8	80.3
04/09/2014 23:00	62.9	51.0	54.4	66.9	69.6	74.9
04/09/2014 23:15	64.0	51.2	53.7	68.8	71.6	75.7
04/09/2014 23:30	70.3	50.4	52.5	59.2	72.6	85.0
04/09/2014 23:45	68.6	49.9	54.3	71.6	77.7	79.8
05/09/2014 00:00	68.5	49.9	53.5	72.6	76.5	81.1
05/09/2014 00:15	53.8	49.4	51.2	54.6	55.9	66.1
05/09/2014 00:30	51.4	48.8	50.2	53.2	54.1	57.4
05/09/2014 00:45	60.5	49.2	51.6	66.1	68.8	70.7
05/09/2014 01:00	59.2	49.2	52.1	61.4	67.1	71.3
05/09/2014 01:15	60.9	49.0	50.8	57.7	69.8	74.4
05/09/2014 01:30	69.6	49.8	50.9	60.0	80.3	82.5
05/09/2014 01:45	55.4	49.9	51.2	54.3	62.4	66.8
05/09/2014 02:00	68.0	50.3	52.0	67.0	77.8	81.7
05/09/2014 02:15	67.6	52.5	59.1	73.0	74.5	76.1
05/09/2014 02:30	54.2	48.3	49.3	54.5	59.0	66.8
05/09/2014 02:45	70.4	48.5	53.0	74.3	78.3	81.9
05/09/2014 03:00	63.9	48.6	51.2	66.0	69.5	77.0
05/09/2014 03:15	61.4	47.9	48.8	56.6	71.3	73.5
05/09/2014 03:30	51.1	47.8	48.4	52.8	55.9	61.4
05/09/2014 03:45	64.4	48.0	48.7	61.5	74.4	77.1
05/09/2014 04:00	61.4	48.3	49.9	55.7	68.2	75.3
05/09/2014 04:15	62.5	48.5	51.3	57.9	65.6	77.2
05/09/2014 04:30	63.4	48.0	49.6	54.5	67.7	77.7
05/09/2014 04:45	65.1	48.1	50.6	69.7	72.3	77.9
05/09/2014 05:00	67.8	49.9	53.0	67.4	75.6	80.1
05/09/2014 05:15	53.9	49.5	51.5	55.9	58.0	63.0
05/09/2014 05:30	57.8	51.0	53.8	60.6	64.5	67.7
05/09/2014 05:45	58.0	51.8	54.0	58.3	62.1	71.4
05/09/2014 06:00	60.4	53.5	56.3	63.1	67.1	70.7
05/09/2014 06:15	63.8	53.8	58.2	64.7	67.3	77.0
05/09/2014 06:30	64.6	54.3	57.4	69.6	71.8	75.3
05/09/2014 06:45	68.7	53.9	56.7	72.8	78.3	79.4
05/09/2014 07:00	75.5	55.8	58.7	67.0	69.5	72.9
05/09/2014 07:15	69.6	56.2	59.7	75.2	77.8	79.6
05/09/2014 07:30	64.1	54.8	57.8	65.5	70.2	78.1
05/09/2014 07:45	64.9	56.5	60.2	67.7	69.8	76.1
05/09/2014 08:00	64.2	57.4	59.6	68.9	70.9	72.4
05/09/2014 08:15	62.8	57.7	59.2	64.8	67.8	73.7
05/09/2014 08:30	64.5	57.0	59.4	68.0	70.3	76.6
05/09/2014 08:45	64.9	58.6	61.3	69.5	71.0	73.0
05/09/2014 09:00	64.5	57.0	59.7	67.8	70.9	74.7
05/09/2014 09:15	62.0	56.9	58.9	64.3	67.9	71.7
05/09/2014 09:30	64.7	55.6	59.1	68.1	71.4	75.7
05/09/2014 09:45	62.0	56.2	58.2	66.2	68.0	70.4
05/09/2014 10:00	61.2	55.3	58.1	65.0	66.8	69.5
05/09/2014 10:15	59.5	56.6	58.7	60.9	61.8	64.6
05/09/2014 10:30	66.2	56.0	59.2	68.6	72.0	78.4
05/09/2014 10:45	62.6	56.1	58.5	67.0	69.7	72.0
05/09/2014 11:00	64.1	56.4	60.7	68.7	69.6	72.4
05/09/2014 11:15	63.0	56.3	58.8	64.8	70.2	73.7
05/09/2014 11:30	61.4	56.0	58.5	63.4	66.9	71.2
05/09/2014 11:45	69.0	56.6	59.1	68.7	70.4	84.4
05/09/2014 12:00	61.9	56.8	59.1	65.0	67.3	70.4
05/09/2014 12:15	62.7	55.9	58.4	66.6	69.8	72.1
05/09/2014 12:30	61.8	55.7	57.7	62.3	65.7	74.6
05/09/2014 12:45	65.4	56.2	58.3	67.6	72.5	76.9
05/09/2014 13:00	60.9	55.5	57.5	64.9	66.8	68.8
05/09/2014 13:15	62.2	55.8	58.5	65.1	68.9	72.1
05/09/2014 13:30	62.1	56.0	58.5	65.9	67.2	71.3
05/09/2014 13:45	66.8	56.6	58.7	70.3	72.9	80.0
05/09/2014 14:00	63.2	56.3	59.8	65.7	68.4	71.2
04/09/2014 14:15	63.0	56.3	58.8	64.8	70.2	73.7
04/09/2014 14:30	62.4	56.1	58.8	65.9	68.6	70.7
04/09/2014 14:45	59.9	55.1	57.5	62.5	63.9	69.6
Période totale	65.8	50.5	57.5	66.6	69.8	76.6
					Valeurs corrigées	

10.2. RESULTATS DES MESURES ACOUSTIQUES, REALISEES PAR SETEC EN 2016

PF1

Mme GHALI Nadia
123, Rue Masséna (façade sur rue Deruelle)
69003 LYON
45°45'47.4"N 4°51'19.6"E

Du 03/02/2016 - 16h00
au 04/02/2016 - 16h00
durée 24h00

Mesure :	Bruit routier
Position :	2 m en avant façade Sud / H = 15 m (R+4)
Type de sol :	Route enrobée et trottoirs bétonnés
Sources de bruit :	Bruit routier prédominant.
Configuration :	En surplomb par rapport au bvd. Eugène Deruelle
Site :	Site tres urbanisé
Matériel utilisé :	Sonomètre Fusion n°10527
	Calibreur B&K type 4231 n°2022323

Conditions météorologiques dominantes pendant les mesures

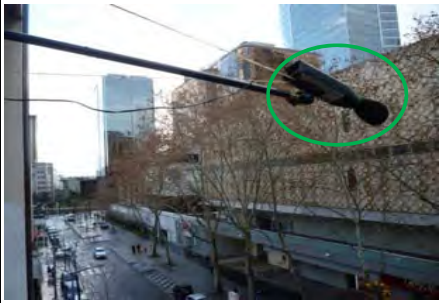
jour	Homogène (U3T3)
nuit	Favorable (U3T4)



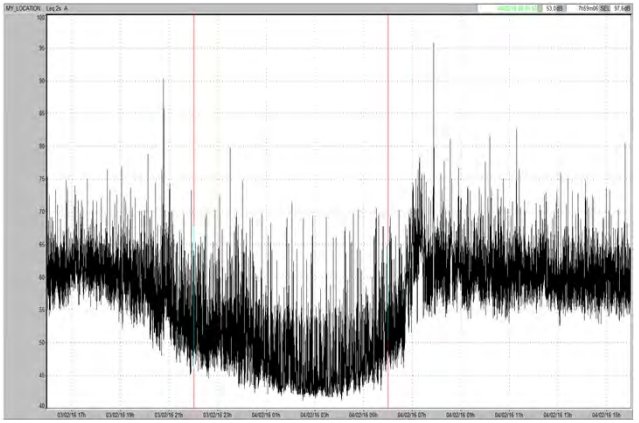
Vue aérienne







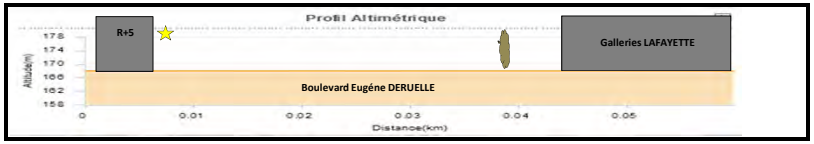
Photographies



Evolution temporelle des niveaux sonores

Résultats des mesures en dB(A)				
Période	**LAeq,mes**	**LAeq,rec**	**L50**	**L10**
6h-22h	62,5	**61,6**	59,4	64,2
6h-18h	62,7	**61,7**	59,8	64,5
18h-22h	61,6	**61,1**	57,9	63,2
22h-6h	53,1	**53,7**	47,1	55,2
Lden	60,8	60,4	-	-

Comptages horaires effectués / trafics long terme (LT)				
Période	**comptages TV**	**% PL**	**trafics LT [année]**	**% PL**
6h-22h	279	1,3%	248	1,0%
6h-18h	303	**1,5%**	266	1,1%
18h-22h	207	**0,6%**	194	0,7%
22h-6h	19	0,0%	23	0,3%



Validation des résultats :

(conformément à la norme NF S 31-085)

Répartition "gaussienne" du bruit dû au trafic routier et estimation du niveau sonore de long terme:

T = intervalle de base : intervalle de temps pour lequel les mesures sont statistiquement représentatives

Test pour chaque intervalle de base : d = LAeq, base - LAeq, Gauss < 1 dB(A)

avec : LAeq, Gauss = L50 + 0.07(L10-L50)² en zone dégagée avec des trafics réguliers*

LAeq, Gauss = (L10+L50)/2 + 0.0175(L10-L50)² dans des rues en U ou pour des trafics discontinus*

>> Validation ou rejet de la mesure (test applicable uniquement pour une mesure réalisée à une distance supérieure à 5 m de la source)

si d < 1 dB(A) : mesure validée comme représentative d'un bruit de trafic routier

Cas particuliers : si d >> 1 dB(A) : présence de sources anormalement bruyantes ou de bruit parasite pendant au moins 10% du temps

si d < 0 : mesure validée comme représentative d'un bruit de trafic routier intermittent ou urbain discontinu

T = 1 heure

Début période	LAeq base	Lmin	Lmax	L50	L10	LAeq Gauss	Ecart	Validation
03/02/2016 16:00	61,6	53,8	78,1	60,3	63,9	61,2	0,4	Bruit de trafic routier
03/02/2016 17:00	62,5	55,2	75,8	61,4	64,4	62,0	0,5	Bruit de trafic routier
03/02/2016 18:00	61,6	52,8	79,0	60,3	64,0	61,3	0,3	Bruit de trafic routier
03/02/2016 19:00	60,8	51,1	79,7	58,9	63,3	60,3	0,5	Bruit de trafic routier
03/02/2016 20:00	64,2	47,8	90,6	56,9	63,2	59,7	4,5	Limite de validité
03/02/2016 21:00	57,2	45,0	76,2	53,1	60,0	56,4	0,8	Bruit de trafic routier
03/02/2016 22:00	55,2	44,3	70,9	51,1	58,5	54,9	0,3	Bruit de trafic routier
03/02/2016 23:00	56,2	43,1	80,1	50,1	57,5	53,9	2,3	Limite de validité
04/02/2016 00:00	53,8	42,2	75,4	48,6	56,1	52,5	1,3	Limite de validité
04/02/2016 01:00	50,9	41,8	69,4	45,5	52,5	48,9	2,0	Limite de validité
04/02/2016 02:00	50,4	41,1	71,9	43,9	51,2	47,6	2,8	Limite de validité
04/02/2016 03:00	48,6	41,5	69,3	43,5	49,9	46,4	2,2	Limite de validité
04/02/2016 04:00	51,6	41,1	71,6	45,1	53,1	49,6	2,0	Limite de validité
04/02/2016 05:00	52,7	42,6	70,7	48,0	55,3	51,7	1,0	Bruit de trafic routier
04/02/2016 06:00	57,7	45,8	71,2	53,3	61,3	57,8	-0,1	Bruit de trafic routier
04/02/2016 07:00	68,3	53,0	95,9	62,2	69,3	65,7	2,6	Limite de validité
04/02/2016 08:00	63,3	53,8	84,0	61,0	65,6	62,5	0,8	Bruit de trafic routier
04/02/2016 09:00	62,1	53,5	76,0	60,2	64,3	61,4	0,7	Bruit de trafic routier
04/02/2016 10:00	62,0	52,9	83,1	59,5	64,5	61,3	0,8	Bruit de trafic routier
04/02/2016 11:00	61,8	54,4	85,6	59,9	63,7	60,9	0,9	Bruit de trafic routier
04/02/2016 12:00	61,3	54,3	75,6	59,8	63,7	60,9	0,4	Bruit de trafic routier
04/02/2016 13:00	60,6	52,5	78,8	59,0	62,6	59,9	0,7	Bruit de trafic routier
04/02/2016 14:00	60,8	52,8	74,9	59,1	63,4	60,4	0,4	Bruit de trafic routier
04/02/2016 15:00	60,7	52,9	83,5	58,8	63,0	60,0	0,7	Bruit de trafic routier

Cohérence entre LAeq et trafic - Estimation du niveau sonore long terme :

LAeq, LT = LAeq, mes val + 10 x log(Qeq,LT/Qeq,mes) + 20 x log (VLT/Vmes)
s = |LAeq, LT - LAeq, mes val|
En fonction des valeurs de s, une règle de décision est appliquée (validation ou rejet)

LAeq, LT : niveau sonore équivalent long terme
LAeq,mes val : niveau sonore équivalent mesuré validé par les tests précédents
Qeq,LT : débit moyen horaire équivalent long terme
Qeq,mes : débit moyen horaire équivalent mesuré
où Qeq = QVL + E x QPL
E : facteur d'équivalence acoustique
VLT : vitesse moyenne long terme du flot de véhicule
Vmes : vitesse moyenne mesurée ou estimée du flot de véhicule

E donné par NF S 31-085

	Rampe de la voie (en %)				
VLT (en km/h)	*< 2*	*3*	*4*	*5*	*6>*
120	*4*	*5*	*5*	*6*	*6*
100	*5*	*5*	*6*	*6*	*7*
80	*7*	*9*	*10*	*11*	*12*
50	***10***	*13*	*16*	*18*	*20*

-Résultats des comptages effectués:

		(6h-22h)	(6h-18h)	(18h-22h)	(22h-6h)	
Rue Deruelle	>>TMHA :	279	303	207	19	véh / h
	dont %PL :	1,3%	1,5%	0,6%	0,0%	
	Qeq,mes :	312	343	218	19	véh / h
	Vmes :	29	29	29	29	km/h

-Caractéristiques moyennes du trafic :

Rue Deruelle	>> TMHA :	248	266	194	23	véh/h
	dont %PL :	1,0%	1,1%	0,7%	0,3%	
	Qeq,LT :	271	292	206	24	véh /h
	VLT :	28	28	28	28	km/h

-Vérification de la validité des mesures :

>> Application de la règle décisionnelle (Cf NF S 31-085)

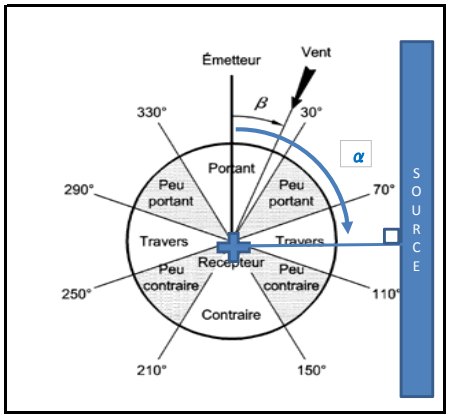
si s < 3 dB(A) : mesure validée
si s > 3 dB(A) : mesure non validée

	(6h-22h)	(6h-18h)	(18h-22h)	(22h-6h)	
LAeq, LT =	**61,6**	**61,7**	**61,1**	**53,7**	**dB(A)**
s =	**0,9**	**1,0**	**0,5**	**0,6**	**dB(A)**

>> Mesure validée de jour **>> Mesure validée de nuit**

Poste	Date	heure	H précipitation mm	vit vent m/s	Direction du vent à 10 m
69029001	03/02/2016	16	0,2	7,1	320
		17	0	5,1	300
		18	1	3,2	330
		19	0	1,9	320
		20	0	0,0	0
		21	0	0,6	340
		22	0	1,5	140
		23	0	0,0	0
	04/02/2016	0	0	0,0	0
		1	0,4	3,7	310
		2	0	1,7	70
		3	0	2,7	310
		4	0	1,9	20
		5	0	0,7	120
		6	0	0,7	100
		7	0	0,8	150
		8	0	0,0	0
		9	0	0,5	90
		10	0	1,0	110
		11	0	0,0	0
		12	0	1,2	80
		13	0	1,7	360
		14	0	2,9	290
		15	0	0,9	50

						PF1				
force vent à 2m	**Vitesse du vent**	**Période**	**Rayonnement**	**Humidité**	**Orientation source / PF**	**Direction équivalente**	**Classe U**	**Classe T**	**effet**
4,6	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	170	Peu_contraire	U2	T3	-
3,3	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	170	Peu_contraire	U2	T3	-
2,1	Vent_moyen	Coucher_de_soleil	-	Sol_humide	170	Contraire	U2	T3	-
1,2	Vent_moyen	Coucher_de_soleil	-	Sol_humide	170	Peu_contraire	U2	T3	-
0,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_nuageux	Sol_humide	170	Contraire	U3	T3	Z
0,4	Vent_faible	Nuit	Ciel_nuageux	Sol_humide	170	Contraire	U3	T3	Z
1,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_nuageux	-	170	Portant	U3	T4	+
0,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_nuageux	-	170	Contraire	U3	T4	+
0,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_nuageux	-	170	Contraire	U3	T4	+
2,4	Vent_moyen	Nuit	Ciel_nuageux	-	170	Peu_contraire	U2	T4	Z
1,1	Vent_moyen	Nuit	Ciel_nuageux	-	170	De_travers	U3	T4	+
1,8	Vent_moyen	Nuit	Ciel_nuageux	-	170	Peu_contraire	U2	T4	Z
1,2	Vent_moyen	Nuit	Ciel_nuageux	-	170	Peu_contraire	U2	T4	Z
0,5	Vent_faible	Nuit	Ciel_nuageux	-	170	Peu_Portant	U3	T4	+
0,5	Vent_faible	Nuit	Ciel_nuageux	-	170	Peu_Portant	U3	T4	+
0,5	Vent_faible	Lever_de_soleil	-	-	170	Portant	U3	T3	Z
0,0	Vent_faible	Lever_de_soleil	-	-	170	Contraire	U3	T3	Z
0,3	Vent_faible	Jour	Moyen	Sol_Sec	170	De_travers	U3	T3	Z
0,7	Vent_faible	Jour	Moyen	Sol_sec	170	Peu_Portant	U3	T3	Z
0,0	Vent_faible	Jour	Moyen	Sol_sec	170	Contraire	U3	T3	Z
0,8	Vent_faible	Jour	Moyen	Sol_sec	170	De_travers	U3	T3	Z
1,1	Vent_moyen	Jour	Moyen	Sol_sec	170	Contraire	U2	T3	-
1,9	Vent_moyen	Jour	Moyen	Sol_sec	170	Peu_contraire	U2	T3	-
0,6	Vent_faible	Jour	Moyen	Sol_sec	170	Peu_contraire	U3	T3	Z



Effet météorologique suivant la norme NF S 31-088

PF1		% d'occurrence		
		24h	(6h-22h)	(22h-6h)
Tres défavorable	--	0%	0%	0%
Défavorable	-	25%	38%	0%
Homogène	Z	50%	56%	38%
Favorable	+	25%	6%	63%
Tres favorable	++	0%	0%	0%

PF2

Cité Administrative
165, Rue Garibaldi
69003 LYON
45°45'36.6"N 4°51'09.2"E

Du 03/02/2016 - 14h00
au 04/02/2016 - 14h00
durée 24h00

Mesure :	Bruit routier
Position :	2 m en avant façade Ouest / H = 9 m (R+2)
Type de sol :	Route enrobée, trottoirs bétonnés et voies bus
Sources de bruit :	Bruit routier prédominant.
Configuration :	En surplomb par rapport à la rue Garibaldi.
Site :	Site très urbanisé
Matériel utilisé :	Sonomètre Fusion n°10794
	Calibreur B&K type 4231 n°2022323

Conditions météorologiques dominantes pendant les mesures

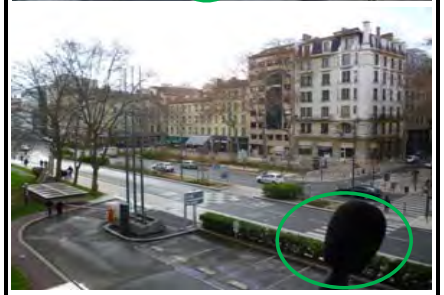
jour	Favorable (U3T4)
nuit	Favorable (U3T4)



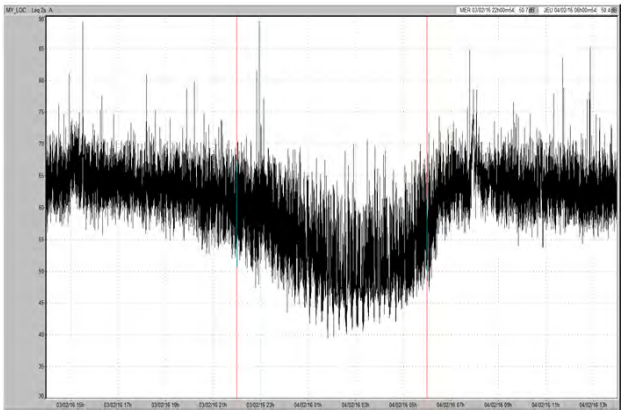
Vue aérienne







Photographies



Evolution temporelle des niveaux sonores

Résultats des mesures en dB(A)				
Période	**LAeq,mes**	**LAeq,rec**	**L50**	**L10**
6h-22h	65,1	**64,7**	63	67,6
6h-18h	65,4	**64,9**	63,3	67,8
18h-22h	64	**64,0**	62,2	66,8
22h-6h	59,5	**60,1**	53,2	62
Lden	64,8	65,0	-	-

Comptages horaires effectués / trafics long terme (LT)						
Période	**comptages TV**	**% PL**	**trafics LT [année]**	**% PL**	Comptage 2RM	LT 2RM
6h-22h	1 391	2,3%	1 191	2,1%	44	38
6h-18h	1 438	**2,6%**	1 201	2,5%	40	34
18h-22h	1 248	**1,0%**	1 161	0,9%	56	49
22h-6h	204	2,0%	229	1,3%	6	7



Validation des résultats :

(conformément à la norme NF S 31-085)

Répartition "gaussienne" du bruit dû au trafic routier et estimation du niveau sonore de long terme:

T = intervalle de base : intervalle de temps pour lequel les mesures sont statistiquement représentatives

Test pour chaque intervalle de base : d = LAeq, base - LAeq, Gauss < 1 dB(A)

avec : LAeq, Gauss = L50 + 0.07(L10-L50)² en zone dégagée avec des trafics réguliers*

LAeq, Gauss = (L10+L50)/2 + 0.0175(L10-L50)² dans des rues en U ou pour des trafics discontinus*

>> Validation ou rejet de la mesure (test applicable uniquement pour une mesure réalisée à une distance supérieure à 5 m de la source)

si d < 1 dB(A) : mesure validée comme représentative d'un bruit de trafic routier

Cas particuliers : si d >> 1 dB(A) : présence de sources anormalement bruyantes ou de bruit parasite pendant au moins 10% du temps

si d < 0 : mesure validée comme représentative d'un bruit de trafic routier intermittent ou urbain discontinu

T = 1 heure

Début période	LAeq base	Lmin	Lmax	L50	L10	LAeq Gauss	Ecart	Validation
03/02/2016 14:00	65,8	56,0	83,7	64,0	68,4	65,4	0,4	Bruit de trafic routier
03/02/2016 15:00	68,6	56,4	90,6	65,2	69,8	66,7	1,9	Limite de validité
03/02/2016 16:00	65,3	55,5	78,5	63,7	68,1	65,1	0,2	Bruit de trafic routier
03/02/2016 17:00	64,8	56,6	76,1	63,5	67,6	64,7	0,1	Bruit de trafic routier
03/02/2016 18:00	64,8	55,5	82,2	63,0	66,8	64,0	0,8	Bruit de trafic routier
03/02/2016 19:00	64,4	54,1	80,3	63,0	67,3	64,3	0,1	Bruit de trafic routier
03/02/2016 20:00	63,6	52,3	80,6	61,5	66,8	63,5	0,1	Bruit de trafic routier
03/02/2016 21:00	62,8	51,4	76,5	60,8	66,2	62,8	0,0	Bruit de trafic routier
03/02/2016 22:00	65,6	47,0	90,7	59,4	65,4	61,9	3,7	Limite de validité
03/02/2016 23:00	60,9	46,9	77,3	58,1	64,4	60,9	0,0	Bruit de trafic routier
04/02/2016 00:00	58,2	43,5	70,3	54,5	62,3	58,8	-0,6	Bruit de trafic routier
04/02/2016 01:00	54,9	39,4	68,8	51,4	58,5	54,9	0,0	Bruit de trafic routier
04/02/2016 02:00	53,4	39,6	70,5	48,1	56,7	53,3	0,1	Bruit de trafic routier
04/02/2016 03:00	53,3	40,4	71,3	48,6	56,5	53,0	0,3	Bruit de trafic routier
04/02/2016 04:00	53,6	41,6	70,1	49,4	57,0	53,4	0,2	Bruit de trafic routier
04/02/2016 05:00	57,9	44,2	70,6	53,9	62,0	58,5	-0,6	Bruit de trafic routier
04/02/2016 06:00	62,7	46,5	75,0	60,9	66,1	62,8	-0,1	Bruit de trafic routier
04/02/2016 07:00	66,8	54,5	85,2	63,9	69,3	65,9	0,9	Bruit de trafic routier
04/02/2016 08:00	65,7	57,4	79,4	64,6	67,8	65,3	0,4	Bruit de trafic routier
04/02/2016 09:00	64,7	53,7	79,3	63,2	67,6	64,6	0,1	Bruit de trafic routier
04/02/2016 10:00	64,1	53,5	74,8	62,6	66,9	63,9	0,2	Bruit de trafic routier
04/02/2016 11:00	64,7	55,5	84,7	62,8	67,1	64,1	0,6	Bruit de trafic routier
04/02/2016 12:00	64,8	54,3	87,7	62,1	66,9	63,7	1,1	Limite de validité
04/02/2016 13:00	63,6	54,6	75,1	61,8	66,4	63,3	0,3	Bruit de trafic routier

Cohérence entre LAeq et trafic - Estimation du niveau sonore long terme :

LAeq, LT = LAeq, mes val + 10 x log(Qeq,LT/Qeq,mes) + 20 x log (VLT/Vmes)
s = |LAeq, LT - LAeq, mes val|
En fonction des valeurs de s, une règle de décision est appliquée (validation ou rejet)

LAeq, LT : niveau sonore équivalent long terme
LAeq,mes val : niveau sonore équivalent mesuré validé par les tests précédents
Qeq,LT : débit moyen horaire équivalent long terme
Qeq,mes : débit moyen horaire équivalent mesuré
où Qeq = QVL + E x QPL
E : facteur d'équivalence acoustique
VLT : vitesse moyenne long terme du flot de véhicule
Vmes : vitesse moyenne mesurée ou estimée du flot de véhicule

E donné par NF S 31-085

	Rampe de la voie (en %)				
VLT (en km/h)	*< 2*	*3*	*4*	*5*	*6>*
120	*4*	*5*	*5*	*6*	*6*
100	*5*	*5*	*6*	*6*	*7*
80	*7*	*9*	*10*	*11*	*12*
50	***10***	*13*	*16*	*18*	*20*

-Résultats des comptages effectués:		(6h-22h)	(6h-18h)	(18h-22h)	(22h-6h)	
Rue Garibaldi	>>TMHA :	1 391	1 438	1 248	204	véh / h
	dont %PL :	2,3%	2,6%	1,0%	2,0%	
	Qeq,mes :	1 676	1 781	1 361	240	véh / h
	Vmes :	31	31	31	31	km/h
-Caractéristiques moyennes du trafic :						
Rue Garibaldi	>> TMHA :	1 191	1 201	1 161	229	véh/h
	dont %PL :	2,1%	2,5%	0,9%	1,3%	
	Qeq,LT :	1 416	1 468	1 260	256	véh /h
	VLT :	32	32	32	32	km/h

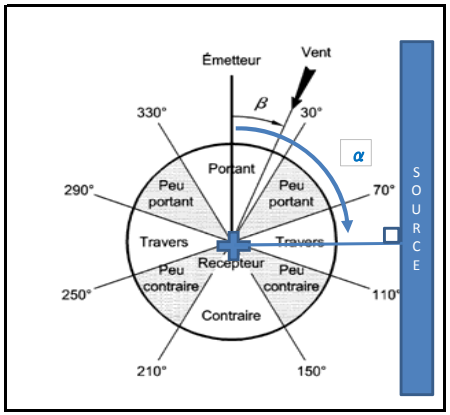
-Vérification de la validité des mesures :
>> Application de la règle décisionnelle (Cf NF S 31-085)
si s < 3 dB(A) : mesure validée
si s > 3 dB(A) : mesure non validée

	(6h-22h)	(6h-18h)	(18h-22h)	(22h-6h)	
LAeq, LT =	**64,7**	**64,9**	**64,0**	**60,1**	**dB(A)**
s =	**0,4**	**0,5**	**0,0**	**0,6**	**dB(A)**

>> Mesure validée de jour **>> Mesure validée de nuit**

Poste	Date	heure	H précipitation mm	vit vent m/s	Direction du vent à 10 m
69029001	03/02/2016	14	0	4,7	320
		15	1,4	4,5	310
		16	0,2	7,1	320
		17	0	5,1	300
		18	1	3,2	330
		19	0	1,9	320
		20	0	0,0	0
		21	0	0,6	340
		22	0	1,5	140
		23	0	0,0	0
	04/02/2016	0	0	0,0	0
		1	0,4	3,7	310
		2	0	1,7	70
		3	0	2,7	310
		4	0	1,9	20
		5	0	0,7	120
		6	0	0,7	100
		7	0	0,8	150
		8	0	0,0	0
		9	0	0,5	90
		10	0	1,0	110
		11	0	0,0	0
		12	0	1,2	80
		13	0	1,7	360

					PF1				
force vent à 2m	**Vitesse du vent**	**Période**	**Rayonnement**	**Humidité**	**Orientation source / PF**	**Direction équivalente**	**Classe U**	**Classe T**	**effet**
3,1	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	260	Peu_Portant	U4	T3	+
2,9	Vent_moyen	Jour	Moyen	Sol_humide	260	Peu_Portant	U4	T3	+
4,6	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	260	Peu_Portant	U4	T3	+
3,3	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	260	Peu_Portant	U4	T3	+
2,1	Vent_moyen	Coucher_de_soleil	-	-	260	Peu_Portant	U4	T3	+
1,2	Vent_moyen	Coucher_de_soleil	-	-	260	Peu_Portant	U4	T3	+
0,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_nuageux	-	260	De_travers	U3	T4	+
0,4	Vent_faible	Nuit	Ciel_nuageux	-	260	De_travers	U3	T4	+
1,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_nuageux	-	260	Peu_contraire	U3	T4	+
0,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_nuageux	-	260	De_travers	U3	T4	+
0,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_nuageux	-	260	De_travers	U3	T4	+
2,4	Vent_moyen	Nuit	Ciel_nuageux	-	260	Peu_Portant	U4	T4	++
1,1	Vent_moyen	Nuit	Ciel_nuageux	-	260	Contraire	U2	T4	Z
1,8	Vent_moyen	Nuit	Ciel_nuageux	-	260	Peu_Portant	U4	T4	++
1,2	Vent_moyen	Nuit	Ciel_nuageux	-	260	Peu_contraire	U2	T4	Z
0,5	Vent_faible	Nuit	Ciel_nuageux	-	260	Peu_contraire	U3	T4	+
0,5	Vent_faible	Nuit	Ciel_nuageux	-	260	Contraire	U3	T4	+
0,5	Vent_faible	Lever_de_soleil	-	-	260	De_travers	U3	T3	Z
0,0	Vent_faible	Lever_de_soleil	-	-	260	De_travers	U3	T3	Z
0,3	Vent_faible	Jour	Moyen	Sol_sec	260	Contraire	U3	T3	Z
0,7	Vent_faible	Jour	Moyen	Sol_sec	260	Peu_contraire	U3	T3	Z
0,0	Vent_faible	Jour	Moyen	Sol_sec	260	De_travers	U3	T3	Z
0,8	Vent_faible	Jour	Moyen	Sol_sec	260	Contraire	U3	T3	Z
1,1	Vent_moyen	Jour	Moyen	Sol_sec	260	De_travers	U3	T3	Z



Effet météorologique suivant la norme NF S 31-088

PF1		% d'occurrence		
		24h	(6h-22h)	(22h-6h)
Tres défavorable	--	0%	0%	0%
Défavorable	-	0%	0%	0%
Homogène	Z	38%	44%	25%
Favorable	+	54%	56%	50%
Tres favorable	++	8%	0%	25%

PF3

M. JULLIEN Pierre
126, Rue Paul Bert
69003 LYON
45°45'25.1"N 4°51'18.5"E

Du 02/02/2016 - 14h00
au 03/02/2016 - 14h00
durée 24h00

Mesure :	Bruit routier
Position :	2 m en avant façade Nord / H = 15 m (R+4)
Type de sol :	Route enrobée et trottoirs bétonnés
Sources de bruit :	Bruit routier prédominant.
Configuration :	En surplomb par rapport à la rue Paul Bert
Site :	Site tres urbanisé
Matériel utilisé :	Sonomètre Fusion n°10527
	Calibreur B&K type 4231 n°2022323

Conditions météorologiques dominantes pendant les mesures

jour	Homogène (U3T3)
nuit	Homogène (U3T3)



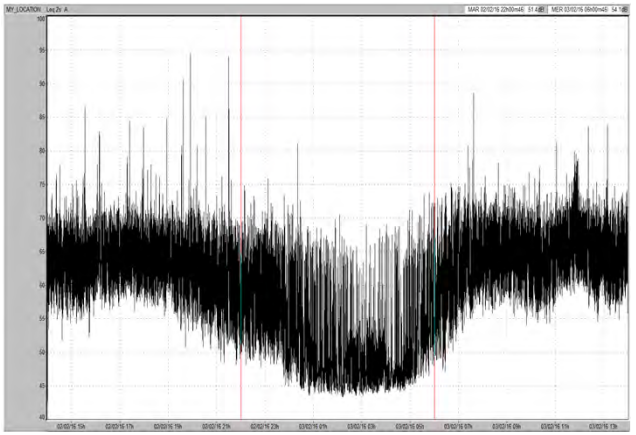
Vue aérienne







Photographies



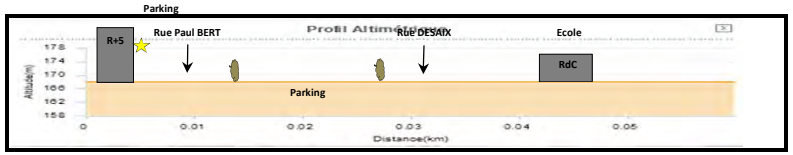
Evolution temporelle des niveaux sonores

Résultats des mesures en dB(A)

Période	LAeq,mes	LAeq,rec	L50	L10
6h-22h	67,2	**66,7**	63,6	69,7
6h-18h	67,0	**66,4**	64	69,9
18h-22h	67,9	**67,8**	62,2	68,6
22h-6h	58,6	**59,5**	50,9	63,2
Lden	66,1	66,2	-	-

Comptages horaires effectués / trafics long terme (LT)

Période	comptages TV	% PL	trafics LT [année]	% PL
6h-22h	841	1,8%	797	1,6%
6h-18h	866	**1,9%**	800	1,6%
18h-22h	766	**1,6%**	788	1,5%
22h-6h	134	1,3%	175	1,1%



Validation des résultats :

(conformément à la norme NF S 31-085)

Répartition "gaussienne" du bruit dû au trafic routier et estimation du niveau sonore de long terme:

T = intervalle de base : intervalle de temps pour lequel les mesures sont statistiquement représentatives

Test pour chaque intervalle de base : d = LAeq, base - LAeq, Gauss < 1 dB(A)

avec : LAeq, Gauss = L50 + 0.07(L10-L50)² en zone dégagée avec des trafics réguliers*

LAeq, Gauss = (L10+L50)/2 + 0.0175(L10-L50)² dans des rues en U ou pour des trafics discontinus*

>> Validation ou rejet de la mesure (test applicable uniquement pour une mesure réalisée à une distance supérieure à 5 m de la source)

si d < 1 dB(A) : mesure validée comme représentative d'un bruit de trafic routier

Cas particuliers : si d >> 1 dB(A) : présence de sources anormalement bruyantes ou de bruit parasite pendant au moins 10% du temps

si d < 0 : mesure validée comme représentative d'un bruit de trafic routier intermittent ou urbain discontinu

T = 1 heure

Début période	LAeq base	Lmin	Lmax	L50	L10	LAeq Gauss	Ecart	Validation
02/02/2016 14:00	65,3	42,3	78,2	63,0	68,7	65,3	0,0	Bruit de trafic routier
02/02/2016 15:00	66,1	52,2	87,6	63,2	68,9	65,5	0,6	Bruit de trafic routier
02/02/2016 16:00	66,4	55,8	83,8	64,4	69,2	66,0	0,4	Bruit de trafic routier
02/02/2016 17:00	67,0	56,2	84,8	64,8	69,1	66,1	0,9	Bruit de trafic routier
02/02/2016 18:00	66,5	55,3	87,8	64,1	69,1	65,9	0,7	Bruit de trafic routier
02/02/2016 19:00	69,5	50,5	94,8	63,5	69,0	65,6	3,9	Limite de validité
02/02/2016 20:00	65,1	50,3	88,1	61,9	68,3	64,8	0,3	Bruit de trafic routier
02/02/2016 21:00	69,0	48,1	94,4	59,6	67,0	63,4	5,6	Limite de validité
02/02/2016 22:00	62,2	47,8	75,3	58,8	66,2	62,6	-0,4	Bruit de trafic routier
02/02/2016 23:00	61,5	44,7	76,2	57,1	65,6	62,2	-0,7	Bruit de trafic routier
03/02/2016 00:00	59,2	43,5	82,3	52,0	63,2	60,8	-1,6	Bruit de trafic routier
03/02/2016 01:00	55,3	43,6	70,7	47,6	59,3	57,2	-1,9	Bruit de trafic routier
03/02/2016 02:00	53,1	43,2	70,9	47,7	55,5	52,0	1,1	Limite de validité
03/02/2016 03:00	52,4	43,4	70,0	47,5	53,8	50,3	2,1	Limite de validité
03/02/2016 04:00	54,8	43,9	72,1	46,6	57,4	54,8	0,0	Bruit de trafic routier
03/02/2016 05:00	59,4	45,0	74,3	52,7	63,6	61,0	-1,6	Bruit de trafic routier
03/02/2016 06:00	63,7	47,0	75,9	59,2	67,9	64,5	-0,8	Bruit de trafic routier
03/02/2016 07:00	68,0	52,8	90,2	63,4	70,5	66,9	1,1	Limite de validité
03/02/2016 08:00	67,2	55,3	79,6	65,7	70,4	67,2	0,0	Bruit de trafic routier
03/02/2016 09:00	66,6	53,6	77,5	64,9	69,9	66,7	-0,1	Bruit de trafic routier
03/02/2016 10:00	65,6	53,9	79,5	63,1	69,2	65,7	-0,1	Bruit de trafic routier
03/02/2016 11:00	69,0	57,3	82,7	66,1	72,0	68,5	0,5	Bruit de trafic routier
03/02/2016 12:00	67,3	54,6	83,8	65,3	70,5	67,2	0,1	Bruit de trafic routier
03/02/2016 13:00	66,6	54,8	85,2	64,0	69,8	66,4	0,2	Bruit de trafic routier

Cohérence entre LAeq et trafic - Estimation du niveau sonore long terme :

LAeq, LT = LAeq, mes val + 10 x log(Qeq,LT/Qeq,mes) + 20 x log (VLT/Vmes)
s = |LAeq, LT - LAeq, mes val|
En fonction des valeurs de s, une règle de décision est appliquée (validation ou rejet)

LAeq, LT : niveau sonore équivalent long terme
LAeq,mes val : niveau sonore équivalent mesuré validé par les tests précédents
Qeq,LT : débit moyen horaire équivalent long terme
Qeq,mes : débit moyen horaire équivalent mesuré
où Qeq = QVL + E x QPL
E : facteur d'équivalence acoustique
VLT : vitesse moyenne long terme du flot de véhicule
Vmes : vitesse moyenne mesurée ou estimée du flot de véhicule

E donné par NF S 31-085

	Rampe de la voie (en %)				
VLT (en km/h)	*< 2*	*3*	*4*	*5*	*6>*
120	*4*	*5*	*5*	*6*	*6*
100	*5*	*5*	*6*	*6*	*7*
80	*7*	*9*	*10*	*11*	*12*
50	***10***	*13*	*16*	*18*	*20*

-Résultats des comptages effectués:

		(6h-22h)	(6h-18h)	(18h-22h)	(22h-6h)	
Rue Paul BERT	>>TMHA :	841	866	766	134	véh / h
	dont %PL :	1,8%	1,9%	1,6%	1,3%	
	Qeq,mes :	978	1 012	877	150	véh / h
	Vmes :	33	33	33	33	km/h

-Caractéristiques moyennes du trafic :

Rue Paul BERT	>> TMHA :	797	800	788	175	véh/h
	dont %PL :	1,6%	1,6%	1,5%	1,1%	
	Qeq,LT :	909	915	891	193	véh /h
	VLT :	32	32	32	32	km/h

-Vérification de la validité des mesures :

>> Application de la règle décisionnelle (Cf NF S 31-085)

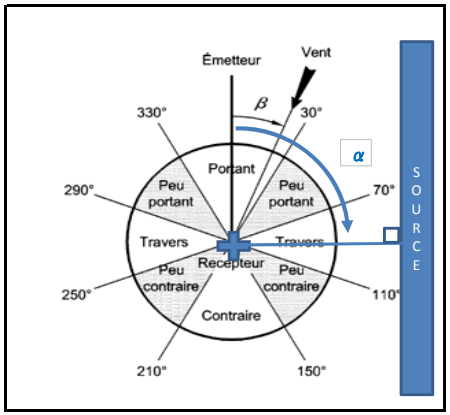
si s < 3 dB(A) : mesure validée
si s > 3 dB(A) : mesure non validée

	(6h-22h)	(6h-18h)	(18h-22h)	(22h-6h)	
LAeq, LT =	**66,7**	**66,4**	**67,8**	**59,5**	**dB(A)**
s =	**0,5**	**0,6**	**0,1**	**0,9**	**dB(A)**

>> Mesure validée de jour **>> Mesure validée de nuit**

Poste	Date	heure	H précipitation mm	vit vent m/s	Direction du vent à 10 m
69029001	02/02/2016	14	0	0,7	20
		15	0	2,1	80
		16	0	1,0	80
		17	0	1,5	70
		18	0	1,5	100
		19	0	1,4	100
		20	0	1,1	160
		21	0	1,5	160
		22	0	0,0	0
		23	0	2,0	250
	03/02/2016	0	0	1,8	140
		1	0	0,0	0
		2	0	1,1	140
		3	0	0,5	190
		4	0	1,6	210
		5	0,4	1,7	160
		6	0	1,6	190
		7	0	7,0	310
		8	0	5,1	300
		9	0	4,9	310
		10	0	5,2	310
		11	0	2,8	320
		12	0,6	5,7	310
		13	0	4,8	320

					PF3				
force vent à 2m	**Vitesse du vent**	**Période**	**Rayonnement**	**Humidité**	**Orientation source / PF**	**Direction équivalente**	**Classe U**	**Classe T**	**effet**
0,5	Vent_faible	Jour	Moyen	Sol_sec	0	Portant	U3	T3	Z
1,4	Vent_moyen	Jour	Moyen	Sol_sec	0	De_travers	U3	T3	Z
0,7	Vent_faible	Jour	Moyen	Sol_sec	0	De_travers	U3	T3	Z
1,0	Vent_faible	Jour	Moyen	Sol_sec	0	Peu_Portant	U3	T3	Z
1,0	Vent_faible	Coucher_de_soleil	-	-	0	De_travers	U3	T3	Z
0,9	Vent_faible	Coucher_de_soleil	-	-	0	De_travers	U3	T3	Z
0,7	Vent_faible	Nuit	Ciel_dégagé	-	0	Contraire	U3	T3	Z
1,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_dégagé	-	0	Contraire	U3	T3	Z
0,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_dégagé	-	0	Portant	U3	T3	Z
1,3	Vent_moyen	Nuit	Ciel_dégagé	-	0	Peu_contraire	U2	T3	-
1,2	Vent_moyen	Nuit	Ciel_dégagé	-	0	Peu_contraire	U2	T3	-
0,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_dégagé	-	0	Portant	U3	T3	Z
0,7	Vent_faible	Nuit	Ciel_dégagé	-	0	Peu_contraire	U3	T3	Z
0,3	Vent_faible	Nuit	Ciel_dégagé	-	0	Contraire	U3	T3	Z
1,0	Vent_moyen	Nuit	Ciel_nuageux	-	0	Contraire	U2	T4	Z
1,1	Vent_moyen	Nuit	Ciel_nuageux	-	0	Contraire	U2	T4	Z
1,0	Vent_moyen	Nuit	Ciel_nuageux	-	0	Contraire	U2	T4	Z
4,6	Vent_fort	Lever_de_soleil	-	-	0	Peu_portant	U4	T3	+
3,3	Vent_fort	Lever_de_soleil	-	-	0	Peu_portant	U4	T3	+
3,2	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	0	Peu_portant	U4	T3	+
3,4	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	0	Peu_portant	U4	T3	+
1,8	Vent_moyen	Jour	Moyen	Sol_humide	0	Peu_portant	U4	T3	+
3,7	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	0	Peu_portant	U4	T3	+
3,1	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	0	Peu_portant	U4	T3	+



Effet météorologique suivant la norme NF S 31-088

		% d'occurrence		
		24h	(6h-22h)	(22h-6h)
Tres défavorable	--	0%	0%	0%
Défavorable	-	8%	0%	25%
Homogène	Z	63%	56%	75%
Favorable	+	29%	44%	0%
Tres favorable	++	0%	0%	0%

PF4

M. COLIN
5, Rue du Lac
69003 LYON
45°45'31.9"N 4°51'16.6"E

Du 03/02/2016 - 12h00
au 04/02/2016 - 12h00
durée 24h00

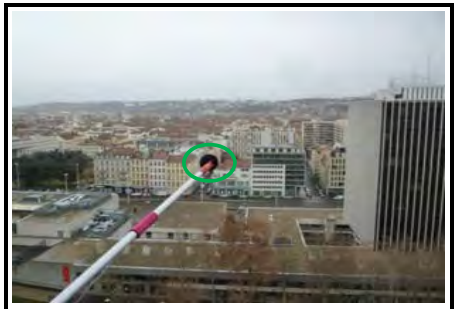
Mesure :	Bruit routier
Position :	2 m en avant façade Ouest / H = 45 m (R+14)
Type de sol :	Route enrobée et trottoirs bétonnés
Sources de bruit :	Bruit routier prédominant.
Configuration :	En surplomb par rapport à la rue du Lac. Rue Garibaldi visible.
Site :	Site trés urbanisé
Matériel utilisé :	Sonomètre Solo n°65779
	Calibreur B&K type 4231 n°2022323

Conditions météorologiques dominantes pendant les mesures

jour	Homogène (U3T3) à favorable (U4T3)
nuit	Homogène (U3T3)



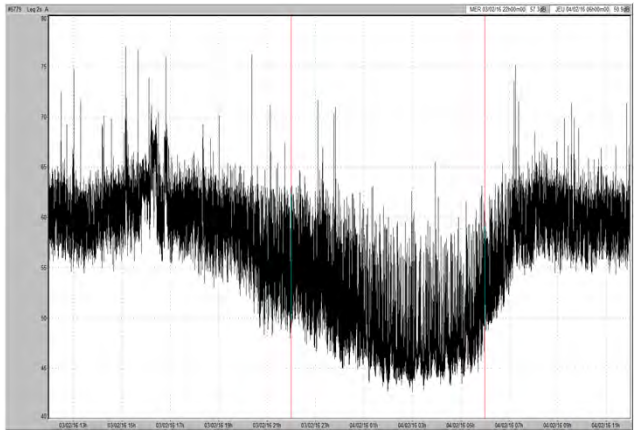
Vue aérienne







Photographies



Evolution temporelle des niveaux sonores

Résultats des mesures en dB(A)

Période	LAeq,mes	LAeq,rec	L50	L10
6h-22h	60,7	**59,6**	59,5	63,1
6h-18h	61,1	**60,1**	59,8	63,4
18h-22h	59,2	**58,8**	58	62,2
22h-6h	52,7	**52,6**	48,7	56,5
Lden	59,3	58,8	-	-

Comptages horaires effectués / trafics long terme (LT)

Période	comptages TV	% PL	trafics LT [année]	% PL
6h-22h	296	1,6%	259	0,9%
6h-18h	313	**1,3%**	268	1,1%
18h-22h	246	**0,3%**	234	0,4%
22h-6h	24	0,5%	25	0,3%



Validation des résultats :

(conformément à la norme NF S 31-085)

Répartition "gaussienne" du bruit dû au trafic routier et estimation du niveau sonore de long terme:

T = intervalle de base : intervalle de temps pour lequel les mesures sont statistiquement représentatives

Test pour chaque intervalle de base : d = LAeq, base - LAeq, Gauss < 1 dB(A)

avec : LAeq, Gauss = L50 + 0.07(L10-L50)² en zone dégagée avec des trafics réguliers*

LAeq, Gauss = (L10+L50)/2 + 0.0175(L10-L50)² dans des rues en U ou pour des trafics discontinus*

>> Validation ou rejet de la mesure (test applicable uniquement pour une mesure réalisée à une distance supérieure à 5 m de la source)

si d < 1 dB(A) : mesure validée comme représentative d'un bruit de trafic routier

Cas particuliers : si d >> 1 dB(A) : présence de sources anormalement bruyantes ou de bruit parasite pendant au moins 10% du temps

si d < 0 : mesure validée comme représentative d'un bruit de trafic routier intermittent ou urbain discontinu

T = 1 heure

Début période	LAeq base	Lmin	Lmax	L50	L10	LAeq Gauss	Ecart	Validation
03/02/2016 12:00	60,9	54,5	74,2	59,9	63,1	60,6	0,3	Bruit de trafic routier
03/02/2016 13:00	60,2	54,1	74,8	59,1	62,2	59,8	0,4	Bruit de trafic routier
03/02/2016 14:00	61,1	54,5	71,1	60,4	63,0	60,9	0,2	Bruit de trafic routier
03/02/2016 15:00	62,9	55,5	78,0	61,9	64,5	62,4	0,5	Bruit de trafic routier
03/02/2016 16:00	64,5	55,4	76,2	62,9	67,6	64,4	0,1	Bruit de trafic routier
03/02/2016 17:00	61,0	55,2	67,5	60,3	63,1	60,8	0,2	Bruit de trafic routier
03/02/2016 18:00	60,7	52,9	70,5	59,7	63,0	60,5	0,2	Bruit de trafic routier
03/02/2016 19:00	59,9	52,1	72,9	58,9	62,3	59,7	0,2	Bruit de trafic routier
03/02/2016 20:00	58,6	48,3	77,8	57,2	61,3	58,4	0,2	Bruit de trafic routier
03/02/2016 21:00	57,0	47,9	73,4	54,8	60,4	57,0	0,0	Bruit de trafic routier
03/02/2016 22:00	56,1	46,8	65,4	54,0	59,7	56,3	-0,2	Bruit de trafic routier
03/02/2016 23:00	55,9	45,7	72,7	52,4	59,0	55,4	0,5	Bruit de trafic routier
04/02/2016 00:00	52,8	44,8	62,9	49,9	56,5	52,9	-0,1	Bruit de trafic routier
04/02/2016 01:00	50,7	42,5	63,6	47,2	54,1	50,5	0,2	Bruit de trafic routier
04/02/2016 02:00	49,1	42,9	62,8	46,0	52,0	48,5	0,6	Bruit de trafic routier
04/02/2016 03:00	49,1	42,5	66,0	46,3	51,7	48,3	0,8	Bruit de trafic routier
04/02/2016 04:00	49,1	42,8	62,4	46,7	51,7	48,5	0,6	Bruit de trafic routier
04/02/2016 05:00	51,4	43,3	64,4	48,7	54,7	51,2	0,2	Bruit de trafic routier
04/02/2016 06:00	55,8	48,4	66,2	53,8	59,0	55,7	0,1	Bruit de trafic routier
04/02/2016 07:00	60,1	52,4	76,7	58,9	62,7	59,9	0,2	Bruit de trafic routier
04/02/2016 08:00	61,1	54,4	70,5	60,4	63,4	61,0	0,1	Bruit de trafic routier
04/02/2016 09:00	60,5	54,3	72,9	59,7	62,7	60,3	0,2	Bruit de trafic routier
04/02/2016 10:00	60,0	54,3	68,2	59,3	62,2	59,9	0,1	Bruit de trafic routier
04/02/2016 11:00	60,0	54,3	72,5	59,1	62,2	59,8	0,2	Bruit de trafic routier

Cohérence entre LAeq et trafic - Estimation du niveau sonore long terme :

LAeq, LT = LAeq, mes val + 10 x log(Qeq,LT/Qeq,mes) + 20 x log (VLT/Vmes)
s = |LAeq, LT - LAeq, mes val|
En fonction des valeurs de s, une règle de décision est appliquée (validation ou rejet)

LAeq, LT : niveau sonore équivalent long terme
LAeq,mes val : niveau sonore équivalent mesuré validé par les tests précédents
Qeq,LT : débit moyen horaire équivalent long terme
Qeq,mes : débit moyen horaire équivalent mesuré
où Qeq = QVL + E x QPL
E : facteur d'équivalence acoustique
VLT : vitesse moyenne long terme du flot de véhicule
Vmes : vitesse moyenne mesurée ou estimée du flot de véhicule

E donné par NF S 31-085

	Rampe de la voie (en %)				
VLT (en km/h)	*< 2*	*3*	*4*	*5*	*6>*
120	*4*	*5*	*5*	*6*	*6*
100	*5*	*5*	*6*	*6*	*7*
80	*7*	*9*	*10*	*11*	*12*
50	***10***	*13*	*16*	*18*	*20*

-Résultats des comptages effectués:

		(6h-22h)	(6h-18h)	(18h-22h)	(22h-6h)	
Rue du Lac	>>TMHA :	296	313	246	24	véh / h
	dont %PL :	1,6%	1,3%	0,3%	0,5%	
	Qeq,mes :	340	350	253	25	véh / h
	Vmes :	35	35	35	35	km/h

-Caractéristiques moyennes du trafic :

Rue du Lac	>> TMHA :	259	268	234	25	véh/h
	dont %PL :	0,9%	1,1%	0,4%	0,3%	
	Qeq,LT :	281	293	243	25	véh /h
	VLT :	34	34	34	34	km/h

-Vérification de la validité des mesures :

>> Application de la règle décisionnelle (Cf NF S 31-085)

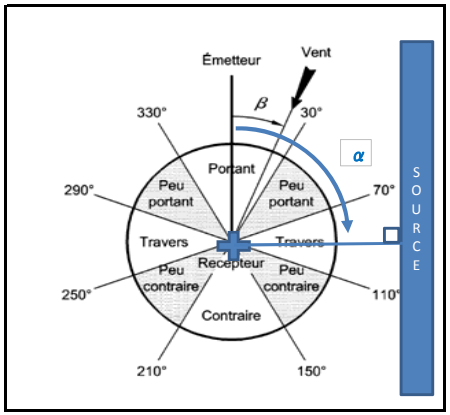
si s < 3 dB(A) : mesure validée
si s > 3 dB(A) : mesure non validée

	(6h-22h)	(6h-18h)	(18h-22h)	(22h-6h)	
LAeq, LT =	**59,6**	**60,1**	**58,8**	**52,6**	**dB(A)**
s =	**1,1**	**1,0**	**0,4**	**0,1**	**dB(A)**

>> Mesure validée de jour **>> Mesure validée de nuit**

Poste	Date	heure	H précipitation mm	vit vent m/s	Direction du vent à 10 m
69029001	03/02/2016	12	0,6	5,7	310
		13	0	4,8	320
		14	0	4,7	320
		15	1,4	4,5	310
		16	0,2	7,1	320
		17	0	5,1	300
		18	1	3,2	330
		19	0	1,9	320
		20	0	0,0	0
		21	0	0,6	340
		22	0	1,5	140
		23	0	0,0	0
	04/02/2016	0	0	0,0	0
		1	0,4	3,7	310
		2	0	1,7	70
		3	0	2,7	310
		4	0	1,9	20
		5	0	0,7	120
		6	0	0,7	100
		7	0	0,8	150
		8	0	0,0	0
		9	0	0,5	90
		10	0	1,0	110
		11	0	0,0	0

					PF4				
force vent à 2m	**Vitesse du vent**	**Période**	**Rayonnement**	**Humidité**	**Orientation source / PF**	**Direction équivalente**	**Classe U**	**Classe T**	**effet**
3,7	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	260	Peu_Portant	U4	T3	+
3,1	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	260	Peu_Portant	U4	T3	+
3,1	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	260	Peu_Portant	U4	T3	+
2,9	Vent_moyen	Jour	Moyen	Sol_humide	260	Peu_Portant	U4	T3	+
4,6	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	260	Peu_Portant	U4	T3	+
3,3	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	260	Peu_Portant	U4	T3	+
2,1	Vent_moyen	Coucher_de_soleil	-	-	260	Peu_Portant	U4	T3	+
1,2	Vent_moyen	Coucher_de_soleil	-	-	260	Peu_Portant	U4	T3	+
0,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_dégagé	-	260	De_travers	U3	T3	Z
0,4	Vent_faible	Nuit	Ciel_dégagé	-	260	De_travers	U3	T3	Z
1,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_dégagé	-	260	Peu_contraire	U3	T3	Z
0,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_dégagé	-	260	De_travers	U3	T3	Z
0,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_dégagé	-	260	De_travers	U3	T3	Z
2,4	Vent_moyen	Nuit	Ciel_dégagé	-	260	Peu_Portant	U4	T3	+
1,1	Vent_moyen	Nuit	Ciel_nuageux	-	260	Contraire	U2	T4	Z
1,8	Vent_moyen	Nuit	Ciel_nuageux	-	260	Peu_Portant	U4	T4	++
1,2	Vent_moyen	Nuit	Ciel_nuageux	-	260	Peu_contraire	U2	T4	Z
0,5	Vent_faible	Nuit	Ciel_nuageux	-	260	Peu_contraire	U3	T4	+
0,5	Vent_faible	Lever_de_soleil	-	-	260	Contraire	U3	T3	Z
0,5	Vent_faible	Lever_de_soleil	-	-	260	De_travers	U3	T3	Z
0,0	Vent_faible	Jour	Moyen	Sol_sec	260	De_travers	U3	T3	Z
0,3	Vent_faible	Jour	Moyen	Sol_sec	260	Contraire	U3	T3	Z
0,7	Vent_faible	Jour	Moyen	Sol_sec	260	Peu_contraire	U3	T3	Z
0,0	Vent_faible	Jour	Moyen	Sol_sec	260	De_travers	U3	T3	Z



Effet météorologique suivant la norme NF S 31-088

PF4		% d'occurrence		
		24h	(6h-22h)	(22h-6h)
Tres défavorable	--	0%	0%	0%
Défavorable	-	0%	0%	0%
Homogène	Z	54%	50%	63%
Favorable	+	42%	50%	25%
Tres favorable	++	4%	0%	13%

PF5

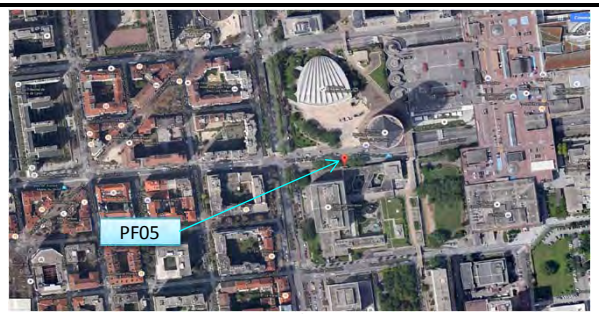
Cité Administrative
165, Rue Garibaldi
69003 LYON
45°45'31.9"N 4°51'16.6"E

Du 02/02/2016 - 13h00
au 03/02/2016 - 13h00
durée 24h00

Mesure :	Bruit routier
Position :	2 m en avant façade Nord / H = 9 m (R+2)
Type de sol :	Route enrobée et trottoirs bétonnés
Sources de bruit :	Bruit routier prédominant / Tramway (ligne T1).
Configuration :	En surplomb par rapport à la rue de Servient. Station tram T1 Part-Dieu Servient
Site :	Site tres urbanisé
Matériel utilisé :	Sonomètre Fusion n°10794
	Calibreur B&K type 4231 n°2022323

Conditions météorologiques dominantes pendant les mesures

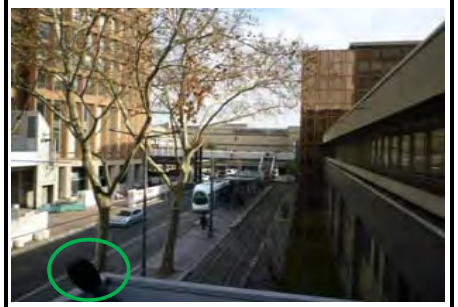
jour	Favorable (U4T3)
nuit	Homogène (U2T4)



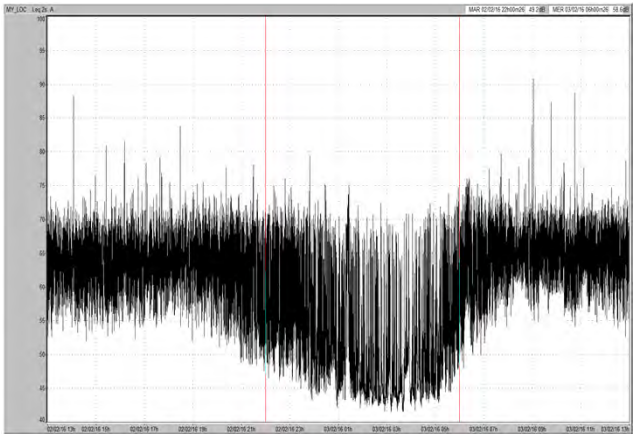
Vue aérienne







Photographies



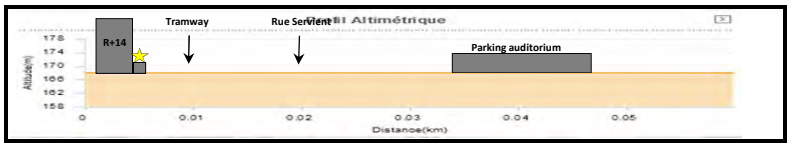
Evolution temporelle des niveaux sonores

Résultats des mesures en dB(A)

Période	LAeq,mes	LAeq,rec	L50	L10
6h-22h	65,6	**65,4**	63,6	68,6
6h-18h	65,9	**65,6**	63,8	68,7
18h-22h	64,8	**64,9**	62,8	68,2
22h-6h	60	**61,6**	50	64,5
Lden	65,4	66,1	-	-

Comptages horaires effectués / trafics long terme (LT)

Période	comptages TV	% PL	trafics LT [année]	% PL	Nb Tram
6h-22h	752	0,0%	718	0,0%	321
6h-18h	764	**0,0%**	712	0,0%	241
18h-22h	717	**0,0%**	735	0,0%	80
22h-6h	115	0,0%	164	0,0%	14



Validation des résultats :

(conformément à la norme NF S 31-085)

Répartition "gaussienne" du bruit dû au trafic routier et estimation du niveau sonore de long terme:

T = intervalle de base : intervalle de temps pour lequel les mesures sont statistiquement représentatives

Test pour chaque intervalle de base : d = LAeq, base - LAeq, Gauss < 1 dB(A)

avec : LAeq, Gauss = L50 + 0.07(L10-L50)² en zone dégagée avec des trafics réguliers*

LAeq, Gauss = (L10+L50)/2 + 0.0175(L10-L50)² dans des rues en U ou pour des trafics discontinus*

>> Validation ou rejet de la mesure (test applicable uniquement pour une mesure réalisée à une distance supérieure à 5 m de la source)

si d < 1 dB(A) : mesure validée comme représentative d'un bruit de trafic routier

Cas particuliers : si d >> 1 dB(A) : présence de sources anormalement bruyantes ou de bruit parasite pendant au moins 10% du temps

si d < 0 : mesure validée comme représentative d'un bruit de trafic routier intermittent ou urbain discontinu

T = 1 heure

Début période	LAeq base	Lmin	Lmax	L50	L10	LAeq Gauss	Ecart	Validation
02/02/2016 13:00	64,8	52,4	74,6	63,3	67,9	64,8	0,0	Bruit de trafic routier
02/02/2016 14:00	65,9	51,8	90,0	63,3	67,9	64,8	1,1	Limite de validité
02/02/2016 15:00	64,7	52,7	81,3	63,2	67,7	64,6	0,1	Bruit de trafic routier
02/02/2016 16:00	65,4	52,2	84,5	63,2	68,1	64,9	0,5	Bruit de trafic routier
02/02/2016 17:00	64,9	53,7	81,2	63,0	67,6	64,5	0,4	Bruit de trafic routier
02/02/2016 18:00	65,2	51,9	85,6	63,7	67,9	64,9	0,3	Bruit de trafic routier
02/02/2016 19:00	65,4	52,1	77,7	63,9	68,5	65,4	0,0	Bruit de trafic routier
02/02/2016 20:00	64,8	48,6	80,6	62,4	68,6	65,1	-0,3	Bruit de trafic routier
02/02/2016 21:00	63,5	47,4	78,6	58,6	67,9	64,7	-1,2	Bruit de trafic routier
02/02/2016 22:00	62,8	45,8	76,2	56,8	67,3	64,5	-1,7	Bruit de trafic routier
02/02/2016 23:00	62,7	43,1	79,3	54,9	67,1	65,3	-2,6	Bruit de trafic routier
03/02/2016 00:00	59,4	42,1	76,9	50,6	63,7	62,6	-3,2	Bruit de trafic routier
03/02/2016 01:00	61,3	41,9	75,4	49,0	66,1	69,5	-8,2	Bruit de trafic routier
03/02/2016 02:00	53,9	41,6	73,4	44,8	55,6	53,0	0,9	Bruit de trafic routier
03/02/2016 03:00	54,1	41,3	72,6	45,6	55,6	52,6	1,5	Limite de validité
03/02/2016 04:00	55,7	41,7	73,7	46,4	57,6	55,2	0,5	Bruit de trafic routier
03/02/2016 05:00	60,4	42,7	76,7	52,4	64,9	63,3	-2,9	Bruit de trafic routier
03/02/2016 06:00	65,0	48,0	78,7	61,3	68,8	65,2	-0,2	Bruit de trafic routier
03/02/2016 07:00	66,2	51,6	82,6	64,4	69,3	66,1	0,1	Bruit de trafic routier
03/02/2016 08:00	66,7	55,4	85,0	64,7	68,8	65,9	0,8	Bruit de trafic routier
03/02/2016 09:00	67,1	54,6	93,6	64,7	69,2	66,1	1,0	Bruit de trafic routier
03/02/2016 10:00	66,5	53,7	91,4	64,2	69,0	65,8	0,7	Bruit de trafic routier
03/02/2016 11:00	66,1	54,3	77,7	64,6	69,2	66,1	0,0	Bruit de trafic routier
03/02/2016 12:00	66,2	52,5	78,9	65,0	69,2	66,2	0,0	Bruit de trafic routier

Cohérence entre LAeq et trafic - Estimation du niveau sonore long terme :

LAeq, LT = LAeq, mes val + 10 x log(Qeq,LT/Qeq,mes) + 20 x log (VLT/Vmes)
s = |LAeq, LT - LAeq, mes val|
En fonction des valeurs de s, une règle de décision est appliquée (validation ou rejet)

LAeq, LT : niveau sonore équivalent long terme
LAeq,mes val : niveau sonore équivalent mesuré validé par les tests précédents
Qeq,LT : débit moyen horaire équivalent long terme
Qeq,mes : débit moyen horaire équivalent mesuré
où Qeq = QVL + E x QPL
E : facteur d'équivalence acoustique
VLT : vitesse moyenne long terme du flot de véhicule
Vmes : vitesse moyenne mesurée ou estimée du flot de véhicule

E donné par NF S 31-085

	Rampe de la voie (en %)				
VLT (en km/h)	*< 2*	*3*	*4*	*5*	*6>*
120	*4*	*5*	*5*	*6*	*6*
100	*5*	*5*	*6*	*6*	*7*
80	*7*	*9*	*10*	*11*	*12*
50	***10***	*13*	*16*	*18*	*20*

-Résultats des comptages effectués:		(6h-22h)	(6h-18h)	(18h-22h)	(22h-6h)	
Rue de SERVIENT	>>TMHA :	752	764	717	115	véh / h
	dont %PL :	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	Qeq,mes :	752	764	717	115	véh / h
	Vmes :	50	50	50	50	km/h
-Caractéristiques moyennes du trafic :						
Rue de SERVIENT	>> TMHA :	718	712	735	164	véh/h
	dont %PL :	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	Qeq,LT :	718	712	735	164	véh /h
	VLT :	50	50	50	50	km/h

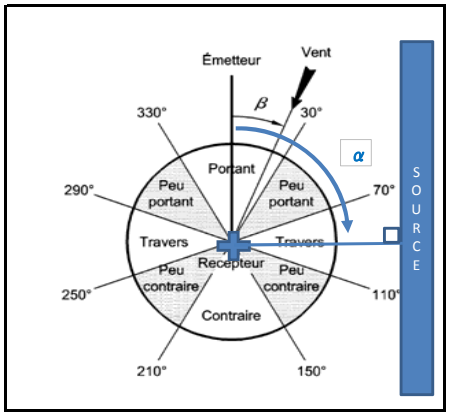
-Vérification de la validité des mesures :
>> Application de la règle décisionnelle (Cf NF S 31-085)
si s < 3 dB(A) : mesure validée
si s > 3 dB(A) : mesure non validée

	(6h-22h)	(6h-18h)	(18h-22h)	(22h-6h)	
LAeq, LT =	**65,4**	**65,6**	**64,9**	**61,6**	**dB(A)**
s =	**0,2**	**0,3**	**0,1**	**1,6**	**dB(A)**

>> Mesure validée de jour **>> Mesure validée de nuit**

Poste	Date	heure	H précipitation mm	vit vent m/s	Direction du vent à 10 m
69029001	02/03/2016	13	0	1,4	60
		14	0	0,7	20
		15	0	2,1	80
		16	0	1,0	80
		17	0	1,5	70
		18	0	1,5	100
		19	0	1,4	100
		20	0	1,1	160
		21	0	1,5	160
		22	0	0,0	0
		23	0	2,0	250
		0	0	1,8	140
	03/02/2016	1	0	0,0	0
		2	0	1,1	140
		3	0	0,5	190
		4	0	1,6	210
		5	0,4	1,7	160
		6	0	1,6	190
		7	0	7,0	310
		8	0	5,1	300
		9	0	4,9	310
		10	0	5,2	310
		11	0	2,8	320
		12	0,6	5,7	310

						PF5				
force vent à 2m	**Vitesse du vent**	**Période**	**Rayonnement**	**Humidité**	**Orientation source / PF**	**Direction équivalente**	**Classe U**	**Classe T**	**effet**
0,9	Vent_faible	Jour	Fort	Sol_sec	350	De_travers	U3	T2	-
0,5	Vent_faible	Jour	Fort	Sol_sec	350	Peu_portant	U3	T2	-
1,4	Vent_moyen	Jour	Fort	Sol_sec	350	De_travers	U3	T2	-
0,7	Vent_faible	Jour	Fort	Sol_sec	350	De_travers	U3	T2	-
1,0	Vent_faible	Jour	Fort	Sol_sec	350	De_travers	U3	T2	-
1,0	Vent_faible	Coucher_de_soleil	-	-	350	Peu_contraire	U3	T3	Z
0,9	Vent_faible	Coucher_de_soleil	-	-	350	Peu_contraire	U3	T3	Z
0,7	Vent_faible	Nuit	-	-	350	Contraire	U3	T4	+
1,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_dégagé	-	350	Contraire	U3	T3	Z
0,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_dégagé	-	350	Portant	U3	T3	Z
1,3	Vent_moyen	Nuit	Ciel_dégagé	-	350	De_travers	U3	T3	Z
1,2	Vent_moyen	Nuit	Ciel_nuageux	-	350	Contraire	U2	T4	Z
0,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_nuageux	-	350	Portant	U3	T4	+
0,7	Vent_faible	Nuit	Ciel_nuageux	-	350	Contraire	U3	T4	+
0,3	Vent_faible	Nuit	Ciel_nuageux	-	350	Contraire	U3	T4	+
1,0	Vent_moyen	Nuit	Ciel_nuageux	-	350	Peu_contraire	U2	T4	Z
1,1	Vent_moyen	Lever_de_soleil	-	-	350	Contraire	U2	T3	-
1,0	Vent_moyen	Lever_de_soleil	-	-	350	Contraire	U2	T3	-
4,6	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	350	Peu_Portant	U4	T3	+
3,3	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	350	Peu_Portant	U4	T3	+
3,2	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	350	Peu_Portant	U4	T3	+
3,4	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	350	Peu_Portant	U4	T3	+
1,8	Vent_moyen	Jour	Moyen	Sol_humide	350	Portant	U4	T3	+
3,7	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	350	Peu_Portant	U4	T3	+



Effet météorologique suivant la norme NF S 31-088

PF5		% d'occurrence		
		24h	(6h-22h)	(22h-6h)
Tres défavorable	--	0%	0%	0%
Défavorable	-	29%	38%	13%
Homogène	Z	29%	19%	50%
Favorable	+	42%	44%	38%
Tres favorable	++	0%	0%	0%

PM01

-
132, Rue MAZENOD
69003 LYON
45°45'33.0"N 4°51'05.7"E

Du 03/02/2016 - 09h15
au 03/02/2016 - 09h45
durée 00h30

Mesure :	Court terme trafic
Position :	Champ libre / H = 1.5 m
Type de sol :	Trottoirs bétonnés et voie bitumée
Sources de bruit :	Bruit routier prédominant.
Configuration :	A proximité immédiate de la rue Mazenod, à niveau
Site :	Site très urbanisé
Matériel utilisé :	Sonomètre Solo 01dB n°65779 Calibreur B&K type 4231 n°2022323

Conditions météorologiques dominantes pendant les mesures

9h-10h	Favorable (U4T3)



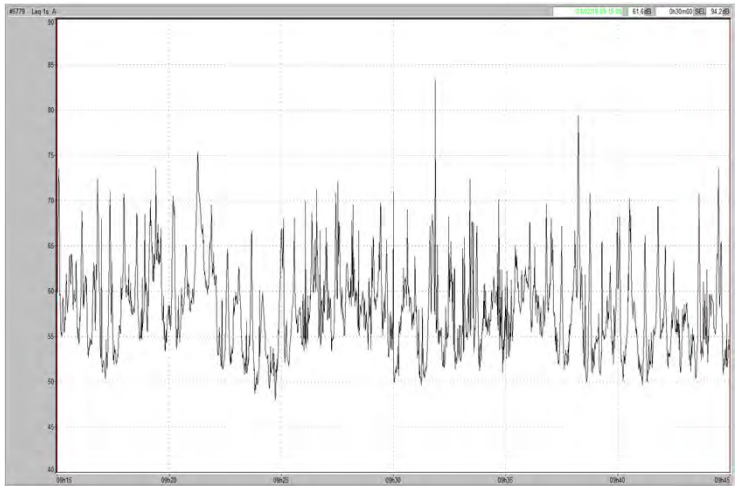
Vue aérienne







Photographies



Evolution temporelle des niveaux sonores

Résultats des mesures en dB(A)				
LAeq,mes	**Lmin**	**Lmax**	**L50**	**L10**
61,6	**48,0**	**83,3**	**57,5**	**64,5**

Comptages horaires effectués / trafics long terme (LT)				
Période	**comptages TV**	**% PL**	**trafics LT [année]**	**% PL**
9h15-9h45	71	*4,2%*	-	-



Validation des résultats :

(conformément à la norme NF S 31-085)

Répartition "gaussienne" du bruit dû au trafic routier et estimation du niveau sonore de long terme:

T = intervalle de base : intervalle de temps pour lequel les mesures sont statistiquement représentatives

Test pour chaque intervalle de base : d = LAeq, base - LAeq, Gauss < 1 dB(A)

avec : LAeq, Gauss = L50 + 0.07(L10-L50)² en zone dégagée avec des trafics réguliers*

LAeq, Gauss = (L10+L50)/2 + 0.0175(L10-L50)² dans des rues en U ou pour des trafics discontinus*

>> Validation ou rejet de la mesure (test applicable uniquement pour une mesure réalisée à une distance supérieure à 5 m de la source)

si d < 1 dB(A) : mesure validée comme représentative d'un bruit de trafic routier

Cas particuliers : si d >> 1 dB(A) : présence de sources anormalement bruyantes ou de bruit parasite pendant au moins 10% du temps

si d < 0 : mesure validée comme représentative d'un bruit de trafic routier intermittent ou urbain discontinu

T = 2 minutes

Début période	LAeq base	Lmin	Lmax	L50	L10	LAeq Gauss	Ecart	Validation
03/02/2016 09:15	62,5	52,5	73,5	59,2	64,8	61,4	1,1	Limite de validité
03/02/2016 09:17	61,1	50,3	71,0	57,6	63,7	60,2	0,9	Bruit de trafic routier
03/02/2016 09:19	63,2	53,4	73,5	59,6	67,3	63,8	-0,6	Bruit de trafic routier
03/02/2016 09:21	64,5	51,3	75,3	60,3	68,5	65,0	-0,5	Bruit de trafic routier
03/02/2016 09:23	56,9	48,0	66,6	52,9	60,0	56,4	0,5	Bruit de trafic routier
03/02/2016 09:25	61,0	51,7	71,2	57,6	65,5	62,0	-1,0	Bruit de trafic routier
03/02/2016 09:27	61,4	53,3	72,1	59,0	64,2	60,9	0,5	Bruit de trafic routier
03/02/2016 09:29	60,6	50,0	71,0	58,2	62,8	59,7	0,9	Bruit de trafic routier
03/02/2016 09:31	64,2	49,6	83,3	55,3	64,5	61,2	3,0	Limite de validité
03/02/2016 09:33	60,5	51,0	72,3	56,8	64,1	60,5	0,0	Bruit de trafic routier
03/02/2016 09:35	60,4	52,5	69,6	58,7	62,6	59,8	0,6	Bruit de trafic routier
03/02/2016 09:37	63,4	50,0	79,4	56,2	65,3	62,0	1,4	Limite de validité
03/02/2016 09:39	59,7	50,1	70,2	55,6	63,5	60,0	-0,3	Bruit de trafic routier
03/02/2016 09:41	58,3	49,6	69,3	55,3	61,8	58,3	0,0	Bruit de trafic routier
03/02/2016 09:43	59,8	50,4	73,5	55,3	62,2	58,6	1,2	Limite de validité

Période totale	61,6	48,0	83,3	57,5	64,5	60,9

Cohérence entre LAeq et trafic - Estimation du niveau sonore long terme :

LAeq, LT = LAeq, mes val + 10 x log(Qeq,LT/Qeq,mes) + 20 x log (VLT/Vmes)
s = |LAeq, LT - LAeq, mes val|
En fonction des valeurs de s, une règle de décision est appliquée (validation ou rejet)

LAeq, LT : niveau sonore équivalent long terme
LAeq,mes val : niveau sonore équivalent mesuré validé par les tests précédents
Qeq,LT : débit moyen horaire équivalent long terme
Qeq,mes : débit moyen horaire équivalent mesuré
où Qeq = QVL + E x QPL
E : facteur d'équivalence acoustique
VLT : vitesse moyenne long terme du flot de véhicule
Vmes : vitesse moyenne mesurée ou estimée du flot de véhicule

E donné par NF S 31-085

	Rampe de la voie (en %)				
VLT (en km/h)	*< 2*	*3*	*4*	*5*	*6>*
120	*4*	*5*	*5*	*6*	*6*
100	*5*	*5*	6	*6*	*7*
80	*7*	*9*	*10*	*11*	*12*
50	***10***	*13*	*16*	*18*	*20*

-Résultats des comptages effectués:

		(6h-22h)	(22h-6h)	
Rue MAZENOD	>>TMHA :	71		véh / h
	dont %PL :	4,2%		
	Qeq,mes :	98	0	véh / h
	Vmes :	50		km/h

-Caractéristiques moyennes du trafic :

Rue MAZENOD	>> TMHA :			véh/h
	dont %PL :			
	Qeq,LT :	0	0	véh /h
	VLT :			km/h

-Vérification de la validité des mesures :

>> Application de la règle décisionnelle (Cf NF S 31-085)

si s < 3 dB(A) : mesure validée
si s > 3 dB(A) : mesure non validée

	(6h-22h)	(22h-6h)	
LAeq, LT =	**-**	**-**	**dB(A)**

s = - - dB(A) **>> Mesure non validée**

PM02

Cheminement piétons
Prolongement de la rue du Dr BOUCHUT
69003 LYON
45°45'35.8"N 4°51'25.6"E

Du 03/02/2016 - 10h00
au 03/02/2016 - 10h30
durée 00h30

Mesure :	Court terme trafic
Position :	Champ libre / H = 1,5 m
Type de sol :	Cheminement piétons enrobé
Sources de bruit :	Bruit de l'environnement, travaux à proximité
Configuration :	Jonction entre Bvd Vivier Merle et rue du Docteur Bouchut
Site :	Site très urbanisé
Matériel utilisé :	Sonomètre Solo 01dB n°65779
	Calibreur B&K type 4231 n°2022323

Conditions météorologiques dominantes pendant les mesures

10h-11h Défavorable (U2T3)



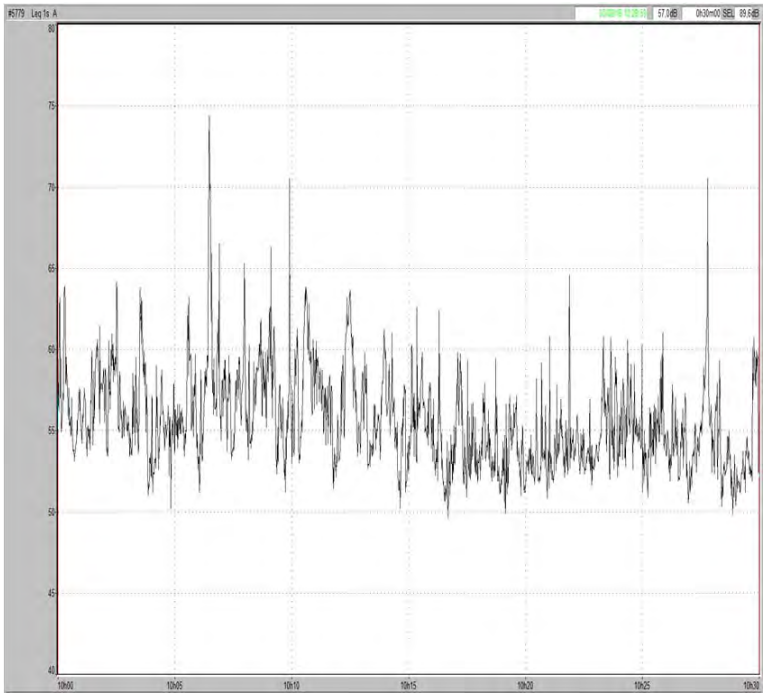
Vue aérienne





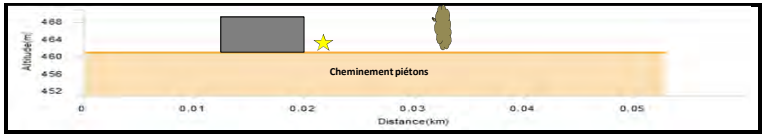


Photographies



Evolution temporelle des niveaux sonores

Résultats des mesures en dB(A)				
LAeq,mes	**Lmin**	**Lmax**	**L50**	**L10**
57	**49,6**	**74,4**	**55,0**	**59,3**



Validation des résultats :

(conformément à la norme NF S 31-085)

Répartition "gaussienne" du bruit dû au trafic routier et estimation du niveau sonore de long terme:

T = intervalle de base : intervalle de temps pour lequel les mesures sont statistiquement représentatives

Test pour chaque intervalle de base : d = LAeq, base - LAeq, Gauss < 1 dB(A)

avec : LAeq, Gauss = L50 + 0.07(L10-L50)² en zone dégagée avec des trafics réguliers*

LAeq, Gauss = (L10+L50)/2 + 0.0175(L10-L50)² dans des rues en U ou pour des trafics discontinus*

>> Validation ou rejet de la mesure (test applicable uniquement pour une mesure réalisée à une distance supérieure à 5 m de la source)

si d < 1 dB(A) : mesure validée comme représentative d'un bruit de trafic routier

Cas particuliers : si d >> 1 dB(A) : présence de sources anormalement bruyantes ou de bruit parasite pendant au moins 10% du temps

si d < 0 : mesure validée comme représentative d'un bruit de trafic routier intermittent ou urbain discontinu

T = 2 minutes

Début période	LAeq base	Lmin	Lmax	L50	L10	LAeq Gauss	Ecart	Validation
03/02/2016 10:00	57,6	53,1	63,9	56,4	59,6	57,1	0,5	Bruit de trafic routier
03/02/2016 10:02	57,9	51,0	64,1	56,1	60,5	57,5	0,4	Bruit de trafic routier
03/02/2016 10:04	56,2	50,2	63,2	55,1	58,9	56,1	0,1	Bruit de trafic routier
03/02/2016 10:06	61,1	51,2	74,4	57,4	62,2	59,0	2,1	Limite de validité
03/02/2016 10:08	58,5	51,2	70,5	57,0	60,2	57,7	0,8	Bruit de trafic routier
03/02/2016 10:10	58,3	51,4	63,8	57,5	60,7	58,2	0,1	Bruit de trafic routier
03/02/2016 10:12	58,0	52,7	63,6	56,4	61,1	57,9	0,1	Bruit de trafic routier
03/02/2016 10:14	56,3	50,2	62,6	55,8	58,7	56,4	-0,1	Bruit de trafic routier
03/02/2016 10:16	54,7	49,6	62,4	53,1	57,7	54,6	0,1	Bruit de trafic routier
03/02/2016 10:18	54,1	49,9	59,4	53,5	56,2	54,0	0,1	Bruit de trafic routier
03/02/2016 10:20	54,4	50,8	64,6	53,3	55,6	53,7	0,7	Bruit de trafic routier
03/02/2016 10:22	55,2	51,6	60,8	54,0	57,6	54,9	0,3	Bruit de trafic routier
03/02/2016 10:24	55,6	50,9	61,0	54,8	57,7	55,4	0,2	Bruit de trafic routier
03/02/2016 10:26	56,5	50,5	70,5	54,4	57,7	55,2	1,3	Limite de validité
03/02/2016 10:28	54,6	49,8	60,7	52,8	58,3	54,9	-0,3	Bruit de trafic routier

Période totale	57,0	49,6	74,4	55,0	59,3	56,3

Cohérence entre LAeq et trafic - Estimation du niveau sonore long terme :

LAeq, LT = LAeq, mes val + 10 x log(Qeq,LT/Qeq,mes) + 20 x log (VLT/Vmes)
s = |LAeq, LT - LAeq, mes val|
En fonction des valeurs de s, une règle de décision est appliquée (validation ou rejet)

LAeq, LT : niveau sonore équivalent long terme
LAeq,mes val : niveau sonore équivalent mesuré validé par les tests précédents
Qeq,LT : débit moyen horaire équivalent long terme
Qeq,mes : débit moyen horaire équivalent mesuré
où Qeq = QVL + E x QPL
E : facteur d'équivalence acoustique
VLT : vitesse moyenne long terme du flot de véhicule
Vmes : vitesse moyenne mesurée ou estimée du flot de véhicule

E donné par NF S 31-085

	Rampe de la voie (en %)				
VLT (en km/h)	*< 2*	*3*	*4*	*5*	*6>*
120	*4*	*5*	*5*	*6*	*6*
100	*5*	*5*	*6*	*6*	*7*
80	*7*	*9*	*10*	*11*	*12*
50	***10***	*13*	*16*	*18*	*20*

-Résultats des comptages effectués:

	(6h-22h)	(22h-6h)	
>>TMHA :			véh / h
dont %PL :			
Qeq,mes :	0	0	véh / h
Vmes :			km/h

-Caractéristiques moyennes du trafic :

>> TMHA :			véh/h
dont %PL :			
Qeq,LT :	0	0	véh /h
VLT :			km/h

-Vérification de la validité des mesures :

>> Application de la règle décisionnelle (Cf NF S 31-085)

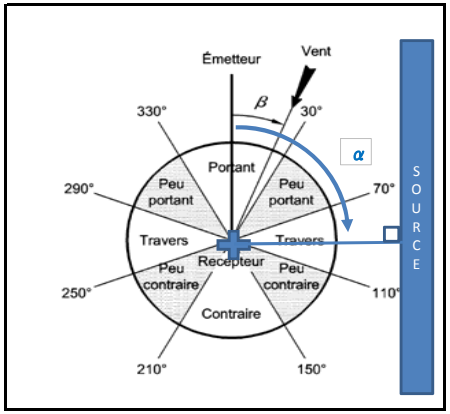
si s < 3 dB(A) : mesure validée
si s > 3 dB(A) : mesure non validée

	(6h-22h)	(22h-6h)	
LAeq, LT =	**-**	**-**	**dB(A)**

s = - dB(A) **>> Mesure non validée**

Poste	Date	heure	H précipitation mm	vit vent m/s	Direction du vent à 10 m
69029001	03/02/2016	9	0	4,9	310
		10	0	5,2	310
		11	0	2,8	320
		12	0,6	5,7	310
		13	0	4,8	320
		14	0	4,7	320
		15	1,4	4,5	310
		16	0,2	7,1	320
		17	0	5,1	300
		18	1	3,2	330
		19	0	1,9	320
		20	0	0,0	0
		21	0	0,6	340
		22	0	1,5	140
		23	0	0,0	0
		24	0	0,0	0
	04/02/2016	1	0,4	3,7	310
		2	0	1,7	70
		3	0	2,7	310
		4	0	1,9	20
		5	0	0,7	120
		6	0	0,7	100
		7	0	0,8	150
		8	0	0,0	0

					PF1				
force vent à 2m	**Vitesse du vent**	**Période**	**Rayonnement**	**Humidité**	**Orientation source / PF**	**Direction équivalente**	**Classe U**	**Classe T**	**effet**
3,2	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	0	Peu_portant	U4	T3	+
3,4	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	180	Peu_contraire	U2	T3	-
1,8	Vent_moyen	Jour	Moyen	Sol_humide	180	Peu_contraire	U2	T3	-
3,7	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	180	Peu_contraire	U2	T3	-
3,1	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	180	Peu_contraire	U2	T3	-
3,1	Vent_fort	Jour	Moyen	Sol_humide	180	Peu_contraire	U2	T3	-
2,9	Vent_moyen	Coucher_de_soleil	-	-	180	Peu_contraire	U2	T3	-
4,6	Vent_fort	Coucher_de_soleil	-	-	180	Peu_contraire	U2	T3	-
3,3	Vent_fort	Nuit	Ciel_dégagé	-	180	Peu_contraire	U2	T3	-
2,1	Vent_moyen	Nuit	Ciel_dégagé	-	180	Peu_contraire	U2	T3	-
1,2	Vent_moyen	Nuit	Ciel_dégagé	-	180	Peu_contraire	U2	T3	-
0,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_dégagé	-	180	Contraire	U3	T3	Z
0,4	Vent_faible	Nuit	Ciel_dégagé	-	180	Contraire	U3	T3	Z
1,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_dégagé	-	180	Peu_Portant	U3	T3	Z
0,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_nuageux	-	180	Contraire	U3	T4	+
0,0	Vent_faible	Nuit	Ciel_nuageux	-	180	Contraire	U3	T4	+
2,4	Vent_moyen	Lever_de_soleil	-	-	180	Peu_contraire	U2	T3	-
1,1	Vent_moyen	Lever_de_soleil	-	-	180	De_travers	U3	T3	Z
1,8	Vent_moyen	Jour	Moyen	Sol_sec	180	Peu_contraire	U2	T3	-
1,2	Vent_moyen	Jour	Moyen	Sol_sec	180	Contraire	U2	T3	-
0,5	Vent_faible	Jour	Moyen	Sol_sec	180	Peu_Portant	U3	T3	Z
0,5	Vent_faible	Jour	Moyen	Sol_sec	180	De_travers	U3	T3	Z
0,5	Vent_faible	Jour	Moyen	Sol_sec	180	Portant	U3	T3	Z
0,0	Vent_faible	Jour	Moyen	Sol_sec	180	Contraire	U3	T3	Z



Effet météorologique suivant la norme NF S 31-088

PF1		% d'occurrence		
		24h	(6h-22h)	(22h-6h)
Tres défavorable	--	0%	0%	0%
Défavorable	-	54%	63%	38%
Homogène	Z	33%	31%	38%
Favorable	+	13%	6%	25%
Tres favorable	++	0%	0%	0%

10.3. ETUDE D'IMPACT AIR-SANTE, REALISEE PAR NUMTECH EN 2016

DOCUMENT PRESENTE A PART

Zone d'Aménagement Concerté Part-Dieu Ouest

RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE D'IMPACT

Dossier de réalisation de la ZAC – Septembre 2016



GRANDLYON la métropole

setec environnement

SOMMAIRE

PREAMBULE 4

1. LES RAISONS DE LA CREATION DE LA ZAC 5

2. LA CONCERTATION PREALABLE A LA CREATION DE LA ZAC 5

A. CONTEXTE, OBJECTIFS ET DESCRIPTION DU PROJET 6

3. LOCALISATION DU PROJET ET PERIMETRE DE LA ZAC EN PROJET 7

4. ENJEUX TERRITORIAUX ET URBAINS LIES AU PROJET 8

4.1. LYON, METROPOLE EUROPEENNE 8

4.2. HISTOIRE DU QUARTIER DE LA PART-DIEU 8

4.3. LE PROJET URBAIN LYON PART-DIEU, LE PROJET DU POLE D'ECHANGES MULTIMODAL (PEM) LYON PART-DIEU 8

5. LA ZAC PART-DIEU OUEST 10

5.1. OCCUPATION ACTUELLE DES SOLS 10

5.2. LE PROGRAMME DE LA ZAC PART-DIEU OUEST 10

5.2.1. CHIFFRES CLES 10

5.2.2. DEVELOPPER DES MOBILITES DURABLES 10

5.2.3. RENDRE LE QUARTIER ENCORE PLUS AGRÉABLE A VIVRE 10

5.2.4. CONFORTER L'ATTRACTIVITÉ ÉCONOMIQUE PAR LE DÉVELOPPEMENT D'UNE NOUVELLE OFFRE IMMOBILIERE 11

5.2.5. PLAN DE REFERENCE DU PROJET 11

5.2.6. ESQUISSE DES PRINCIPALES SOLUTIONS DE SUBSTITUTION EXAMINEES, ET RAISONS DU CHOIX DU PROJET ... 13

6. L'ETUDE D'IMPACT 14

B. ETAT INITIAL, IMPACTS ET MESURES 15

1. ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT 16

1.1. CONTEXTE URBANISTIQUE REGLEMENTAIRE 16

1.2. ENVIRONNEMENT SOCIO-ECONOMIQUE 16

1.2.1. POPULATION ET LOGEMENTS 16

1.2.2. LES ACTIVITES ECONOMIQUES ET COMMERCIALES 16

1.2.3. LES EQUIPEMENTS ET SERVICES PUBLICS 17

1.3. INFRASTRUCTURES ET DEPLACEMENTS 17

1.3.1. VOIRIES ET TREMIES 17

1.3.2. RESEAU FERROVIAIRE 17

1.3.3. RESEAU DES TRANSPORTS EN COMMUN URBAINS (TCU) 17

1.3.4. LES AUTRES OFFRES DE TRANSPORTS EN COMMUN 17

1.3.5. VELOS 19

1.3.6. PIETONS 19

1.3.7. PARKINGS ET STATIONNEMENT 20

1.3.8. LA CIRCULATION ROUTIERE 20

1.3.9. LES TRANSPORTS EN COMMUN 21

1.3.10. LES FLUX PIETONS ET CYCLES DU QUARTIER 21

1.3.11. ZOOM SUR LES FLUX GENERES PAR LE POLE D'ECHANGES MULTIMODAL (PEM) PART-DIEU 21

1.4. L'ENVIRONNEMENT URBAIN ET LE CADRE DE VIE 22

1.4.1. LE PAYSAGE 22

1.4.2. LE PATRIMOINE CULTUREL 23

1.4.3. L'AMBIANCE SONORE 24

1.4.4. LA QUALITE DE L'AIR 26

1.4.5. LES NUISANCES LUMINEUSES 29

1.4.6. LES RISQUES TECHNOLOGIQUES 29

1.4.7. LES RESEAUX 30

1.4.8. LES CONSOMMATIONS D'ENERGIE 30

1.4.9. LA GESTION DES DECHETS 30

1.5. L'ENVIRONNEMENT NATUREL ET PHYSIQUE 30

1.5.1. LE MILIEU NATUREL 30

1.5.2. LE CONTEXTE CLIMATIQUE 31

1.5.3. LE CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE 31

1.5.4. L'ETAT DES SOLS 31

1.5.5. LE CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE 31

1.5.6. RISQUES NATURELS 32

2. ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET ET LES MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION ET DE COMPENSATION 32

2.1. ANALYSE DES EFFETS CUMULES DU PROJET AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS 32

2.2. ANALYSES DES IMPACTS PERMANENTS DU PROJET ET MESURES ASSOCIEES 34

2.2.1. LE PRINCIPE DE SOL FACILE ET LES ESPACES PUBLICS 34

2.2.2. L'ENVIRONNEMENT SOCIO-ECONOMIQUE 37

2.2.3. LES INFRASTRUCTURES ET LES DEPLACEMENTS 39

2.2.4. L'ENVIRONNEMENT URBAIN ET LE CADRE DE VIE 43

2.2.5. L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE ET NATUREL ET MESURES ASSOCIEES 49

2.3. IMPACTS TEMPORAIRES DU PROJET EN PHASE CHANTIER ET MESURES ASSOCIEES 52

2.3.1. DEROULEMENT DU CHANTIER 52

2.3.2. L'ENVIRONNEMENT SOCIO-ECONOMIQUE 53

2.3.3. LES INFRASTRUCTURES ET LES DEPLACEMENTS 53

2.3.4. L'ENVIRONNEMENT URBAIN ET LE CADRE DE VIE 54
2.3.5. L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE ET NATUREL 56
2.4. EFFETS DU PROJET SUR LA SANTE, LA SECURITE ET LA SALUBRITE PUBLIQUE 57
2.5. MODALITES DE SUIVI DES MESURES ET DE LEURS EFFETS 59
2.6. COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION URBAINE ET ENVIRONNEMENTALE..... 60

TABLE DES ABREVIATIONS 61

LISTE DES TABLEAUX 61

LISTE DES FIGURES 61

PREAMBULE

Vocabulaire employé

Préalablement à l'étude d'impact, il est utile de préciser clairement le vocabulaire employé pour désigner les entités concernées.

- ✓ *Par « projet Lyon Part-Dieu », on entend le projet urbain à l'échelle du quartier de la Part-Dieu, initié en 2010 par la Communauté Urbaine du Grand Lyon.*
- ✓ *On appellera communément « périmètre de projet » (ou « site de projet ») le périmètre de la ZAC et sur lequel porte l'étude d'impact.*
- ✓ *L'«aire d'étude » (ou encore « périmètre d'étude », « site d'étude »…) a une étendue variable suivant les thématiques étudiées, les enjeux identifiés et les impacts considérés. Elle correspond le plus souvent au périmètre de projet, mais peut être étendue au-delà si nécessaire.*

Conformément à la loi n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles, le Grand Lyon est devenu la Métropole de Lyon depuis le 1er janvier 2015. Le terme de métropole est donc utilisé dans la présente étude d'impact ; néanmoins, les termes « Grand Lyon » ou « Communauté Urbaine » peuvent être parfois mentionnés, notamment dans le cas de référence à des documents établis avant le changement d'entité.

Dans le cadre du projet de création de la Zone d'Aménagement Concerté (ZAC) Part-Dieu Ouest, et conformément au Code de l'urbanisme et au Code de l'environnement, une étude d'impact a été réalisée au stade de la création.

Celle-ci a été transmise à l'Autorité environnementale du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD), qui a donné un avis sur cette étude le 9 septembre 2015.

Des premiers éléments d'informations et de réponses ont été apportés suite aux remarques formulées par l'Autorité environnementale, et mis à disposition du public lors de la concertation qui s'est déroulée en 2015.

Cette étude d'impact fait l'objet de compléments au stade du dossier de réalisation de la ZAC, comme le permet l'article R 311-7 du Code de l'Urbanisme.

Tel est l'objet du présent document.

Sont intégrés des éléments d'information et de réponse à la suite des remarques formulées par l'autorité environnementale, en fonction de l'avancement des études des projets au sein du périmètre de la ZAC.

Le parti adopté, pour une meilleure approche des impacts, a été de consolider l'étude d'impact initiale avec ces éléments et non de présenter les seuls compléments à l'étude d'impact.

Les modifications apportées ont confirmé ce qui a été présenté dans l'étude d'impact du dossier de création de la ZAC. ; les niveaux d'enjeux et les niveaux d'impacts identifiés restent inchangés.

1. LES RAISONS DE LA CREATION DE LA ZAC

En 2010, le Grand Lyon a engagé une réflexion de fond sur le devenir du quartier de La Part-Dieu. Cette réflexion part du constat que le développement du quartier atteint aujourd'hui des limites, en termes de fonctionnement, de capacité et de qualité urbaine. Pour dépasser ces limites, il est nécessaire de concevoir et de mettre en œuvre un projet urbain global, cohérent et transversal, c'est-à-dire un projet qui réarticule les composantes essentielles du quartier (la mobilité, l'immobilier tertiaire, les commerces et les services, l'habitat, les espaces publics) dans une nouvelle logique.

Le projet Lyon Part-Dieu vise à apporter une réponse cohérente aux enjeux de développement économiques, immobiliers et urbains majeurs pour la métropole lyonnaise. Il vise aussi à coordonner dans l'espace, dans le temps et dans les formes qu'elles peuvent prendre, les initiatives portées par des acteurs publics et privés, individuels ou institutionnels, pour les faire concourir à un développement intégré et durable du quartier.

Indépendamment de ce projet global, deux secteurs se sont déjà profondément transformés :

- ✓ le secteur autour du parc Nelson Mandela avec le redressement de la ligne de tramway T3 et l'arrivée du T4, l'aménagement de la rue Mouton Duvernet et la livraison de l'immeuble Equinox et des archives départementales du Rhône
- ✓ le secteur Garibaldi / Les Halles avec le réaménagement de la première phase de la rue Garibaldi et la construction de la tour Incity.

D'autres opérations sont en cours ou achevées : la démolition du bâtiment B10 place Béraudier, face à la gare, le chantier du programme Silex 1, rue du Docteur Bouchut et la rénovation de la résidence Desaix.

Aujourd'hui, s'ouvre une nouvelle étape de développement du projet Lyon Part-Dieu. En raison de la complexité technique, juridique et financière du projet, il est proposé de le conduire dans le cadre d'un outil opérationnel efficace et lisible : la Zone d'Aménagement Concerté, dite « ZAC Part-Dieu Ouest ».

2. LA CONCERTATION PREALABLE A LA CREATION DE LA ZAC

La ZAC Part-Dieu Ouest a été créée par délibération n°2015-0917 du 10 décembre 2015 par le Conseil de la Métropole.

La concertation préalable à la création d'une Zone d'Aménagement Concerté a été ouverte le lundi 5 janvier 2015. Initialement prévue pour se terminer début juillet 2015 elle a été prolongée jusqu'au 30 octobre 2015. La concertation a été clôturée le 30 octobre 2015 soit au final près de 10 mois de concertation.

Suite à cela, le bilan de la concertation a été établi pour faire le bilan des échanges et des contributions de tous les publics à travers une analyse tant quantitative que qualitative des avis, des questions, remarques, critiques, analyses et suggestions. Le bilan de sa concertation a été approuvé par délibération n°2015-0917 du 10 décembre 2015 par le Conseil de la Métropole.

A. CONTEXTE, OBJECTIFS ET DESCRIPTION DU PROJET

3. LOCALISATION DU PROJET ET PERIMETRE DE LA ZAC EN PROJET

Le site de projet se trouve sur la commune de Lyon, dans le département du Rhône (69) et la région Rhône-Alpes (devenue Auvergne-Rhône-Alpes depuis le 1er janvier 2016).

Au sein de la ville, le site de projet appartient au quartier de la Part-Dieu, dans le 3ème arrondissement, qui occupe une position stratégique au cœur de l'agglomération lyonnaise (Figure 1).

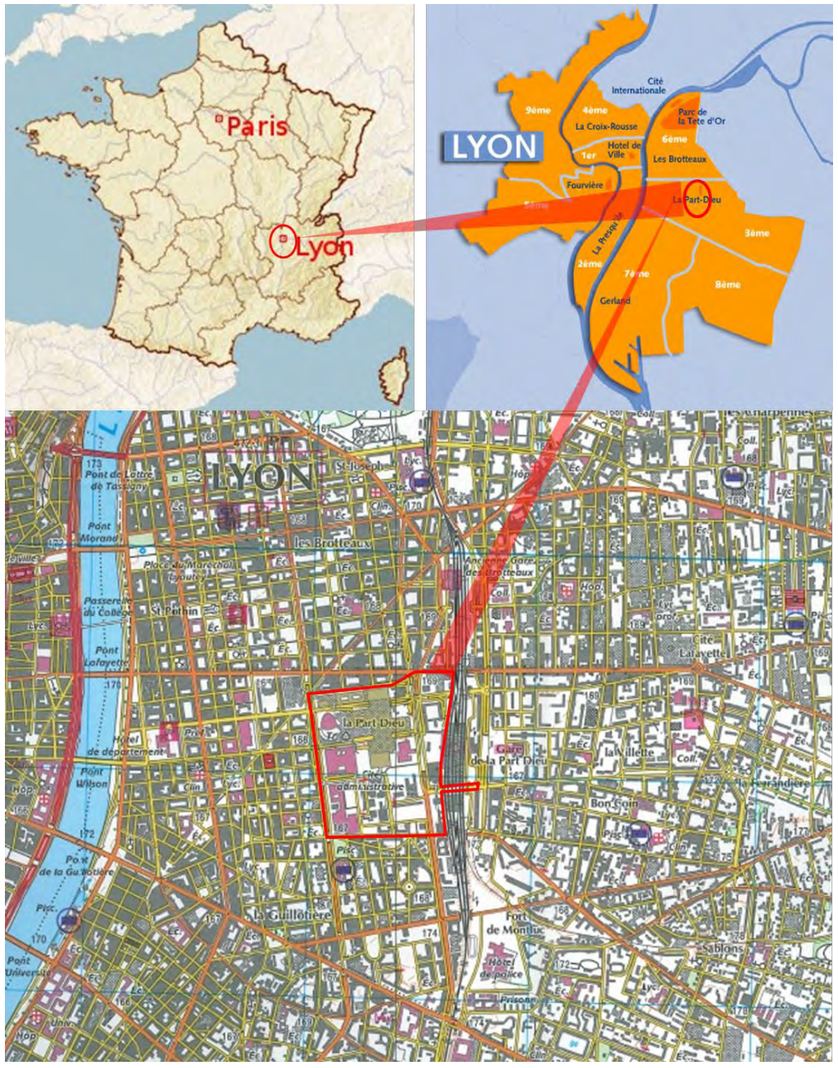


Figure 1 : Localisation du site de projet

Le périmètre de la ZAC Part-Dieu Ouest est délimité :

- ✓ au Nord par le cours Lafayette, puis le boulevard Eugène Deruelle,
- ✓ à l'Est par les voies ferrées, en incluant l'avenue Pompidou sous les voies jusqu'à la rue de la Villette,
- ✓ au Sud par la rue Paul Bert,
- ✓ à l'Ouest par la rue Garibaldi.

La zone ainsi délimitée s'étend sur 38 hectares environ.

Les ensembles immobiliers suivants sont exclus du périmètre : le Britannia, la barre Desaix, la barre du Lac, la Porte Sud (cf. figure suivante).

Par ailleurs, le périmètre de projet s'arrête dans certains cas en limite de parcelle ou de trottoir, et n'inclut pas les espaces publics de voirie attenants. Ainsi, la rue Garibaldi, le Cours Lafayette et une portion du boulevard Eugène Deruelle ne font pas partie du périmètre de la ZAC.

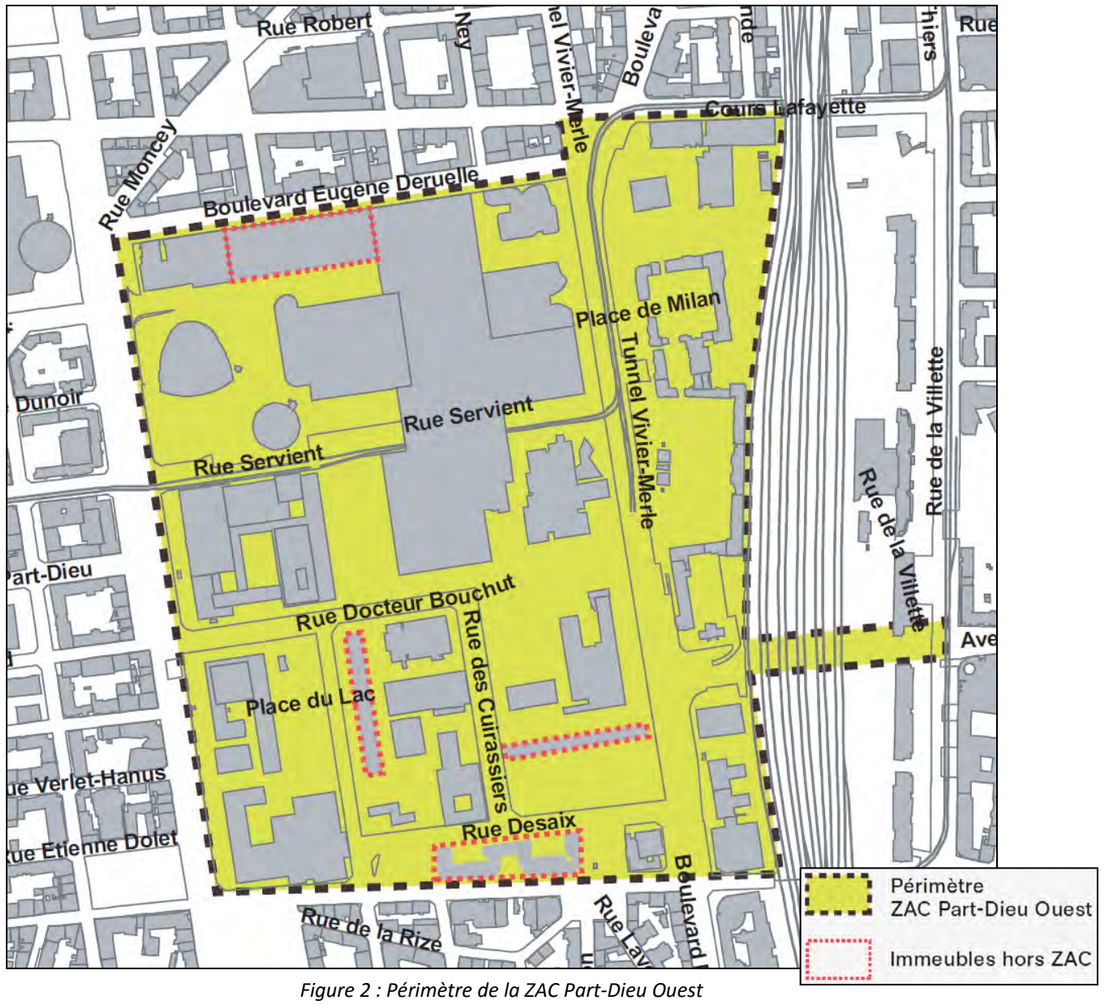


Figure 2 : Périmètre de la ZAC Part-Dieu Ouest

Remarque : Dans la suite de l'étude, les immeubles hors ZAC ne sont pas présentés sur la plupart des figures. Ils restent néanmoins exclus du périmètre de la ZAC.

4. ENJEUX TERRITORIAUX ET URBAINS LIES AU PROJET

4.1. LYON, METROPOLE EUROPEENNE

La métropole lyonnaise bénéficie d'une position stratégique au cœur de l'Europe à l'interface de l'« arc méditerranéen » et de l' « axe vital de l'Europe » (la banane bleue), comme présenté Figure 3.



Figure 3 : Position stratégique de la métropole lyonnaise en Europe
(source : les mots du SCOT, Sepal, 2010)

L'accès aux grandes métropoles européennes depuis Lyon est facilité par la qualité et la diversité des modes de transport proposés : en avion (au départ de l'aéroport Saint-Exupéry via le Rhônexpress), en TGV et TER (au départ des gares de la Part-Dieu, Perrache ou Saint-Exupéry) ou par la route pour les destinations les plus proches.

Au-delà du cadre institutionnel de la commune, du département ou de la région, l'aire métropolitaine est structurée à différentes échelles par des entités qui témoignent de son dynamisme :

- ✓ La **Métropole de Lyon**, collectivité territoriale qui compte 59 communes.
- ✓ Le **pôle métropolitain lyonnais**, établissement public qui regroupe le Grand Lyon (désormais Métropole de Lyon), Saint-Etienne Métropole, la Communauté d'Agglomération Porte de l'Isère et ViennAgglo, pour un total de 145 communes.

4.2. HISTOIRE DU QUARTIER DE LA PART-DIEU

Avant le XIXème siècle, le quartier de la Part-Dieu se composait de terres cultivées et de pâturages.

Au XIXème siècle, les terrains non cultivés d'une surface de 28 hectares sont vendus à l'administration militaire, et les casernes militaires qui y sont édifiées sont inaugurées en 1860. En 1957, après un siècle d'activité militaire, l'armée confirme la cession des terrains à la ville de Lyon et la fermeture de la caserne.



Figure 4 : Casernes de la Part-Dieu et emprise de la gare de marchandise au fond
(cliché anonyme, source : archives municipales de Lyon, 1965)

En 1962, un groupement d'étude se constitue pour restructurer le quartier et aménager les emprises libérées. Il s'agit alors d'édifier un centre-ville contemporain, en réponse au centre historique de la Presqu'Île.

Les aménagements menés depuis 1970 jusqu'à la fin des années 1980 contribueront à faire du quartier de la Part-Dieu un nouveau site stratégique de la rive gauche de la ville.

En 1979, la construction d'une gare est prévue en réponse à la création de la ligne de TGV Paris-Lyon. Celle-ci s'implante sur l'emprise de l'ancienne gare de marchandises et de ses voies.

La gare de la Part-Dieu est inaugurée en 1983 après la fermeture de la gare des Brotteaux, qui avait accueilli les tous premiers TGV en 1981 et 1982.

L'arrivée de la ligne à grande vitesse à Lyon Part-Dieu a encore recentré la ville sur le quartier de la Part-Dieu.

4.3. LE PROJET URBAIN LYON PART-DIEU, LE PROJET DU POLE D'ECHANGES MULTIMODAL (PEM) LYON PART-DIEU

Le projet urbain Lyon Part-Dieu

Le site de la ZAC s'inscrit dans le périmètre d'intervention plus large du projet Lyon Part-Dieu. Il s'agit d'un projet urbain interdisciplinaire de 177 ha initié en 2010 par le Grand Lyon.

Le projet Lyon Part-Dieu comporte quatre entités opératoires distinctes, qui sont :

- ✓ « Gare ouverte » inclut le Pôle d'Echanges Multimodal (PEM) et ses abords : places Béraudier, de Francfort (gare routière), de Milan.
- ✓ « Cœur Part-Dieu » s'étend, principalement sur la dalle et autour du centre commercial, de la rue Garibaldi au boulevard Vivier-Merle et de la rue du Docteur Bouchut à la rue Deruelle. Il regroupe de nombreux équipements (centre commercial, bibliothèque, auditorium, etc.) et espaces publics de la Part-Dieu.
- ✓ « Lac Cuirassiers Desaix » va de la rue du Docteur Bouchut à la rue Paul Bert, et du boulevard Vivier-Merle à la rue Garibaldi. Ce secteur en pleine terre, qui comprend le site France Télévisions, l'hôtel de la Communauté Urbaine ou encore la résidence Desaix est le plus favorable au développement de l'habitat.
- ✓ « Part-Dieu Sud » se déploie du boulevard Vivier-Merle à la rue Maurice Flandin et de la rue Paul Bert au cours Gambetta dans la continuité de la ZAC de la Buire. C'est un périmètre voué au tertiaire mais aussi aux sports et loisirs.

La ZAC Part-Dieu Ouest s'inscrit en totale cohérence avec l'ensemble du projet urbain.

Comme indiqué dans le préambule, la ZAC Part-Dieu Ouest a également fait l'objet d'une concertation en 2015 ; le bilan de cette concertation a été approuvé par délibération n°2015-0917 du 10 décembre 2015 par le Conseil de la Métropole.

Lors de la même cession, le Conseil de la Métropole a approuvé le dossier de création de la ZAC Part-Dieu Ouest.



Figure 5 : Secteurs d'intervention du Projet Lyon Part-Dieu

Le projet du Pôle d'Echanges Multimodal Lyon Part-Dieu et du Two Lyon

Le projet de l'opération PEM[1] intègre le projet de la gare Lyon Part Dieu, un nouvel accès aux quais par l'avenue Pompidou et l'ensemble des fonctions d'intermodalités, ainsi que les voiries et espaces publics s'étendant dans son périmètre. Le projet est partenarial, piloté globalement par la Société Publique Locale (SPL) Lyon Part-Dieu, à qui la Métropole de Lyon a décidé de déléguer sa maîtrise d'ouvrage en 2015.

Le projet PEM a fait l'objet d'une concertation en 2013 conformément au Code de l'urbanisme.

Les objectifs du projet PEM, qui tiennent compte du bilan de la concertation préalable, sont les suivants :

- ✓ La désaturation de la gare et des quais, et l'augmentation de la capacité pour absorber les flux projetés à l'horizon 2030,
- ✓ Le renforcement des intermodalités : les aménagements réalisés doivent améliorer à la fois la desserte du Pôle d'échanges par l'ensemble des modes de transports (prioritairement modes doux et TCU), encourager les reports modaux vers les transports en commun et les modes doux, et conforter globalement la fonction de hub métropolitain, régional, national et européen,
- ✓ L'amélioration du service aux voyageurs, pour la préparation et la réalisation du voyage monomodal et intermodal, et pour accompagner les nouvelles pratiques et les nouveaux modes de vie, et renforcer la fonction d'accueil et de porte d'entrée à Lyon. Cette offre de commerces et services contribuera à l'équilibre de gestion et d'exploitation du projet PEM/gare,
- ✓ L'amélioration de l'insertion urbaine du PEM et de la gare, pour l'ouvrir sur les quartiers de part et d'autre du faisceau ferré.

Les études d'avant-projet du PEM ont démarré en octobre 2015 pour permettre de préciser le projet.

L'opération **Two Lyon**, à l'étude par un opérateur privé, est développée sur l'emprise de « l'îlot des hôtels » au Sud de la Place Béraudier. La réalisation du projet Two Lyon, parallèlement à une reconfiguration complète de l'aménagement de la Place Béraudier, est prévue en même temps que la réalisation du projet de la Gare.

Les programmes du projet PEM, du Two Lyon et de la ZAC sont étudiés de manière totalement intégrées et poursuivent des objectifs cohérents.

Une étude d'impact unique portant sur l'ensemble du PEM (incluant les aménagements de voirie situés dans la ZAC Part-Dieu Ouest) et sur l'ensemble immobilier Two Lyon est prévue au second semestre 2016 pour la tranche 1. La finalisation de l'étude d'impact PEM/Two Lyon nécessite l'aboutissement des études AVP des différents éléments du programme (gare, Two Lyon…).

Le projet du Nœud Ferroviaire Lyonnais

Le Nœud Ferroviaire Lyonnais (NFL) est un projet sous maîtrise d'ouvrage de SNCF-Réseau d'amélioration de la performance du réseau ferré autour de Lyon. Ce projet consiste à concevoir et mettre en œuvre les solutions les plus adaptées aux problèmes de fluidité et de capacité du nœud ferroviaire lyonnais. La création de la voie L au niveau de la gare Part-Dieu, qui vise à améliorer la qualité de service aux usagers du train qui utilisent le nœud ferroviaire lyonnais (régularité, éventuellement capacité), fait partie du projet du NFL.

Ce projet ne dépend pas du programme intéressant la présente étude d'impact et concerne uniquement les circulations ferroviaires.

Il peut être réalisé, fonctionner indépendamment de la ZAC et des projets associés à la ZAC et a une utilité ferroviaire propre. Les études sont cependant menées de manière totalement cohérente.

La création de la voie L a fait l'objet d'une étude d'impact, d'un avis de l'autorité environnementale en date du 17 février 2016, et d'une enquête publique qui s'est déroulée du 11 avril au 13 mai 2016.

[1]Pôle d'échanges multimodal : lieu d'articulation et d'interconnexion de différents modes de transport et déplacement : le train (interurbains ou longue distance), les véhicules particuliers, les transports en commun urbains (bus, tramway, métro), les taxis, les vélos, la marche…

5. LA ZAC PART-DIEU OUEST

5.1. OCCUPATION ACTUELLE DES SOLS

Le périmètre de ZAC est constitué d'espaces publics et d'infrastructures, de la façade Ouest de la gare SNCF et de plusieurs bâtiments, à vocation essentiellement de commerces et de bureaux.

Une des particularités du quartier Part-Dieu est d'être un quartier « sur dalle ». Ainsi le périmètre de projet est parcouru par une dalle piétonne, au-dessus du niveau de la rue.

Cette dalle crée des continuités piétonnes entre les principaux bâtiments du site : le centre commercial, l'amphithéâtre, la tour Part-Dieu… Des passerelles piétonnes assurent les traversées en hauteur des axes motorisés, pour passer d'un îlot à l'autre. Par exemple, une passerelle au-dessus de la rue Servient relie le pied de la tour Part-Dieu à la Cité Administrative d'Etat. Les espaces sur dalles peuvent prendre la forme, suivant les cas, d'une pelouse, d'un patio terrasse, ou simplement d'espaces de passage à l'image des passerelles.

5.2. LE PROGRAMME DE LA ZAC PART-DIEU OUEST

5.2.1. CHIFFRES CLES

La ZAC Part-Dieu Ouest s'articule autour d'interventions de requalification des voiries et espaces publics, associées à des opérations immobilières sur certains îlots.

Le bilan de la concertation, qui s'est déroulée du 05 janvier 2015 au 30 octobre 2015, a permis de préciser le programme global prévisionnel des constructions à édifier sur la zone, tel que présenté dans le dossier de création de la ZAC.

Au regard des études menées[2] et suite à cette concertation, la programmation de la ZAC a été ajustée et est la suivante :

- ✓ **350 000 m² de surface de plancher de bureaux supplémentaires**
- ✓ **création de 85 000 m² de surface de plancher de services, de commerces et d'hôtellerie**
- ✓ **création de 105 000 m² de surface de plancher de logements soit environ 1 600 logements**

Le projet prévoit également des équipements publics et le réaménagement d'environ 11 ha d'espaces publics.

Les principaux objectifs de la ZAC Part-Dieu Ouest sont présentés ci-dessous :

5.2.2. DEVELOPPER DES MOBILITES DURABLES

L'intermodalité

Le projet vise à renforcer durablement les intermodalités en accès à la gare et au réseau de Transports en Commun Urbains et rééquilibrer les accès en faveur des modes doux, marche à pied et vélo prioritairement.

Les itinéraires d'accès en vélo seront améliorés, en lien avec la création des deux vélostations à proximité de la gare, avec la création d'un itinéraire sécurisé notamment sur Vivier Merle.

La suppression de la circulation automobile sur le boulevard Vivier-Merle entre les rues Servient et Bouchut, grâce au décalage de la trémie Vivier Merle plus au Sud, permettra également de libérer l'espace entre les rues Bouchut et Pompidou au profit, notamment, des transports en commun et des piétons.

Les itinéraires d'accès en voiture particulière visent à maîtriser les traversées des voies ferrées et le transit à travers le quartier pour y favoriser les modes alternatifs et garantir un accès direct depuis le périphérique, à une échelle plus large.

Une gare ouverte sur la ville

Le projet vise l'intégration de la gare dans un schéma d'accessibilité repensé, pour assurer les liens entre celle-ci et le quartier de manière optimale.

Il s'agit de faire de la gare de Part-Dieu un lieu d'échanges et de complémentarité entre les différents transports, un lieu de vie et de services pour les usagers, au centre d'un quartier urbain dense et durable.

5.2.3. RENDRE LE QUARTIER ENCORE PLUS AGRÉABLE A VIVRE

Le quartier de la Part-Dieu est un quartier tertiaire de centre-ville. L'enjeu est de faire de la Part-Dieu un quartier à vivre 7 jours/7 pour les entreprises, salariés, habitants actuels et à venir mais aussi pour l'ensemble des grands lyonnais.

Des espaces publics et voiries réaménagés et végétalisés

Les espaces publics existants seront mis en valeur à travers un plan paysage. Des arbres seront plantés et relieront les principaux espaces publics. Plusieurs rues et places seront bordées de végétations : rues du Docteur Bouchut et Garibaldi, places Béraudier et Charles de Gaulle. De nouveaux espaces seront aménagés comme le toit - terrasse du centre commercial. Afin de contribuer au meilleur bien-être, le projet prend en compte la qualité des ambiances urbaines : accès à la lumière naturelle et à l'ensoleillement, maîtrise du bruit et des effets de vent, limitation de la pollution et des effets d'îlot de chaleur

Le programme de la ZAC prévoit notamment le réaménagement des espaces publics et voiries suivantes :

- ✓ **Boulevard Vivier Merle** : Le trafic automobile sera supprimé en surface sur Vivier-Merle face à la place Béraudier. Le boulevard accueillera un itinéraire cyclable, des cheminements piétons sécurisés et deux nouveaux pôles de transports en commun. La rue du Docteur Bouchut sera prolongée jusqu'à Vivier Merle, pour permettre le tourne à gauche en amont de la place Béraudier. La trémie d'accès à la gare pour les taxis sera reprise, et la trémie Vivier-Merle sera décalée au Sud.
- ✓ **Avenue Pompidou** : Afin de créer des nouveaux accès aux quais, il est proposé la création d'un espace côté nord donnant accès à chaque quai et relié aux nouvelles galeries latérales de la gare. Les traversées Est-Ouest du quartier pour les bus, véhicules et vélos sont maintenues.
- ✓ **Place Béraudier** : libérée suite à la démolition du bâtiment B10, face à la gare, la place Béraudier sera agrandie et réaménagée en espace public de rayonnement métropolitain ouvert sur la bibliothèque municipale, le centre commercial, les rues Bouchut et Servient. Elle accueillera en sous-sol un vaste espace de mobilité : vélostation, dépose minute, station taxis, et accès au métro.
- ✓ **Rue du Docteur Bouchut** : Cette rue deviendra l'artère principale piétonne entre le boulevard Vivier Merle et la rue Garibaldi. Elle sera redressée au niveau de la bibliothèque dans le prolongement de la rue actuelle. Elle accueillera un large mail piéton, la piste cyclable existante et deux voies de circulation automobile dans le sens Est-Ouest entre le boulevard Vivier Merle et la rue du Lac, créant une perspective directe de la gare vers la rue Garibaldi.

Proposer des logements diversifiés dans des immeubles neufs ou réhabilités

Le projet propose de développer une offre de logements diversifiée, répondant aux besoins et adaptée aux moyens de tous les publics (familles, jeunes, seniors ou actifs mobiles), tout en s'inscrivant dans la réalité du marché lyonnais de l'habitat et en respectant les objectifs fixés par le Grand Lyon à l'échelle de la métropole.

La nouvelle offre de logements répondra à tous les besoins d'une adresse hyper centrale : logement social et privé, en accession ou en location, logements spécifiques et produits innovants combinant habitat et lieu de travail.

Développer une nouvelle offre de commerces et de services

A travers le principe des Socles Actifs, le projet vise à créer des rez-de-chaussée d'immeubles animés le long des principales rues piétonnes. Ces rez-de-chaussée accueilleront de nouveaux services et commerces répondant à tous les usagers du quartier (public grand-lyonnais, visiteurs, actifs pendulaires, salariés du quartier, clientèle d'affaires, résidents, entreprises...) et contribueront à l'animation des espaces publics.

A ces socles actifs, s'ajouteront la reconfiguration des commerces dans la gare de la Part-Dieu et l'extension du centre commercial, l'un des plus dynamiques en Europe. Le projet a pour objectif d'ouvrir le centre commercial et d'en multiplier ses accès pour en faire un espace de liaison entre la gare et la ville. Le programme prévoit :

[2] Pour partie exprimées en SHON ou en Surface Locative Brute (GLA)

- ✓ des traversées du centre commercial plus lisibles au niveau du sol, avec la création d'une nouvelle rue intérieure le long de la rue Servient
- ✓ de nouvelles entrées rue du Docteur Bouchut et boulevard Vivier-Merle
- ✓ le toit-terrasse, aujourd'hui entièrement dédié au stationnement, devient une vaste "place suspendue", en belvédère sur l'horizon des balmes de Lyon et sur la ligne des Alpes au lointain.

Proposer de nouveaux équipements

Le projet de traverse culturelle consiste à ouvrir, augmenter et hybrider les équipements culturels publics ou privés existants et futurs par leur mise en relation les uns avec les autres au moyen de leur ouverture sur l'espace public.

Des équipements de proximité accompagneront la création des nouveaux logements : crèches, maison de la petite enfance, extension de l'école Léon Jouhaux...

5.2.4. CONFORTER L'ATTRACTIVITÉ ÉCONOMIQUE PAR LE DÉVELOPPEMENT D'UNE NOUVELLE OFFRE IMMOBILIERE

Lyon Part-Dieu est aujourd'hui le deuxième pôle tertiaire français.

L'enjeu en terme économique est de produire une offre immobilière, neuve et réhabilitée, adaptée aux différents types d'entreprises.

Ces constructions bénéficieront d'un environnement hyper connecté, offrant un cadre propice au développement des entreprises (hôtels et résidences hôtelières, restauration de prestige, lieux de séminaires, salles de réunion ou centres d'affaires) au bien-être de leurs salariés (crèches d'entreprises, salles de sport, commerces etc.).

5.2.5. PLAN DE REFERENCE DU PROJET

L'aménagement de la ZAC comprend des opérations prévues à court et moyen termes (jusqu'à l'horizon 2030).

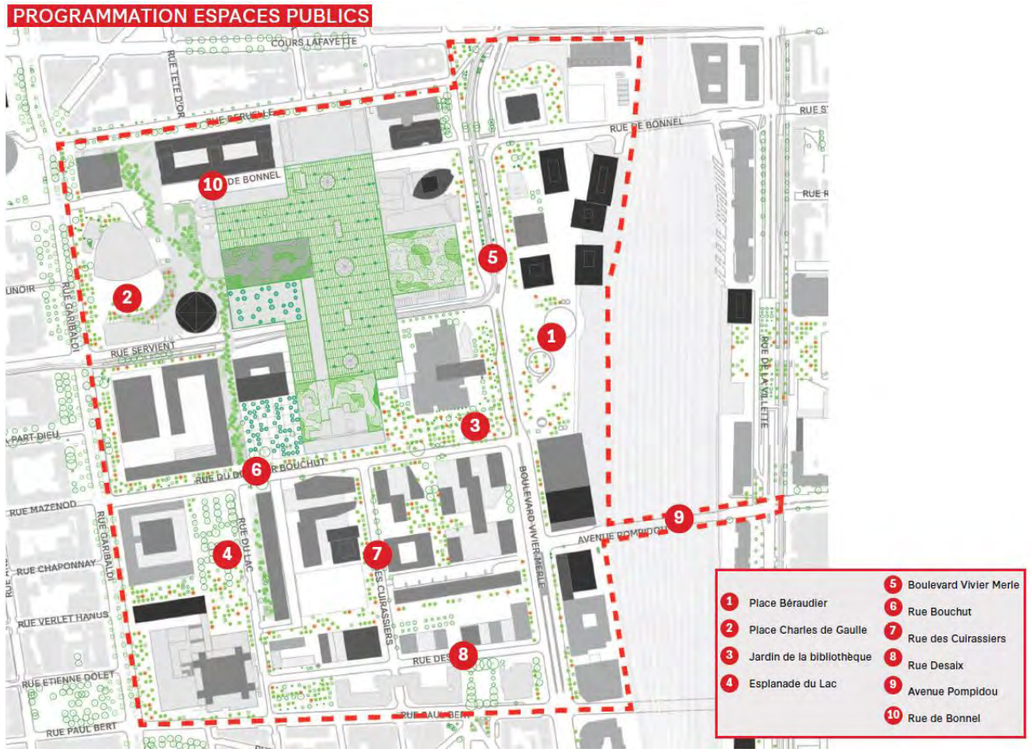
A ce jour, les opérations immobilières déjà engagées dans le périmètre de la ZAC sont le Silex 1, le Silex 2 et le programme mixte rue Desaix.

D'autre part, d'autres opérations sont prévues, les sites des opérations immobilières étant localisés sur les figures en page suivante :

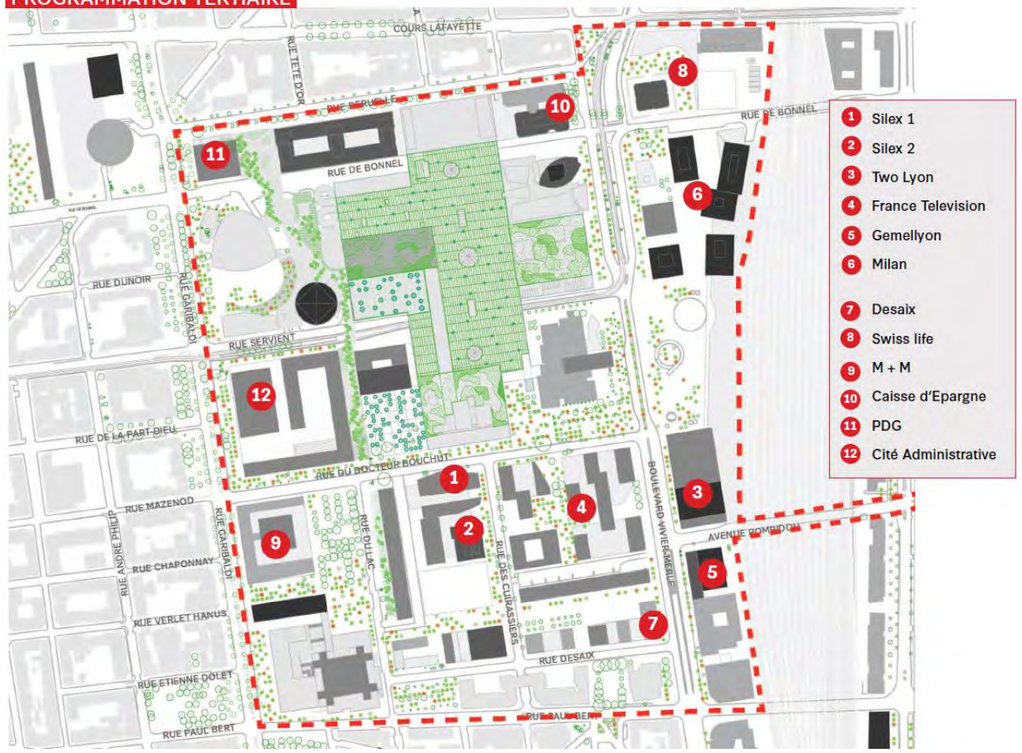
- ✓ Programmes tertiaires : Two Lyon, France Télévision, Gemellyon, Place de Milan, Swiss Life, M+M, Caisse d'Epargne, PDG, Cité Administrative,
- ✓ Programmes de logements et d'hôtellerie : Two Lyon, France Télévision, Place de Milan, Radisson Tour Part-Dieu, Cité Administrative,
- ✓ Equipements : auditorium, centre commercial, bibliothèque, crèche (et extension de l'école Léon Jouhaux hors périmètre ZAC mais pour les répondre à ses besoins).

Les figures suivantes présentent la programmation de la ZAC pour les espaces publics, les logements et l'hôtellerie, les activités tertiaire et les équipements.

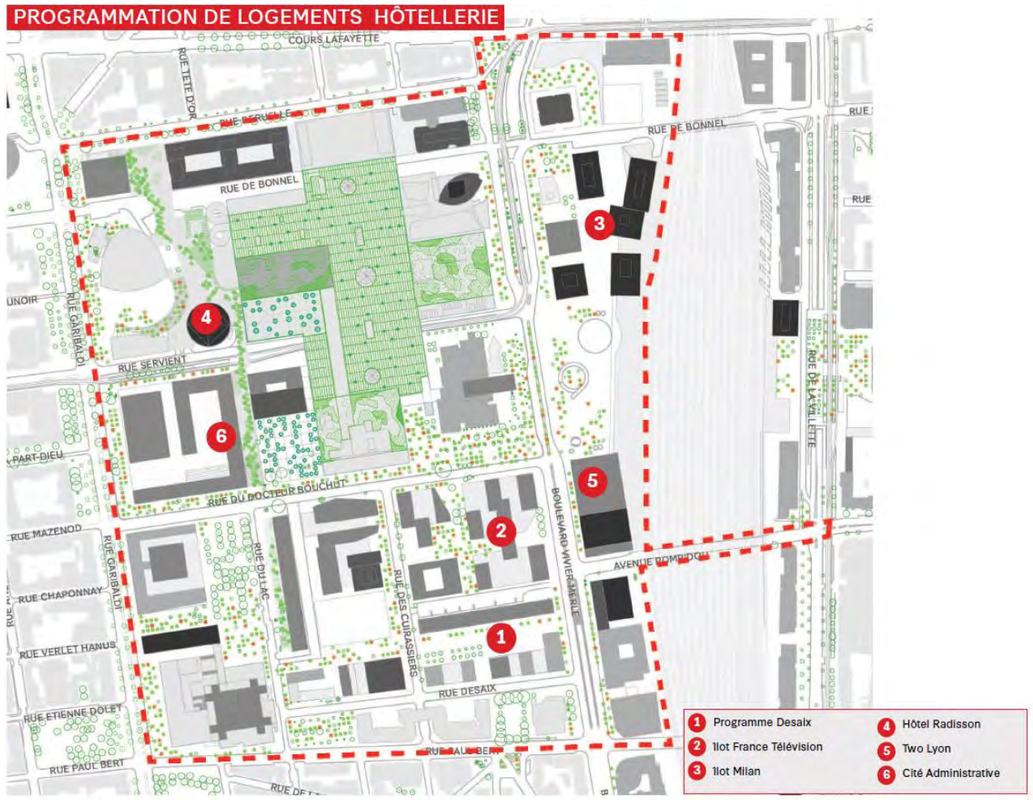
PROGRAMMATION ESPACES PUBLICS



PROGRAMMATION TERTIAIRE



PROGRAMMATION DE LOGEMENTS HÔTELLERIE



PROGRAMMATION EQUIPEMENTS

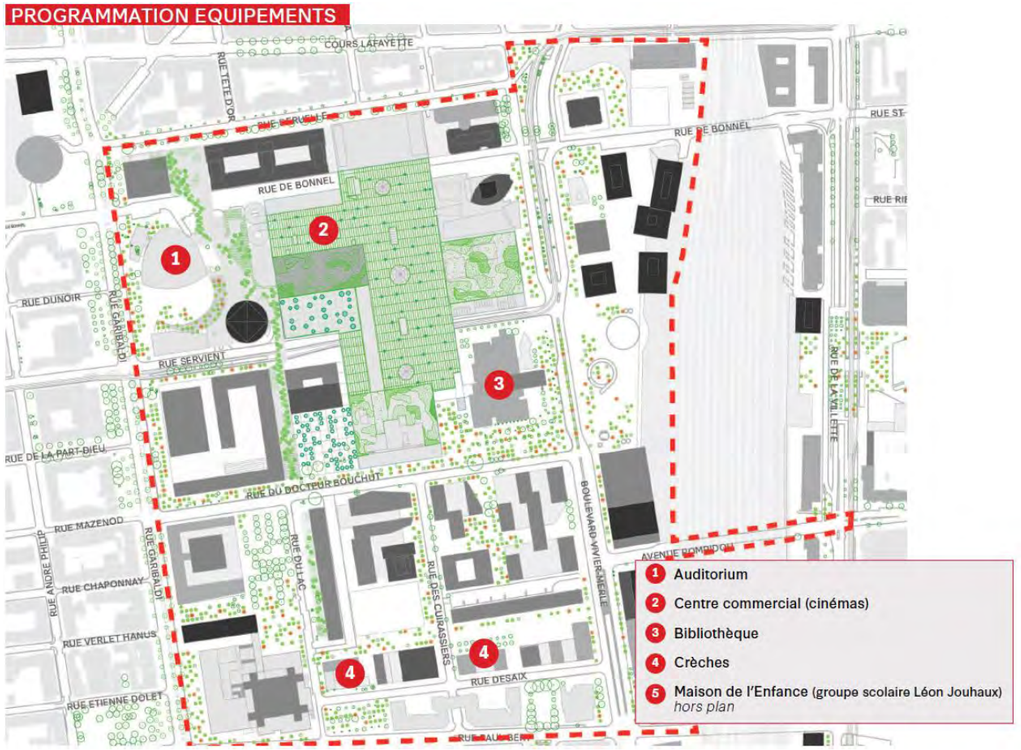


Figure 6 : Plans de référence du projet (source : Dossier de concertation de la ZAC)

5.2.6. ESQUISSE DES PRINCIPALES SOLUTIONS DE SUBSTITUTION EXAMINEES, ET RAISONS DU CHOIX DU PROJET

(1) L'EMERGENCE DU PROJET D'AMENAGEMENT

Suite à la publication de l'appel d'offres pour la mission d'accompagnement et de conception du projet de la Part-Dieu, le démarrage opérationnel du projet a débuté fin 2009 avec la volonté du Grand Lyon, sous l'égide de la Mission Part-Dieu, et à travers le choix du Groupement formé autour de l'AUC et la mobilisation de l'ensemble des services du grand Lyon dans le montage de ce projet.

Après une première étape clef visant à l'élaboration du Plan concept, le Plan-Guide, version plus précise, plus articulée et plus opérationnelle, a été proposé.

La réflexion sur le positionnement stratégique du projet urbain de la Part-Dieu a fait apparaître quatre enjeux clés qui ont longuement été débattus :

- ✓ Quelle centralité pour la Part-Dieu ?
- ✓ Lieu de flux et/ou lieu de vie ?
- ✓ Comment s'adapter aux usages et aux évolutions sociales ?
- ✓ Quel projet de développement urbain durable ?

Ainsi, la construction du projet de la ZAC Part-Dieu Ouest, et plus globalement du Projet Part-Dieu, s'est réalisée graduellement, étape par étape, dans le cadre d'un management de projet offensif mais ouvert et participatif permettant à chaque étape d'enrichir et mûrir collectivement le projet et d'en favoriser l'appropriation.

La composante environnementale a ainsi été prise en compte à chaque étape de la définition à la construction du projet, et ce dans toutes les thématiques qui y sont liées : paysage, transport, nature, développement durable, santé, habitat, travail… C'est entre autres une des composantes qui a permis d'orienter vers le choix final du projet.

(2) L'EVOLUTION DU PROJET ET LES RAISONS ASSOCIEES

L'élaboration du projet de la ZAC Part-Dieu Ouest a été conduite selon une démarche itérative.

Le projet est le fruit de plusieurs années de réflexion commune entre le Grand Lyon, le groupement l'AUC, plusieurs services de la ville ou de l'agglomération et des bureaux d'études spécialisés, et alimentée par la concertation publique.

Le projet présenté dans ce dossier s'est donc construit pas à pas. Il est donc difficile de présenter à proprement parler des « scénarii » alternatifs qui auraient été étudiés et écartés pour retenir la proposition actuelle.

Cependant, les quelques exemples ci-après illustrent cette démarche, en présentant pour certains points particuliers les choix ou les solutions de substitution examinées, et les raisons de ce choix eu égard aux effets sur l'environnement ou la santé.

La prise en compte des contraintes de réseaux :

L'idée initiale du projet d'aérer la place Béraudier en surface, et de libérer une partie du boulevard Vivier-Merle de la circulation automobile, a conduit à l'idée de la suppression du tourne à gauche en surface depuis le boulevard Vivier-Merle en direction de la rue Servient.

Afin de rétablir cette circulation, il a été envisagé dans un premier temps la mise en place d'un raccordement souterrain par un tourne-à-gauche vers la rue Servient. Toutefois, il s'est avéré que les réseaux sous le boulevard Vivier-Merle étaient très nombreux, et que pour certains il n'était pas envisageable de les déplacer (eau potable et eaux usées notamment).

Pour cette raison, et en considérant que les modifications sur la place Béraudier et le boulevard Vivier-Merle étaient primordiales dans le cadre du projet urbain, il a été choisi de ne pas reproduire en sous-sol cette liaison, mais plutôt en surface via la rue du Docteur Bouchut.

Cette ouverture correspond par ailleurs à la volonté d'imaginer le nouvel îlot « Lac Cuirassiers Desaix », et crée une vue offrant une perspective de la gare jusqu'aux quais du Rhône.

A noter que le trafic attendu en tourne à gauche vers la rue du Docteur Bouchut sera nettement inférieur à celui de l'actuel tourne à gauche vers la rue Servient, de par la réorganisation globale de la circulation et des mobilités.

Le prolongement de la trémie Vivier Merle plus au Nord a également été étudié, au-delà du carrefour avec le cours Lafayette. Le carrefour Bonnel/Vivier Merle/Lafayette est en effet marqué par la sortie de cette infrastructure, cisaillé par le tramway et les lignes de trolleybus, et présente une configuration très peu lisible pour le piéton.

Cependant le prolongement nécessiterait de descendre à un niveau "-2" sous le cours Lafayette, du fait des nombreux réseaux présents, et produirait un allongement de plusieurs dizaines de mètres remontant proche de la gare des Brotteaux, dans un secteur qui ne peut pas accueillir une telle infrastructure. Cette option n'a donc pas été retenue, au profit d'un réaménagement en surface du secteur Bonnel/Lafayette/Vivier-Merle.

A noter que le « comblement » de la trémie Vivier Merle, comme cela a été fait pour la rue Garibaldi, n'est pas retenu car il conduirait à devoir gérer en surface un trafic important juste devant la gare, et aurait grevé le principe de « gare ouverte » et le développement d'un pôle d'échanges multimodal ambitieux pour les transports en commun urbains.

La prise en compte des enjeux de desserte des îlots et d'ouverture visuelle :

Concernant la rue du Docteur Bouchut, outre les contraintes réseaux évoquées ci-dessus, son élargissement d'une trentaine de mètres permet également d'ouvrir une perspective de la gare jusqu'aux quais du Rhône, et de desservir l'îlot France TV réaménagé.

La prise en compte des enjeux de circulation :

Suite aux premiers aménagements de voiries envisagés, des études de flux ont permis d'analyser les effets positifs et négatifs en termes de circulation automobile, notamment en heures de pointe sur les flux et la charge des différents carrefours. Ces études successives ont permis d'aboutir à des solutions qui permettent d'atteindre l'objectif de maintenir l'accessibilité du site pour les véhicules, tout en contenant l'augmentation du trafic à un niveau limité.

Concernant plus particulièrement le rétablissement du tourne-à-gauche, il apparait que la traversée du parking Béraudier, dans le niveau -2, par un trafic seulement de transit n'est pas envisageable. D'une façon générale, le plan de circulation a été étudié pour atteindre une cohérence d'ensemble pour l'ensemble des circulations qu'elles soient de transit ou d'accès au quartier pour les habitants et les salariés. L'ouverture de la rue Bouchut s'inscrit dans cette cohérence globale.

La prise en compte de l'ensoleillement, de l'ambiance urbaine et du bâti existant :

Au stade même du plan concept, il est apparu que la densification urbaine était nécessaire pour répondre aux besoins de surface immobilière nouvelle sur le périmètre de projet. En ce sens, la création d'immeubles de grande hauteur a été prévue, dans la continuité de la Tour Oxygène et la Tour Incity.

Cependant, le choix d'implantation et de hauteur de ces nouvelles tours a fait l'objet de plusieurs itérations pour définir la meilleure solution du point de vue de l'environnement : ensoleillement de l'espace public, perspectives et cônes de vue, ambiances urbaines, impacts sur les constructions existantes et futures, desserte, réseaux d'énergie, etc.

Par exemple, le projet Two Lyon prévu sur la place Béraudier sera constitué de deux bâtiments, dont une tour, dans un alignement globalement Nord/Sud. Il a donc été choisi d'implanter la tour côté Sud, de façon à ce que l'ombre portée concerne dans une moindre mesure les espaces publics.

De même, le projet immobilier entre la rue Desaix et la barre Desaix a été revu pour tenir compte au mieux de l'impact sur les logements de la barre et les pratiques en rez-de-chaussée.

La prise en compte des enjeux culturels et de qualité des espaces publics :

Dans un premier temps, la copropriété du centre commercial a envisagé une extension du centre commercial sur le lot J voisin.

Après plusieurs réflexions et échanges entre les différents acteurs, il s'est avéré que la localisation du lot J en faisait un élément important de la « traversée culturelle », qui relie les équipements déjà existants que sont les Halles de Lyon, l'auditorium, les cinémas du centre commercial, ainsi que la bibliothèque.

Il a donc été étudié la possibilité de mettre en place sur le lot J une serre tempérée, équipement de grand volume qui pourrait être utilisable pour des fonctions culturelles de type galerie d'art.

Il est apparu que cet aménagement avait également d'autres impacts positifs, puisqu'il pouvait constituer à la fois un lieu de sérénité et de pause abrité et tempéré, et offrir une connexion piétonne directe entre les rues Bouchut et Servient et vers les terrasses du centre commercial.

Cette solution a donc été retenue dans le cadre de la programmation initiale. Ainsi, des études sont en cours pour expertiser le montage juridique et économique de cet élément de programme, afin d'arbitrer sa faisabilité.

(3) LE PROCESSUS DE CO-PRODUCTION

La co-production est l'une des originalités du projet, qui permet de composer avec l'existant, de mettre en mouvement les projets d'une grande diversité d'opérateurs publics et privés, propriétaires ou utilisateurs du quartier.

L'ensemble des aspects des projets sont négociés, dans le respect des principes d'ensemble du projet. Parcelle par parcelle, la discussion s'engage avec les promoteurs, investisseurs, ou utilisateurs de manière à ajuster les objectifs dans le sens d'une dynamique de co-production et de projet partagé, respectant les objectifs du projet urbain porté notamment par la ZAC.

6. L'ETUDE D'IMPACT

Le contenu d'une étude d'impact est fixé par l'article R122-5 du Code de l'environnement.

L'étude d'impact fait partie du dossier de création de Zone d'Aménagement Concerté tel que défini à l'article R*311-2 du Code de l'Urbanisme. Conformément à l'article R*311-7 du Code de l'Urbanisme, le dossier de réalisation complète en tant que de besoin le contenu de l'étude d'impact, notamment en ce qui concerne les éléments qui ne pouvaient être connus au moment de la constitution du dossier de création.

Ainsi, cette étude d'impact complétée est jointe au dossier de réalisation de la ZAC.

Conformément au Code de l'urbanisme, le projet de ZAC a fait l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone. Cette étude a été jointe au dossier de création de ZAC.

Le projet de ZAC constitue un programme de travaux, d'aménagements et d'ouvrages réalisés par un ou plusieurs maîtres d'ouvrage et constituant une unité fonctionnelle. Le Code de l'environnement précise que lorsque ces projets sont réalisés de manière simultanée, l'étude d'impact doit porter sur l'ensemble du programme. La présente étude d'impacts porte donc sur le programme de la ZAC à terme (horizon 2030).

B. ETAT INITIAL, IMPACTS ET MESURES

1. ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

1.1. CONTEXTE URBANISTIQUE REGLEMENTAIRE

Le contexte urbanistique se traduit par un certain nombre de schémas, plans,… dont les principaux objectifs et orientations pouvant concerner le projet sont détaillés ci-après.

La Directive Territoriale d'Aménagement de l'aire métropolitaine lyonnaise est organisée autour des pôles de Lyon, de Saint-Etienne et du Nord-Isère (l'Isle d'Abeau). Le quartier de la Part-Dieu est spécifiquement mentionné par la DTA en tant qu'espace économique d'intérêt métropolitain, et est identifié comme zone d'envergure métropolitaine pour l'accueil des entreprises. Il s'agit de renforcer la fonction d'un quartier déjà largement dédié aux activités économiques.

Le Schéma de Cohérence Territoriale reprend les grandes orientations de la DTA de l'aire métropolitaine lyonnaise. Le quartier de la Part-Dieu se distingue :

- ✓ Sur les plans stratégique et géographique, en tant que centre contemporain. Il forme avec le centre historique le site hypercentral du territoire Centre.
- ✓ Sur le plan économique, en tant que centre directionnel et d'affaires. Il est identifié « zone économique métropolitaine ». Le quartier concentre de grandes administrations publiques, des sièges d'entreprises, des grands équipements publics (auditorium, médiathèque) et la gare TGV. Il participe donc au rayonnement et au dynamisme de l'agglomération. Enfin, d'autres sites tertiaires majeurs sont appelés à se développer sur le territoire Centre (Lyon Confluence, Carré de Soie, Gerland, Cité Internationale).
- ✓ Sur le plan des transports, avec la gare de niveau euro-régional de la Part-Dieu. Cette gare est au cœur du nœud ferroviaire lyonnais, aujourd'hui saturé. Elle concentre aussi un accès aux différents transports en commun urbains.

En termes de croissance économique, le renforcement de l'attractivité de l'hypercentre et du pôle tertiaire de la Part-Dieu en particulier doit passer par le renouvellement du parc immobilier. Pour cela, il convient d'envisager la création d'un véritable centre décisionnel, lieu d'intensité marqué par des projets ambitieux en termes de densité et de mixité urbaine

Le quartier de la Part-Dieu est désigné comme un site de projet urbain métropolitain. Ces sites sont des lieux privilégiés de mixité fonctionnelle, qui accueillent de grandes opérations d'urbanisme.

Le Plan de Déplacements Urbains (PDU) fixe les orientations de la politique des déplacements de l'agglomération à moyen et long terme. Le PDU préconise l'établissement de plans de déplacement d'entreprise dans les quartiers tertiaires concernés par les déplacements pendulaires, et les mieux desservis par le réseau de transport en commun. Cela vaut donc particulièrement pour le quartier de la Part-Dieu. Le Syndicat Mixte des transports pour le Rhône et l'agglomération lyonnaise (SYTRAL) a engagé l'élaboration du nouveau PDU de l'agglomération lyonnaise en mars 2015 ; la révision du PDU est un travail partenarial qui prendra effet en 2017.

Le Programme Local de l'Habitat (PLH) est quant à lui un document de planification à court terme qui concerne le périmètre du Grand Lyon. Dans le 3ème arrondissement, le PLH indique que « l'amélioration du cadre de vie et le renouvellement urbain de certains quartiers (Moncey, Voltaire, Part Dieu) doit également être poursuivi, notamment par poursuite de la lutte contre l'habitat indigne et la revalorisation des patrimoines publics diffus notamment pour la production d'une offre de logements à loyers maîtrisés. » Par ailleurs, le projet Lyon Part-Dieu est cité en réponse à l'objectif de poursuite de production, renouvellement et réhabilitation d'un habitat durable et de qualité.

Par ailleurs, le Plan Local d'Urbanisme du Grand Lyon définit les règles d'utilisation des sols à l'échelle de la parcelle. Le quartier de la Part-Dieu est identifié comme un grand centre contemporain d'affaire et de commerce, et un pôle intermodal majeur de déplacements. En tant que quartier de l'hypercentre, il est attractif pour toute l'agglomération. Son identité patrimoniale moderne doit être préservée. Il est précisé que l'aménagement de la Part-Dieu doit être terminé pour mieux l'intégrer à la ville. Ce document soulève l'enjeu des déplacements et en particulier l'insertion urbaine des pôles d'échange multimodal ainsi que leur lien avec le réseau de transports en commun.

A l'exception de la chaufferie Lafayette, le périmètre de projet se situe zone UAt, qui correspond aux zones denses et multifonctionnelles du centre de l'agglomération et qui est destiné aux pôles à dominante économique et de services, que l'on trouve dans les quartiers centraux de la Part-Dieu et de la Cité Internationale. Dans ce secteur, des linéaires artisanaux et commerciaux ou « toutes activités », appelés « socles actifs », sont prescrits le long de la plupart des rues de la Part-Dieu.

1.2. ENVIRONNEMENT SOCIO-ECONOMIQUE

1.2.1. POPULATION ET LOGEMENTS

La population de la commune de Lyon est de 491 268 habitants et a enregistré une augmentation de 4 % entre 2006 et 2011. La population est plutôt jeune, et la structure de la population a peu évolué entre 1999 et 2009.

Le 3ème arrondissement est de loin le plus peuplé de la commune (20 % des habitants). Dans les années 90, c'est l'arrondissement qui a connu la plus forte croissance de Lyon, liée à une densification urbaine du secteur.

Sur le périmètre de la ZAC, environ la moitié de la population a moins de 30 ans. Il s'agit d'une population jeune, avec une prédominance d'étudiants et de jeunes actifs.

Les ménages de petite taille sont prédominants, avec une présence marquée de personnes seules.

En 2011, le périmètre de la ZAC compte 1 794 logements et 12 % de logements sociaux (en incluant les grands ensembles immobilier). La majorité des résidences est en location (79 %).

Les grands ensembles immobiliers concentrent la majeure partie de la population. Sur la ZAC, on compte environ 296 logements (ensemble immobilier autour de la place de Milan).

1.2.2. LES ACTIVITES ECONOMIQUES ET COMMERCIALES

Lyon est classée 19ème métropole européenne pour son attractivité économique. L'aire métropolitaine se caractérise par une activité économique dynamique et diversifiée.

On compte à Lyon plus de deux emplois sur trois dans le secteur tertiaire. Les grands sites de projets urbains comme Part-Dieu, Confluence, Gerland ou Carré de Soie, permettent le développement de l'offre immobilière dans le secteur tertiaire.

Lyon est la deuxième ville française pour le tourisme d'affaires. Concernant l'offre hôtelière, la majorité de l'offre se concentre sur le secteur Lyon-Villeurbanne.

Le quartier de la Part-Dieu est le premier pôle d'emploi tertiaire de l'agglomération, vient ensuite celui de la Presqu'Île. Il accueille 56 000 emplois dans 1 125 000 m² de bureaux. Le quartier compte 2 200 établissements.

Historiquement, les secteurs d'activité représentés sont la banque, l'assurance, les services et l'administration. Depuis une dizaine d'années, cette répartition s'est étoffée avec l'implantation d'entreprises de l'ingénierie et des systèmes industriels et urbains.

Le tissu d'entreprises est dynamique et comporte des start-up, des TPE, des PME ainsi que des grands groupes internationaux.

Les caractéristiques actuelles de l'offre commerciale du quartier mettent en évidence son fonctionnement en hub autour de la place Béraudier.

La principale polarité est le centre commercial de la Part-Dieu ; il s'agit d'un des plus grands centres commerciaux de centre-ville en Europe.

Cette offre commerciale importante est complétée par une offre de restauration et de commerces de proximité en limites Nord et Ouest du périmètre de projet. Les Halles gastronomiques Paul Bocuse, halles historiques de la ville de Lyon, sont situées à proximité sur le cours Lafayette.

Aujourd'hui l'équipement commercial des pieds d'immeubles est diffus, absent du cœur de quartier, et dominé par la restauration moyen de gamme et les services de proximité.

L'offre hôtelière du quartier est importante et on compte de nombreux hôtels de taille moyenne, dans et à proximité immédiate du périmètre de la ZAC, pour un total de 880 chambres soit environ 7% de l'offre totale du Grand Lyon.

Dans le cœur de la Part-Dieu, on trouve notamment l'Hôtel Radisson Blu (Tour Part-Dieu). Le reste de l'offre est concentrée à proximité de la Gare, le long du boulevard Vivier-Merle ou à l'Est des voies ferrées.

1.2.3. LES EQUIPEMENTS ET SERVICES PUBLICS

Les équipements du quartier de la Part-Dieu sont nombreux, mais concernent des domaines spécifiques, en lien avec l'histoire de l'urbanisation du quartier : administration et services publics, culture et loisirs.

L'administration publique représente le premier poste d'emploi dans le quartier, avec 20% des effectifs. Dans le périmètre de projet on recense ainsi la Cité Administrative d'Etat et la Métropole de Lyon.

Dans le quartier, on recense de nombreux équipements culturels. L'auditorium de Lyon et la bibliothèque de la Part-Dieu sont des équipements culturels qui rayonnent à l'échelle de la ville et du Grand Lyon. A ceux-ci s'ajoute le multiplexe cinéma intégré au centre commercial, ainsi qu'un boulodrome rue du Lac. Aucun équipement sportif n'est situé à l'intérieur du périmètre de projet.

Dans le périmètre de projet, il existe une structure d'accueil de jeunes enfants. Il existe également 6 crèches interentreprises dédiées aux actifs du quartier.

En matière d'établissements scolaires, l'offre se situe en périphérie du cœur de la Part-Dieu.

Des sites d'hébergement d'urgence pour les personnes en difficulté se trouvent plutôt à l'Est en dehors du périmètre de projet. L'offre hospitalière est absente du quartier, cependant une offre abondante et diversifiée se trouve en bordure Est de l'arrondissement, à la frontière avec Bron et Villeurbanne.

1.3. INFRASTRUCTURES ET DEPLACEMENTS

L'agglomération lyonnaise bénéficie d'une position de carrefour à la croisée d'infrastructures majeures de transport, tant en routier qu'en ferroviaire ou en fluvial.

1.3.1. VOIRIES ET TREMIES

A l'échelle du quartier et du périmètre de projet, la structure du réseau routier est relativement simple et contrainte par la trame quadrangulaire du quartier de la Part-Dieu, qui a été conçue initialement dans les années 60 dans un esprit de séparation des fonctions laissant aux véhicules un large espace au niveau du sol, les piétons étant renvoyés au niveau de la dalle. Les axes encadrants étaient initialement de gabarit très large avec des trémies, et ont été progressivement diminués.

Le périmètre est délimité par deux axes Nord-Sud, le boulevard Vivier Merle à l'Est et la rue Garibaldi à l'Ouest, et compte trois axes traversant Est-Ouest : le Cours Lafayette, la rue de Bonnel et la rue Paul Bert.

L'avenue Pompidou permet également la traversée du quartier Ouest-Est.

Ce réseau principal est complété par les voiries de desserte locale du quartier, non traversantes.

Le plan de circulation est marqué par la présence de nombreux axes à sens unique, et par les points durs que constituent les passages sous les voies ferrées.

1.3.2. RESEAU FERROVIAIRE

Aujourd'hui, la gare de la Part-Dieu est traversée par 11 voies. L'offre est majoritairement régionale puisque les TER représentent 64% des dessertes. L'offre grande ligne représente 145 trains par jour, l'offre intercité étant marginale.

La gare de la Part Dieu est un hub TGV d'envergure nationale et européenne avec 141 TGV ou Lyria par jour qui assurent des dessertes avec la majorité des grandes villes françaises.

1.3.3. RESEAU DES TRANSPORTS EN COMMUN URBAINS (TCU)

L'offre TCU est très dense au niveau de la Part Dieu qui constitue un des principaux nœuds du réseau lyonnais. Le quartier est ainsi desservi par 16 lignes de transport urbain dont une ligne de métro, 3 lignes de tramway et 3 lignes de trolleybus.

Au total, ce sont près de 3 000 bus, trolleybus ou tramway qui marquent chaque jour un arrêt au niveau de la Part-Dieu et plus de 500 métros, pour une fréquentation globale de 165 000 voyageurs en 2011.

La desserte TCU de la Part Dieu est organisée en trois pôles :

- ✓ Le pôle Part Dieu - Vivier Merle : situé en façade ouest de la gare, il donne accès aux principaux pôles d'attractivité du quartier.
- ✓ Le pôle Part Dieu - Villette qui accueille les tramways T3 et T4 mais aucune ligne de bus urbaine.
- ✓ Le pôle Part Dieu - Jule Favre, desservi en doublon par certaines lignes desservant Part-Dieu – Vivier Merle.

En complément des tramways qui bénéficient de sites propres intégrables, des sites propres bus ont été aménagés sur certaines voiries du quartier. Le boulevard Vivier Merle au droit de la place Charles Béraudier dispose de sites propres réservés aux bus dans les deux sens.

Ainsi, la ZAC est desservie par plusieurs lignes de transports en commun, qui empruntent essentiellement les axes Nord-Sud et Est-Ouest quadrillant le périmètre de projet.

1.3.4. LES AUTRES OFFRES DE TRANSPORTS EN COMMUN

En parallèle de l'offre urbaine des TCU, la Part Dieu est desservie par des offres de transports en commun non urbains (TCNU). L'offre de TCNU permet la desserte du quartier et de la ZAC, mais les aménagements ne sont pas situés sur son périmètre. On recense :

- ✓ La liaison Rhônexpress qui permet de rejoindre l'aéroport Saint Exupéry en moins de 30 minutes
- ✓ Le réseau Transisère du conseil général de l'Isère
- ✓ Le réseau de cars TER Rhône-Alpes



Figure 7 : Plan de circulation routière

1.3.5. VELOS

Les voiries du périmètre sont partiellement aménagées pour les cycles avec une discontinuité des itinéraires au niveau de la gare.

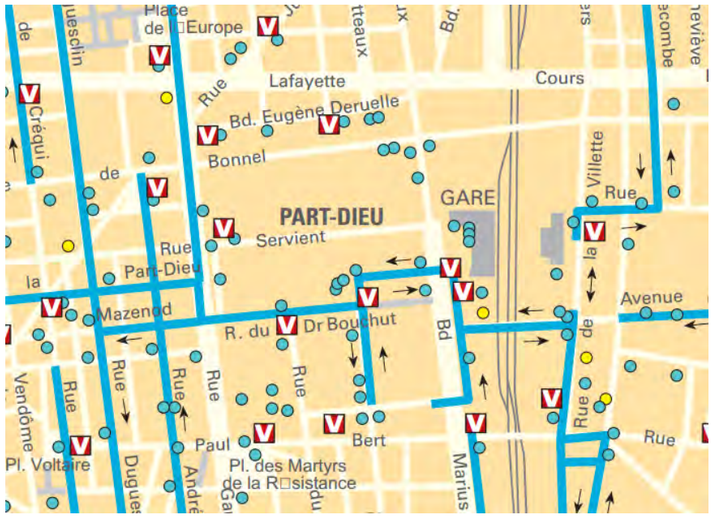


Figure 8 : Plan des pistes cyclables autour du site de projet (source : www.velov.grandlyon.com)

Les possibilités de traversées d'Ouest en Est sont limitées à quelques voiries, et le boulevard Vivier-Merle ne dispose pas de pistes cyclables sur sa partie Nord.

Ces conditions de desserte peu favorables aux vélos expliquent la faible part modale qu'ils représentent (3,7% des déplacements dans le quartier).

Des stations de vélos en libre-service sont implantées sur le périmètre de la ZAC, ainsi que plusieurs places de stationnement en parking souterrain ou sur voirie. La vélo-station de la gare reste très confidentielle.

1.3.6. PIETONS

Les espaces piétons ont été conçus initialement comme des cheminements le long des voiries routières, ou sur la dalle, plutôt que comme des espaces publics à part entière.

L'orientation est globalement difficile, à part pour les habitués du quartier. Par exemple, la liaison piétonne entre la rue Garibaldi et la gare n'est possible dans le cœur du périmètre que par la rue du Docteur Bouchut, qui n'offre pas de perspective d'un bout à l'autre, ou par le Boulevard Deruelle, au Nord du périmètre.



Figure 9 : Rue Servient, passage Est-Ouest sous le centre commercial interdit aux piétons

Le travail de diagnostic des espaces publics mené a conduit globalement à identifier une problématique de « sol difficile » : cheminements étroits, contournements, passages sous tunnel, flux piétons engorgés, visibilité encombrée… L'état du site entraîne des inconforts voire des dangers lors des déplacements en modes doux (piétons, cyclistes…) ou pour les personnes à mobilité réduite.



Figure 10 : Diagnostic d'un sol difficile à la Part-Dieu (Source : Plan de référence v2, cahier « Sol facile »)

Il faut également noter que les passages sous les voies ferrées sont relativement peu attractifs pour les piétons.



Figure 11 : Passage de l'avenue Pompidou sous les foies ferrées

1.3.7. PARKINGS ET STATIONNEMENT

L'offre de stationnement est particulièrement protéiforme dans le quartier de la Part-Dieu afin de répondre aux besoins des différents usagers du quartier.



Figure 12 : L'offre de stationnement à proximité de la Part Dieu

Les parcs sont en ouvrage, à l'exception du stationnement place des Martyrs et du parc Villette-Nord qui est en enclos.

A proximité de la gare, la dépose et la reprise minute s'organisent autour de 3 aires de stationnement qui totalisent 162 places.

Des places de stationnement sont disponibles en surface, dans l'ensemble des rues du périmètre de la ZAC (sauf exception, comme par exemple la rue Servient et la rue de Bonnel). Elle reste toutefois marginale à proximité de la gare.

L'offre taxi au niveau de la gare est organisée de part et d'autre de la gare, avec une capacité totale de 150 places.

- ✓ Côté Vivier Merle, la dépose taxi est située dans la trémie qui passe sous la gare
- ✓ Côté Villette, sur la contre-allée réservée à cet usage.

Les aires de livraisons sont réparties sur l'ensemble du périmètre.

1.3.8. LA CIRCULATION ROUTIERE

De par son caractère structurant à l'échelle de l'agglomération en rive gauche du Rhône, le boulevard Vivier Merle est l'axe le plus chargé du périmètre avec plus de 2 000 Unités de Véhicule Particulier en Heure de Pointe du Soir (HPS) sur la section la plus circulée.

La rue Garibaldi est également très circulée, au Nord du cours Lafayette et au Sud de la rue Paul Bert. En limite de périmètre, elle est essentiellement fréquentée entre la rue de Bonnel et la rue Servient. Les axes Est-Ouest qui permettent de franchir le faisceau ferroviaire sont globalement moins chargés mais le trafic reste important.

A l'intérieur du périmètre de projet, le trafic est plutôt faible, les voiries permettant une desserte locale.

Les niveaux de circulation génèrent des phénomènes de congestion au niveau des intersections suivantes, en particulier *:*

- ✓ Le carrefour Villette – Pompidou
- ✓ Le carrefour Paul Bert – Vivier Merle
- ✓ Le carrefour Vivier Merle – Lafayette qui génère des remontées de files dans la trémie
- ✓ Le carrefour Villette – Paul Bert

A noter que les parkings en lien avec la gare étant quasi tous situés à l'Est de celle-ci (côté Villette), les flux les alimentant doivent nécessairement passer par les secteurs sensibles que constituent les passages sous les voies ferrées et les carrefours les encadrant.

Les carrefours tramway constituent dans la plupart des cas, des points de saturation importants, notamment lorsqu'ils sont rapprochés : cumulation des effets de saturation locaux avec les interactions entre carrefours. La rue de la Villette constitue l'axe le plus problématique aux heures de pointe en raison de la présence d'un trafic soutenu et de fréquences tramway élevées qui bridents fortement la capacité des carrefours.

A l'Est de la gare, les carrefours subissent des phénomènes de congestion. A l'Ouest, les carrefours ont peu de réserve de capacité.

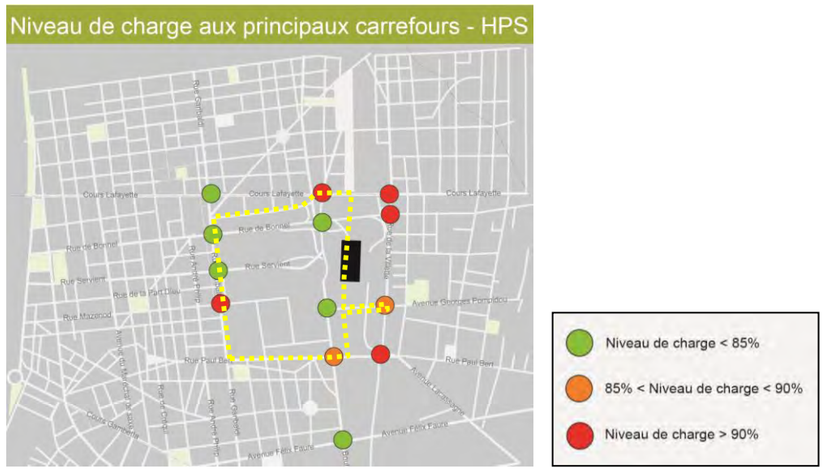


Figure 13 : Les niveaux de charge actuels des carrefours (Source : Egis/Arcadis, Etudes déplacements tous modes dans l'organisation multipolaire de l'agglomération, décembre 2014)

Concernant les deux roues motorisées, ils sont crédités d'une part de 0,5% des déplacements. Les comptages réalisés annuellement sur l'ensemble de l'agglomération, ne montrent pas de tendance particulière à la hausse sur les quatre dernières années.

Des comptages routiers ont réalisés sur une semaine en février 2016, simultanément aux campagnes de mesures sonométriques. Ces comptages indiquent que la part des deux roues serait de l'ordre de 3 %.

1.3.9. LES TRANSPORTS EN COMMUN

Le quartier de la part-Dieu constitue un nœud du réseau TCU de Lyon et du Grand Lyon, et bénéficie d'une desserte dense.

En 2011, pour un total de 164 000 montées/descentes de voyageurs par jour, la répartition entre les différents transports en commun correspond à :

- ✓ 43% pour le métro B
- ✓ 21% pour les tramways T1 et T3
- ✓ 14% pour les trolleybus C1, C2 et C3 (dont la moitié pour le C3)
- ✓ 22% pour les lignes de bus.

Le pôle Part-Dieu/Vivier Merle comptabilise 139 000 montées et descentes par jour, dont 70 600 issues du métro B. Les deux autres pôles, le pôle Villette et le pôle Part-Dieu Jules Favre totalisent respectivement 13 100 et 11 900 montées et descentes par jour.

1.3.10. LES FLUX PIETONS ET CYCLES DU QUARTIER

Le quartier de la Part-Dieu est pleinement inséré dans le secteur dense de l'agglomération, et la gare de la Part-Dieu concentre une grande partie des fonctionnalités en déplacements du quartier.

Depuis le site de projet, la Presqu'Île, et le centre historique, le Parc de la Tête d'or, Villeurbanne ou le 8ème arrondissement de Lyon sont accessibles facilement à vélo.

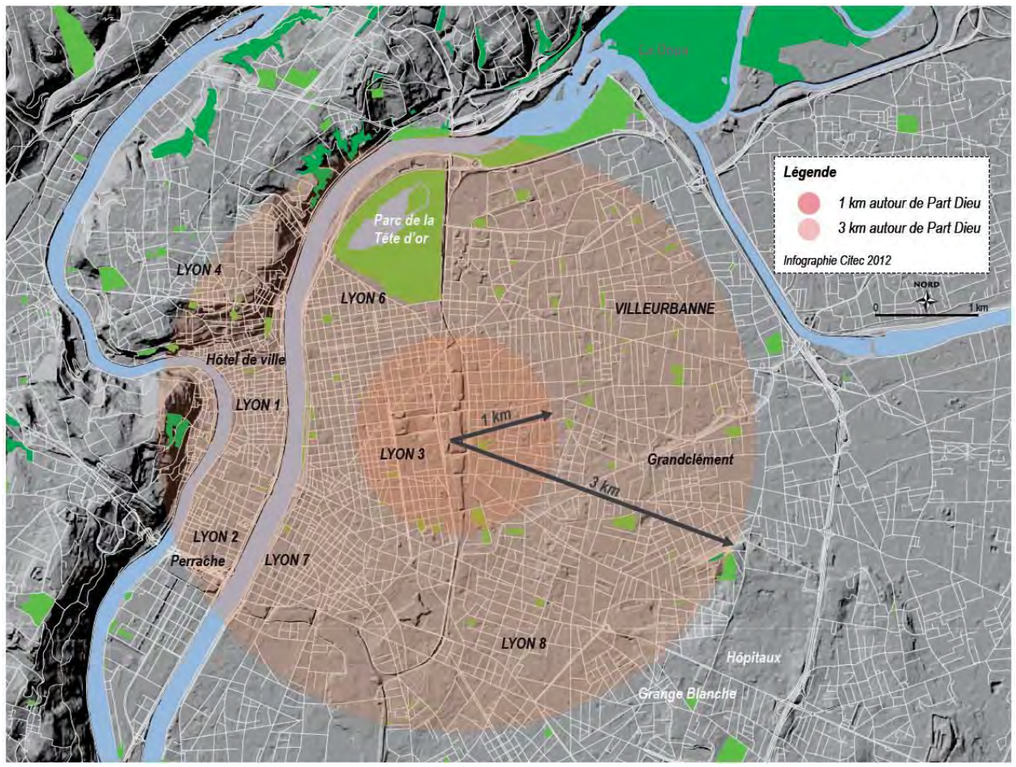


Figure 14 : Potentiel de la marche à pied et du vélo pour les déplacements courts
(Source : Plan de référence v2, cahier « Mobilités »)

Environ 48 000 piétons traversent chaque jour les voies ferrées dans le secteur de la Part Dieu, en empruntant principalement le passage via la gare. Les autres flux piétons se répartissent inégalement entre les 4 passages qui permettent de traverser d'Est en Ouest la gare et les voies ferrées.

Concernant les flux vélos, leur volume est nettement plus faible avec environ 3 600 vélos par jour en franchissement des voies ferrées. La rue de Bonnel n'accueille qu'un trafic faible sans doute du fait de sa situation dans le prolongement de la trémie sous le centre commercial, particulièrement inconfortable pour les vélos.

A l'intérieur du périmètre de projet, la rue du Docteur Bouchut qui dispose d'une piste cyclable connait un flux vélos important en raison de son rôle de liaison Est-Ouest, et de la desserte des équipements tels que le centre commercial et la gare.

1.3.11. ZOOM SUR LES FLUX GENERES PAR LE POLE D'ECHANGES MULTIMODAL (PEM) PART-DIEU

La gare a un rôle de liaison piétonne avec 12 000 personnes traversant la gare pour des liaisons interquartier et 21 000 personnes traversant la gare pour rejoindre une offre de transport.

Mais l'essentiel des flux générés par la gare relève de son activité ferroviaire à l'origine de 89 300 montées/descentes quotidiennes.

Enfin, l'activité commerciale de la gare, de la SNCF mais aussi des autres enseignes, attire chaque jour 4 000 personnes.

Au total, la gare génère chaque jour un flux piétons d'échange avec l'extérieur de l'ordre de 123 500 personnes.

Concernant les modes de rabattement/diffusion sur l'offre ferroviaire, il apparait que la marche à pied reste un moyen privilégié d'accéder à la gare (35% en moyenne) compte tenu de sa position dans le centre de Lyon à proximité immédiate de zones très denses en termes de population et d'emplois. La part des TC est également très importante compte tenu de la densité de l'offre urbaine. La part modale vélo s'établit quant à elle à environ 3 %.

La Part-Dieu est un quartier très fréquenté d'une part du fait de l'activité ferroviaire de la gare mais également de par le dynamisme économique et commercial du quartier.

Si le mode ferroviaire est une fonctionnalité primordiale du quartier de la Part-Dieu, il n'en constitue cependant pas la principale en terme de fréquentation puisque le pôle Transports en Commun de la Part-Dieu très développé accueille une forte concentration de services urbains (bus, métro, tramway) et interurbains (Rhônexpress, Transisère).

Compte tenu de l'attractivité du quartier de la Part-Dieu (emplois, commerces, hôtels), la marche à pied est en toute logique le principal mode de rabattement sur les TCU (67%) et l'un des principaux pour le ferroviaire (35%). La qualité des cheminements piétons vers les TCU et les services ferroviaires est donc déterminante pour le projet.

L'enjeu étant de préserver une desserte de qualité de la Part-Dieu mais aussi permettre la réalisation d'un réseau de transport en commun performant ainsi que des liaisons douces pour rejoindre ce pôle majeur de l'agglomération.

1.4. L'ENVIRONNEMENT URBAIN ET LE CADRE DE VIE

1.4.1. LE PAYSAGE

Le site de la ZAC s'inscrit dans la famille des « paysages urbains ou périurbains », dans le quartier dit de Part-Dieu, qui se caractérise par un tissu urbain ordonné, un bâti localement élevé comme la Tour Part-Dieu (165 m), la Tour oxygène (115 m) et la Tour Swiss Life (80 m). Ce quartier est composé de rues organisées selon un plan orthogonal.

Le quartier de la Part-Dieu est tout à fait identifiable sur la base d'une photo aérienne, compte-tenu de la différence de texture entre ce quartier et ceux alentours, marqués par la régularité des éléments : une collection d'objets semble avoir pris place, et le maillage de voirie n'est pas inscrit en prolongement de celui des quartiers "historiques".



Figure 15 : Vue aérienne du cœur de la Part-Dieu

Le périmètre d'étude se caractérise ainsi par un bâti mixte d'une hauteur inférieure à 28 m datant de la seconde moitié du XXème siècle, et par des immeubles de plus grande hauteur et des bâtiments emblématiques qui constituent des bâtiments « repères » bien repérables pour les usagers ou les habitants du quartier de la gare Part-Dieu.

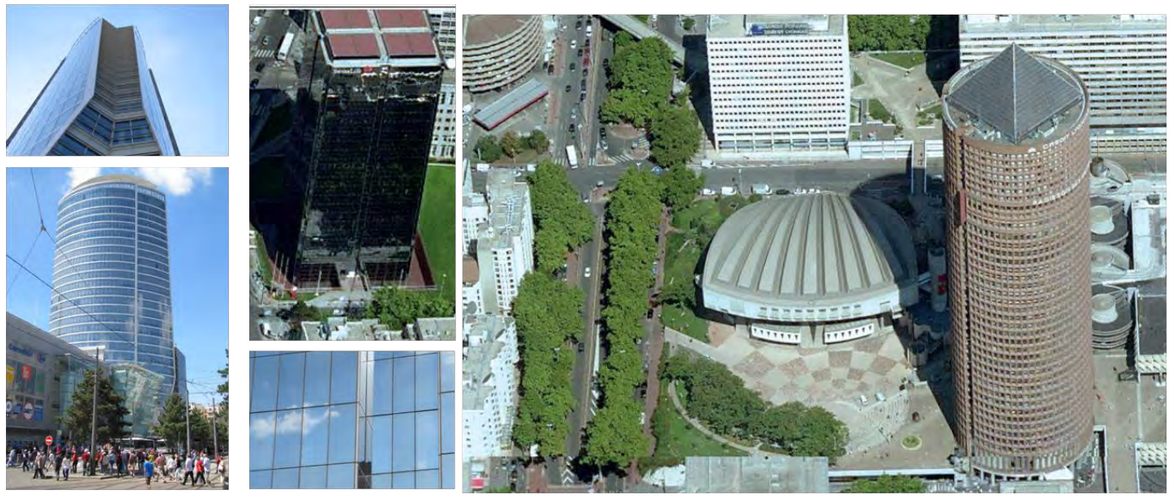


Figure 16 : de g. à d. : tour Oxygène, tour Suisse, auditorium et tour Part-Dieu (source : Atlas paysager de la Part-Dieu, Urbalyon, 2010)

Le périmètre d'étude se compose de plusieurs **espaces publics ou à usage public** plus ou moins végétalisés.

La place Béraudier est un des principaux espaces publics du périmètre d'étude. Les éléments paysagers (massifs boisés et arbustifs, arbres d'alignements) sont bien visibles mais peu attractifs. La place de Milan, espace à vocation public, revête quant à elle une dimension « confidentielle » de cour intérieure. En outre, la place Charles de Gaulle, avec l'auditorium et les gradins associés, permet de mettre en scène l'auditorium, visible dans sa globalité uniquement depuis les gradins. Enfin, les larges trottoirs de plusieurs rues ou boulevards constituent également de véritables espaces publics utilisés par les usagers ou habitants du quartier. A noter également la Rue du Docteur Bouchut, espace exclusivement piétonnier, constituant un lieu de passage entre la gare SNCF à l'Est et la rue Garibaldi à l'Ouest, via le centre commercial de la Part-Dieu entre la rue des Cuirassiers et le boulevard Vivier-Merle.

Au droit du périmètre d'étude, le **réseau d'infrastructures** est dense et diversifié, avec de nombreuses stations aériennes. Le réseau structure la lecture de ces espaces, avec une domination par les TCU et leurs équipements associés (arrêts et rails). Le réseau d'infrastructures s'inscrit donc visuellement dans le paysage et est en lien avec les espaces publics et les cheminements piétonniers.

Les différentes composantes de ce paysage urbain sont le **bâti**, la **végétation** et les **éléments paysagers ponctuels**.

La présence végétale est élevée sur le périmètre d'étude par rapport au reste du quartier Part-Dieu en termes de couverture végétale. Cependant l'impression générale dégagée par le quartier reste minérale, car de nombreux espaces verts restent cachés en cœur d'îlot. Sur le périmètre d'étude il apparaît que les espaces verts sont assez présents mais discontinus. A noter que leur rôle de support de la biodiversité en ville est reconnu.

Concernant les éléments paysagers ponctuels, ils sont de plusieurs types : le mobilier urbain, les éléments remarquables, les revêtements de sols. Les traitements qualitatifs sont aujourd'hui hétérogènes et localisés, en lien avec les aménagements spécifiques de certaines places ou cheminements. Les enrobés dominent, confirmant la place importante dédiée à la voiture.

Les vues sur le site depuis l'extérieur montrent que les emprises des voiries sont larges et peu végétalisées. Le végétal se voit moins et le minéral domine, à l'exception des alignements d'arbres et de la rue Garibaldi sur sa partie réaménagée.

Il apparaît également un manque de repère visuel, qui se ressent dans le quartier, même si la Tour « Oxygène » et la Tour « le Crayon » se démarquent.

Les figures suivantes permettent de visualiser les vues lointaines sur le site depuis l'extérieur.

Les vues éloignées sur le site mettent également en évidence le contraste urbain que le quartier de la Part-Dieu génère par rapport au tissu environnant. Sa silhouette est caractéristique, constituée de grands ensembles, et d'immeubles de grande hauteur, qui sont autant de points de repère pour les vues lointaines.

Cependant les vues lointaines sur le site sont souvent masquées par les fronts bâtis ou la végétation existante.



Figure 17 : Vue sur le site le Pont Wilson (source : Googlemaps, juin 2014)

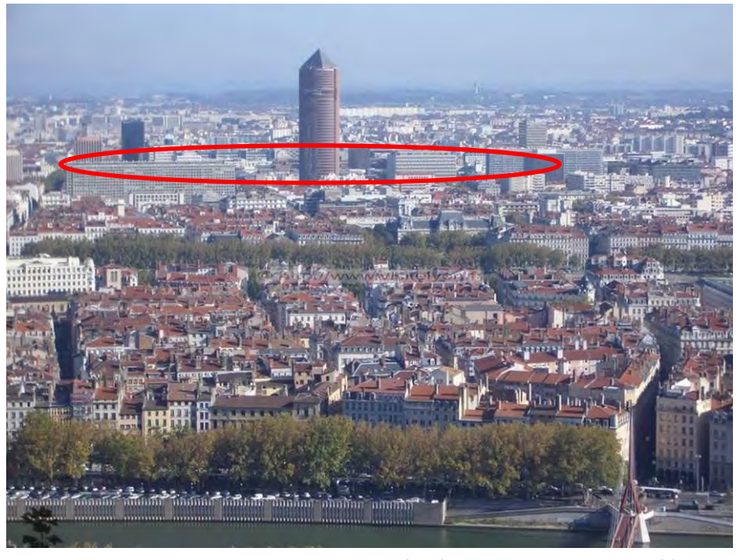


Figure 18 : Vue sur le site depuis Fourvière (source : www.visitelyon.fr)

Ainsi le quartier se caractérise par un tissu urbain ordonné, un bâti dense avec de nombreux axes de transports en commun, des infrastructures routières relativement larges au caractère routier en limite de périmètre d'étude.

L'analyse paysagère met en évidence l'importance du végétal dans le périmètre d'étude dans un milieu urbain particulièrement minéral, avec cependant une présence végétale discontinue au sein des espaces publics et autour du bâti existant.

Les espaces disponibles, les avenues larges et la discontinuité de la trame végétale confère au périmètre d'étude un fort potentiel de renouvellement urbain et paysager.

Les points de vue depuis le site révèlent un quartier urbain, avec peu d'ouvertures visuelles vers le lointain et un manque de repère. Depuis l'extérieur, le quartier est très largement minéralisé et le végétal est discontinu.

1.4.2. LE PATRIMOINE CULTUREL

Zones de protection, monuments historiques, et vestiges archéologiques :

Le site historique de Lyon a été inscrit sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO, en partie grâce à son important patrimoine architectural de la Renaissance. Le centre historique de Lyon est également inscrit à l'inventaire des sites pittoresques du département du Rhône.

Le site de la ZAC Part-Dieu Ouest ne se situe dans aucun périmètre UNESCO. Il n'est pas non plus situé dans une Aire de mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine ni dans une Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager.

Les trois monuments historiques les plus proches du site de projet sont :

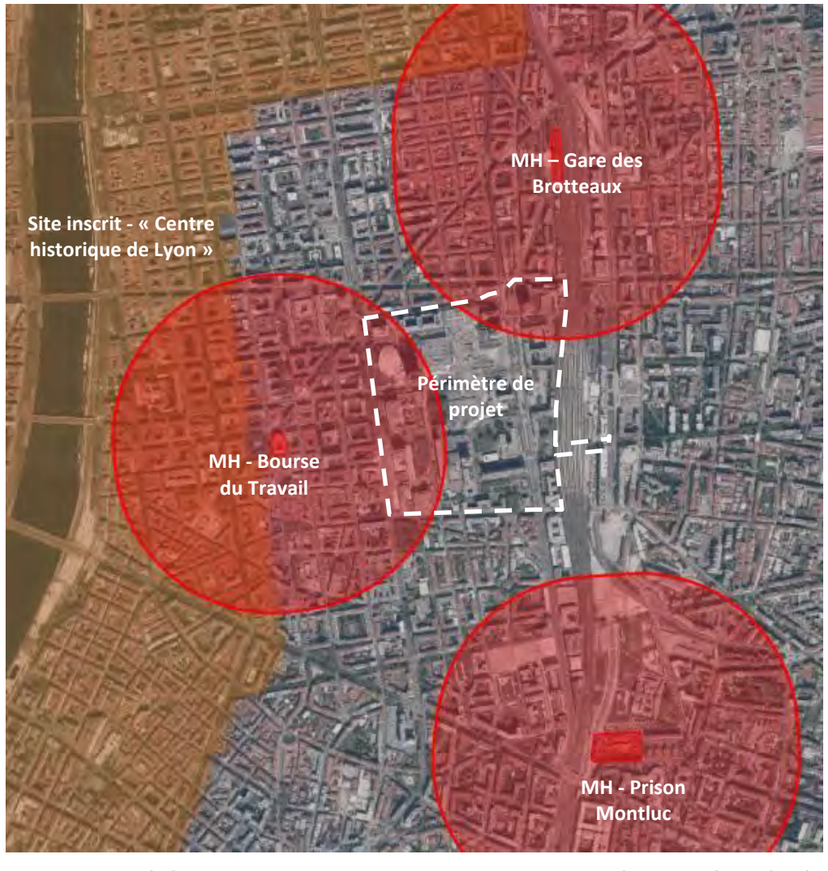


Figure 19 : Immeubles protégés au titre des monuments historiques et site inscrit à proximité du périmètre de projet

L'inventaire général du patrimoine culturel relatif au mobilier ne recense aucun objet mobilier à proximité du projet.

Le site de projet est situé à environ 900 m de la limite Est du périmètre archéologique indiqué par le Plan local d'urbanisme. Aucune sensibilité archéologique n'est donc attendue

Le style Part-Dieu, le bâti et les aménagements existants

La Part-Dieu est un moment clé du patrimoine urbain et architectural lyonnais. Sur le quartier de la Part-Dieu, les styles architecturaux suivants se sont succédés :

- ✓ Brutalisme, 1960-1980 : Béton, formes géométriques anguleuses, sans revêtement ni fioriture, pierre grossièrement taillée, gabions…
- ✓ Post-modernisme, 1975-1990 : retour de l'ornement, composition hiérarchisée, symétries, références aux ordres de l'architecture classique
- ✓ Réhabilitation / style tertiaire, 1990-2010 : amélioration de l'infrastructure, bâtiments neufs dans la périphérie de la Part-Dieu (ZAC Thiers, boulevard Vivier-Merle...)
- ✓ Design Towers, 2010 – aujourd'hui : expériences sur des thèmes divers, mondialisation, superlatifs

L'identité de la Part-Dieu repose pour une large part sur une certaine continuité et une certaine cohérence de la matérialité des architectures : simplicité, répétivité assumée, minéralité, qualité des matériaux, textures.

En matière d'architecture, le quartier Part-Dieu possède ainsi une valeur patrimoniale certaine.

1.4.3. L'AMBIANCE SONORE

Le classement sonore des voies permet d'identifier les voies plus ou moins bruyantes à l'échelle du département et des communes, et de fixer les isolements sonores des bâtiments neufs vis-à-vis des bruits extérieurs. Il définit cinq catégories de classement. Les infrastructures de catégorie 1 sont les plus bruyantes avec une largeur affectée par le bruit de 300 m de part et d'autre de l'infrastructure. Pour les autres catégories de 2 à 5, les largeurs affectées par le bruit sont de 250 m, 100 m, 30 m et 10 m.

Seules les infrastructures routières de plus de 5 000 véhicules par jour, les voies ferrées interurbaines de plus de 50 trains par jour, les lignes en site propre de transport en commun et les lignes ferroviaires urbaines de plus de 100 autobus ou trains sont concernées par ce classement.

Dans la zone du projet, deux voies ferrées sont classées : Rhônexpress (catégorie 4) et ligne de Collonges-Fontaines à Lyon-Guillotière (catégorie 1).

Dans la zone du projet, plusieurs voies routières sont classées (voir Figure 20).

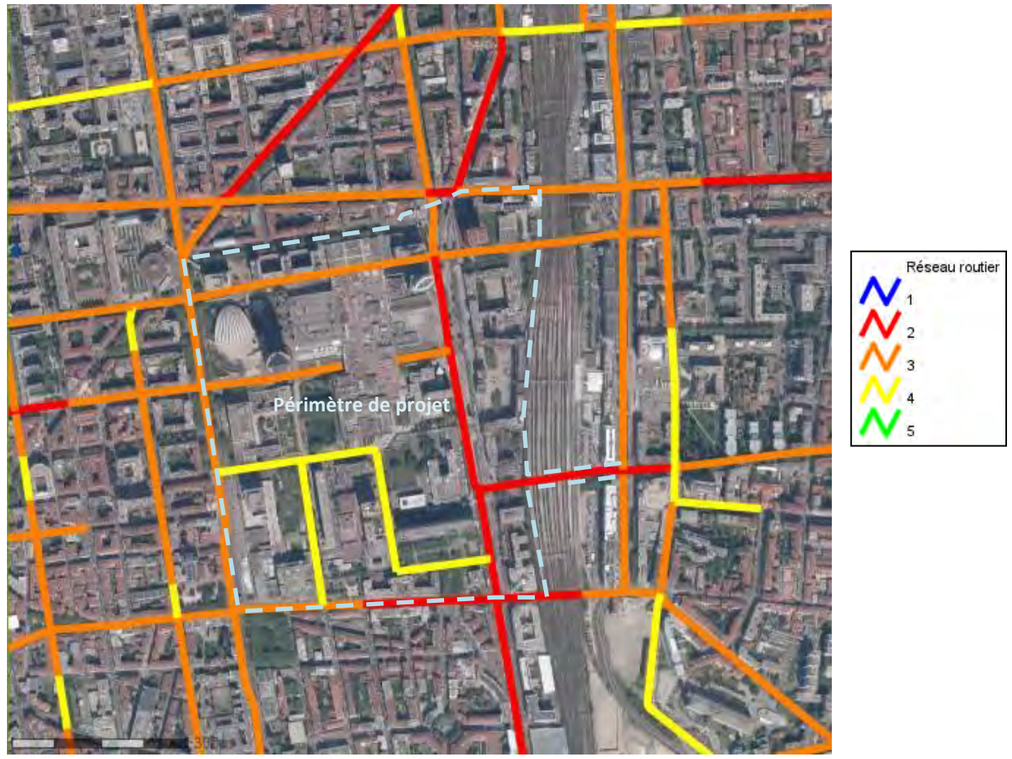


Figure 20 : Classement sonore des voies routières dans la zone du projet

Les seuils réglementaires d'exposition au bruit des populations

La réglementation fixe les seuils de bruit suivants pour l'exposition des populations :

Valeurs limites, en dB(A)*				
Indicateurs de bruit (en dB(A))	**Aérodromes**	**Route et/ou ligne à grande vitesse**	**Voie ferrée conventionnelle**	**Activité industrielle**
Lden	55	68	73	71
Ln	-	62	65	60

*Arrêté du 4 avril 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement

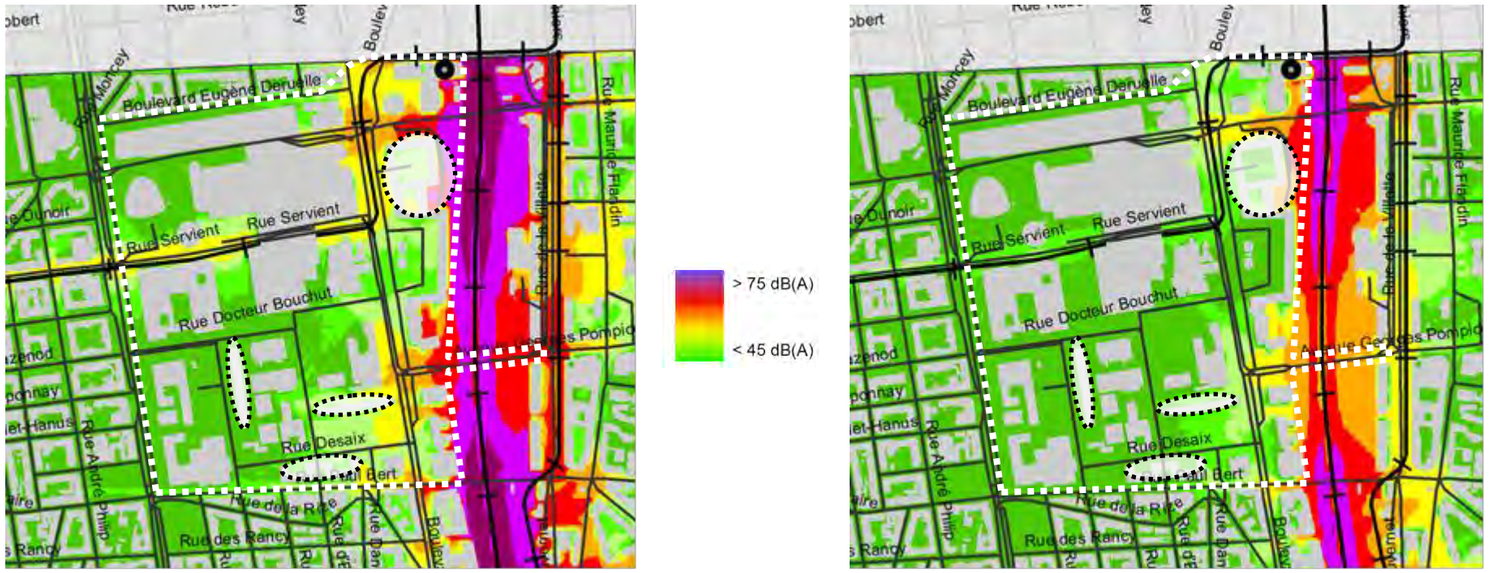
Tableau 1 : Seuils de bruit réglementaires relatifs à l'exposition des populations

La situation sur la ZAC

Des cartes de bruit stratégiques ont été établies par le Grand Lyon, dans le cadre du Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement. Elles sont présentées ci-après et permettent de visualiser le niveau de bruit au sein du périmètre de projet et à proximité.

Les cartes suivantes permettent de visualiser les niveaux de bruit sur la zone de projet, en moyenne sur une journée (Lden 24h) et pour la période de nuit qui est la plus sensible (Ln 22h-6h), pour les bruits ferroviaires et les bruits routiers.

Sur ces cartes, les logements existants sont localisés pour permettre de visualiser les populations exposées à des niveaux de bruit élevés.

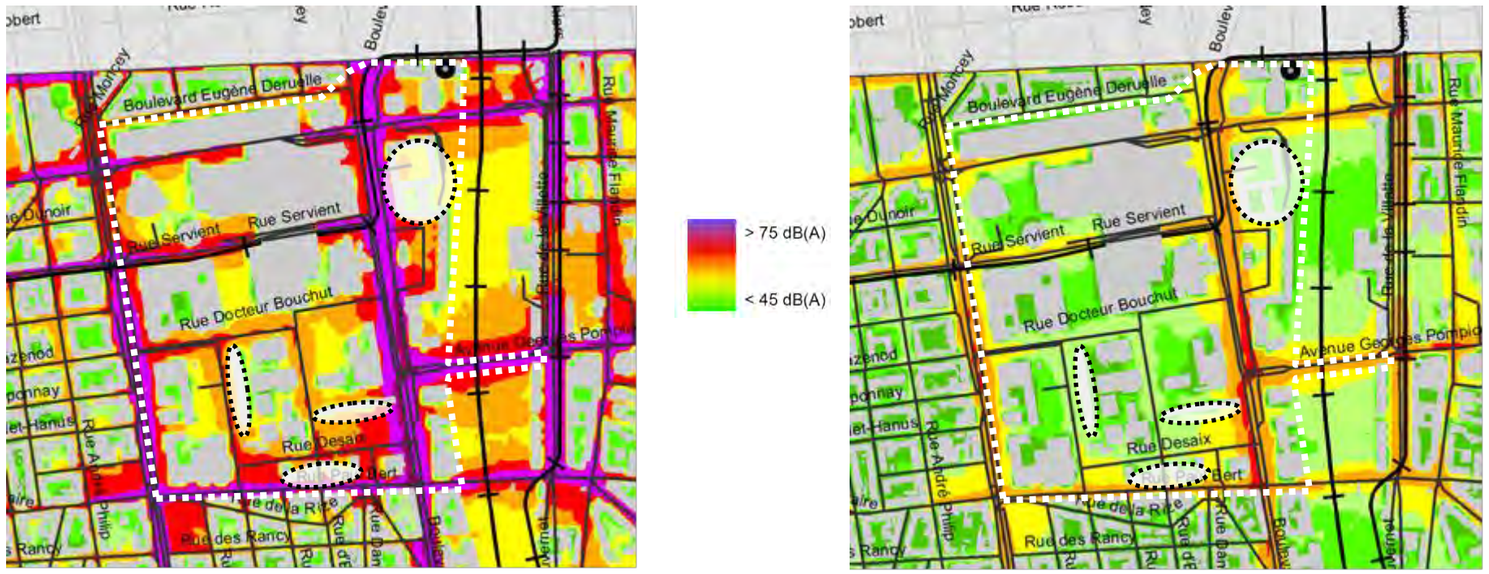


Lden (24h) **Ln (22h-6h)**

Légende :

Logements existants

Figure 21 : Carte de bruit des voies ferroviaires dans la zone du projet (sources : cartes de bruit stratégiques du Grand Lyon, 2012)



Lden (24h) **Ln (22h-6h)**

Légende :

Logements existants

Figure 22 : Carte de bruit des voies routières dans la zone du projet (sources : cartes de bruit stratégiques du Grand Lyon, 2012)

Au sein du périmètre de projet, des mesures de bruit in situ ont été réalisées pour caractériser la situation actuelle de l'ambiance sonore.



Figure 23 : Localisation des mesures acoustiques (fond de carte : Géoportail)

Les résultats des mesures montrent que :

- ✓ L'ambiance sonore est modérée de jour comme de nuit pour les points de mesure 2, 3, 4 et 7;
- ✓ L'ambiance sonore est non modérée de jour pour les points de mesure 1, 6 et 8 (rue Paul Bert, rue Garibaldi et boulevard Vivier Merle) ;
- ✓ L'ambiance sonore est non modérée de jour ni de nuit pour le point de mesure 5 (rue Servient) ;
- ✓ Pour le point le plus proche de la voie ferrée (n°2), l'écart diurne-nocturne est quasi nul. Ceci est dû au bruit ferroviaire émis par le nombre important de passages de trains de jour comme de nuit.

En termes d'exposition des populations sur la ZAC à des niveaux de bruit élevés, on s'aperçoit que le site de projet ne fait pas partie des zones de dépassement de seuil de bruit ferroviaire, de jour comme de nuit.

Concernant le bruit routier sur la zone de la ZAC :

- ✓ Environ 59% de la population est exposée à un niveau de bruit supérieur au seuil réglementaire de 68 dB(A) pendant une journée. Ce niveau peut être supérieur à 75 dB(A), qui correspond approximativement au niveau sonore d'un match de sport en intérieur ou d'une circulation intense à 1 mètre.
- ✓ Environ 53% de la population est exposée à un niveau de bruit supérieur au seuil réglementaire de 62 dB(A) la nuit. Ce niveau reste toutefois inférieur au seuil de 70 dB(A), qui correspond approximativement au niveau sonore d'une sortie d'école, d'une rue piétonne, ou d'une circulation importante à 5 mètres.

Il faut signaler que ce pourcentage pend en compte les résidences présentes sur la zone de la ZAC mais exclus du périmètre réglementaire de la ZAC (barre Desaix, barre du Lac et Porte Sud).

Il faut également signaler que les zones les plus calmes sont actuellement dépourvues d'habitations, et qu'elles ne sont donc pas prises en compte dans l'analyse des populations exposées.

En synthèse, les limites Est (voies ferrées) et Ouest (rue Garibaldi) du site de projet, qui sont des voiries routières ou ferroviaires très circulées, sont concernées par des niveaux de bruit élevés et par le dépassement de seuil de bruit routier pour la rue Garibaldi et le cours Vivier Merle. Il n'y a pas de zone de dépassement de seuil de bruit ferroviaire, de jour comme de nuit.

Dans une moindre mesure, les rues traversantes (rue Servient, rue Paul Bert) sont aussi touchées par ce phénomène.

A l'éloignement de ces axes, la partie centrale du site de projet est plus calme, et comporte même ponctuellement des zones où le niveau de bruit est inférieur à 45 dB(A) de jour (exemple : cité administrative, esplanade au-dessus de l'auditorium).

En période nocturne, les niveaux de bruit diminuent, mais restent importants. Des dépassements de seuils sont toujours rencontrés principalement sur le boulevard Vivier-Merle et la rue Garibaldi.

Le périmètre de projet est donc concerné par des niveaux de bruit élevés, principalement liés à la circulation sur les voies routières. La partie centrale reste toutefois modérément préservée.

1.4.4. LA QUALITE DE L'AIR

Les enjeux liés à la qualité de l'air sont principalement d'ordre sanitaire, mais aussi environnementaux. De plus, certains polluants atmosphériques participent aux changements climatiques. L'Organisation Mondiale de la Santé définit ainsi des niveaux de concentrations qu'il est recommandé de ne pas dépasser pour minimiser les risques sanitaires liés à la pollution atmosphérique.

Dans ce quartier situé en plein cœur urbain, les principales sources d'émissions de polluants atmosphériques sont liées au trafic routier et au chauffage des bâtiments résidentiels et tertiaires.

Les flux d'émissions de ces trois principaux postes ont été estimés, ils confirment le constat effectué à l'échelle du département selon lequel les émissions sont actuellement majoritairement dues au trafic routier.

Les polluants à enjeux sont principalement les particules fines et le dioxyde d'azote.

Des données à l'échelle du périmètre de projet ont été fournies par Air Rhône-Alpes. Ces cartographies confirment l'analyse qui peut être faite à l'échelle de l'agglomération, c'est-à-dire que pour les particules et les oxydes d'azote, on rencontre des niveaux plus forts d'exposition à proximité immédiate des axes routiers, sur une bande plus ou moins étroite autour de ceux-ci suivant les axes.

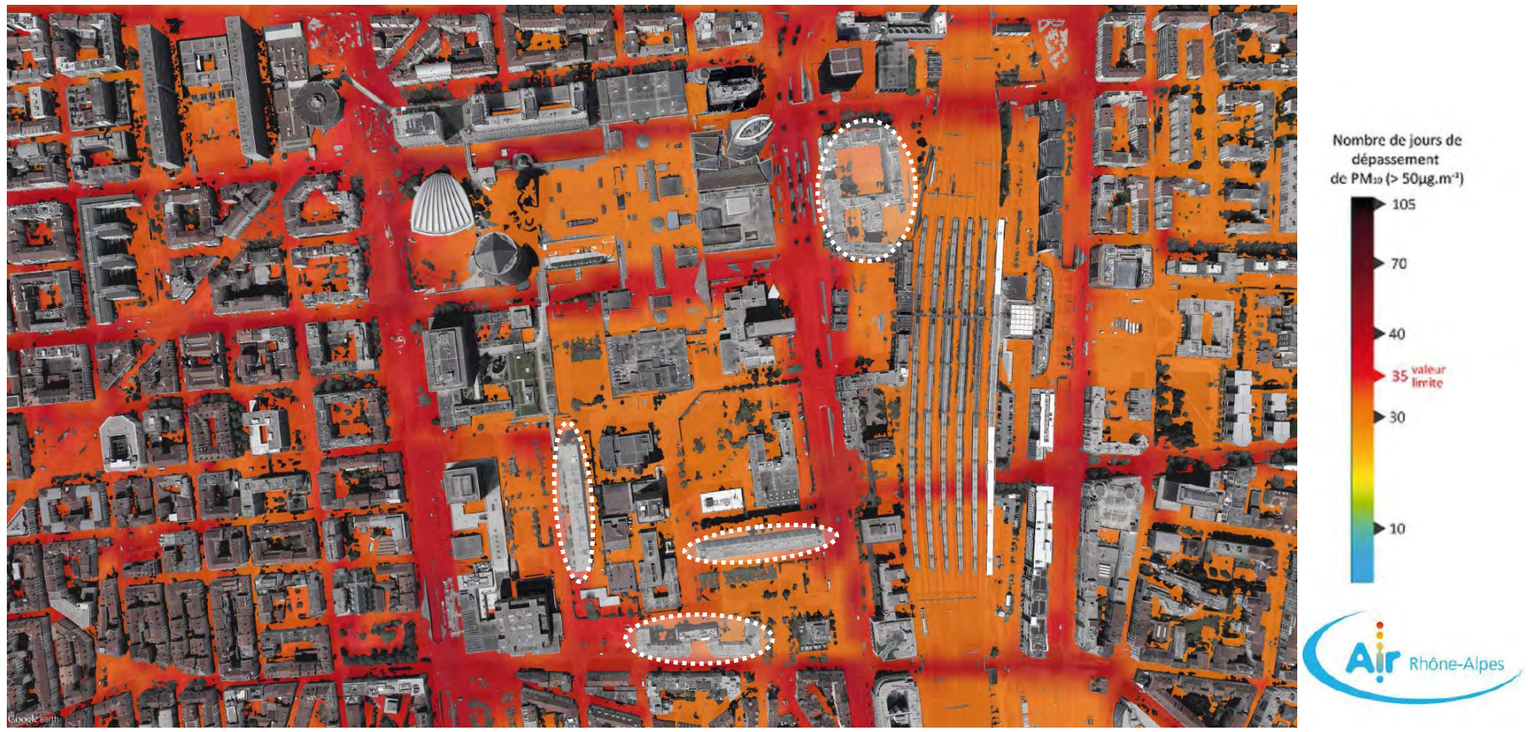


Figure 24 : Cartographie d'exposition à la pollution aux particules fines PM10 (nb jours > 50µg/m3) en 2013, à l'échelle de la ZAC

(source : Air Rhône-Alpes)

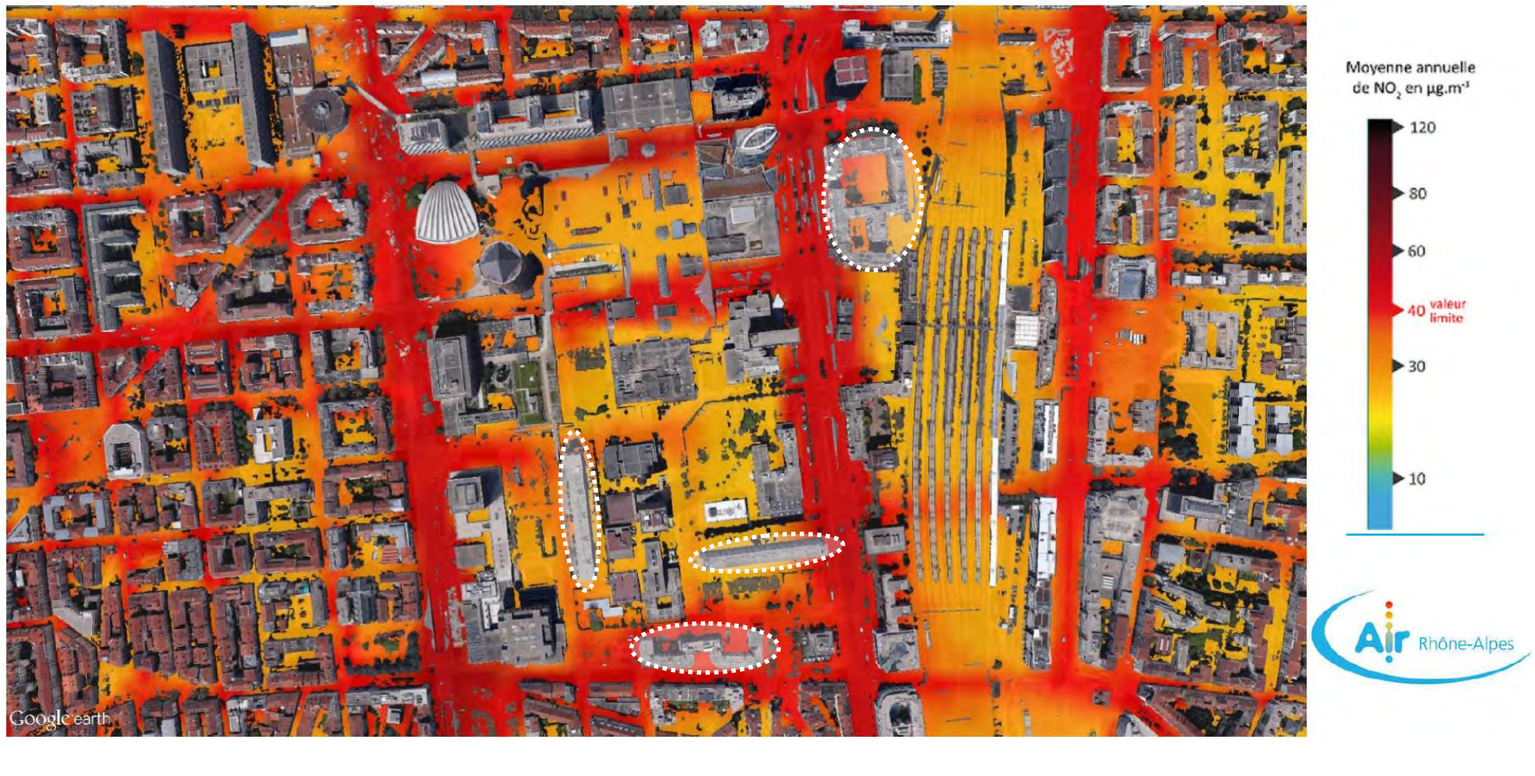
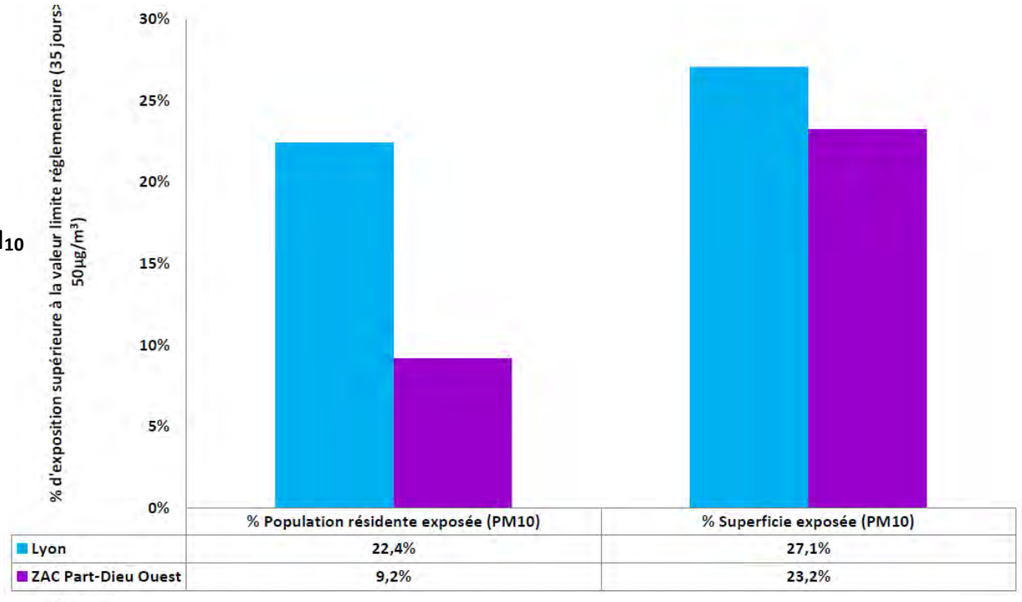


Figure 25 : Cartographie d'exposition à la pollution au NO_2 en 2013, à l'échelle de la ZAC (source : Air Rhône-Alpes)

Grâce au modèle de dispersion utilisé par Air Rhône-Alpes, et en croisant les résultats des modélisations avec les cartes de population, il est possible de connaître la part de la population exposée à des dépassements de valeurs réglementaires.

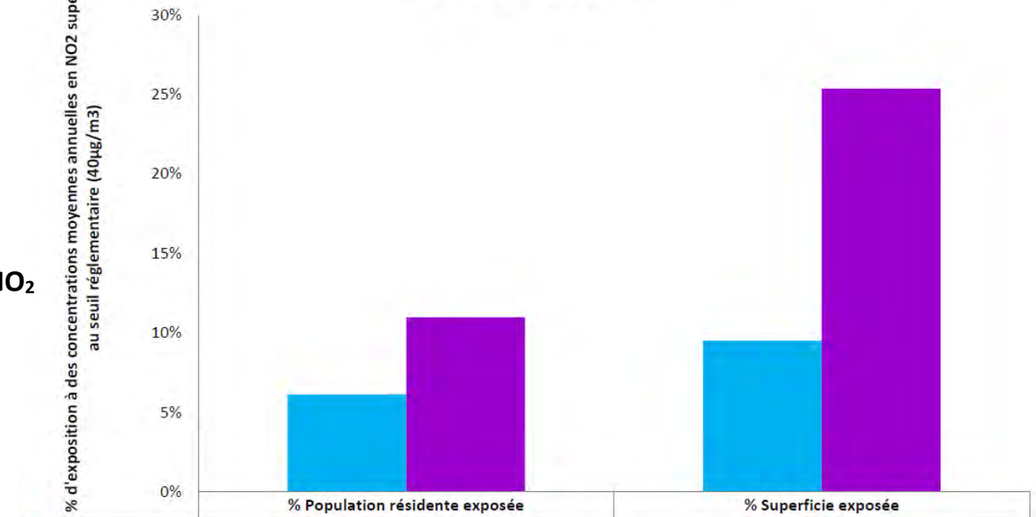
Les graphiques suivants fournissent des informations sur la situation actuelle à l'échelle de la ZAC :

PM_{10}



	% Population résidente exposée (PM10)	% Superficie exposée (PM10)
Lyon	22,4%	27,1%
ZAC Part-Dieu Ouest	9,2%	23,2%

NO_2



	% Population résidente exposée	% Superficie exposée
Lyon	6%	10%
ZAC Part-Dieu Ouest	11%	25%

Figure 26 : Part de la population et de la surface exposées à des dépassements des valeurs limites PM_{10} et NO_2 (source : Air Rhône-Alpes, données pour l'année 2013)

Les données d'exposition sont exprimées en pourcentage de la population résidente, mais également en pourcentage de la superficie totale pour tenir compte des autres personnes présentes sur la ZAC et du fait que la concentration d'usagers est importante sur le quartier de la Part-Dieu (travailleurs, usagers).

Pour les particules PM_{10}, le pourcentage de la surface exposée à une concentration supérieure au seuil réglementaire s'élève à environ 23 % sur la ZAC, ce qui est légèrement inférieur à ce qui est constaté à l'échelle de la ville de Lyon. Ces valeurs proches s'expliquent par une pollution de fond importante en particules fines.

Sur la ZAC, environ 9 % de la population est exposée à une concentration supérieure au seuil réglementaire, contre 22 % à l'échelle de la ville. En effet, l'éloignement des logements existants sur la ZAC par rapport aux axes routiers principaux permet de limiter l'exposition des populations.

Pour le NO_2, environ 11 % de la population est exposée à une concentration supérieure au seuil réglementaire. Aussi bien en termes de population que de surface, l'exposition est plus élevée sur la ZAC qu'à l'échelle de la ville de Lyon.

En effet, il faut rappeler que la pollution au NO_2 est très fortement liée au trafic routier, et que la ZAC est entourée d'axes routiers très fréquentés. Cependant, la cartographie en page précédente met en évidence que la concentration en NO_2 diminue de façon significative lorsqu'on s'éloigne des axes routiers très fréquentés.

Afin d'étudier les effets du projet sur la santé du point de vue de la qualité de l'air, une modélisation de la dispersion des émissions polluantes a été réalisée pour trois scénarios, dont l'état initial établi sur la base des trafics et conditions météorologiques actuelles.

Les cartographies des concentrations moyennes annuelles simulées en NO_2 et PM10 pour l'état initial confirment les observations d'air Rhône-Alpes, c'est-à-dire des niveaux plus forts d'exposition à proximité immédiate des axes routiers, sur une bande plus ou moins étroite autour de ceux-ci suivant les axes.

Ainsi, l'état initial montre pour ces polluants une situation relativement sensible, avec une problématique particulière de dépassements des valeurs limites en proximité immédiate des axes routiers. Ces problématiques sont déjà existantes actuellement en l'absence du projet de ZAC.

En matière de qualité de l'air intérieur, les polluants retrouvés dans les espaces clos sont majoritairement les mêmes que ceux retrouvés dans l'air ambiant. La loi Grenelle 2 a introduit une l'obligation de surveiller périodiquement la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public (ERP) accueillant des populations sensibles ou exposées sur de longues périodes (écoles et crèches par exemple). La mise en application du nouveau dispositif devrait se faire progressivement à partir du 1er janvier 2018.

1.4.5. LES NUISANCES LUMINEUSES

Les émissions lumineuses peuvent être une source de perturbations pour la santé et le bien-être des riverains ainsi que pour les écosystèmes : gêne visuelle, trouble du sommeil, modification du système proie-prédateur, perturbation des cycles de reproduction, perturbation des migrations… Elles représentent également une consommation énergétique à ne pas négliger.

D'une façon générale, les émissions lumineuses sont principalement liées à l'éclairage artificiel et au trafic routier. Les émissions lumineuses sont toutefois atténuées du fait que le site se trouve au sein d'une grande agglomération, en milieu fortement urbanisé.

1.4.6. LES RISQUES TECHNOLOGIQUES

Autour du site de projet, on recense trois installations classées pour la protection de l'environnement, relevant du régime d'autorisation (dont la chaufferie Lafayette). D'autres installations, relevant du régime de déclaration, sont également présentes au sein du périmètre de projet.

Les établissements lyonnais relevant du régime d'autorisation avec servitudes, dits Seveso, sont situés sur le 7ème arrondissement. Ils sont au nombre de 3 et font l'objet d'un plan de prévention des risques technologiques (PPRT). Le site de projet n'est pas concerné par les risques technologiques car il est situé hors de la zone d'étude et des zones d'effets de ces PPRT.

La commune de Lyon est concernée par les risques de transport de matières dangereuses par voies routières, ainsi que le risque de transport par axes ferroviaires. Concernant le risque par voies routières, le cours Lafayette, la rue Garibaldi, l'avenue Félix Faure et l'avenue Thiers sont identifiés comme itinéraire secondaire de desserte et sont susceptibles d'être empruntés. Au droit du périmètre de projet, les trémies sont identifiées comme interdites aux marchandises dangereuses.

La commune de Lyon est également soumise au risque de rupture de barrage, lié au barrage de Vouglans, situé dans le Jura.

La programmation du projet ne présente pas de risques technologiques car il est à vocation de bureaux, commerces et logements.

1.4.7. LES RESEAUX

Le périmètre de projet est donc particulièrement dense en termes de réseaux, avec des secteurs plus sensibles du fait de la concentration de différents réseaux, comme le boulevard Vivier-Merle par exemple. L'existence de ces réseaux est prise en compte dans la conception du projet et les aménagements associés.

Les réseaux les plus importants et qui sont susceptibles de générer des contraintes lors de la réalisation des projets sont :

- ✓ le collecteur principal d'assainissement 6mx5m, côté Ouest du boulevard Vivier-Merle. Il assure la collecte des eaux usées vers la station de traitement de Saint-Fons
- ✓ deux réseaux d'adduction d'eau, de 1000 mm de diamètre, sous le boulevard Vivier-Merle
- ✓ le réseau de chauffage urbain ELVYA.

Au niveau du périmètre d'étude, aucune canalisation de transport de gaz n'est recensée. Sur le périmètre d'étude, le réseau d'assainissement est unitaire, il collecte à la fois les eaux usées issues des différents bâtiments et les eaux pluviales du secteur.

1.4.8. LES CONSOMMATIONS D'ENERGIE

Dans un contexte de raréfaction et de renchérissement des énergies fossiles, et avec de forts objectifs politiques et réglementaires en termes d'économies d'énergie, il est important que le projet de ZAC prenne en compte les aspects énergétiques.

En ce qui concerne la consommation annuelle d'énergie finale sur la commune de Lyon, on constate une relative stabilité des consommations énergétiques entre 2000 et 2012.

Dans le cadre du projet européen TRANSFORM, un diagnostic énergétique du quartier Part-Dieu a été élaboré. Ce diagnostic montre que la plupart des constructions existantes (à quelques exceptions près) sont obsolètes d'un point de vue énergétique (systèmes fortement consommateurs d'énergie, isolation thermique insuffisante...).

A noter qu'une étude de potentiel en développement des énergies renouvelables et raccordement au réseau de chaleur a été jointe au dossier de création de la ZAC.

1.4.9. LA GESTION DES DECHETS

Le Grand Lyon, et désormais la Métropole de Lyon, exerce la compétence de la collecte et du traitement des ordures ménagères et assimilées des communes qui sont membres.

Au sein du périmètre de projet, la collecte des ordures ménagères s'effectue via la collecte des bacs gris, la collecte des déchets recyclables via les bacs verts, et la collecte du verre grâce à des points d'apport volontaire.

Les générateurs de déchets les plus importants, comme le centre commercial ou la gare, disposent déjà de systèmes spécifiques de collecte, de tri, de stockage et d'évacuation des déchets.

Pour les entreprises et hôtels situés au sein du périmètre de projet, la collecte des déchets d'activités économiques s'effectue soit par des prestataires privés soit, sous certaines conditions, par le service public.

1.5. L'ENVIRONNEMENT NATUREL ET PHYSIQUE

1.5.1. LE MILIEU NATUREL

La zone d'étude est située en zone urbaine, au milieu de l'agglomération lyonnaise.

Les sites de protection réglementaire situés à proximité de celle-ci sont néanmoins à plus de 3,5 km du quartier de la Part-Dieu. Le site le plus proche est le Site d'Importante Communautaire des « Pelouses, milieux alluviaux et aquatiques de l'Île de Miribel-Jonage », au Nord-Est de Lyon (réseau Natura 2000).

La Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique la plus proche du site est l'« Ensemble formé par le fleuve Rhône, ses lones et ses brotteaux à l'amont de Lyon », à environ 1 km à l'Ouest du projet.

La zone d'étude fait partie d'un contexte strictement urbain. Le taux de couverture arborée du quartier est d'environ 8 %. Le patrimoine arboré est en bon état global.

Le caractère urbain de la zone d'étude présente un risque de présence de plantes invasives, car les jardins privés, les plantations publiques, les dépôts sauvages de déchets verts, les milieux perturbés par des chantiers, et des friches à l'abandon, constituent des facteurs importants d'introduction et de diffusion de ces espèces.

Le caractère urbain du site restreint fortement les chances d'expression de la biodiversité. Pour la plupart des espèces observées, il s'agit d'espèces ubiquistes et/ou particulièrement représentatives des milieux anthropisés et fortement urbanisés.

Hormis le Faucon pèlerin, seules les espèces les plus résistantes, les plus tolérantes à ces conditions défavorables ou parfaitement adaptées aux conditions urbaines (rat d'égout) peuvent trouver des habitats de reproduction, d'alimentation et de repos. La friche située à l'Ouest du centre commercial est le secteur le plus attractif pour les insectes.

La présence du Faucon pèlerin sur le secteur de la Part-Dieu est l'atout principal et l'élément marquant du quartier. Dans le département, l'absence totale de l'espèce en milieu rupestre s'explique par la rareté des milieux favorables. Un nichoir en inox très spécifique a été posé sur la tour EDF en 2010, à une hauteur de 70 m.



Figure 27 : Fauconneaux dans leur nichoir (source : LPO, J.P. Faverjon et lyon.fr)

La zone d'étude se situe en zone urbanisée particulièrement marquée par les infrastructures de transport qui la traversent ou l'entourent (voies ferrées, routes à grande vitesse, routes secondaires) et imperméabilisée. La zone d'étude ne présente aucun enjeu au regard des continuités écologiques en Rhône-Alpes.

A l'échelle locale, une trame verte composée d'alignements d'arbres sur les rues et d'espaces paysagers plus ou moins végétalisés peut être identifiée dans la zone d'étude. Cependant, il y a un manque de continuité d'une végétation qui reste très morcelée.

Les zones de végétation arbustive et de fleurissement sont rares sur les rues et pas toujours exploitées dans les espaces paysagers. Les voies ferrées et ses abords peuvent constituer un axe de déplacement local pour la petite faune, principalement les reptiles et quelques espèces d'insectes. Cependant, les conditions actuelles ne permettent pas cette fonctionnalité (déchets, recouvrement des talus au niveau de la gare,…).

1.5.2. LE CONTEXTE CLIMATIQUE

Lyon présente un climat de type semi-continental, qui se manifeste par des étés chauds et des hivers froids. Des influences méditerranéennes et océaniques se font également ressentir, apportant une certaine douceur.

Les précipitations s'élèvent à 832 mm par an en moyenne.

L'amplitude annuelle thermique est élevée, avec des températures estivales moyennes maximum comprises entre 25 et 28°C, et des températures hivernales moyennes minimum d'environ 1°C.

Confort d'été

Le site de projet, situé en milieu urbain, fortement minéralisé, est soumis à des phénomènes microclimatiques, et en particulier au phénomène de l'îlot de Chaleur Urbain (ICU), tendance constatée par des mesures comme par des analyses d'image satellite.

Celui-ci se traduit par une augmentation significative de la température au cœur des villes, liée à de nombreux facteurs : albédo des matériaux employés, disposition des bâtiments…

Les paramètres pouvant présenter une influence sur phénomène de l'îlot de Chaleur Urbain sont notamment la présence de végétaux et d'eau.

Ensoleillement

Le confort des usagers (piétons statiques ou en déplacement, cyclistes et autres usagers de circulation douces) passe par l'accès à l'ensoleillement direct en mi-saison et en hiver.

Des études ont donc été réalisées pour caractériser cet accès à l'ensoleillement à partir de maquettes numériques du quartier. Il en résulte un nombre moyen d'heures d'ensoleillement par jour. Les échelles sont adaptées à la saison : 0 à 6h en hiver, 0 à 9h en mi-saison et 0 à 12h en été.

La différence de cumul d'ensoleillement est sensible entre la période hivernale et le reste de l'année. La densité du quartier impacte nettement l'ensoleillement au sol, et notamment en hiver.

Confort au vent

La station de Lyon Bron et plus généralement, la région lyonnaise, sont soumises au cours de l'année à des vents de Nord et de Sud, avec prédominance des vents de Nord. Les vents d'Est et d'Ouest sont peu représentés.

Une étude aéraulique des différents espaces exposés du quartier de la Part-Dieu a été réalisée.

Les résultats montrent que le quartier actuel est entouré d'îlots assez denses au sein desquels les rues sont peu exposées aux vents soufflants dans la région. En revanche, au cœur même du quartier, les effets classiques du vent pouvant provoquer de l'inconfort ont été identifiés et localisés notamment autour des ouvrages de grande dimension, notamment les grandes résidences. L'analyse des cartographies a également montré que les niveaux les plus élevés étaient observés en période de mi-saison et en hiver, tant au niveau du sol qu'aux niveaux dalle ou toiture, et qu'en période estivale une certaine amélioration dans les zones sensibles apparait.

1.5.3. LE CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

Le périmètre d'étude est plat. Au sein du secteur de la Part-Dieu, hormis au niveau des trémies et des voies ferrées, il n'y a pas de variation de hauteur des infrastructures de transport.

Cependant pour les piétons, les variations de hauteur sont nombreuses avec la présence d'espaces sur dalle et des dénivelés multiples, notamment aux alentours du centre commercial.

Sur le plan géologique, le périmètre de la zone d'étude se situe à la surface de ces alluvions fluviatiles modernes : ces alluvions se retrouvent principalement dans les plaines alluviales du Rhône et de la Saône. Ils se caractérisent principalement par un faciès sablo-graveleux, et par quelques niveaux tourbeux et argileux souvent superficiels.

1.5.4. L'ETAT DES SOLS

Le projet se situe en milieu urbain, et, par conséquent, potentiellement au droit de zones ayant accueilli d'anciennes activités industrielles, potentiellement polluantes pour les sols et la nappe.

Le périmètre de projet est concerné par deux anciens sites dont l'activité était potentiellement polluante, mais qui n'implique pas nécessairement la présence d'une pollution (stockage de produits chimiques - 140 rue Mazenod, ancien garage automobiles - 1 bis bd de la Part-Dieu (actuel Bd Vivier-Merle)).

Aucun site ou sol pollué ou potentiellement pollué appelant une action des pouvoirs publics n'est recensé sur le périmètre de projet.

1.5.5. LE CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE

Le périmètre d'étude du projet est inclus dans le périmètre du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Rhône-Méditerranée, document de planification pour l'eau et les milieux aquatiques à l'échelle du bassin.

Les objectifs des Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux sont de contribuer à la mise en œuvre du SDAGE au sein des territoires. Aucun SAGE ne concerne le périmètre d'étude.

Un contrat de milieu est un accord technique et financier entre partenaires concernés pour une gestion globale, concertée et durable à l'échelle d'une unité hydrographique cohérente. Le périmètre d'étude est également concerné par le contrat de milieu « Saône, corridor alluvial et territoires associés », qui porte sur le Val de Saône (communes riveraines de la Saône), ainsi que sur les petits affluents de la Saône, dépourvus de procédure de gestion. Ce contrat de rivière est en cours d'élaboration. Il ne présente pas d'enjeu au niveau du périmètre de projet.

Les eaux souterraines

Le quartier de la Part-Dieu repose sur la formation aquifère des alluvions du Rhône, et son substratum également aquifère.

La zone d'étude est donc concernée par les deux masses d'eau souterraine :

- ✓ Les « Alluvions du Rhône entre le confluent de la Saône et de l'Isère + alluvions du Garon »
- ✓ Une autre nappe plus profonde est également présente : « Miocène sous couverture Lyonnais et Sud Dombes ».

Les alimentations de la nappe alluviale du Rhône sont liées à des apports latéraux des versants et de nappes affluentes, des précipitations à sa surface et du Rhône lui-même. Le sens d'écoulement de la nappe est Nord-Sud.

Les « Alluvions du Rhône entre le confluent de la Saône et de l'Isère + alluvions du Garon » présentent un état quantitatif moyen et un état qualitatif bon à médiocre.

Les stations de suivi de qualité les plus proches du périmètre d'étude (puits privés rue des Brotteaux et forage privé rue du Pérou) présentent un état chimique médiocre du fait de la présence de solvants chlorés. Au niveau de la station de suivi la plus proche, la profondeur de la nappe est de 5 à 6m.

La nappe d'eau « Alluvions du Rhône entre le confluent de la Saône et de l'Isère + alluvions du Garon » fait l'objet de différents usages, essentiellement industriels. Le projet n'est pas situé en aval direct d'un captage d'eau potable (>3 km). Et les captages les plus proches en aval du périmètre d'étude sont situés à plus de 10 km. Concernant les prélèvements industriels, ils sont également situés à plus de 10 km au Sud de la zone d'étude.

La nappe alluviale affleurante implique des enjeux forts dans le secteur, notamment du fait de la proximité de celle-ci en ce qui concerne les travaux souterrains (trémies, parkings,…) et du fait du risque de remontée de nappe. De plus, elle fait l'objet d'usages dans le secteur de la Part-Dieu (refroidissement notamment).

Les eaux superficielles

Les cours d'eau les plus proches du projet sont le ruisseau de la Rize, qui traversait autrefois la zone d'étude sous forme canalisée et enterrée (aujourd'hui inexistant), et le Rhône, situé à environ 1 km à l'Ouest du périmètre d'étude,

Le plan d'eau le plus proche est le lac du parc de la Tête d'Or, situé à 1,7 km au Nord du périmètre d'étude.



Figure 28 : Carte du milieu physique et des milieux aquatiques

1.5.6. RISQUES NATURELS

Le périmètre d'étude se situe en zone de sismicité faible.

Le secteur d'étude est concerné par un risque de remontée de nappe et saturation des réseaux. Cependant, ce zonage ne fait pas l'objet d'interdictions ou de prescriptions.

Les sites de mouvement de terrain les plus proches sont localisés sur la rive droite de la Saône, dans le quartier du Vieux-Lyon, à plus de 2 km à l'Ouest du périmètre d'étude.

Le périmètre d'étude se situe dans une zone d'aléa faible pour le risque de retrait–gonflement des argiles : la survenance de sinistres est possible en cas de sécheresse importante mais ces désordres ne toucheront qu'une faible proportion des bâtiments (en premier lieu ceux qui présentent des défauts de construction).

2. ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET ET LES MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION ET DE COMPENSATION

2.1. ANALYSE DES EFFETS CUMULES DU PROJET AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS

Conformément au Code de l'environnement, l'étude d'impact doit comporter une analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus.

Les projets connus, au sens réglementaire, sont nombreux à proximité du site de projet (Lyon 3ème, arrondissements limitrophes et Villeurbanne).

La figure suivante permet de localiser les projets connus au sens du Code de l'environnement.



Figure 29 : Localisation des « autres projets connus » au sens du Code de l'environnement, par rapport à la ZAC

Afin que l'analyse des impacts soit la plus réaliste possible au regard de la situation future, et que les mesures définies soient adaptées au mieux, il a été décidé de prendre en compte dans l'analyse des impacts cumulés, certains projets envisagés dans le cadre du **Projet Part-Dieu**. De ce fait, l'analyse des effets cumulés considère également le réaménagement du secteur Part-Dieu Sud, et des autres secteurs situés à l'Est des voies ferrées.

Cette approche semble en effet indispensable, en particulier pour les thématiques relatives aux déplacements, au paysage global perçu, et aux impacts et mesures liés à la phase travaux.

De la même façon, une étude d'impact est en cours pour le programme PEM/Two Lyon. Les composantes de ce programme incluses dans le périmètre de la ZAC sont de fait prises en compte dans l'analyse des impacts de la ZAC ; les composantes hors périmètre de la ZAC font partie du Projet Part-Dieu et sont pris en compte dans l'analyse des effets cumulés.

Le projet « Sky 56 » est le projet connu le plus proche du périmètre de projet, de l'autre côté de la voie ferrée. Il prévoit la création de bureaux, d'un restaurant/cafétéria, d'une crèche, de commerces et d'un espace fitness, ainsi que d'un parking souterrain sur 4 niveaux.

Concernant le projet d'aménagement et d'extension de la ligne de tramway T3, il s'agit de faciliter l'exploitation commune de T3/Rhônexpress et de permettre la desserte du Grand Stade (commune de Décines). Parmi les travaux, il est prévu l'aménagement d'une aire d'attente et de régulation des rames, et l'aménagement d'un quai sur le secteur Part-Dieu Sud, exclusivement utilisé pour l'acheminement des spectateurs du Grand Stade (arrêt non desservi par les tramways T3 classiques). Les travaux sont à jour terminés.

Pour les projets de forage de géothermie, les principaux impacts évoqués par les avis de l'autorité environnementale concernent les eaux souterraines. Ils mentionnent des modifications locales de la température et du niveau de la nappe. Les effets cumulés attendus de ces projets situés dans un même quartier sont principalement liés à la phase chantier, et aux nuisances potentielles générées lors des phases travaux simultanées.

Les autres projets recensés sont essentiellement des projets de renouvellement ou de rénovation urbaine, sur des superficies plus ou moins importantes suivant s'il s'agit d'une ZAC ou d'un bâtiment. Du fait de leurs vocations mixtes, ils présentent des impacts similaires à ceux du projet envisagé sur la ZAC Part-Dieu Ouest, ces impacts étant sensibles aux alentours des sites de projets de façon plus ou moins significative suivant leurs dimensions. Etant donné leur localisation et leur éloignement, aucun effet cumulé n'est attendu.

Le tableau suivant synthétise les effets cumulés potentiels de ces projets connus avec la ZAC Part-Dieu Ouest. Le cas échéant, ils sont analysés plus en détails dans la suite de l'étude, dans chacune des thématiques abordées.

Projets	Principaux impacts attendus	Effets cumulés potentiels
Projets connus au sens réglementaire (cf. art. R122-5 du Code de l'environnement)		
Sky 56	- Programme immobilier tertiaire neuf et développement de commerces - Modification locale de la piézométrie et de la température de la nappe	- Sur l'activité économique - Sur les eaux souterraines - Sur le paysage global
Aménagement T3	- Fonctionnement des lignes T3 et Rhônexpress - Perte de prairie sur 1 ha sur le site d'extension	- Sur les circulations à l'Est des voies ferrées les soirs de match
Création de la voie L en gare de la Part-Dieu	- Amélioration de la capacité du réseau ferroviaire et de la fluidité du trafic - Réalisation de remblais, estacades et murs de soutènement pour création de la voie L	- Sur les nuisances en phase travaux
Double site propre pour la ligne C3	- Amélioration des performances de la ligne (régularité et vitesse)	- Sur les circulations en limite du périmètre de la ZAC
Autres projets	- Renouvellement ou de rénovation urbaine	- Sur les nuisances en phase travaux (circulation essentiellement)
Autres projets connus à venir sur le quartier		
Programme PEM/Two Lyon	- Modification des voiries à proximité immédiate et restructuration du pôle d'échanges (PEM) - Création d'un parking souterrain (Two Lyon) - Réaménagement des espaces publics dont la place de Francfort (PEM) - Développement de l'offre commerciale en lien avec la gare (PEM) - Programme immobilier tertiaire et hôtelier neuf (Two Lyon)	- Sur les modalités de desserte du quartier, sur les flux et modes de déplacements et les stationnements - Sur les espaces publics devant la gare : fonctionnement et perception par les usagers - Sur l'activité économique - Sur le paysage - Sur les nuisances en phase travaux
Projet Part-Dieu, dont secteur Part-Dieu Sud et Est des voies ferrées	- Réaménagement du carrefour Paul Bert / Villette / Flandin, et rue Garibaldi phase 2 - Aménagement de l'esplanade du Dauphiné à vocation de sport et loisirs - Programmes immobiliers, opérations mixtes intégrant de nouvelles fonctions (tertiaire, sport, loisir, culture,…)	- Sur les modalités de desserte du quartier, sur les flux et modes de déplacements et les stationnements - Sur les espaces publics à l'Est des voies ferrées - Sur l'activité économique et l'offre de logements - Sur le paysage - Sur les nuisances en phase travaux

Tableau 2 : Synthèse des effets cumulés potentiels

2.2. ANALYSES DES IMPACTS PERMANENTS DU PROJET ET MESURES ASSOCIEES

2.2.1. LE PRINCIPE DE SOL FACILE ET LES ESPACES PUBLICS

Lo Sol Facile :

Le Sol facile notion déployée à l'échelle du quartier, qui prévoit le rééquilibrage de l'espace affecté aux différents modes de déplacements, la mise en place de projets exceptionnels sur les lieux qui assurent les interfaces les plus importantes avec les espaces publics, ainsi qu'une couche « graphique », « informative » et « servicielle » qui constituera un support d'identité visuelle, d'informations et de services de tous ordres.

Le Sol Facile se compose de huit couches programmatiques autonomes les unes par rapport aux autres, mais qui ont permis in fine de dessiner le programme des espaces publics :

- ✓ les flux piétons
- ✓ les ambiances urbaines
- ✓ les réseaux de mobilité
- ✓ le paysage Part-Dieu
- ✓ la lumière (éclairage public)
- ✓ les services numériques
- ✓ la signalétique
- ✓ la matérialité du sol et ses motifs.

Ainsi les objectifs définis par le principe de Sol Facile concernent la majeure partie des thématiques abordées dans cette étude d'impact, et principalement l'environnement urbain et le cadre de vie.

Impacts potentiels sur les espaces publics :

La ZAC Part-Dieu Ouest prévoit de nombreuses modifications concernant les infrastructures et les déplacements, qui peuvent être de nature à dégrader la qualité des espaces publics si elles ne sont pas suffisamment étudiées.

De même, les opérations immobilières projetées pourraient avoir un impact négatif sur les espaces publics si leurs interfaces ne sont pas suffisamment soignées et cohérentes avec les objectifs du projet.

Enfin, les modifications des infrastructures et des espaces publics et le renouvellement immobilier pourraient avoir un impact négatif sur le ressenti des usagers et la qualité des ambiances urbaines : conditions d'ensoleillement, confort au vent,…

Mesures et orientations d'aménagements projetées :

La place Béraudier est élargie et dégagée grâce à la démolition du bâtiment B10, et ouverte sur la Bibliothèque Municipale et le centre commercial. La création d'une place basse permet de combiner un espace public très dégagé au niveau du sol, et des fonctions liées au pôle d'échange multimodal en sous-sol.

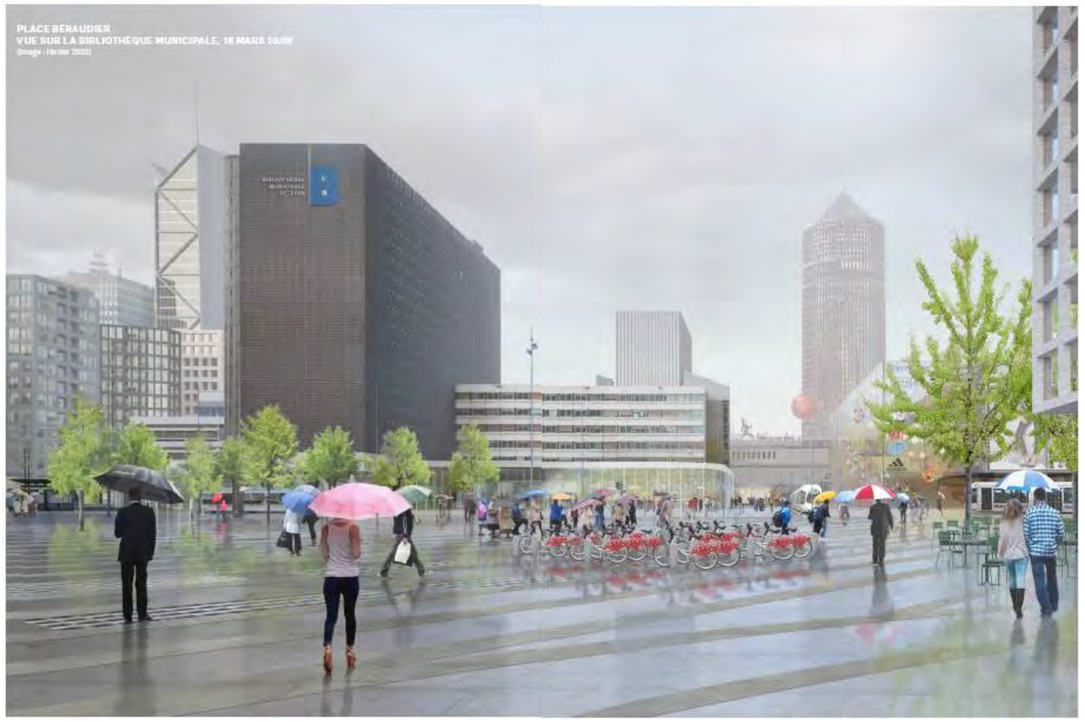


Figure 30 : Vue projetée depuis la place Béraudier sur la bibliothèque (source : Plan de référence v2)

La rue du Docteur Bouchut constituera une liaison fondamentale, très lisible et directe entre la Part-Dieu et les berges du Rhône.

Le projet pour le boulevard Vivier-Merle est de rationnaliser et simplifier son utilisation. Le programme des voiries et de décalage de la trémie existante vers le Sud permet de soulager le boulevard des flux automobiles, et de libérer de l'espace au niveau du cœur de la Part-Dieu. Sa capacité de fréquentation est augmentée tout en confortant l'harmonie entre les piétons et les différents modes de transports.



Figure 31 : Vue projetée depuis la place Béraudier sur la rue du Docteur Bouchut (source : Plan de référence v2)



Figure 32 : Vue projetée depuis le centre commercial sur la place Béraudier (source : Présentation COTECH, décembre 2015)

La place Charles de Gaulle pourrait être ouverte par la suppression du talus qui la sépare de la rue Garibaldi. Les gradins existants sont modifiés pour leur donner plus d'ampleur, et faciliter la liaison vers le niveau dalle du centre commercial. La construction d'un « Bâtiment-Gradins » en vis à vis de l'Auditorium est prévue, pour permettre de préserver l'intimité et l'échelle de la place, tout en accueillant des fonctions complémentaires (socles de services, commerces et cafés-restaurants,...).

Le long du passage sous les voies ferrées au droit de l'avenue Pompidou, des accès verticaux aux quais de la gare seront réalisés par RFF. Sur sa partie Ouest, l'avenue s'ouvrira sur la place Béraudier et le bâtiment Two Lyon.

Enfin, le principe des «Socles Actifs» vise à mieux articuler les immeubles avec les espaces publics pour proposer, en lien avec les flux piétons les plus importants, une offre de locaux commerciaux ou de services ouvrant sur l'espace public et le prolongeant dans les rez-de-chaussée.

Les mesures et orientations d'aménagement du projet permettront d'améliorer la lisibilité des espaces publics, des cheminements et des accès aux différents équipements du quartier. Les usages des espaces publics seront également améliorés grâce à la place donnée aux piétons et aux espaces de pauses. Les impacts de la ZAC Part-Dieu Ouest seront donc positifs.

Mesures en faveur de la qualité des ambiances urbaines :

La qualité des ambiances des espaces publics (lumière, vent, acoustique) est une condition essentielle de l'attractivité du quartier de la Part-Dieu.

Selon les cas, il peut s'agir de valoriser un espace ensoleillé et calme (comme par exemple les terrasses du centre commercial), de minimiser l'impact d'un projet de construction sur l'ensoleillement d'un espace public en travaillant sur l'implantation et la volumétrie des immeubles, de corriger un effet ou d'accélération du vent par des dispositifs de protection, de compenser un effet d'ombre par des dispositifs artificiels captant la lumière naturelle en hauteur pour la rediriger sur un point précis au niveau du sol...

Le schéma suivant illustre la qualité des ambiances urbaines envisagées :

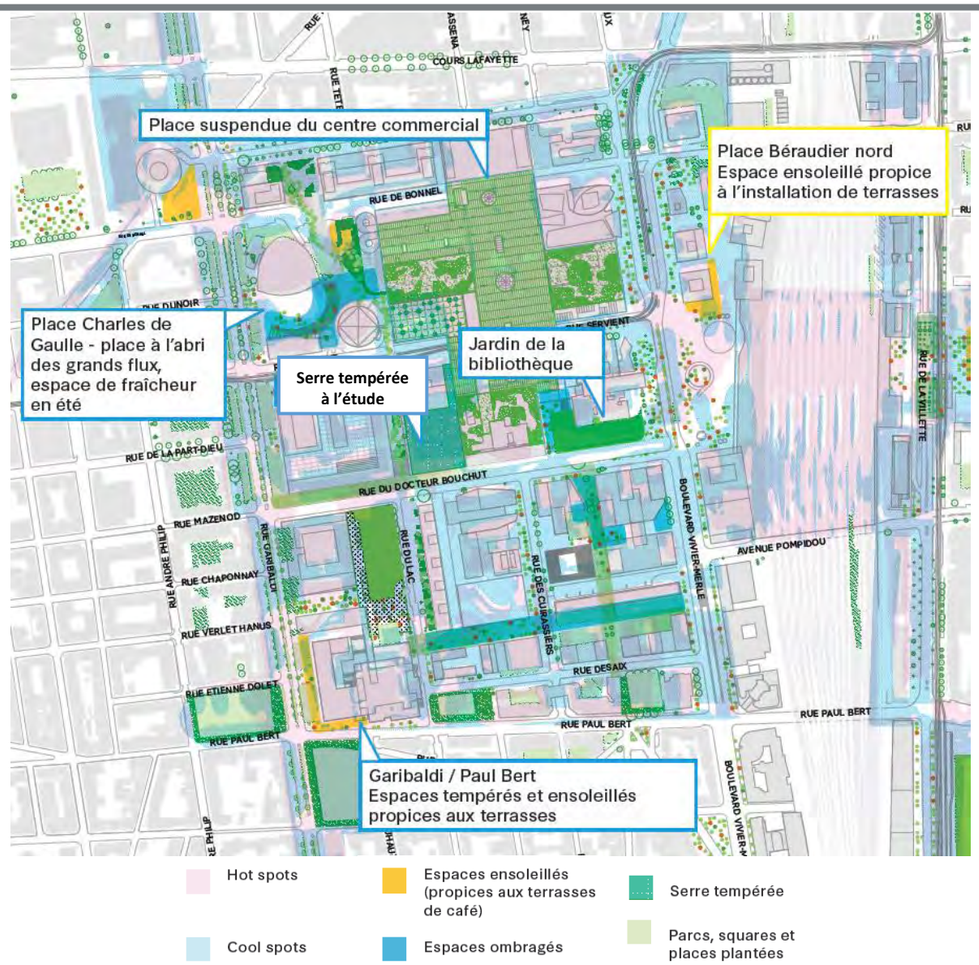


Figure 33 : Qualité des ambiances urbaines projetées (source : Plan de référence v2)

Dans le cadre du projet, la place Béraudier va être reconfigurée en tenant compte de conditions d'ambiances contrastées : ensoleillement de la partie Nord de la place (propice à la réinstallation de terrasses de cafés), ombre projetée par le projet Two Lyon sur la partie Sud (plus propice aux flux piétons et aux accès vélos). Les arbres existants seront restitués par de nouvelles plantations procurant ombre et fraîcheur.

Compte tenu des qualités d'ambiance de cet espace et de ses usages, l'aménagement de la rue du Docteur Bouchut permettra d'installer des espaces calmes, en marge des flux. En particulier, au droit de la bibliothèque, le profil de cet axe permet de dégager un grand jardin qui pourrait être rattaché à la bibliothèque (jardin de lecture, jeux en lien avec les sections enfants...).

La place du Lac est l'un des rares espaces verts du quartier de la Part-Dieu dont le potentiel de qualité d'ambiance est actuellement sous-utilisé. Le projet est organisé de manière à préserver au maximum l'ensoleillement de la place en fin de journée. La partie Nord de la place est réorganisée pour favoriser une ouverture sur la rue du Docteur Bouchut, de manière à valoriser les continuités végétales entre ces espaces et la rue Garibaldi.

Pour structurer le secteur Lac / Cuirassiers / Desaix, deux mails piétonniers sont prévus. Ces deux mails vont procurer des lieux entièrement dédiés aux piétons et aux usages de proximité (petits squares, jeux, bancs, allées...), à l'écart des circulations de véhicules. Leur aménagement paysager participe donc à la qualité d'ambiance : espaces ensoleillés et espaces ombragés agréables en hiver comme en été, plantations protégeant du vent...

En plus de leurs propres qualités d'ambiances intérieures et extérieures, les opérations immobilières bordant les espaces publics doivent tenir compte des objectifs poursuivis sur ces espaces, tant en termes d'usages que de qualité d'ambiance.

Par rapport à la situation actuelle, l'attention portée à la qualité des ambiances urbaines lors de la définition du programme de la ZAC et des choix d'aménagement permet d'assurer la cohérence entre les usages projetés des espaces publics, le microclimat au droit de ces espaces, et le ressenti des usagers. Ainsi les impacts du projet sont positifs.

2.2.2. L'ENVIRONNEMENT SOCIO-ECONOMIQUE

(1) POPULATION ET LOGEMENT

Impacts :

Le projet vise à faire de la Part-Dieu un quartier plus habité. La mise en œuvre du programme d'habitat prévoit des logements neufs, répartis entre logements à prix maîtrisés dont logements sociaux, et logements à prix marché sur les segments moyens et haut de gamme.

Il est prévu le développement de l'offre de logement principalement sur le secteur Cuirassiers/Desaix, ainsi que le renouvellement de la place de Milan avec des programmes diversifiés.

Parmi ces opérations, on peut citer l'opération prévoyant de nouvelles constructions sur la rue Desaix qui a fait l'objet d'un permis de construire. Le projet prévoit la création d'environ 19 000 m², dont environ 11 700 m² de logements. La vocation principale de l'opération est donc la création de logements avec une mixité de l'offre à l'échelle de l'îlot : 218 logements sont créés dont 46 logements sociaux. Il permet également la création de surfaces de bureaux, de commerces en socle actifs, et d'un équipement public de proximité (crèche de 36 berceaux, relocalisation de la crèche Ronde Enfantine).

Au total, ce sont environ 1 600 nouveaux logements qui sont prévus sur le périmètre de la ZAC, ce qui correspond à un apport de population d'environ 2 100 habitants.

A plus large échelle, le programme prévisionnel de développement de l'habitat dans le cadre du projet Part-Dieu, de l'ordre de 2 000 logements neufs, correspond à un apport de population d'environ 4 000 à 4 500 habitants.

Les impacts à moyen et long termes de la ZAC Part-Dieu Ouest, de même que les effets cumulés avec le projet Part-Dieu, sont positifs et permettent de contribuer à la réponse en logements face à l'augmentation projetée du nombre d'habitants sur le secteur. La création d'une offre de logement diversifiée en cœur d'agglomération pourra également avoir des impacts positifs indirects sur la limitation de l'étalement urbain.

De façon indirecte, le projet permettra l'implantation de commerces de proximité. De plus, la création de logements à proximité des zones d'emplois du quartier et de la ville, contribuera à réduire les impacts des déplacements domicile-travail.

(2) ACTIVITES ECONOMIQUES ET COMMERCIALES

Impacts sur le tissu d'entreprises :

La stratégie économique du projet a pour objectif de :

- ✓ conforter la présence des grands groupes,
- ✓ développer la plateforme de services (ingénierie, conseil, marketing, finance...),
- ✓ attirer d'avantage de projets et de PME innovantes,
- ✓ et attirer des fonctions stratégiques de rang européen.

Pour répondre à ces différents besoins plusieurs «gammes» de produits sont prévues, la plupart combinant produit immobilier neuf ou réhabilité, dense, capable d'accueillir une mixité d'activités à des prix abordables.

Notamment, il est prévu le confortement des axes tertiaires existants et le développement de «pôles de densité» aux principaux carrefours et en prise directe avec le pôle d'échange multimodal.

Il est aussi prévu la production d'une offre innovante combinant habitat, lieux de travail et plateaux flexibles, particulièrement adaptée aux TPE, microentreprises ou travailleurs indépendants (principe du Small Office – Home Office).

On peut citer les opérations Silex 1 et Silex 2 déjà engagées et ayant fait l'objet d'un permis de construire.

L'opération Silex 1 est un programme de bureaux sur socle commercial le long de la rue Bouchut et à l'angle rue Bouchut / rue des Cuirassiers. Il présente une superficie d'environ 11 000 m² dont environ 1 300 m² de commerces/services. Cette opération permettra au premier socle actif issu du Projet Lyon Part-Dieu de voir le jour. Les travaux devraient s'achever en 2017.

L'opération Silex 2 consiste en la réhabilitation de la tour EDF et la création d'une tour reliée à l'existante. Au total, il est prévu la réalisation de 30 675 m² de surfaces (dont 19 221 m² en immeuble de grande hauteur) pour un programme de bureaux et services associés, dont auditorium, restaurant d'entreprises et socles actifs. L'échéance de livraison n'est pas connue à ce jour.

En termes d'effets cumulés avec le projet Lyon Part-Dieu, ce seront à terme 600 000 m² d'immobilier tertiaire supplémentaires qui seront créés.

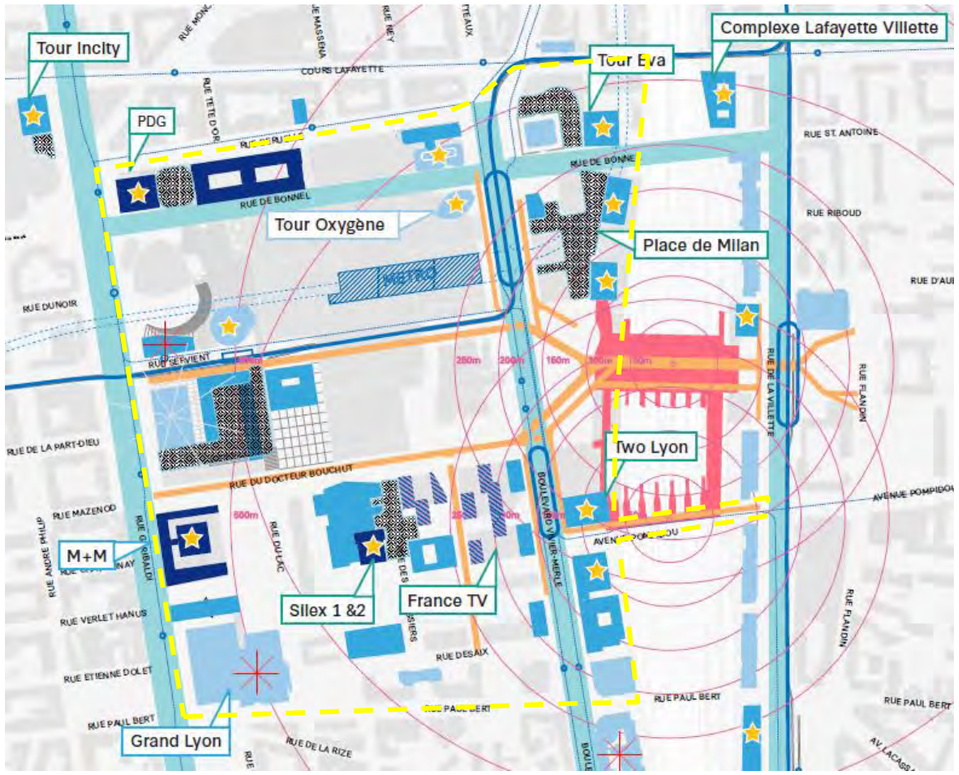


Figure 34 : Programme de développement de l'offre immobilière tertiaire (source : Plan de référence V2)

Impacts sur les commerces :

Le projet Part-Dieu vise à renforcer et affirmer la vocation servicielle du quartier Lyon Part- Dieu. Cette stratégie s'appuie sur les grands pôles existants que sont le centre commercial et la gare de la Part-Dieu. A travers le principe des Socle Actifs, le projet Part-Dieu vise également à créer des linéaires animés le long des principaux axes de flux piétons, destinés à une offre de commerces et de services de proximité.

Ce principe, combiné à une extension mesurée du centre commercial et à son ouverture sur la ville, ainsi qu'au développement et à la reconfiguration des commerces et services en gare, permettra d'opérer une montée en gamme de l'offre pour mieux répondre aux besoins de tous les usagers du quartier.

Sur le périmètre de la ZAC, les aménagements projetés sont donc :

- ✓ L'extension mesurée du centre commercial ;
- ✓ Le développement des commerces et services en gare ;
- ✓ Le développement des commerces et services en pieds d'immeubles.

Le projet de rénovation du centre commercial a pour objectif principal de l'ouvrir sur la ville. Il intègre l'aménagement d'un toit-terrasse redonné aux piétons, la mise en œuvre du principe du sol facile et la création de nouveaux accès, la mise en place de nouvelles façades transparentes et d'un toit partiellement transparent.

Dans le cadre de cette opération, il est ainsi prévu au niveau rez-de-chaussée le déplacement de l'entrée principale à l'angle Vivier-Merle/Servient, la création d'une nouvelle entrée, et la création d'une galerie traversante Est-Ouest le long de la rue Servient. Au droit de la toiture, il est prévu la création d'accès vers le toit-terrasse depuis les espaces publics (escaliers). Il est aussi prévu à tous les niveaux l'extension côté rue du Docteur Bouchut.

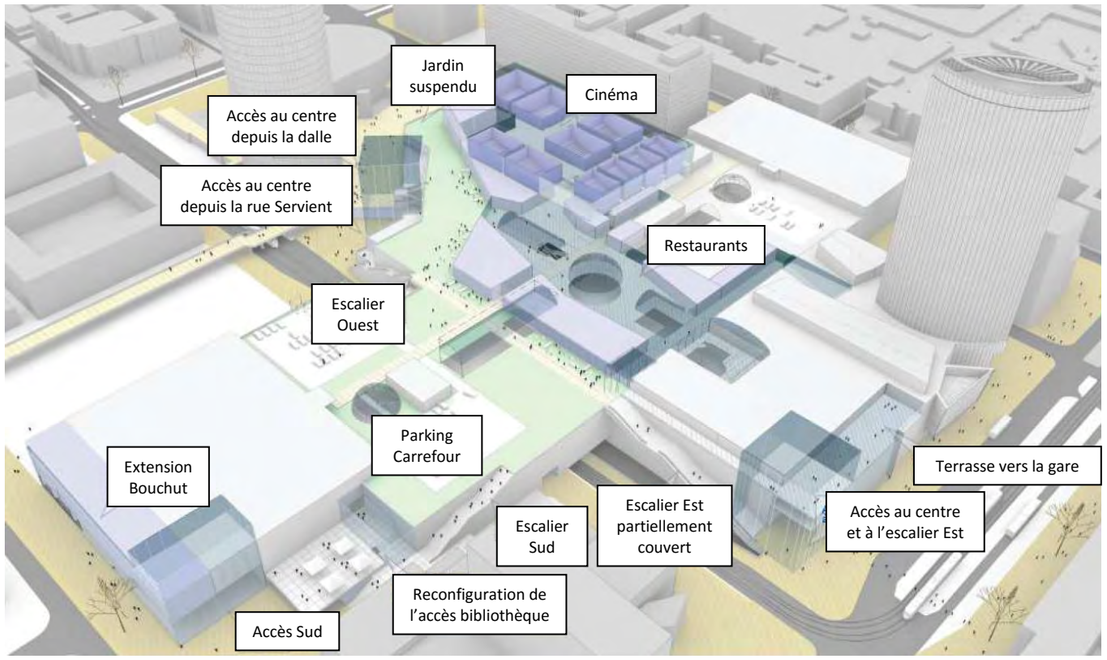


Figure 35 : Principes d'extension/restructuration du centre commercial, vue d'intention globale (source : Unibail Rodamco, mai 2016)

Zoom sur les commerces et services en gare :

Les activités de commerces de flux à consommation très rapide seront localisées le long des cheminements de déplacements en veillant à ce qu'elles accompagnent les voyageurs : en façade de la gare sur la place Béraudier, en place basse Béraudier dans l'interface entre la gare et l'accès souterrain au métro, entre la place Béraudier et le boulevard Pompidou.

En conclusion, les impacts permanents du projet sur le tissu d'entreprise et les commerces seront positifs :

- ✓ Les activités projetées seront créatrices d'emplois à long terme : entreprises s'installant sur le secteur, personnel travaillant dans les commerces et services.
- ✓ Les entreprises présentes sur le site profiteront de l'opportunité de développement du centre d'affaires (accroissement substantiel de fréquentation par l'apport de nouvelles populations ou de salariés autour des zones tertiaires).
- ✓ La production d'une offre immobilière combinant habitat et lieux de travail contribuera à réduire les déplacements domicile-travail, ce qui aura des impacts indirects positifs à l'échelle du quartier et de l'agglomération.
- ✓ Les partenaires et le personnel des entreprises du secteur bénéficieront des bonnes conditions d'accessibilité et de mobilité de la ZAC Part-Dieu Ouest.
- ✓ L'offre de commerces et services sera développée pour les personnes travaillant sur le site.

D'autre part, pour limiter les impacts négatifs liés à une concurrence néfaste, le projet confère à la Part-Dieu une identité propre, fondée sur ses spécificités. A l'échelle de l'agglomération, cette nouvelle offre sera avec celle qui existe (Confluence, Carré de Soie, Gerland…).

La ZAC Part-Dieu Ouest constituera donc un accélérateur de la métropolisation de l'agglomération, et confortera ses fonctions d'échanges, de services et d'innovation.

Impacts sur l'hôtellerie :

La ZAC Part-Dieu Ouest vise à développer l'offre hôtelière pour que celle-ci soit plus attractive et plus actuelle, à la fois à destination d'une clientèle d'affaires et de touristes. A court terme, on note le projet Two Lyon en cours d'études qui intègre une offre hôtelière.

Le développement de l'activité hôtelière sur le périmètre de la ZAC Part-Dieu Ouest induit des impacts positifs sur l'activité économique à l'échelle locale, mais également régionale.

(3) LES EQUIPEMENTS ET LEUR FONCTIONNEMENT

Impacts :

L'arrivée de nouvelles populations au sein de la ZAC Part-Dieu Ouest sera à l'origine d'une demande forte en équipements.

Pour les équipements culturels et de loisirs, la ZAC Part-Dieu Ouest, et à plus large échelle le projet Part-Dieu, vise à activer le potentiel des grands équipements existants, à les relier et à les compléter.

Concernant l'auditorium, le « Bâtiment-Gradins » prévu à proximité immédiate pourrait accueillir une petite salle permettant à l'auditorium d'élargir la palette de son offre. En complément, le socle du bâtiment pourrait accueillir un lieu culturel de type librairie / galerie / café.

Concernant la bibliothèque, il s'agirait de diversifier ses espaces, en y intégrant des dimensions artistiques, numériques et ludiques : galerie / expositions, espace culturel ludique, "Jardin de la Bibliothèque"...

Sur le centre commercial, il est prévu le regroupement, le développement et la relocalisation des salles de cinémas sous la forme d'un équipement de type multiplex sur le toit terrasse réaménagé.

Dans le cadre de l'opération du Lot J (terrain situé entre le centre commercial et la Cité Administrative d'Etat), la Traverse Culturelle pourrait intégrer une Serre Tempérée, en vue de proposer entre autres un volume utilisable pour des fonctions de type galerie d'art.

Par ailleurs, le programme prévisionnel de développement de l'habitat correspond à un apport de population de l'ordre de 2 100 habitants. Les équipements scolaires maternelle et élémentaire existants sur le quartier et à proximité disposent d'une capacité de développement, notamment le groupe scolaire Léon Jouhaux pour lequel une extension est prévue pour répondre aux besoins générés par le projet Part-Dieu.

Deux crèches sont prévues sur la partie la plus habitée du quartier.

Les impacts permanents de la création de la ZAC et de ses aménagements sont donc largement positifs du point de vue des services publics et des équipements culturels et sportifs. De même, les impacts sont globalement positifs du point de vue des équipements éducatifs.

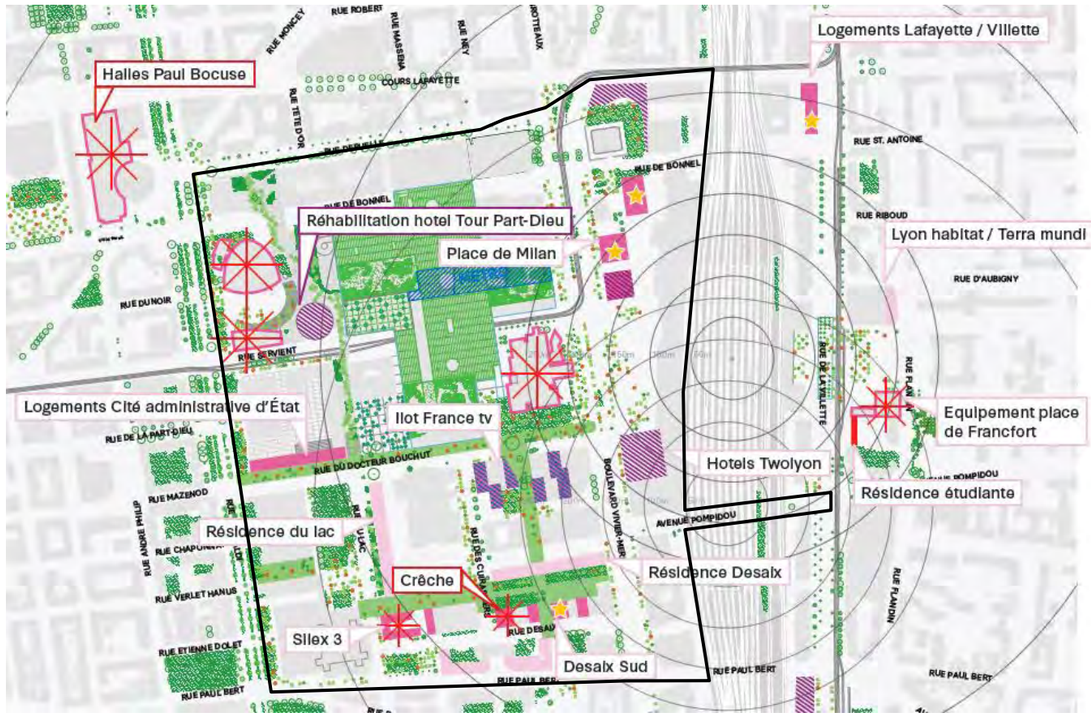


Figure 36 : Programme d'habitat et équipements de proximité (source : Plan de référence V2)

2.2.3. LES INFRASTRUCTURES ET LES DEPLACEMENTS

L'augmentation des flux à l'échelle du quartier :

Le développement du quartier de la Part-Dieu va générer de nouveaux déplacements, du fait du projet de ZAC, dont les opérations du PEM et du centre commercial, et plus généralement du projet Part-Dieu dans son ensemble.

Il est estimé que les déplacements en lien avec le quartier Part-Dieu augmenteront de 70%.

Les prévisions considèrent la multiplication par 5 des flux cyclistes actuels, par 3 les accès en train, par 2 les accès en Transport en Commun Urbains (TCU), l'augmentation de 38% des déplacements uniquement à pied et de 20% de ceux en voiture.

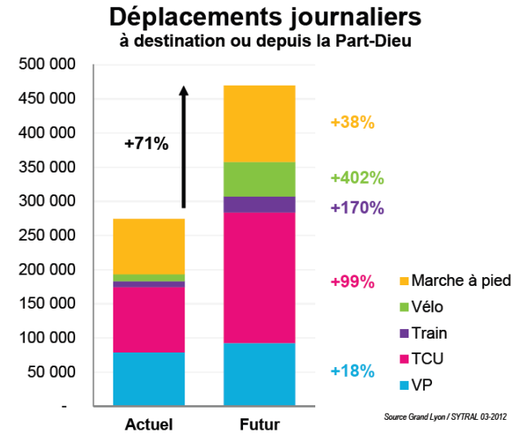


Figure 37 : Evolution de la répartition modale des déplacements avec le quartier Part-Dieu (source : Plan de référence v2)

L'augmentation des flux sur le pôle d'échanges multimodal :

Suite au développement du pôle d'échanges multimodal réalisé dans le cadre du projet et plus globalement du projet Part-Dieu, il est estimé que la fréquentation le pôle multimodal de la Part-Dieu augmentera de 78%.

En synthèse, si l'accessibilité automobile à la gare reste essentielle et doit être améliorée (+23% pour les déplacements en véhicules particuliers et +89% pour les taxis), la part de ce mode de déplacements tend à diminuer au profit des modes doux (16% pour les VP et taxis à l'horizon 2030, et 45% pour les piétons et vélos), alors que la part des transports en commun reste stable (39%).

Il faut noter que cette augmentation de trafic aurait certainement eu lieu sans le projet de ZAC ou le projet Part-Dieu car le quartier est attractif et constitue une porte d'entrée de l'agglomération. On peut supposer que l'augmentation globale du nombre de déplacements aurait été plus faible, mais qu'il n'y aurait pas eu de report modal sur les déplacements TCU et modes doux. Ainsi, sans la mise en œuvre du projet, il est très probable que les conditions de déplacements se seraient dégradées par rapport à la situation actuelle.

Des modifications en lien avec les opérations PEM/Two Lyon :

La stratégie de mobilité tous modes du projet s'appuie notamment sur le réaménagement du Pôle d'Echanges Multimodal et Two Lyon autour de la gare.

Sur la place Béraudier, un volume de plusieurs niveaux de sous-sol permettra de superposer :

- ✓ Une "place basse" (niveau -1) donnant accès au métro et intégrant une station de taxis, une vélo-station de 1500 places ainsi qu'une offre de services et commerces liés aux flux.
- ✓ Un parking minute et un parking motos (niveau -2) accueillant également une offre d'écomobilités innovantes.
- ✓ Un parking longue-durée (dans les niveaux inférieurs), incluant les besoins de stationnement induits par l'ensemble immobilier Two Lyon.

Impact du projet sur les voiries et les trémies :

Afin de dégager le boulevard Vivier-Merle de la circulation au droit de la place Béraudier et de donner plus d'ouverture et de lisibilité à la place, il est prévu la suppression de la circulation automobile en surface sur le boulevard Vivier-Merle, entre la rue du Docteur Bouchut et la rue Servient.

Cela entraine la suppression du mouvement de tourne à gauche sur la rue Servient pour les véhicules en provenance du boulevard Vivier-Merle en surface.

Sous les voies ferrées de l'avenue Gorges Pompidou, il est prévu l'aménagement d'accès directs aux quais de la gare, et d'un hall secondaire pour la gare. Cela induit le pincement du passage sous voies ferrées, et la nécessité de revoir la configuration de la voirie tout en améliorant les traversées piétonnes.

Au droit de la place Béraudier, les infrastructures prévues nécessiteront la création d'entrées/sorties spécifiques.

Mesures relatives à l'aménagement des voiries et trémies :

Il est prévu le prolongement de la rue du Docteur Bouchut jusqu'au boulevard Vivier-Merle, pour permettre de rétablir un mouvement de tourne à gauche en venant du Sud en surface et de l'avenue Pompidou notamment. A la sortie de la rue du Docteur Bouchut, les trajets vers l'Ouest de l'arrondissement, les quais du Rhône ou la Presqu'île pourront ensuite emprunter la rue Mazenod et la rue André Philip pour rejoindre la rue Servient.

Cette modification s'accompagne d'un décalage de la trémie d'accès du tunnel Vivier-Merle vers le Sud, au droit du carrefour de la rue Paul Bert.

Concernant le pincement du passage sous voies ferrées de l'avenue Gorges Pompidou, une voie dans chaque sens est conservée pour les voitures et les bus. Malgré ce pincement, la nouvelle configuration de la voirie permettra l'écoulement du trafic attendu, étant donné notamment la suppression du trafic en tourne à droite vers la trémie Vivier-Merle décalée vers le Sud et désormais inaccessible depuis l'avenue Pompidou. La suppression du feu existant à la sortie du dépose-minute de la gare permettra également de fluidifier le trafic sur l'avenue Pompidou en limitant les remontées de file.

Par ailleurs, la création d'un parking sous la place Béraudier permet d'éviter les mouvements tournants autour de la gare pour accéder au parking côté Villette, qui saturent actuellement les carrefours du quartier.

Ainsi l'accessibilité voiture au périmètre de la ZAC est garantie tout en réduisant les mouvements en surface et sous les voies ferrées, et la capacité des voiries sera suffisante pour écouler le trafic attendu.

Impacts résiduels sur le trafic :

Il a été estimé qu'en 2030, la demande théorique de trafic en lien avec le secteur Part Dieu augmente d'environ 5 000 véhicules à l'heure de pointe du soir (HPS) par rapport à 2010. La composition du trafic dans le quartier est sensiblement modifiée : la part de transit passe 58 à 38% en 2030. Aussi la hausse de trafic correspond essentiellement à une hausse du trafic en accès local.

L'augmentation de trafic se traduit par une hausse de la sollicitation des itinéraires d'accès en proximité du quartier. Il s'ensuit, par effet domino, un report de certains des trafics qui transitaient par la Part Dieu sur les autres axes de l'agglomération. D'une manière globale, ces axes se remplissent, sans modification importante par rapport à la situation actuelle.

L'accessibilité des véhicules au secteur Part Dieu, à horizon 2030, est maintenue avec cependant une augmentation du temps de parcours depuis/jusqu'à la Part-Dieu par rapport à la situation actuelle. En effet, les volumes théoriques de trafics à prendre en charge sont supérieurs à ceux actuellement constatés, mais à offre viaire globalement quasi-constante. Néanmoins, cette augmentation de trafic aurait certainement eu lieu sans le projet de ZAC ou le projet Part-Dieu, car il est probable que le trafic automobile aurait augmenté, avec ou sans projet.

Les trafics futurs ont été estimés au droit de chaque voirie.

Comme actuellement, il apparaît que les axes les plus fréquentés en 2030 restent ceux qui sont déjà les plus fréquentés : Garibaldi, Vivier Merle, Paul Bert, Bonnel et Servient. Ces axes principaux voient globalement leur trafic augmenté sur certaines portions (trafic futur respectivement de l'ordre de 1 000 et 2000 véhicules en HPS), cependant les niveaux de trafic rencontrés sont déjà importants.

Concernant les voies de desserte plus locales : sur les voies de desserte de la ZAC que sont la rue du Lac et la rue des Cuirassiers, le trafic futur est estimé à environ 600 et 550 véhicules par heure respectivement (augmentation d'environ 50% et 57%), donc essentiellement en accès local au quartier. Sur l'avenue Pompidou, sous les voies ferrées, il est estimé un rééquilibrage des trafics avec une répartition égale dans les 2 sens de circulation. La réduction à 2 voies permet d'écouler le trafic attendu, en diminution par rapport à 2014 : le trafic devient essentiellement local, en accès aux quartiers de part et d'autre des voies et au Pôle d'Echanges Multimodal. L'avenue ne donne en effet plus un accès direct à la trémie Vivier Merle et ne recueille plus le trafic en sortie du parking et dépose minute côté Ouest.

Le trafic actuellement en tourne à gauche de Vivier Merle vers la rue Servient (environ 700 véhicules en HPS) se répartira pour 1/3 au Nord (secteur Vauban/Brotteaux), pour 1/3 plus au Sud (secteur Gambetta/Créqui) et pour 1/3 sur le nouvel itinéraire par la rue du Docteur Bouchut. La rue du Docteur Bouchut contribuera essentiellement à la desserte de l'ilot Desaix et du cœur du quartier et n'a pas vocation à recevoir le trafic de transit à travers la Part Dieu. Le trafic total attendu s'élève à environ 1 000 véhicules en HPS sur la portion la plus circulée (entre la rue du Lac et la rue Garibaldi), et environ 250 véhicules en HPS sur la portion ouverte dans le cadre du projet. Ainsi, le trafic attendu en tourne à gauche vers la rue du Docteur Bouchut sera nettement inférieur à celui de l'actuel tourne à gauche vers la rue Servient.

A l'extérieur du périmètre de la ZAC, il est attendu une augmentation de trafic sur la rue Mazenod sur une centaine de mètres seulement (portion entre la rue Garibaldi et la rue André Philip : 100 véhicules aujourd'hui et 500 véhicules à l'avenir en HPS), et sur la rue André Philip entre la rue Bouchut et la rue Servient (160 m), donc principalement en sortie du cœur du quartier, en direction de la Rive gauche ou de la Presqu'Ile. Sur ces courtes sections, le passage à 2 voies pourrait permettre d'écouler le trafic attendu. La section de la rue André Philip entre les rues Servient et Bonnel (150 m) verrait son trafic augmenter d'environ 250 véhicules en HPS.

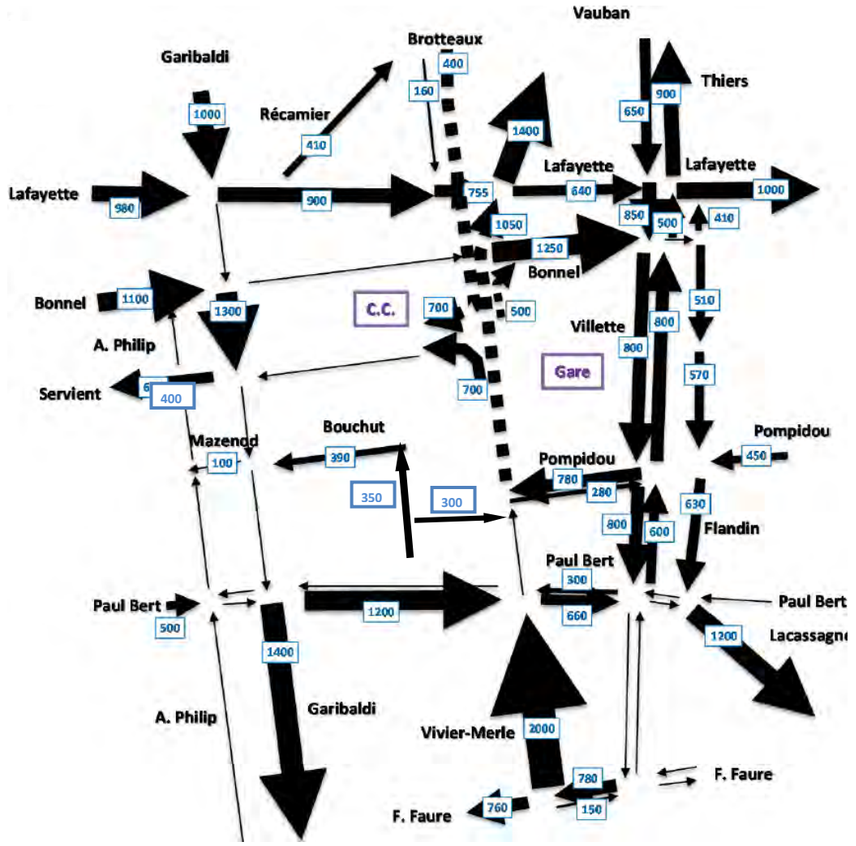


Figure 38 : Trafics actuels en heure de pointe du soir (source : Egis/Arcadis – Etudes déplacements tous modes dans l'organisation multipolaire de l'agglomération, lot 1, décembre 2014)

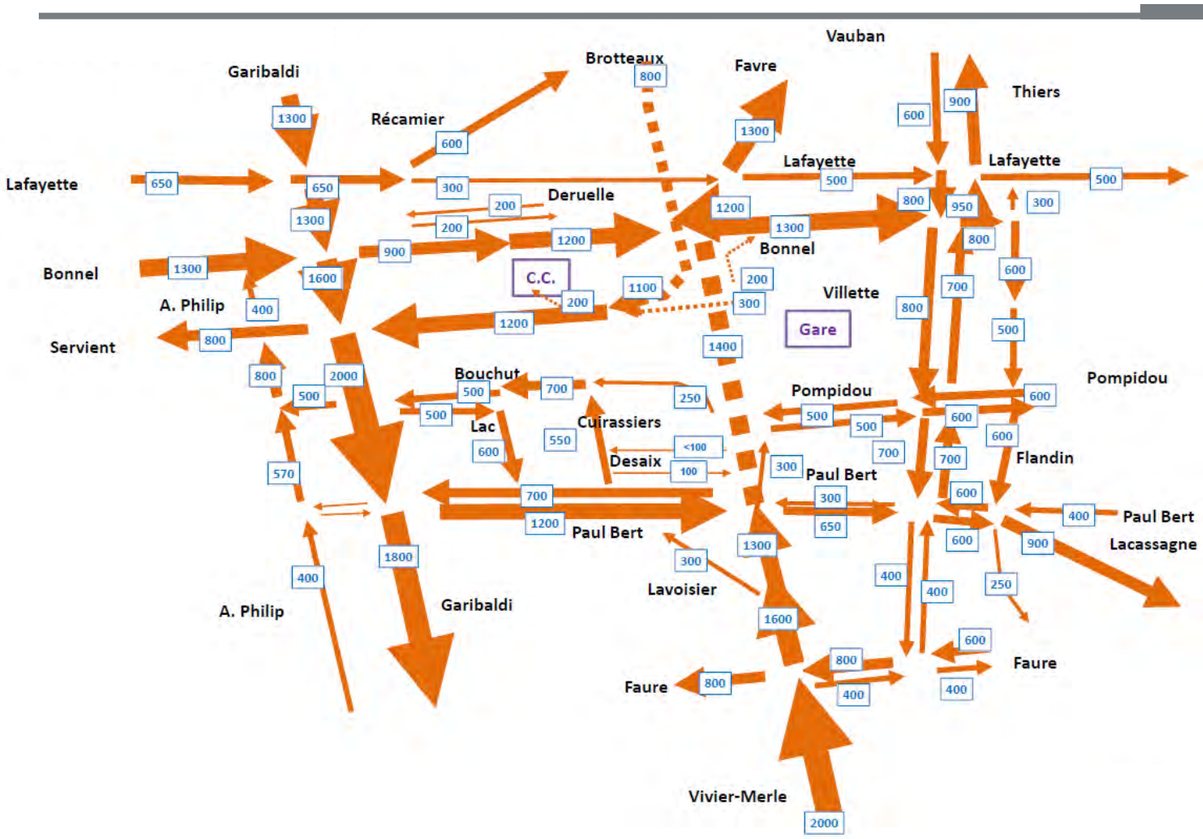


Figure 39 : Trafics à l'horizon 2030 en heure de pointe du soir (source : Egis/Arcadis – Etudes déplacements tous modes dans l'organisation multipolaire de l'agglomération, lot 1, décembre 2014)

En termes de taux de charge des carrefours, les carrefours côté Est des voies ferrées restent les plus chargés.

Des mesures localisées seront prises pour les carrefours les plus sensibles. A minima, ils nécessiteront un réglage des cycles de feux. In fine, le fait de privilégier un axe plutôt qu'un autre relèvera de la politique d'aménagement choisie, car l'entretien d'une congestion résiduelle sur certains axes peut dissuader les flux traversant la ZAC et les conduire à se reporter vers d'autres itinéraires. Une attention sera portée à certains phénomènes ponctuels de reports de trafics sur des axes qui n'ont pas vocation à accueillir des trafics supplémentaires.

Enfin, des points de vigilance sont à prendre en compte pour le réaménagement de certains carrefours et la recherche d'un maximum de compatibilités du trafic VL avec les mouvements TC prioritaires.

Impact du projet sur le réseau ferroviaire :

Le programme de la ZAC ne prévoit pas de modifications du réseau ferroviaire.

Concernant les accès à la gare et aux quais, il est prévu l'aménagement d'accès directs aux quais depuis l'avenue Georges Pompidou, et d'un hall secondaire pour la gare. L'objectif est de réduire, au droit de la place Béraudier notamment, la concentration des flux à destination de la gare.

Ces nouveaux aménagements sont pris en compte dans le cadre du programme de voiries et de circulation des piétons et vélos.

Impacts relatifs à la desserte du quartier en TCU :

Le développement du quartier de la Part-Dieu va générer de nouveaux déplacements.

Il est prévu de créer un nouveau pôle bus au Sud de la place Béraudier. Ainsi le linéaire de quai bus du pôle d'échanges sur Vivier Merle est nettement augmenté. Ce nouveau pôle bus permettra également d'augmenter les flux d'échange de l'ensemble du site sans trop augmenter la densité des flux piétonniers. De plus, l'organisation des lignes de bus en deux pôles permettra de simplifier certains échanges ou mouvements de bus.

Enfin, ce schéma rend possible des augmentations ultérieures de capacité ou de certains itinéraires sans modifier l'organisation des arrêts, mais avec une augmentation de la fréquence de passage des bus.

Les impacts du projet sont donc positifs.

Impacts relatifs aux itinéraires cyclables et aux stationnements vélos :

Le potentiel de la marche et du vélo est très important. Dans le cadre du projet, les itinéraires vélos seront donc clairement identifiés. Il est aussi prévu la mise en place de vélos-stations, de bornes de vélos en libre-service, et d'arceaux vélo supplémentaires.

Les impacts du projet sont donc positifs.

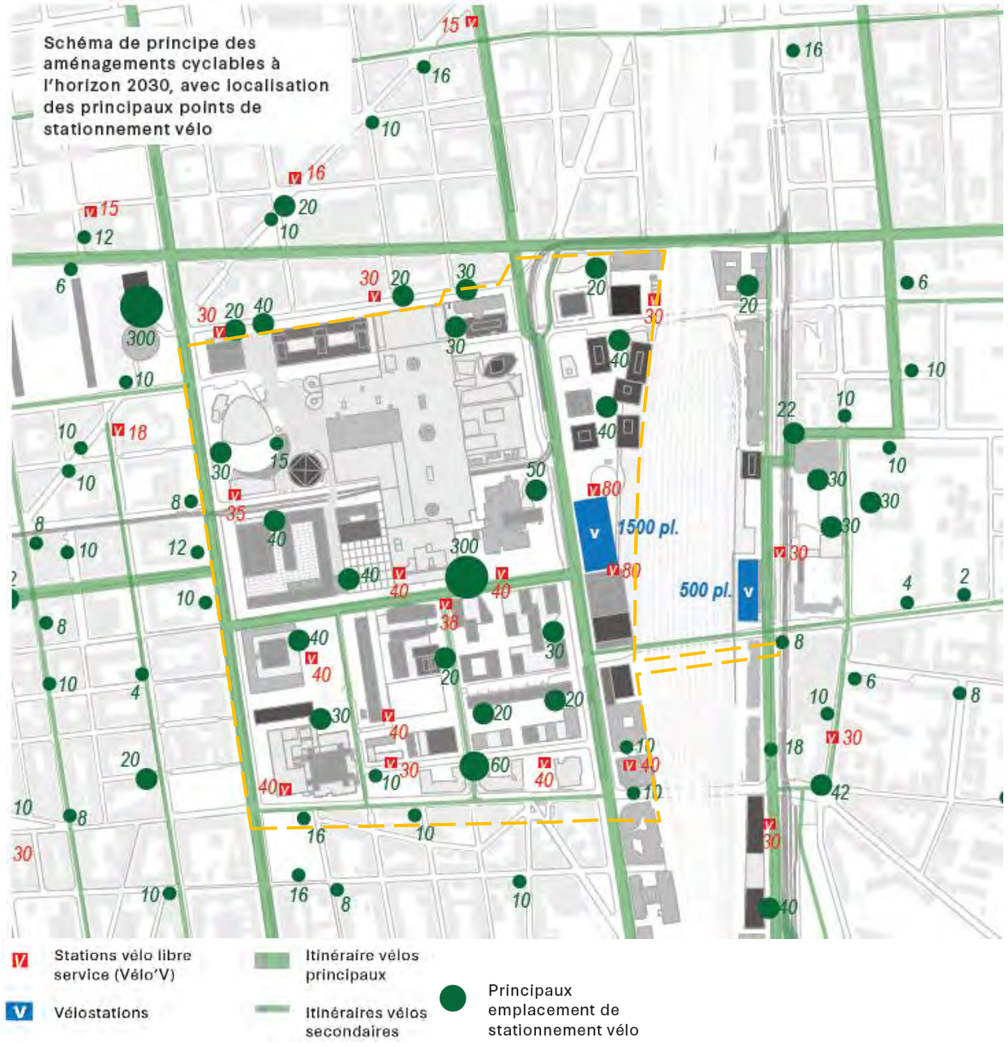


Figure 40 : Principe des aménagements cyclables à l'horizon 2030 (source : Plan de référence v2)

Remarque : les stations Vélo'V indiquées sur la place Béraudier sont à ce jour prévues sur le trottoir devant la bibliothèque.

Impacts relatifs à la continuité des itinéraires piétons :

Les aménagements en faveur des piétons sont prioritaires dans le cadre du projet, en lien avec le principe de « sol facile » primordial. Ils concernent principalement la place Béraudier, la rue du Docteur Bouchut réaménagée, et la future galerie Servient le long du centre commercial au niveau du sol, pour relier la place Béraudier et la rue Garibaldi via la place Charles de Gaulle.

Le réseau d'espaces publics requalifiés comprend également deux mails piétons créés dans le secteur Lac Cuirassiers Desaix pour favoriser une desserte piétonne interne du quartier à l'écart des circulations.

A plus large échelle, le projet a également des impacts positifs sur les déplacements Est-Ouest, en assurant des cheminements de qualité en direction des quais du Rhône et une traversée facilitée de la gare.

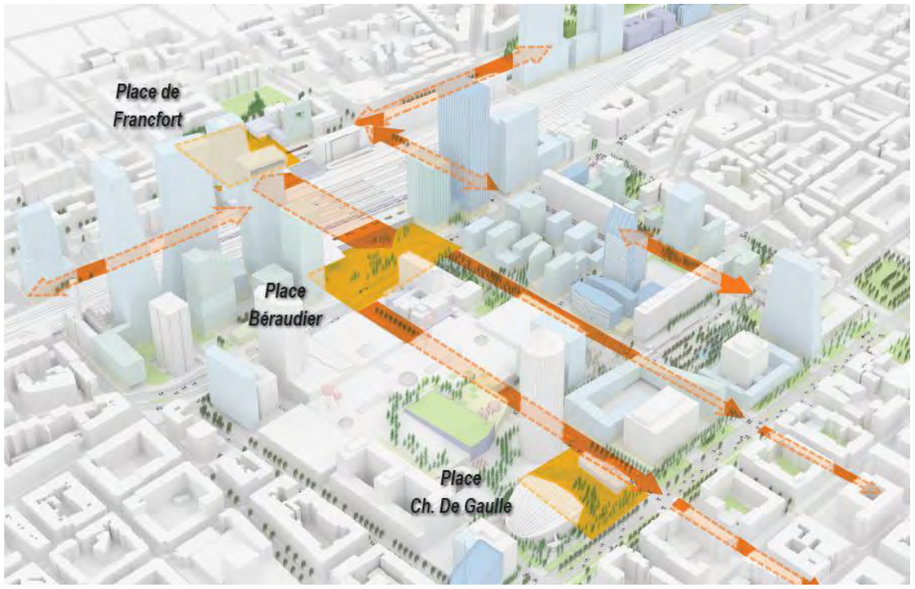


Figure 41 : Articulation des espaces piétonniers majeurs (source : Plan de référence v2)

Les impacts du projet sont donc positifs en termes de desserte de la ZAC par les espaces publics dédiés aux piétons.

Impacts relatifs à la qualité des itinéraires piétons :

Un des objectifs du projet est d'assurer le confort, la lisibilité et la fluidité des déplacements piétons. Ce sont en effet des conditions essentielles du développement des modes doux et de l'attractivité des transports en commun.

Le Sol Facile est une notion déployée à l'échelle du quartier, qui offre des itinéraires de déplacement conçus pour la marche, sans encombrement, sécurisés et très lisibles.

La Figure 42 illustre le principe de Sol Facile et de matérialité en faveur de la qualité des déplacements doux.

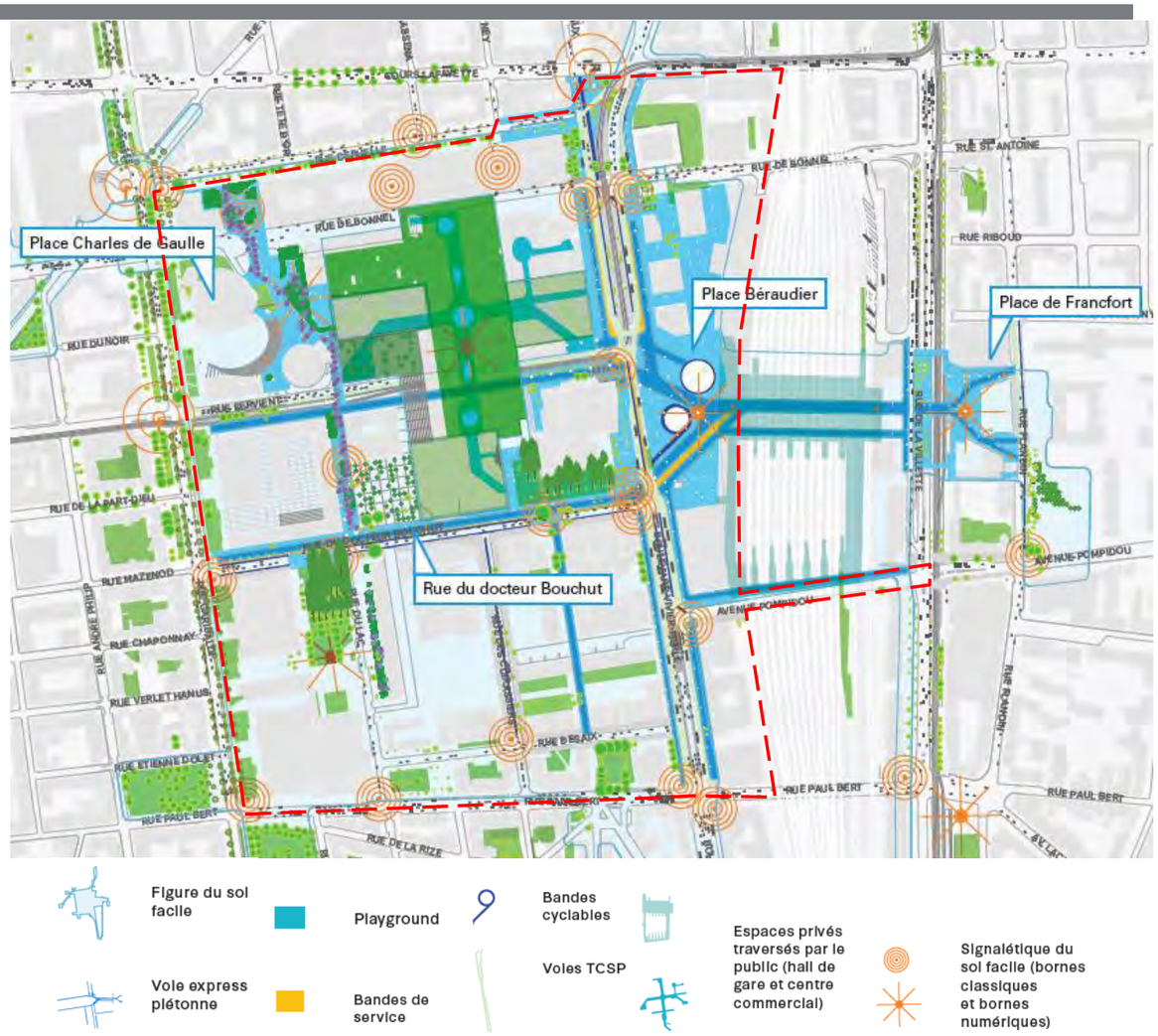


Figure 42 : Le Sol Facile et les modes doux (source : Plan de référence v2)

Ainsi le projet améliore significativement les itinéraires piétons, en termes de continuité et d'attractivité.

Impacts relatifs à la desserte du périmètre de projet par les taxis :

Dans le cadre du projet et notamment du réaménagement de la place Béraudier, la desserte par les taxis sera modifiée.

Pour les taxis, il est prévu une zone de dépose et une zone de prise en charge distinctes, au niveau -1 de la place Béraudier. Des stations sur voirie sont également prévues à proximité des principaux points d'attraction du quartier non directement desservis par la boucle taxis (Tour Part-Dieu, Auditorium, Centre commercial).

Enfin le projet permettra une organisation moins complexe des accès taxis, assurant une offre plus lisible pour les usagers.

Les impacts du projet sont positifs.

Impacts relatifs à l'organisation des livraisons :

Les grands équipements tels que la gare et le centre commercial, ainsi que les grandes opérations immobilières, disposeront d'aires de livraisons dédiées et intégrées.

Les impacts du projet relatifs à l'organisation des livraisons sont neutres.

Impacts relatifs à la suppression/création de places de parkings et places de stationnement :

Dans le cadre du projet, le réaménagement des espaces publics pourra conduire à la suppression de certaines places de stationnement, par emprise directe ou bien pour garantir la bonne gestion des flux automobiles sur le quartier.

Cependant l'amélioration de la desserte du périmètre de projet par les modes doux va certainement réduire les besoins en stationnement. De plus, l'offre de stationnement souterrain est maintenue et même développée à proximité de la gare avec la création sous la place Béraudier d'une capacité d'environ 600 places, ayant pour objet principalement de tenir compte des besoins liés au projet Two Lyon.

Les nouvelles opérations immobilières sont autosuffisantes et intègrent leur propre besoin en stationnement ; comme mentionné ci-avant, les besoins de stationnement induits par le Two Lyon sont intégrés au parking Béraudier.

Les impacts du projet relatifs à l'offre de parking et de stationnement sont globalement neutres.

En conclusion, il apparait les impacts du projet sur les infrastructures et les déplacements sont globalement positifs, l'aménagement de la ZAC permettant une amélioration du plan de circulation pour les véhicules. Les autres modes de déplacements bénéficient également des aménagements projetés, une attention particulière étant portée au développement et à la qualité des itinéraires pour les vélos et les piétons.

2.2.4. L'ENVIRONNEMENT URBAIN ET LE CADRE DE VIE

(1) CADRE PAYSAGER

Impacts potentiels :

Les impacts potentiels liés à la ZAC Part-Dieu Ouest concernent :

- ✓ les modifications du paysage global et du skyline lyonnais, qui concernent le cadre de vie des habitants mais aussi certains points de vue depuis les lieux touristiques,
- ✓ les modifications du paysage local qui peuvent avoir un impact négatif sur le cadre de vie des usagers et l'image du quartier.

Il faut cependant noter que la perception d'un paysage, global ou local, est subjective et dépend des individus. Cette perception dépend notamment de la sensibilité et de la personnalité de chaque observateur.

Mesures relatives au paysage global :

Les figures suivantes permettent de visualiser l'insertion paysagère du projet depuis plusieurs points de vue éloignés :



Vue depuis le boulevard de Stalingrad, Villeurbanne, 1er août, 17h00





Vue depuis le pont de la Guillotière, 2 août, 16h00

Figure 43 : Vues projetées sur le site (source : Plan de référence v2)

Mesures relatives au paysage local :

Le quartier de la Part-Dieu est un espace emblématique du patrimoine urbain et architectural contemporain de la métropole lyonnaise, qui représente un véritable « Style Part-Dieu ». L'architecture du projet prévoit :

- ✓ des formes simples,
- ✓ des textures de façade et des matériaux qui donnent une unité et une identité à chaque bâtiment, mais qui produisent aussi dans l'ensemble une unité de style,
- ✓ un grand soin apporté aux détails, et une certaine minéralité dans l'ensemble.

Au niveau local, le projet a pour objectif une augmentation significative de la couverture végétale et de la présence de la nature dans le quartier, associée à une augmentation significative de la biodiversité et à un effort de perméabilisation du sol. Pour cela, la conception du paysage s'appuie sur trois dispositifs.

- ✓ Le Sol Fertile, réseau de pleine terre aussi continu que possible.
- ✓ L'horizon Part-Dieu, qui constitue une trame de plantation homogène.
- ✓ La palette végétale, qui favorisera la biodiversité tout en affirmant l'identité du Paysage sur le périmètre de projet ; elle sera composée d'une essence majoritaire couplée à deux autres essences.

Les impacts paysagers du projet ne peuvent pas être supprimés car ils sont inhérents au projet qui prévoit une transformation du quartier, avec des modifications aussi bien sur les voiries et espaces publics que sur le bâti. Cependant l'ensemble des mesures prises permettra d'intégrer au mieux le projet dans le paysage de l'agglomération.

A l'échelle locale, grâce à la définition d'un style architectural cohérent avec l'identité du quartier et à une végétalisation importante, les impacts paysagers du projet seront positifs.

(2) PATRIMOINE CULTUREL

Impacts potentiels :

Les périmètres de protection de deux Monuments Historiques interceptent le périmètre de projet. Aucun impact, concernant par exemple la dégradation des points de vue depuis ces monuments, n'est attendu.

Aucun impact sur le patrimoine archéologique n'est attendu étant donné la localisation du projet.

En ce qui concerne les bâtiments du «Patrimoine Part-Dieu », le projet prévoit de contribuer à les valoriser et à leur donner une seconde vie. De plus, la conception architecturale des éléments bâtis du projet sera réalisée en cohérence avec le patrimoine architectural existant.

Dans le cadre du projet Part-Dieu, le dispositif de la Traverse Culturelle consiste à valoriser des équipements qui existent déjà et dont l'excellence est reconnue. Ce dispositif doit aussi permettre d'intégrer les équipements privés ou associatifs existants ou à venir. Le dispositif de la Traverse Culturelle relie tous les points forts de la Part-Dieu.

A travers le principe de traversée culturelle du quartier Part-Dieu, il apparaît que les impacts de la ZAC Part-Dieu Ouest sur le patrimoine culturel sont positifs.

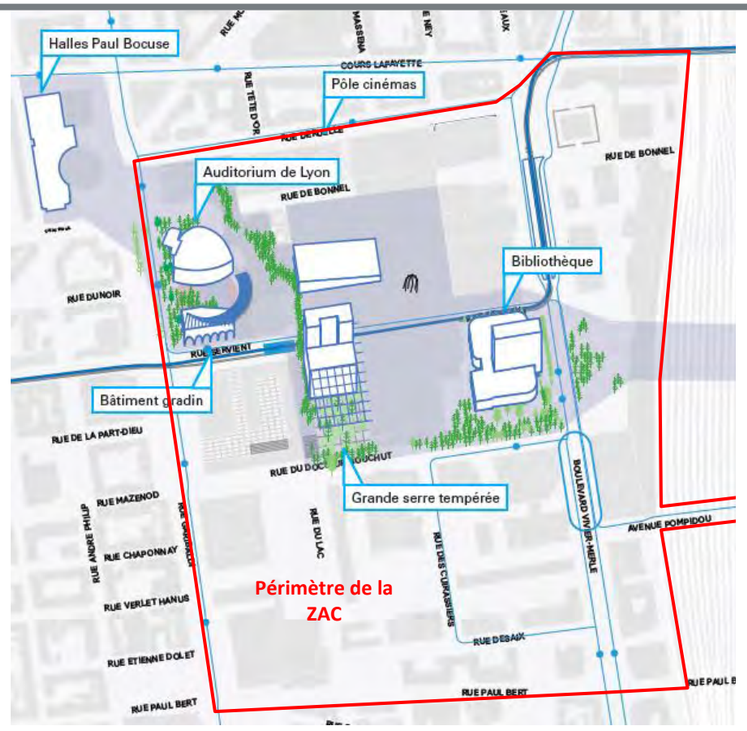


Figure 44 : Principe de la traversée culturelle (source : Plan de référence v2, cahier « Culture »)

(3) AMBIANCE SONORE

Impacts :

Le programme immobilier de la ZAC ne génèrera pas de nuisances sonores particulières.

Le projet de ZAC entraînera une augmentation du trafic et une nouvelle configuration des voiries qui pourront entraîner une augmentation du niveau sonore localement.

En première approche, suite à l'ouverture de la rue du Docteur Bouchut, sa partie Est devrait être classée en infrastructure de catégorie 4 comme la rue actuelle, c'est-à-dire que la largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure serait de 30 m.

Sur une centaine de mètres de la rue Mazenod, l'augmentation du trafic devrait entrainer une augmentation du niveau sonore de plus de 3 dB(A) et le classement sonore de l'infrastructure. Etant donné le niveau de bruit préexistant, ces augmentations ne sont pas de nature à causer des nuisances pour les riverains.

Par ailleurs, l'augmentation prévisible du niveau sonore peut être estimée à moins de 3 dB(A) sur la rue André Philip, la rue du Lac et la rue des Cuirassiers, et l'augmentation du niveau sonore sera probablement peu sensible sur les autres voiries dont la rue Garibaldi, la rue Servient et la rue du Docteur Bouchut (partie déjà circulée).

Afin de préciser les impacts quantitatifs du projet, une modélisation des niveaux sonores futurs est réalisée. L'analyse de ces résultats permet d'apprécier les écarts avec/sans la réalisation du projet et s'il y a dépassement de seuil.

Une modification ou transformation de voie est considérée comme significative si elle respecte conjointement les deux conditions suivantes :

- ✓ elle résulte de travaux (à l'exclusion des travaux de renforcement de chaussées, des travaux d'entretien, des aménagements ponctuels et des aménagements de carrefours non dénivelés) ;
- ✓ elle engendre, à terme, une augmentation de plus de 2 dB(A) de la contribution sonore de la seule infrastructure par rapport à ce que serait cette contribution à terme en l'absence de modification ou transformation (pour le réseau routier national, la circulaire du 12 décembre 1997 demande de réaliser cette comparaison à un horizon de 20 ans après la mise en service).

Les résultats de modélisation montrent qu'à l'horizon 2030, une modification significative est recensée au droit de 3 bâtiments rue Mazenod, au droit du croisement avec la rue Garibaldi.

En termes de dépassements de seuils, les seuils admissibles sont définis par la réglementation en vigueur.

Les résultats de la modélisation montrent qu'à l'horizon 2030, il y a dépassement de seuil réglementaire pour ces trois mêmes bâtiments.

Une modélisation 3D a été réalisée. Elle montre que vis-à-vis des riverains et à l'horizon 2030, en période de nuit les impacts sonores restent importants au droit de la rue Garibaldi et aux abords des voies ferrées, en raison des circulations routières et ferroviaires nocturnes. Le centre de la ZAC au contraire présentera une ambiance sonore modérée. En période de jour, les nuisances sonores seront importantes ; c'est déjà le cas dans la situation existante, en particulier en bas d'immeubles.

Enfin, les cartes de niveaux sonores en façade des bâtiments futurs mettent en évidence des niveaux de bruit supérieurs à 65 dB de jour, en particulier au niveau des façades donnant sur les voies ferrées (îlot place de Milan par exemple) ou sur les grands axes routiers (cours Lafayette).

Mesures :

Les modélisations que le projet, par comparaison à la situation « fil de l'eau », engendrent une modification significative et un dépassement de seuil réglementaire pour trois bâtiments rue Mazenod. Dans ces conditions, ces bâtiments sont concernés par une éventuelle protection acoustique, dépendant de l'application du critère d'antériorité et de l'efficacité des protections acoustiques actuelles des bâtiments.

Egalement, la conception des nouveaux bâtiments, quelle que soit leur destination, prendra en compte des dispositifs de protection acoustiques, de par les choix de façades, de menuiseries (vitrage des fenêtres),…

En parallèle des aménagements des espaces publics, la plantation d'arbres devant ces bâtiments présentera des apports paysagers mais constituera également une protection vis-à-vis du bruit lié à la circulation routière de la voirie concernée.

Pour réduire les nuisances sonores liées à la circulation nouvelle, les mesures sont les suivantes :

- ✓ limitation de vitesse à 30 km/h sur la rue du Docteur Bouchut
- ✓ dans le choix d'aménagement des voiries, le maître d'ouvrage privilégiera dans la mesure du possible des revêtements peu bruyants.
- ✓ sur les secteurs à vocation d'habitat tels que le secteur Cuirassiers/Desaix, dégagement d'espaces calmes sur l'arrière
- ✓ mise en place d'une végétation importante sur le périmètre de projet, agissant la propagation du bruit en jouant le rôle de brise-vent

Comme illustré en Figure 36, les logements existants et les logements prévus au programme de la ZAC se situent majoritairement en cœur d'îlot (rue Desaix, rue du Lac, rue des Cuirassiers et rue Bouchut), à proximité des axes les moins fréquentés du périmètre de projet, ce qui contribue à limiter l'exposition au bruit des riverains. De plus, en limite des voies les plus circulées telles que le boulevard Vivier-Merle, le projet privilégie l'implantation de programmes de bureaux.

A long terme, la mise en œuvre de la réglementation en matière de niveau sonore des pneumatiques et des véhicules à 4 roues et plus contribuera à limiter les émissions sonores liées à la circulation sur le périmètre de projet.

Au regard des niveaux actuels sur le périmètre de projet, de la réglementation en matière de contribution sonore des infrastructures nouvelles ou modifiées, les impacts résiduels du projet sur les nuisances sonores seront faibles.

(4) QUALITE DE L'AIR

Impacts en matière d'émissions atmosphériques :

L'état initial a montré que les polluants à enjeux sont les particules fines (PM_{10}) et dioxyde d'azote (NO_2).

Les émissions de dioxyde d'azote sont en grande majorité dues aux transports. Les particules fines sont émises, quant à elles, essentiellement par le chauffage résidentiel et les transports.

Emissions liées aux transports :

Le projet induira une augmentation du nombre de déplacements. Toutefois, en parallèle, les normes à l'émission des véhicules routiers continuent à diminuer, avec l'arrivée progressive de véhicules équipés des dernières technologies de réduction des émissions à l'échappement.

L'impact des projets ZAC et PEM/Two Lyon en termes d'émissions de polluants par les véhicules est bénéfique par rapport à la situation actuelle, mais ceci n'est pas tant lié aux choix d'aménagement du projet qu'à l'amélioration technologique des véhicules et leur renouvellement régulier. Cette diminution est particulièrement marquée pour les oxydes d'azote (-72%).

Par comparaison à la situation fil de l'eau, la mise en place des projets conduira à une augmentation globale des émissions polluantes allant jusqu'à 20% au maximum.

Sur la zone d'étude, des dépassements de valeurs limites ou objectifs de qualité subsistent pour le dioxyde d'azote, les particules fines (PM_{10} et $PM_{2.5}$). Cependant, les dépassements diminuent significativement en 2030 pour le dioxyde d'azote.

Globalement, le scénario projet atténuerait légèrement les niveaux maximum obtenus sur le domaine d'étude.

L'étude air-santé, disponible en annexe de l'étude d'impact, comprend une modélisation de la dispersion des polluants, permettant une analyse géographique des émissions et des impacts.

Par rapport à la situation initiale, les zones en dépassement en dioxyde d'azote (NO2) sont très réduites à horizon 2030. Par rapport à la situation fil de l'eau, les projets ZAC Part-Dieu Ouest et PEM/Two Lyon auront des impacts limités sur les dépassements de seuils observés. Ils auront toutefois un impact sur la localisation des zones de dépassement des seuils pour le dioxyde d'azote et les poussières, à l'Ouest des passages sous les voies SNCF de l'avenue Georges Pompidou et de la rue de Bonnel.

Emissions liées aux besoins énergétiques des bâtiments :

Concernant l'évolution tendancielle des émissions liées à la consommation énergétique des bâtiments, il est considéré la mise en service d'une chaufferie bois-énergie de grande puissance sur le territoire de la Métropole et le raccordement de tous les nouveaux bâtiments au réseau de gaz naturel et non au réseau de chaleur. Dans ces conditions, les émissions seraient amenées à augmenter significativement et deviendraient en 2030 du même ordre de grandeur que celles du trafic routier (en 2030). D'où l'importance d'une action forte sur les consommations et l'approvisionnement énergétiques des futurs bâtiments de la ZAC.

Sur la ZAC, l'estimation des émissions futures liées au chauffage n'est pas possible étant donné les incertitudes sur le mode de chauffage qui sera retenu, opération par opération.

Dans le cadre de l'étude de potentiel sur le développement des énergies renouvelables, différents scénarios d'approvisionnement en énergie de la ZAC ont été étudiés. Il est donc possible de réaliser une analyse comparative des émissions de NO_x, PM_{10} et $PM_{2,5}$ pour les différents scénarios, afin d'identifier les impacts sur la qualité de l'air suivant le mode d'approvisionnement en énergie de la ZAC.

Un scénario de référence a été proposé (Sc0), il s'agit du scénario tendanciel sans action spécifique pour le recours aux énergies renouvelables.

Les scénarios étudiés pour l'approvisionnement en énergie de la ZAC et le développement des énergies renouvelables sont les suivants :

	Scénario de référence (Sc0)	**Scénario 1**	**Scénario 2**	**Scénario 3**	**Scénario 4**	**Scénario 4bis**
Chauffage et climatisation*	Réseau de chaleur et de froid pour les bâtiments déjà raccordés Gaz pour les nouveaux bâtiments et les bâtiments non raccordés	**Réseau de chaleur et de froid** pour tous les bâtiments	Réseau de chaleur et de froid pour les bâtiments déjà raccordés **Récupération de chaleur sur le réseau d'eaux usées** pour les nouveaux bâtiments et les bâtiments non raccordés	Réseau de chaleur et de froid pour les bâtiments déjà raccordés Gaz pour les nouveaux bâtiments et les bâtiments non raccordés	Electricité du réseau national	Electricité du réseau national + mise en place de **pompe à chaleur** air/eau pour la production de chaleur
Eclairage, bureautique, ventilation, autres*	Electricité du réseau national	Electricité du réseau national	Electricité du réseau national	Electricité du réseau national + **électricité photovoltaïque**	Electricité du réseau national	Electricité du réseau national

*En gras : source d'énergie renouvelable étudiée dans le scénario. A noter que le scénario « tout électrique » a été étudié pour la ZAC car il a été étudié dans le cadre du projet européen TRANSFORM réalisé par le Grand Lyon.

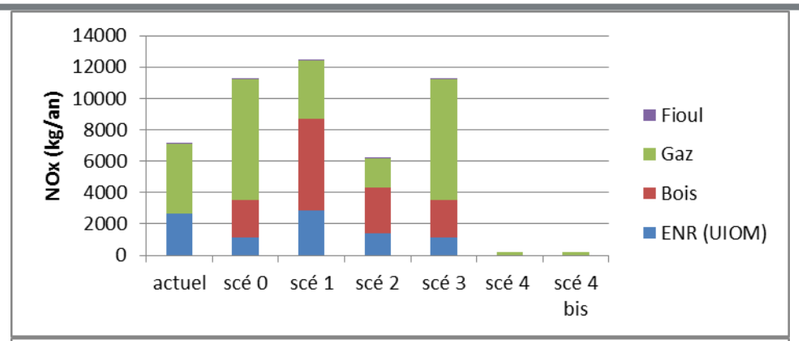
Tableau 3 : Scénarios d'approvisionnement en énergie de la ZAC, étudiés dans le cadre de l'étude de potentiel en énergie renouvelables

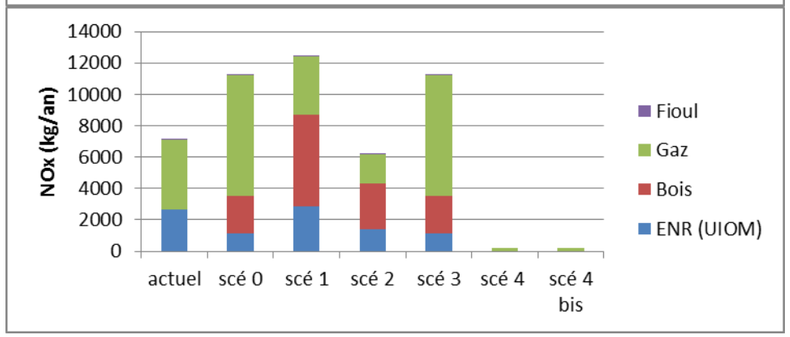
Les figures ci-après mettent en évidence les émissions futures de NO_x, PM_{10} et $PM_{2,5}$ liés à la consommation énergétique des bâtiments de la ZAC, suivant les différents scénarios étudiés.

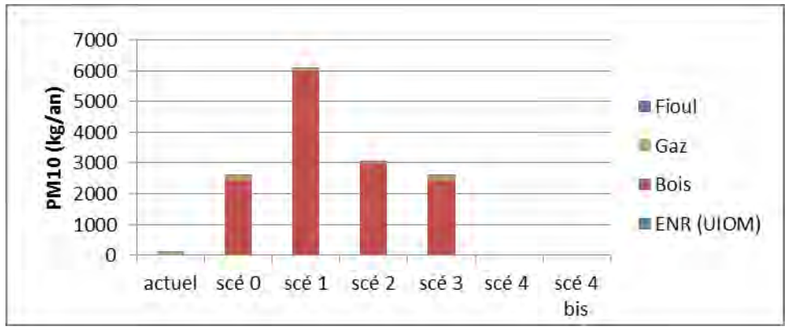
Il faut préciser qu'il s'agit des émissions liées à la consommation d'énergie sur la ZAC, et non des émissions sur la zone géographique de la ZAC. En effet, les émissions liées au chauffage sont directement liées à l'unité de production.

Par exemple, l'alimentation via le réseau de chaleur implique des émissions au niveau des installations de production. Sur la zone du projet, la seule unité de production recensée est la chaufferie Lafayette fonctionnant principalement au gaz.

Ces installations de production relèvent du régime des installations classées pour la protection de l'environnement, elles sont soumises au respect de seuils de rejets à l'atmosphère, et sont régulièrement suivies et contrôlées.







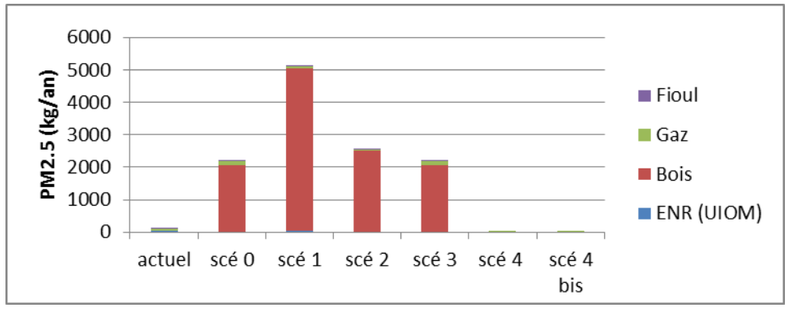


Figure 45 : Emissions de NO_x, PM_{10} et $PM_{2,5}$ suivant les scénarios étudiés pour l'approvisionnement en énergie de la ZAC

La comparaison des scénarios montre que les émissions de NO_x augmentent lorsque la part de l'alimentation en énergie à partir de bois (cf. moyens de production du réseau de chaleur) et à partir de gaz augmente. Elle montre aussi que les émissions de poussières sont directement liées à la production d'énergie à partir de bois.

Les scénarios 0 à 3 impliquent de ce fait une augmentation des émissions de NO_x et des poussières, du fait notamment de la mise en place d'une chaudière biomasse pour alimenter du réseau de chaleur à l'échelle de l'agglomération.[3]

Cependant il faut noter que la biomasse est une source d'énergie dont le contenu carbone est négligeable par rapport aux sources énergies traditionnelles.

Les scénarios 4 et 4bis proposant une utilisation de l'électricité pour couvrir les besoins énergétiques permettent de limiter de façon très importante les émissions de NO_x et de poussières, du fait de la production d'électricité française essentiellement à partir de nucléaire.[4]

Ainsi, les impacts du projet sur la qualité de l'air du fait des émissions liées à la consommation énergétique des bâtiments sont dépendant des choix d'approvisionnement en énergie qui seront faits.

En considérant les émissions de polluants à enjeux que sont les NOx et les poussières, il apparait que le recours aux énergies de récupération ou à l'électricité est la solution présentant les impacts les plus faibles.

Concernant le recours aux réseaux de chaleur urbain et à l'électricité du réseau, les impacts en termes de pollution atmosphérique sont directement liés aux moyens de production de ces énergies, indépendants du projet de ZAC.

Néanmoins, il faut rappeler qu'une grande partie de ces émissions n'a pas lieu dans le périmètre du projet et ne devraient donc pas conduire à une dégradation locale de la qualité de l'air.

Mesures :

En préambule, il faut rappeler que les enjeux de qualité de l'air sont à appréhender à l'échelle de l'agglomération. En effet, les objectifs de qualité de l'air ne pourront être durablement atteints que par des actions coordonnées visant à réduire la pollution de fond. C'est notamment l'objet du Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie (SRCAE) et du Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) du Grand Lyon. De plus, au regard de son périmètre, le volant d'action du projet est limité ; celui-ci pouvant apporter des réponses à la pollution de proximité uniquement. Il s'agit donc de limiter l'exposition des populations sur la zone de projet, voire de la réduire lorsque cela est possible.

Toutefois, la qualité de l'air fait partie des préoccupations des politiques publiques traduites dans les différents documents de planification et à travers les projets sous maîtrise d'ouvrage du Grand Lyon.

Concernant spécifiquement la ZAC Part-Dieu Ouest, l'enjeu de l'exposition des populations à la pollution de l'air a été pris en compte dès l'émergence du projet d'aménagement Lyon Part-Dieu et pour la définition du programme de la ZAC.

Ainsi, les logements existants et les logements prévus au programme de la ZAC se situent majoritairement en cœur d'îlot, à proximité des axes les moins fréquentés du périmètre de projet (rue Desaix, rue du Lac, rue des Cuirassiers et rue Bouchut), ce qui contribue à limiter l'exposition à la pollution de l'air des riverains.

De plus, comme indiqué en pages 34 et suivantes, le projet prévoit pour les usagers la création de plusieurs cheminements piétons. Ces cheminements sont localisés au niveau des axes les moins circulés et à l'écart des axes routiers :

- ✓ Large mail piéton sur la rue Bouchut, qui fait et fera partie des axes les moins circulés de la ZAC ;
- ✓ Mails piétons Est-Ouest et Nord-Sud en cœur d'îlots privés sur le secteur Lac / Cuirassiers / Desaix, entièrement dédiés aux piétons et aux usages de proximité (petits squares, jeux, bancs, allées...), à l'écart des circulations de véhicules.

[3] Pour permettre d'assurer un taux de fourniture par les énergies renouvelables et de récupération supérieur à 60 % sur le réseau de chaleur urbain, il est prévu la mise en place d'une chaufferie biomasse de grande puissance à l'échelle de l'agglomération. Cette chaufferie biomasse n'est pas prévue sur le périmètre de la ZAC.

[4] La production d'énergie nucléaire se fait sans recours aux combustibles fossiles, qui sont à l'origine d'émissions atmosphériques lors de leur combustion. Cependant, la production d'énergie nucléaire entraine la production de déchets radioactifs dont l'impact est difficilement mesurable.

Concernant la qualité de l'air et les polluants à enjeux, une incertitude demeure sur la persistance en 2030 de zones où les concentrations seraient supérieures aux recommandations sanitaires. Il est très probable que celles-ci soient très réduites voire même aient disparu, mais on ne peut l'affirmer avec certitude.

Il convient donc de prendre des mesures de précaution pour éviter une surexposition de la population :

- ✓ Eviter dans la mesure du possible l'implantation d'établissements accueillant des sujets sensibles à proximité immédiate des axes routiers très fréquentés : enfants, personnes âgées, malades chroniques, femmes enceintes…
- ✓ Eviter d'orienter les prises d'air, pour le renouvellement d'air des bâtiments, vers les axes routiers très fréquentés.

Les axes concernés dans la zone d'étude seraient principalement : Garibaldi, Vivier Merle, Paul Bert, Bonnel, Servient.

(5) NUISANCES LUMINEUSES

Impacts potentiels :

Compte-tenu de l'ambiance déjà particulièrement lumineuse du site existant, le projet ne sera pas à l'origine d'une augmentation sensible de l'ambiance lumineuse.

Une attention doit toutefois être portée sur les émissions lumineuses des immeubles de grande hauteur, perceptibles depuis des vues proches, mais également depuis la vision lointaine sur la Skyline.

Les impacts éventuels sur l'Homme sont précisés dans le chapitre relatif aux effets du projet sur la santé humaine. Concernant les impacts sur la faune et la flore, les émissions lumineuses sont atténuées du fait que le site se trouve en milieu fortement urbanisé. Pour la plupart des espèces observées, il s'agit d'espèces ubiquistes et/ou particulièrement représentatives des milieux anthropisés et fortement urbanisés, qui sont de fait adaptées à un environnement urbain.

Mesures :

Un Plan Lumière a été défini, en s'appuyant sur l'idée que l'éclairage urbain permet de magnifier l'architecture, et qu'il contribue à la beauté de la ville et au bien-être de ceux qui y vivent ou y travaillent. La cohérence nocturne du quartier de la Part-Dieu est assurée par la mise en place de deux typologies d'éclairage hiérarchisées :

- ✓ Une lumière silhouette venant qualifier les architectures les plus hautes et participant au final à la Skyline nocturne globale de la Part-Dieu (mise en lumière de certains édifices afin de créer une véritable identité nocturne).
- ✓ Une lumière active venant qualifier le «socle» du paysage nocturne du quartier, perceptible principalement depuis les axes urbains à l'échelle du piéton. La ligne étant un référent dans le cadre du projet (niveau des socles actifs, niveau de dalles, niveau des voies ferrées), cette morphologie sera clairement visible de nuit.

Concernant la gare, première image nocturne sur la Part-Dieu et Lyon, les enjeux sont importants quant à sa mise en lumière. Ainsi les façades donnant sur les voies seront traitées avec la même attention que les façades urbaines classiques.

Les mesures mises en œuvre ne permettront pas de supprimer les émissions lumineuses liées au projet car elles sont inhérentes aux activités projetées. Cependant, grâce à la réflexion menée pour intégrer au mieux le projet dans son environnement, les impacts résiduels du projet seront limités aussi bien à l'échelle globale qu'à l'échelle locale.

Les émissions lumineuses du site auront même un impact positif sur certains aspects tels que la lisibilité de la morphologie du quartier de nuit, et l'image du quartier à l'arrivée en gare de Lyon Part-Dieu.

(6) RISQUES TECHNOLOGIQUES

Le programme ne comporte pas d'activités technologiques dangereuses entraînant des risques particuliers.

Ainsi, aucun impact en termes de risque technologique n'est à envisager.

(7) RESEAUX

La ZAC Part-Dieu Ouest impactera les différents réseaux du périmètre, présents au droit de l'ensemble des infrastructures en aérien ou en souterrain. Le projet nécessitera le raccordement des nouveaux bâtiments aux réseaux et engendrera des besoins supplémentaires en en eau, électricité, chaleur...

Certains réseaux devront être dévoyés, d'autres prolongés. Les servitudes, relatives à l'établissement des canalisations électriques ou aux transmissions radioélectriques principalement n'occasionnent pas d'impossibilité vis-à-vis du projet.

Une attention particulière sera portée à la maîtrise et à la limitation des besoins des nouveaux bâtiments.

(8) CONSOMMATIONS D'ENERGIE ET CONCEPTION ENVIRONNEMENTALE

Impacts potentiels sur les consommations d'énergie :

La ZAC Part-Dieu Ouest entrainera des consommations d'énergies.

Les impacts potentiels du projet concernent également les consommations d'énergie supplémentaires liées aux transports et à l'éclairage.

Bilan énergétique liés à la consommation des bâtiments :

Dans le cadre de l'étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables sur la ZAC, les consommations actuelles des bâtiments ont été présentées.

Les besoins en énergie ont également été estimés suivant deux hypothèses, pour la rénovation des bâtiments existants et pour les bâtiments créés.

Il est ainsi envisagé :

- ✓ une réduction des consommations énergétiques de l'ordre de 25 000 MWh/an du fait des démolitions
- ✓ une réduction des consommations énergétiques de l'ordre de 16 000 à 28 000 MWh/an du fait des rénovations
- ✓ une augmentation des consommations énergétiques de l'ordre de 45 000 à 56 000 MWh/an du fait de la création de nouveaux bâtiments

Le tableau ci-dessous, extrait de l'étude de faisabilité, fait le bilan global des besoins en énergie sur la ZAC suivant 2 scénarios :

- ✓ Un scénario pessimiste en prenant en compte une rénovation intermédiaire et une performance minimale, c'est-à-dire réglementaire, des nouveaux bâtiments (scénario A),
- ✓ Un scénario optimiste prenant en compte une rénovation lourde et une performance maximisée des nouveaux bâtiments (scénario B).

	Chauffage	Froid	Eclairage	Bureautique	Ventilation	Autres	Total
Consommation actuelle	42 335	34 242	32 125	13 463	30 041	17 009	**169 215**
	Chauffage	**Froid**	**Eclairage**	**Bureautique**	**Ventilation**	**Autres**	**Total**
Total scénario A (MWh/an)	52 139	31 719	34 760	15 977	29 174	20 411	***184 180***
Total scénario B (MWh/an)	42 551	27 719	31 553	14 602	26 339	18 700	***161 464***

Tableau 4 : Synthèse par scénarios des consommations prévisionnelles sur la ZAC (en MWh énergie utile/an), extrait de l'étude de faisabilité sur le potentiel des énergies renouvelables

Le scénario A implique une augmentation de la consommation finale de 15 000 MWh soit une augmentation de 9 % par rapport à l'existant. Le scénario B permet de ne pas consommer plus d'énergie finale que le cas actuel.

Le scénario réel futur sera probablement entre ces deux valeurs.

Mesures :

Dans le cadre du projet, la stratégie énergétique se fonde sur le principe suivant : le doublement des surfaces construites prévu par le projet doit être rendu possible sans augmentation de la consommation énergétique globale du quartier.

La stratégie du projet pour atteindre cet objectif énergétique est fondée sur six leviers d'action répartis selon trois axes :

SOBRIETE	1. Réduction de la consommation d'électricité spécifique
	2. Performance énergétique des bâtiments neufs et rénovés
EFFICACITE	3. Eclairage public performant
	4. Stratégie de déploiement des différents vecteurs énergétiques sur le quartier
RENOUVELABLES	5. Intégration du renouvelable sur le quartier
	6. Evolution du mix énergétique des énergies des réseaux

Le programme de la ZAC privilégie donc la rénovation à la démolition/reconstruction, pour s'approcher autant que possible des performances de consommation de bâtiments neufs.

A l'échelle du quartier, des dispositifs de type Smart Grid associés à des compteurs intelligents permettent d'ajuster la fourniture d'électricité en fonction de l'usage des immeubles et des heures de la journée.

A l'échelle des immeubles et équipements, dans le cadre de leur conception, des mesures sont prises pour limiter les consommations énergétiques des bâtiments (respect de la réglementation en vigueur, application des référentiels du Grand Lyon « Habitat durable » et « Bureaux durables neufs », et application du guide « Immobilier Durable » adapté au contexte particulier de la Part-Dieu).

Une attention toute particulière sera portée sur les 5 bâtiments emblématiques de la ZAC (centre commercial, tour Part Dieu, tour EDF, cité administrative d'Etat et hôtel de communauté de la Métropole de Lyon), qui représentent près de 50% de la consommation énergétique du quartier. La rénovation performante de ces bâtiments est donc une source très importante d'économie d'énergie.

Par ailleurs, le projet met l'accent sur le développement des modes de déplacement doux et sur le développement d'emplacements réservés pour les véhicules électriques en auto-partage.

Pour limiter les consommations liées à l'éclairage public, il est prévu d'utiliser le plus possible les lumières privées émanant des différentes activités et halls des bâtiments une fois les lumières des activités éteintes, une typologie d'éclairage public prendra le relais. Les lumières des halls et accès parking pourront varier en fonction des heures de la nuit et du passage des usagers. Les niveaux d'éclairement seront adaptés à l'ambiance lumineuse environnante de l'espace public.

(9) GESTION DES DECHETS

Impacts potentiels :

Les impacts potentiels liés à la ZAC Part-Dieu Ouest concernent une augmentation de la quantité des déchets générés, du fait de la création de logements et du développement d'activités. Néanmoins on constate depuis quelques années une baisse de la production de déchets par habitant, ce qui contribuera à limiter les quantités de déchets produits. Les déchets qui seront générés par les habitants et les activités envisagées seront comme actuellement, éliminés par des filières adaptées et agréées.

A l'échelle de la collectivité, les évolutions liées à la mise en œuvre de la ZAC et des opérations immobilières projetées ne seront que peu sensibles sur l'organisation de la gestion des déchets.

Mesures relatives à l'optimisation de la gestion des déchets :

Les actions préconisées pour les déchets de la ZAC Part-Dieu Ouest sont classables en 3 catégories : celles relevant de la sensibilisation comme le tri et le compostage, celles qui sont du domaine de l'innovation et donc plus à l'échelle de la ville comme la valorisation énergétique ou l'amélioration du circuit de collecte, et enfin certaines actions sont plus envisageables d'un point de vue du quartier comme l'agriculture urbaine et la redevance sur le poids des déchets.

Les actions possibles sont donc le compostage, le tri et l'agriculture urbaine dont les enjeux sont notamment la pédagogie, la biodiversité, l'autonomie et les circuits courts.

2.2.5. L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE ET NATUREL ET MESURES ASSOCIEES

(1) MILIEU NATUREL

Impacts potentiels :

La ZAC Part-Dieu Ouest a un impact sur le milieu naturel préexistant du fait des opérations projetées. Il s'agit principalement de la destruction des habitats naturels existants, de la suppression d'arbres qui sera compensée, ainsi que du dérangement de la faune présente sur le site. Toutefois le contexte urbain est peu favorable aux espèces animales remarquables et non inféodées au milieu urbain.

Par ailleurs, le projet n'aura pas d'impact sur les zones d'inventaires ou de protection du patrimoine naturel, celles-ci étant relativement éloignées.

Mesures :

L'aménagement du projet prévoit la constitution d'un réseau de pleine terre aussi continu que possible, et la mise en place d'une trame végétale continue favorisant la biodiversité. Sur l'ensemble du quartier, des arbres seront plantés pour compenser ceux qui auront été supprimés et renforcer la trame végétale. Le solde lié au projet sera largement positif, avec plusieurs centaines d'arbres supplémentaires par rapport à l'état initial.

Au droit des espaces verts, il sera intéressant de favoriser les murs de pierre pour permettre l'installation des lézards. Les massifs fleuris créés seront quant à eux favorables à une fréquentation par les insectes pollinisateurs. Concernant spécifiquement le Faucon Pèlerin au droit de la tour EDF, le nichoir existant sera conservé.

Ces aménagements permettront d'augmenter la couverture végétale du quartier, et d'améliorer l'environnement des espèces animales présentes, qui subissent d'ores et déjà les perturbations liées aux activités humaines et aux infrastructures de transport voisines.

Par ailleurs, l'amélioration du milieu naturel préexistant a également des impacts positifs sur d'autres dimensions de l'environnement, à savoir : la préservation et l'amélioration de cadre de vie des usagers, l'augmentation de l'attractivité du quartier, la participation active à la régulation thermique et hygrométrique de l'air urbain, l'amélioration de la qualité de l'air grâce à la capacité des végétaux de fixer et dégrader des substances chimiques polluantes,…

Evaluation des incidences sur le réseau Natura 2000 :

Le site Natura 2000 le plus proche se trouve au Nord-Est de Lyon, en amont de la ZAC. En aval de Lyon, le site Natura 2000 le plus proche est le SIC « Affluents rive Droite du Rhône », à plus de 35 km.

La création de la ZAC Part-Dieu Ouest n'aura pas d'incidences sur les habitats et les espèces végétales et faunistiques par destruction, car la zone d'emprise du projet est très éloignée de ces sites Natura 2000. De plus, il n'y aura pas d'impacts indirects du projet par les éventuels risques de pollutions des eaux lors des travaux.

Dans le cadre du projet, il n'est pas attendu d'impacts sur le réseau Natura 2000, qu'ils soient directs, indirects, temporaires ou permanents.

(2) CLIMAT

Impacts potentiels sur les changements climatiques :

En zone urbaine, les émissions de gaz à effet de serre sont en grande majorité d'origine énergétique : bâtiments, transport et déplacements. Ainsi, les consommations d'énergie liées au projet sont susceptibles d'avoir un impact négatif sur les émissions de gaz à effet de serre et les changements climatiques que cela implique.

Des mesures sont donc prises pour limiter au maximum les impacts du projet.

Bilan des émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation des bâtiments :

Dans le cadre de l'étude de faisabilité en énergie renouvelable sur le potentiel de développement en énergies renouvelables sur la ZAC, des scénarios d'approvisionnement en énergie de la ZAC ont été établis et comparés. Les scénarios sont rappelés en page 46.

La comparaison a porté sur des critères techniques, économiques, mais également environnementaux.

Le contenu carbone moyen du kWh a donc été calculé pour chaque scénario. Les résultats sont présentés en page 38 de l'étude de faisabilité, et rappelés ci-dessous :

	Scénario de référence	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 4bis
Contenu carbone moyen (gO2/kWh)	121,6	100,0	91,7	121,9	131,4	122,2

Tableau 5 : Bilan des émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation des bâtiments

Cela permet de mettre en évidence l'intérêt du recours au réseau de chaleur pour l'alimentation en énergie de la ZAC, car celui-ci est alimenté par une part importante d'énergie renouvelable ou de récupération (usine d'incinération notamment).

Pour les scénarios basés sur du « tout électrique », le contenu carbone de l'énergie est directement lié au fournisseur d'énergie et à ses moyens de productions, qui influent sur la part d'énergie renouvelable dans le mix énergétique.

Les émissions actuelles de la ZAC liées aux consommations d'énergie des bâtiments peuvent être estimées à environ 19 100 tonnes de CO_2 par an.

Suivant les consommations prévisionnelles des bâtiments sur la ZAC, et suivant les scénarios d'approvisionnement en énergie, les émissions futures peuvent être estimées entre 14 800 et 24 200 tonnes de CO_2 par an.

Mesures de réduction de l'empreinte carbone du projet :

La stratégie systémique du projet Part-Dieu se fonde sur un doublement des surfaces mais une consommation énergétique constante. Pour permettre alors une réduction effective des émissions de gaz à effet de serre, il faut diminuer « l'empreinte carbone » de cette énergie.

A l'échelle du quartier, des dispositifs de type Smart Grid pourront être mis en place pour réduire les consommations d'électricité en heures de pointe. Le raccordement au chauffage urbain pourra être privilégié, de manière à optimiser les consommations par leur massification, et à augmenter la part des énergies renouvelables dans ces consommations.

A l'échelle des immeubles et équipements, les projets devront favoriser le développement des énergies renouvelables pour réduire l'empreinte carbone des consommations d'énergie. Une étude de faisabilité a été réalisée pour préciser le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone. Elle est jointe au dossier de création de ZAC.

Par ailleurs, les mesures en faveur de la maîtrise des consommations énergétiques au niveau des transports et de l'éclairage publics contribuent à la réduction des impacts du projet sur le climat. Le développement des itinéraires piétons et vélos favorisera les déplacements doux, diminuant ainsi la part modale de la voiture et les émissions de gaz à effet de serre associées.

Grâce à l'ensemble de ces mesures, les impacts du projet sur le climat ne seront pas significatifs.

(3) CONFORT D'ETE, ENSOLEILLEMENT ET CONFORT AU VENT

Impacts potentiels sur le confort d'été :

Dans le cadre du projet, la densification du quartier pourrait produire, au droit de certains espaces publics, des zones moins confortables en termes de confort d'été. La dalle au niveau de la place Charles de Gaulle et du centre commercial est par exemple concernée par une forte exposition au soleil en saison estivale. En milieu urbanisé, les phénomènes d'îlot de chaleur urbain contribuent également à la dégradation du confort d'été pour les usagers. Des mesures sont donc nécessaires.

Mesures pour le confort d'été :

Les mesures suivantes pourront être mises en œuvre : revêtement de sol clair et façade réfléchissante, brumisateurs et miroirs d'eau, augmentation significative de la couverture végétale et de la présence de la nature dans le quartier.

Pour favoriser le confort d'été au droit des bâtiments, tous les bureaux sont équipés d'un ouvrant d'agrément. Tous les logements sont équipés de protection.

Impacts potentiels sur l'ensoleillement :

L'ensoleillement au sol est un enjeu de confort important pour le quartier Part-Dieu. Des études ont été réalisées pour caractériser cet accès à l'ensoleillement à partir de maquettes numériques du quartier.

Il apparait que la densification du quartier impacte l'ensoleillement au sol, les tours de grande hauteur entrainant les ombres les plus allongées et donc l'impact le plus conséquent.

Si l'impact de la tour Two-Lyon est limité, la densité construite du projet envisagé place de Milan à l'échéance 2030 a des impacts significatifs sur le cumul d'ensoleillement et les ombres portées, particulièrement en hiver et en mi-saison.

Mesures en faveur de l'ensoleillement :

Le projet Place de Milan sera travaillé très précisément du point de vue de l'ensoleillement, et les impacts identifiés seront pris en compte dans la définition du prochain plan de référence du projet urbain Lyon Part-Dieu.

Le principe directeur régissant la question des ambiances urbaines est que chaque nouvelle construction doit, au global, contribuer positivement à la qualité des ambiances urbaines.

La contribution devant être globalement positive, une solution de compensation devra être proposée par le Maître d'Ouvrage si une qualité d'ambiance particulière est dégradée. Ainsi, des héliostats pourront par exemple être utilisés pour réduire les impacts des projets de tours sur l'ensoleillement.

Impacts potentiels sur le confort au vent :

Par endroits, la densification du quartier produit des zones moins confortables au droit des espaces publics, et des dispositifs de correction peuvent être nécessaires en termes de confort au vent.

Le périmètre d'intervention du projet Part-Dieu a donc été étudié à l'état initial puis avec projet. Les résultats issus des simulations montrent une diminution du confort au vent sur le quartier, car le quartier se densifie de façon sensible avec de nombreux ouvrages disposant d'élévation et d'emprise importantes.

Ainsi, la zone entourant la gare voit son confort au vent diminué ainsi que les différents espaces sur dalle. Cependant, la configuration projetée du quartier induit également des impacts positifs au droit de certaines zones.

Des mesures seront prises pour réduire les impacts au droit des zones dont le confort au vent serait diminué.

Mesures en faveur du confort au vent :

Des protections partielles au vent devront être envisagées, en particulier dans les zones de « Micro-climats » où des aménagements pourront être mis en œuvre afin de favoriser certains usages (lieux de pause, terrasses de cafés, micro-jardins ou micro-paysage…). La végétalisation du quartier pourra jouer un rôle de brise-vent et contribuer à améliorer le confort des espaces publics.

Concernant les constructions, l'aménagement des espaces extérieurs devra prévoir la réduction des effets aérauliques importants (lorsqu'ils sont présents) au moyen de brise vent.

(4) TOPOGRAPHIE, GEOLOGIE ET GEOTECHNIQUE

Impacts potentiels :

La topographie plane est favorable aux opérations de construction puisqu'elle n'engendre pas de lourdes opérations de décaissement et nivellement du terrain. De manière générale, le projet n'affectera pas les propriétés des sols. La création de bâtiments mixtes logements/ commerces et d'équipements en elle-même n'est pas source potentielle de pollution des sols.

Mesures :

En préalable à chaque opération, une étude géotechnique sera réalisée pour définir les détails techniques du projet et détecter d'éventuelles traces de pollution sur le périmètre de la ZAC. S'il s'avère qu'une source est présente, le remplacement de la terre par de la terre végétale saine ou la purge du sol peuvent y remédier.

(5) HYDROGEOLOGIE ET HYDROLOGIE

Impacts potentiels :

Un projet d'urbanisation impliquant une imperméabilisation accrue peut avoir une incidence sur la surface d'alimentation de la nappe souterraine, et sur l'écoulement des eaux souterraines et superficielles.

Sur le périmètre de la ZAC, la surface perméable est d'environ 3,1 ha soit 8% de la surface totale de la ZAC. A terme, le projet entrainerait une imperméabilisation supplémentaire de 0,45 à 0,8 ha au maximum. Les surfaces perméables représenteraient donc entre 2,2 ha et 2,6 ha, soit entre 5,8 % et 6,9 % de la surface totale de la ZAC.

Le projet permet ainsi de préserver entre 73 et 85 % de la surface perméable sur la ZAC (surface pleine terre, c'est-à-dire hors fosses d'arbres sur dalle et espaces souterrains construits).

Concernant les impacts sur les conditions d'écoulement des eaux souterraines, une étude d'impact hydrogéologique du projet Part-Dieu a été réalisée. Les résultats montrent que l'impact du projet sur la nappe alluviale reste très limité aussi bien en amplitude qu'en portée (variation maximale du niveau de nappe de -15 cm à +13 cm et aucun impact significatif en dehors du périmètre du projet), et qu'il ne peut être de nature à générer des nuisances ou des désordres significatifs sur les avoisinants (risque d'inondation de caves ou de sous-sols, de déstabilisation de bâti...) ni à affecter le bon fonctionnement des dispositifs de pompage/rejet voisins. Par conséquent, il est possible de conclure que dans sa définition actuelle le projet aura un impact négligeable sur les eaux souterraines.

Les sources de pollutions des eaux souterraines sont liées aux véhicules circulant sur la ZAC. Cependant, seuls des actes non respectueux de l'environnement ou accidentels pourraient être à l'origine d'une pollution. De plus, aucun point de captage d'eau potable ni cours d'eau n'est présent sur le site ou à proximité. Aucun impact n'est donc attendu sur la qualité des eaux souterraines et superficielles.

Concernant l'impact indirect par lixiviation de polluants contenus dans les sols, l'infiltration des eaux pluviales collectés sera effectuée dans des secteurs ayant fait l'objet de diagnostics pollution en phase études et en phase travaux. Ces diagnostics permettront de garantir l'absence de sols pollués au niveau des différents aménagements et donc de garantir l'absence d'entrainement de particules polluées vers la nappe d'eau souterraine. De plus, les projets tels qu'ils ont été modélisés induisent des variations piézométriques de l'ordre de grandeur des variations piézométriques actuellement observées. Ils n'auront donc pas d'impact sur la qualité des eaux souterraines.

Mesures :

Le projet prévoit une grande perméabilité des sols pour réguler le ruissellement des eaux pluviales et les rejets dans les réseaux. Cela permet également le maintien de l'alimentation en eau de la nappe.

Pour limiter les impacts sur le niveau local de la nappe, des dispositifs passifs seront mis en œuvre pour le maintien à sec des infrastructures enterrées, c'est-à-dire sans radier drainant. Cette préconisation est cohérente avec les règles de l'art en géotechnique.

Dans le cadre du projet, il est prévu de limiter autant que possible les rejets au réseau d'assainissement. Cela passe par plusieurs mesures, dont notamment :

- ✓ Limiter les consommations d'eaux, à l'échelle des bâtiments et pour l'arrosage des espaces publics
- ✓ Mener une vraie politique d'information et de sensibilisation
- ✓ Récupérer et réutiliser les eaux pluviales non polluées
- ✓ Recycler les eaux grises (eaux usées mais peu chargées en matières polluantes) et les réutiliser pour l'arrosage des espaces verts, le nettoyage des voiries

Les eaux de voirie et des éventuels stationnements de surface seront traitées avant rejet au réseau d'assainissement ou au milieu naturel. Les infiltrations dans les fosses d'arbres et les structures alvéolaires, remplissant la même fonction que des noues, permettront à la fois le traitement, la rétention et l'infiltration des eaux pluviales issues des surfaces imperméables. Egalement, la mise en place de toitures végétalisées sur les constructions neuves pourront permettre un premier écrêtement des eaux de pluies.

Il faut également rappeler les dispositions réglementaires en vigueur qui n'interdisent pas le pompage des eaux souterraines mais qui imposent, en cas de pollution avérée, la réalisation de contrôles de qualité avant rejet, voire la mise en place d'unités de traitements.

Du fait de l'ensemble des mesures prévues, les impacts du projet sur les eaux superficielles et souterraines seront faibles.

(6) RISQUES NATURELS

Impacts potentiels :

Le projet, du fait de l'imperméabilisation des sols, pourrait potentiellement augmenter les risques d'inondation par ruissellement. Le projet n'aura pas d'impact sur les autres risques naturels.

Mesures pour limiter les risques d'inondation / assainissement :

Dans le cadre du projet, il est prévu de réguler le débit des rejets d'eaux pluviales dans les réseaux par leur stockage sur les parcelles privées et sur l'espace public.

Les orientations retenues sont donc une infiltration, et un rejet aussi limité que possible au réseau d'assainissement en cas d'impossibilité d'infiltration, dans le respect des préconisations du PLU.

De plus, le projet prévoit une grande perméabilité des sols afin de réguler le ruissellement des eaux pluviales et les rejets dans les réseaux.

2.3. IMPACTS TEMPORAIRES DU PROJET EN PHASE CHANTIER ET MESURES ASSOCIEES

Les impacts temporaires sont occasionnés par la réalisation du chantier. On peut rappeler que les impacts liés au chantier concernent pour la plupart un cadre temporel déterminé : durées journalières fixes, jours ouvrés uniquement. Les mesures s'appliquent en phase chantier et s'arrêtent avec la fin des travaux.

2.3.1. DEROULEMENT DU CHANTIER

La logique adoptée collectivement est que, pour garantir leur réussite, les chantiers publics et privés doivent pouvoir être mis en œuvre en limitant l'atteinte au fonctionnement et aux usages actuels du quartier ; cela nécessite une coordination globale et des mesures de circulation et d'accompagnement spécifiques.

Le contexte du site et la densité des opérations à réaliser parallèlement ont conduit à renforcer la coordination déjà mise en place depuis 2011 et à manager un dispositif de chantiers, spécifique à la Part-Dieu pour avoir une vision globale des phasages à l'échelle de tout le périmètre, gérer les impacts cumulés des chantiers sur le domaine public, en préservant les fonctionnalités urbaines et les usagers (maintien de l'activité du quartier, garantie de fonctionnement et d'accès à la gare et des pôles bus, accessibilité piétons,…), évaluer les capacités des voiries publiques à absorber les flux de tous les chantiers, définir des actions compensatrices et proposer des arbitrages le cas échéant.

La gestion des chantiers recouvre 7 missions en relation avec les acteurs concernés :

- ✓ le phasage général et coordonné des opérations tant en études qu'en exécution ;
- ✓ les prescriptions d'organisation qui s'imposeront aux différents chantiers sur le périmètre du projet Lyon Part-Dieu ;
- ✓ l'animation de la coordination générale de la sécurité et de la protection de la santé ;
- ✓ la mise en place et le pilotage d'un futur équipement pour la gestion des flux de chantiers (détails dans le chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) ;
- ✓ des actions en vue d'un accompagnement au changement (quartier en mutation sur une longue période : aménagements spécifiques, animation des chantiers,…) ;
- ✓ la synthèse technique pour la gestion des interfaces en études et en travaux ;
- ✓ la coordination des travaux de réseaux.

Des réunions régulières, animées avec une Assistance à Maîtrise d'ouvrage (AMO) dédiée, ont lieu en présence :

- ✓ des services gestionnaires du domaine public (la Voirie, le service Occupation Temporaire de l'Espace Public, le Service Urbanisme Appliqué),
- ✓ la Police Municipale,
- ✓ les opérateurs privés ou publics, les Maîtres d'ouvrages concernés, avec leur Assistant à Maîtrise d'ouvrage, leurs bureaux d'étude et entreprises.

Dès le stade des études préalables, les porteurs de projet sont mobilisés pour travailler dans ce cadre de façon à anticiper la gestion des chantiers et intégrer les contraintes imposées concernant le maintien des fonctionnalités du quartier.

Le cadre de la démarche de coordination des chantiers :

Une organisation spécifique de coordination des chantiers a été mise en place dès 2011 par le Grand Lyon, avec un poste dédié à temps plein, afin de gérer de manière anticipée et coordonnée les multiples chantiers des opérations issues du projet Lyon Part-Dieu.

Ainsi, la SPL Lyon Part-Dieu mène actuellement une réflexion sur **l'organisation et la coordination des chantiers** à venir dans le cadre du projet Part-Dieu, qui s'appliquera aux opérations prévues sur la ZAC.

Les enjeux principaux de cette démarche sont la coordination en termes de gestion des flux et emprises chantiers, ainsi que son application concrète par les différents acteurs de chacune des opérations.

Le dispositif spécifique au projet Lyon Part-Dieu :

Dans le cadre du projet Lyon Part-Dieu, la Métropole a prévu :

- ✓ **d'imposer à tous les Maîtres d'ouvrage, privés et publics un règlement inter-chantiers Lyon Part-Dieu**, à travers la signature d'une charte d'engagement. Suite à la signature de la charte, les maîtres d'ouvrages appliqueront et feront appliquer en chaîne à tous leurs représentants, entreprises et sous-traitants ce Règlement qui contient l'ensemble des règles de gestion d'un chantier à la Part-Dieu.
- ✓ **une anticipation et une organisation spécifique de la circulation tous modes en phase chantiers.** Une étude en cours permet de mesurer les impacts des chantiers de la Part-Dieu sur la circulation et de proposer les mesures appropriées en vue de dévoyer les circulations, sur les voiries à l'échelle de la rive gauche (intra-périphérique) et également à l'échelle locale, mais également encourager au report modal.

  La priorité est le maintien des modes doux (piétons, 2 roues) et des Transports en Commun Urbains autour du site du chantier, et le maintien d'une desserte VL suffisante.
- ✓ **la création d'un Poste de Commande Central (PCC)**

  Afin d'absorber les flux supplémentaires liés aux chantiers, il est prévu de mettre en place un outil logistique transversal pour la gestion des flux de chantiers destiné à anticiper les besoins d'accès, définir des itinéraires d'accès chantier par chantier et donner des autorisations d'accès par sillon-horaire et par chantier. Cet outil aura deux bénéfices majeurs :

  - o favoriser les livraisons « just in time » et ainsi limiter les emprises chantier consommatrices d'espace ;
  - o diminuer le nombre de véhicules de livraison de chantiers, par la recherche d'optimisation et l'obligation de livrer avec des véhicules dont la charge avoisine les 100%.

Le flux correspondant d'engins de chantier est en cours d'estimation avec les opérateurs. Le dispositif de PCC acronyme à développer permettra d'en optimiser le nombre.

La **charte Chantiers Part-Dieu** est un document à signer par les maîtres d'ouvrages pour formaliser leurs engagements dans cette démarche d'organisation et coordination des chantiers.

Le **règlement inter-chantier** mis en place permet de prendre en compte les problématiques d'emprises et de logistiques (circulations, livraisons, zones de stocks temporaires…). Il s'applique aux opérations sous Maîtrise d'ouvrage de la Métropole de Lyon et à toutes les opérations privées ou publiques du périmètre de la Société Publique Locale (SPL) Lyon Part-Dieu.

Pour chaque chantier, il est demandé une note d'organisation et une série de plans (exemple : plan de raccordements réseaux). La définition d'une stratégie de lutte contre les nuisances éventuelles est également demandée.

Il peut également être nécessaire de mettre en place des **bases vies mutualisées** par des co-maîtres d'ouvrage.

Dès 2017, tout **flux chantiers** (matériels, matériaux, personnels, déchets) sera coordonné et les plus volumineux devront être autorisés par un Poste de Commande Central (PCC). Une organisation de ce type est envisagée, afin de réguler et optimiser les flux de camions. Une telle organisation permet de centraliser et de rationaliser les demandes logistiques, de prévoir les créneaux de livraison selon un planning défini, et d'assurer le guidage des livraisons suivant les itinéraires prévus.

Des **réunions et échanges avec les riverains** permettront d'assurer leur information.

Plusieurs chantiers prenant en compte ce dispositif global ont d'ores et déjà vu le jour. Quelques **exemples concrets** des types d'actions :

- ✓ Mise en place d'un outil logistique des flux d'approvisionnement du chantier dans le cadre de l'opération Terralta (avenue Vivier Merle) : site contraint avec zones de stockage très limitées, pas de zone de stationnement, une seule zone de déchargement ; ce chantier a travaillé tout en maintenant intégralement les flux piétons ;
- ✓ Décision de maintien des circulations cycles au droit du chantier Sky56 (rue Mouton-Duvernet) : restitution d'une voie verte dans un environnement très contraint du fait de la proximité d'une plateforme de tramway ; maintien des flux piétons ; zone logistique optimisée ;
- ✓ Décision de suppression d'un sens de circulation véhicules légers au droit du chantier de l'opération Sky Avenue (rue Desaix), avec maintien d'un double sens cycles sécurisé : une seule entrée et une seule sortie du chantier pour la sécurité des riverains, maintien des flux piétons de part et d'autre du chantier sur des voies très fréquentées, maintien et protection des arbres sur site pendant le chantier (zone protégée).

Ces exemples révèlent l'essence même de la mission de coordination : poser des invariants pour le maintien et la préservation des fonctionnalités, s'adapter au contexte et à la nature des projets, et donc rendre compatibles les usages et les chantiers.

La réalisation d'un **chantier à faibles nuisances** est un impératif des référentiels du Grand Lyon. Cette appellation implique la mise en œuvre d'une démarche de réduction de déchets de chantier et d'une gestion spécifique de ceux-ci, ainsi que de limitation des nuisances, des pollutions et des consommations de ressources.

L'acceptabilité des chantiers par les riverains et les usagers potentiellement impactés sera renforcée par la mise en place d'un véritable **programme de communication** sur le déroulement et le phasage de chacune des opérations au moyen de plusieurs relais. Cette information concernera notamment les déplacements et passera par :

- ✓ La mise en place d'une signalétique de chantiers (contenu communiquant et ludique sur les panneaux de chantier, palissade...) permettant la diffusion d'information,
- ✓ La diffusion d'informations via le site ONLYMOOV' du Grand Lyon : localisation des chantiers perturbants, identification des axes de report et de déviation,
- ✓ La diffusion d'informations via le site OPTIMOD'LYON du Grand Lyon : trafic en temps réel, itinéraires alternatifs en voiture mais aussi en transport en commun ou mode doux.

2.3.2. L'ENVIRONNEMENT SOCIO-ECONOMIQUE

Population et logement

Les impacts temporaires de la ZAC sont liés aux nuisances éventuelles générées par les différents chantiers pour les habitants des logements existants : bruit et vibrations, poussières, salissures des chaussées…

Les mesures mises en œuvre pour limiter ces nuisances auprès des riverains sont détaillées dans les paragraphes suivants.

Activités économiques et commerciales et équipements

L'activité supplémentaire générée par les travaux liés au projet sera bénéfique pour les entreprises de construction et les autres intervenants (bureaux d'études par exemple), et pourra également conduire à la création d'emplois. De plus, le personnel travaillant sur le chantier constituera des clients potentiels supplémentaires pour certains commerces existants sur le secteur.

Des impacts indirects négatifs peuvent cependant être envisagés : perturbation voire suppression temporaire des accès, diminution de l'attractivité du secteur pendant les travaux.

Des mesures seront mises en place afin de conserver ou rétablir les accès aux activités économiques et commerciales du périmètre de projet. De même, les accès aux différents équipements seront maintenus.

Le phasage des travaux sera défini de façon à réduire au maximum les périodes de fermeture éventuelle des équipements du secteur.

Certains aménagements pourront par ailleurs permettre de limiter les impacts visuels des travaux, comme par exemple les supports de communication mis en place sur la place Béraudier dans le cadre de la démolition du bâtiment B10.



2.3.3. LES INFRASTRUCTURES ET LES DEPLACEMENTS

Impacts :

Le projet aura des impacts temporaires négatifs sur les déplacements, du fait des modifications des infrastructures existantes et d'un surplus temporaire de trafic. Ce surplus de trafic sera variable en fonction des phases de chantier et de toute façon restera relativement faible en comparaison du trafic actuel sur les principales voies de desserte de la zone.

Les besoins liés au chantier pourront également nécessiter des interventions sur les emprises des zones de stationnement.

Mesures :

Pendant les différentes phases de chantier, la coordination de la circulation des véhicules sur le secteur et sur l'emprise des chantiers sera la mesure primordiale permettant de minimiser les impacts des chantiers de construction.

Afin de ne pas augmenter la circulation existante sur le quartier et l'agglomération, les livraisons se feront de façon préférentielle en dehors des heures de pointe.

Le phasage des travaux sera défini de façon à réduire au maximum les perturbations des déplacements, et garantir le fonctionnement du quartier à tout moment.

En terme de phasage, les travaux sur les espaces public et voiries concernant la Place Béraudier, la trémie Vivier Merle, le boulevard Vivier Merle, la rue Bouchut, la rue des Cuirassiers, la rue Desaix, l'avenue Pompidou et le jardin de la bibliothèque, sont prévus sur la période 2017-2022. La superposition physique et temporelle des chantiers sera la plus forte sur cette période. Les phasages détaillés sont à l'étude.

Les travaux concernant la Place Charles de Gaulle et l'esplanade du Lac sont prévus ultérieurement, à horizon 2029.

L'accessibilité au secteur sera maintenue pour l'ensemble des modes de déplacements. Des déviations temporaires seront mises en place pour assurer la continuité des itinéraires pour les véhicules à l'échelle du quartier et de la ville. Une attention particulière sera portée aux itinéraires piétons et aux aménagements à réaliser le cas échéant pour faciliter l'accès aux personnes à mobilité réduite. Les accès aux parkings existants seront également maintenus.

Pour pallier la fermeture temporaire de certains axes routiers, il est prévu de :

- ✓ Optimiser les fonctionnements actuels,
- ✓ Reporter la circulation de transit en dehors du quartier vers des axes existants de la rive gauche,
- ✓ Encourager le report modal vers les transports en commun,
- ✓ Accompagner les changements d'usages par une démarche d'information adaptée.

En effet, le quartier bénéficie d'une très bonne accessibilité TC et d'une topographie propice aux modes doux, ce qui favorisera le report modal.

L'allongement de la trémie Vivier-Merle à l'étude nécessitera une période de fermeture du tunnel de près de 2 ans, et les travaux sur l'avenue Pompidou nécessiteront une coupure de la circulation sous l'ouvrage ferroviaire à pendant environ 4 ans (prévisions mars 2016). Les travaux sur l'avenue Pompidou seront en réalisés en même temps que ceux de la création de la voie L, ce qui limitera les impacts en matière de circulation et de coupure de voirie.

Des voies de déviation pour les véhicules extérieurs au chantier et des itinéraires d'accès à celui-ci pour les engins de travaux et d'approvisionnement seront mis en place, en tenant des projets prévus sur la ZAC et des autres projets connus dont la création de la voie L et la mise en double site propre de la ligne de bus C3.

Le report pourrait se faire sur les grands axes structurants de l'agglomération et du 3ème arrondissement.

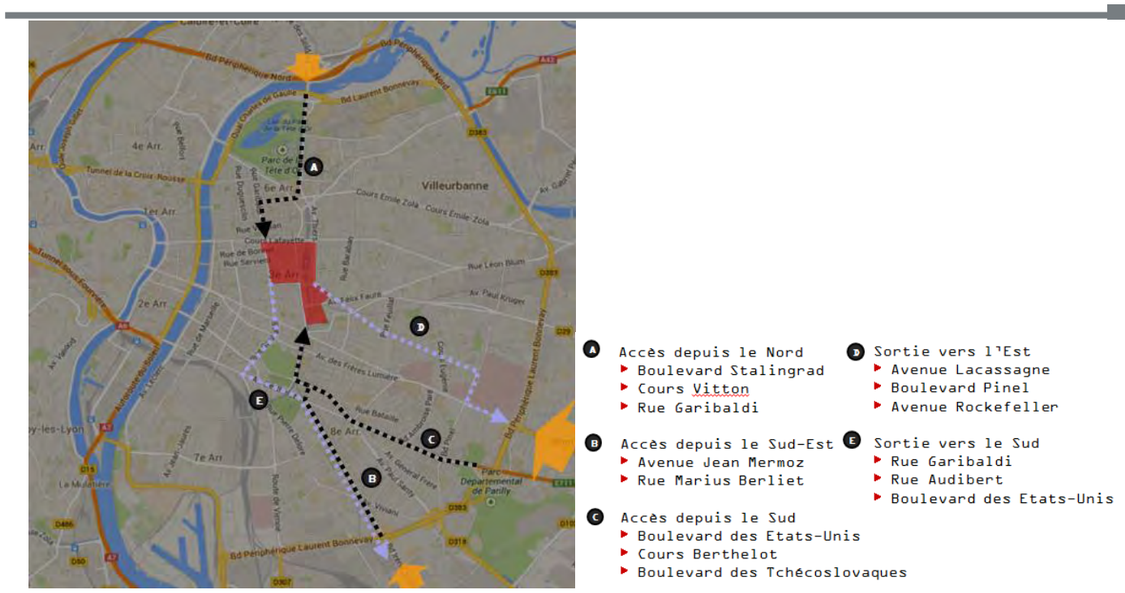


Figure 46 : Synoptique des itinéraires d'accès aux chantiers de 2016 à 2022 (prévisions mars 2016)

La démarche « chantiers perturbants » pilotée par la Voirie du Grand Lyon sera mise à profit pour encourager les changements d'itinéraires et coordonner les impacts avec ceux des autres chantiers de l'agglomération. L'expérience de la fermeture du Tunnel de la Croix Rousse sera notamment mise à profit. La plateforme OPTIMOD' pilotée par le Grand Lyon, sera mise à profit pour aider les usages à organiser leurs déplacements.

Pour assurer le report des trafics locaux du boulevard Vivier-Merle, et limiter les contraintes au droit de certains carrefours, les mesures suivantes pourront être mises en place sur certains axes : forte vigilance sur le stationnement illicite et les gênes occasionnées par les livraisons, mises à double sens temporaires, utilisation de portions réduites de couloir de bus pour la circulation VP, etc. La fermeture du passage sous voie sous l'avenue Pompidou pendant le chantier nécessitera des mesures provisoires locales notamment au niveau du passage sous voie de la rue Paul Bert.

Concernant le chantier de la Place Béraudier : à tout moment, une bande piétonne d'au moins 20 m de large sera maintenue pour les circulations piétonnes en échange avec le hall de la gare. Pour les taxis, la zone de prise en charge et de dépose côté Est de la gare sera maintenue pendant la période de fermeture de la station taxis Ouest.

Une signalétique adéquate sera mise en place, afin de permettre la bonne lisibilité des itinéraires de déviation. Des panneaux à messages variables ainsi que la signalisation temporaire signaleront aux usagers, suffisamment à l'avance, les travaux et les éventuelles coupures et déviations de circulation.

Une coordination fine entre maîtres d'ouvrage intervenant sur des opérations liées permettra d'ordonnancer, de planifier et de coordonner au mieux les interventions de chacun (voir principes de coordination des chantiers décrits en page 52).

2.3.4. L'ENVIRONNEMENT URBAIN ET LE CADRE DE VIE

Cadre paysager

Le projet aura des impacts temporaires négatifs sur le cadre paysager local du fait des travaux : présence des véhicules de chantiers, grues, zones d'installation de matériel et éléments de déconstruction,… Ces impacts sont toutefois des impacts inhérents à tous travaux d'aménagement.

La réalisation de chantiers propres et à faibles nuisances permettra de s'assurer de la réalisation de travaux dits propres. Il sera également prévu des protections visuelles des aires de chantier, ainsi qu'un nettoyage systématique et régulier des voiries, et une maîtrise de la gestion des déchets produits.

De plus, toutes les mesures seront prises après le chantier afin de remettre en état le site.

Patrimoine culturel

Le projet n'aura pas d'impacts temporaires sur le patrimoine culturel. Concernant les équipements à vocation culturelle présents sur le périmètre de projet, des mesures sont mises en œuvre pour préserver leurs accès et leur fonctionnement.

Nuisances sonores et vibrations

L'avancement actuel des études de projet ne permet pas de définir avec précision la nature des travaux à engager et une modélisation des impacts n'est pas envisageable à ce stade. Une analyse qualitative est donc proposée ci-après pour définir les impacts potentiels sur le bruit ambiant.

La réalisation de chantiers, voire de chantiers simultanés peut occasionner des nuisances sonores, directes et temporaires, perceptible par les riverains les plus proches ainsi que par les usagers du quartier.

Il apparait que les opérations les plus génératrices de nuisances sonores et de vibrations, hormis les déplacements d'engins, sont les activités de démolition et de création des fondations. Elles concernent donc principalement les programmations comportant des bâtiments. La programmation espaces publics présente donc des nuisances moindres vis-à-vis des riverains et des usagers.

Cependant cette gêne sonore potentielle et temporaire sera relativement modérée. En effet, la part de la circulation des véhicules imputable au chantier est relativement faible par rapport aux flux de véhicules actuels. De plus, les émissions sonores actuelles, relativement élevées au droit des principaux axes de circulation, masqueront en partie les véhicules de chantier.

Côté Est du centre commercial, la période la plus contraignante aura lieu lors de la réalisation simultanée des travaux sur la place Béraudier, le boulevard Vivier-Merle, la rue du Docteur Bouchut, Two Lyon et les aménagements du centre commercial.

Néanmoins, les différences de hauteurs des différentes opérations limiteront les nuisances perçues par les riverains et les usagers du quartier : les travaux de la place Béraudier présenteront moins de nuisances lorsqu'ils n'auront plus lieu à l'air libre (parkings souterrains, aménagement de l'entrée du métro). De même, les travaux du Two Lyon seront moins bruyants au fur et à mesure de l'élévation de la tour et de la mise en place de ses équipements. Les travaux du centre commercial concernent notamment ses terrasses, soit au niveau +3 ou 4.

Les habitants de la place de Milan (façades Vivier-Merle et Béraudier) sont les plus impactés.

Au Sud-Ouest de la ZAC, l y a un risque de nuisances importantes si les travaux des accès aux quais A à G (les plus proches côté Vivier Merle) ont lieu simultanément avec la création du Gemellyon, les aménagements au niveau de France Télévisions, et avec de plus les travaux liés au Two Lyon (secteur Est centre commercial).

La carte suivante localise les principaux bâtiments sensibles potentiellement impactés.



Crèche
Habitations impactées en phase travaux
Habitations impactées mais faisant également l'objet d'aménagements ou future destruction

Figure 47 : Habitations potentiellement impactées par les nuisances sonores en phase chantier (fond : googlemaps)

Concernant les effets cumulés, aucun impact cumulé avec le projet de voie L n'est prévu, les travaux se déroulant de l'autre côté des voies ferrées.

Les travaux liés au projet du C3, cours Lafayette, sont prévus entre 2016 et 2019. Aucun impact cumulé n'est attendu avec la ZAC, car les travaux prévus à proximité du cours Lafayette sont prévus au-delà de 2022.

Les populations concernées sont principalement les habitants des logements définis sur la carte précédente.

Les usagers et le personnel de la crèche ne devraient pas subir de nuisances, du fait de l'éloignement de l'établissement des zones de travaux les plus proches.

Les barres d'immeubles de la rue Desaix et de la rue du Lac se situent au sein de secteurs fortement remaniés dans le cadre du programme de la ZAC :

- ✓ Immeubles rue de Bonnel/boulevard Deruelle : ils donneront sur les travaux du centre commercial et de l'auditorium,
- ✓ Immeubles rue du Lac/rue Desaix : ils seront concernés par les travaux des programmes Desaix, Silex 1 et 2, France Télévisions, Vivier-Merle.

Pour limiter les nuisances sonores en phase chantier, plusieurs mesures seront prises :

Organisation générale des chantiers

Concernant l'optimisation des déplacements, la Métropole a prévu :

- ✓ d'imposer à tous les Maîtres d'ouvrage, privés et publics un règlement inter-chantiers Lyon Part-Dieu,
- ✓ une anticipation et une organisation spécifique de la circulation tous modes en phase chantiers,
- ✓ la création d'un Poste de Commande Central (PCC).

Matériels et planning travaux

Les travaux de jour seront privilégiés, mais certains travaux de nuit ne pourront pas être évités sauf à conduire à d'autres nuisances (impact sur la circulation de jour, sur les activités économiques et les usagers du quartier,…).

L'organisation spécifique des travaux et le respect de la réglementation en vigueur permettront de prendre en compte ces nuisances sonores et vibratoires.

Dans la mesure du possible, des matériaux préfabriqués, préparés ou prédécoupés en atelier seront mis en œuvre pour limiter les découpes sur le chantier. De plus, les rotations sur le chantier seront maîtrisées et les horaires de livraison et d'évacuation des déchets adaptés.

Sensibilisation du personnel et communication

La sensibilisation du personnel de chantier contribuera également à réduire les nuisances sonores (par exemple, éviter de laisser les moteurs en fonctionnement inutilement).

L'information du public aura également un rôle majeur en matière d'acceptation de la nuisance et du ressenti. Des moyens de déposer des plaintes ou remarques seront mis en œuvre pour permettre au public de s'exprimer en cas de gêne.

Suivi ponctuel

Selon les différentes phases des opérations, des dispositifs de mesures des niveaux sonores seront ponctuellement mis en place à proximité des outillages bruyants dans différentes configurations, pour vérification du non dépassement des seuils et aux fins de reporting. Ces suivis seront gérés par les maîtrises d'ouvrages concernées.

Qualité de l'air, odeurs et poussières

L'activité des engins de chantier et de transport de matériaux modifiera imperceptiblement et localement la qualité de l'air ambiant par le rejet de gaz d'échappement.

Les sources de poussières concerneront les travaux et la circulation des engins de chantiers, particulièrement par temps sec lorsque les sols sont mis à nu. De même lors de forts vents, les poussières au sol pourront être soulevées par les turbulences et remises en suspension dans l'air. Dans une approche, en considérant une surface de chantier couvrant la totalité de la zone d'étude et un facteur d'émissions majorant, il apparait que l'ordre de grandeur des émissions de poussières reste peu significatif par rapport aux émissions annuelles de l'agglomération (moins de 1%).

Concernant les oxydes d'azote, la contribution des engins de chantier et du transport des matériaux restera très minoritaire comparée à celle du trafic routier dans son ensemble.

Un chantier peut également être source de nuisances olfactives : odeurs de goudrons et fumées issues des gaz d'échappement des véhicules.

En termes d'effets cumulés, les travaux de la voie L sont prévus de l'autre côté des voies ferrées, et les travaux du C3 ne sont pas prévus dans le même temps que les travaux prévus à proximité du cours Lafayette dans le cadre de la ZAC. Ainsi les impacts cumulés de la ZAC avec ces projets seront faibles.

Pour éviter la dégradation de la qualité de l'air, les entreprises œuvrant sur le chantier devront justifier du contrôle technique des véhicules utilisés afin de garantir le respect des normes d'émissions gazeuses en vigueur. Les vitesses aux abords du chantier seront limitées à 30 km/h.

Il pourra s'avérer nécessaire d'arroser et d'humidifier les voies de circulation pour limiter les émissions de poussières. De plus, les camions de chantier seront bâchés lors des mouvements de matériaux et un système de lavage des roues des camions pourra être mis en place en cas de nécessité à la sortie des chantiers. Le nettoyage régulier des abords et des voies d'accès au chantier permettra de limiter les risques d'envol des poussières. Enfin, les opérations de démolition pourront être interrompues par vent fort, et un suivi des concentrations de poussières dans l'air pourra être réalisé à proximité des grands chantiers.

Les sources d'odeurs désagréables pourront être réduites par le respect des prescriptions de chantier et de la réglementation (contrôle technique des véhicules datant de moins de 6 mois par exemple).

Nuisances lumineuses

Les travaux essentiellement réalisés en période de jour n'auront pas d'impact sur les émissions lumineuses.

Pour les travaux de nuit, il conviendra d'adapter l'éclairage des travaux exclusivement à la zone en chantier, évitant ainsi les éclairages perdus. Ces impacts restent temporaires et limités.

Risques technologiques

La réalisation de travaux peut nécessiter le stockage temporaire de produits dangereux ou polluants. Les volumes stockés sur site seront faibles et réduits au minimum possible.

Réseaux

Des impacts temporaires liés à des travaux réalisés peuvent concerner donc les réseaux (réseaux secs et humides).

Pour limiter les incertitudes des projets de déviation des réseaux dès les phases amont des études, une campagne de reconnaissance des réseaux existants a été lancée par le Grand Lyon dans le cadre du projet PEM/Two Lyon, les réseaux étant particulièrement nombreux sur le secteur boulevard Vivier-Merle, place Béraudier et avenue Pompidou.

Le collecteur d'assainissement présent sous le boulevard Vivier-Merle, de dimensions 4,02 m de hauteur par 4,44 m de largeur et faisant partie du réseau structurant de l'agglomération, sera non modifié dans le cadre du projet. Aucun réseau de transport de gaz n'est impacté.

Les travaux liés aux réseaux impliqueront des coupures de voiries, plus longues que si aucun travaux réseaux n'était réalisé.

Par exemple, les travaux de dévoiement des réseaux du chauffage urbain et des réseaux présents au droit du boulevard Vivier-Merle et de la place Béraudier dureront environ 1 an. Des travaux d'environ 1 an également seront nécessaires pour le dévoiement des réseaux AEP présents au droit de la trémie Vivier-Merle.

Une attention particulière devra être apportée lors de la réalisation des travaux pour assurer la protection des réseaux non modifiés.

Concernant les impacts sur les coupures de voiries, les mesures sont présentées dans le chapitre relatif aux déplacements.

Afin de coordonner les interventions, une démarche spécifique en amont des travaux est déjà engagée entre l'ensemble des gestionnaires et le Grand Lyon et les autres maîtres d'ouvrages identifiés.

Gestion des matériaux et déchets de chantier

Les impacts temporaires du projet concernent donc principalement la production de déchets du BTP pendant les phases de chantier. Les quantités de déchets de chantiers évolueront de façon progressive en fonction du phasage des travaux, avec un maximum attendu aux alentours de 2024-2025.

Le Grand Lyon pourra intégrer dans les dossiers de consultations des entreprises des prescriptions particulières en matière de gestion déchets. Notamment il demandera la réalisation d'un **schéma d'organisation et de gestion des déchets de chantier** (SOGED) ainsi que l'application de la charte du chantier propre du Grand Lyon. L'entreprise sera tenue de justifier de la traçabilité des déchets.

Pour favoriser **la réutilisation et le recyclage** des matériaux, un diagnostic des bâtiments à démolir devra être réalisé de manière à qualifier et quantifier les déchets issus de l'opération.

En préalable à chaque opération, des mesures de qualité des matériaux des terres excavées seront réalisées pour préciser leurs conditions de réutilisation. Il conviendra de prioritairement réutiliser les déblais réalisés sur site, et d'équilibrer au mieux les quantités de déblais/ remblais afin de limiter les apports de matériaux extérieurs et la mise en dépôt de déblais excédentaires. Les gains étant à la fois environnementaux et économiques, ces opérations sont habituellement mises en œuvre par les constructeurs.

Dans le cadre des travaux, le **tri des déchets de chantier** comprendra :

- ✓ La limitation des quantités de déchets produits par une bonne préparation du chantier ;
- ✓ La définition des déchets à trier sur le chantier : au minium les déchets inertes, les emballages, le bois non traité, les déchets non dangereux en mélange, et les déchets dangereux ;
- ✓ L'organisation du tri avec toute sa logistique ;
- ✓ Le suivi des déchets en vérifiant leur destination finale et en établissant des bilans réguliers.

D'une manière générale, les déchets qui seront générés durant les travaux seront éliminés par des filières adaptées et agréées.

2.3.5. L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE ET NATUREL

Milieu naturel

Concernant les impacts temporaires sur le milieu naturel, il s'agira notamment d'un impact direct par destruction de biotope et du dérangement des populations animales par le bruit engendré par les travaux.

Les impacts directs sur les espèces végétales et notamment les arbres existants seront compensés par la mise en place d'une trame végétale continue sur la ZAC. Pour les arbres qui seront conservés, des dispositifs seront mise en place pour assurer leur protection contre toute blessure. Concernant spécifiquement le Faucon Pèlerin installé dans un nichoir sur la tour EDF, la période de réalisation des travaux à proximité immédiate sera adaptée en fonction de la biologie de l'espèce.

Enfin, la réalisation de chantiers à faibles nuisances contribuera à limiter les impacts temporaires liés aux chantiers.

Changements climatiques (émissions de gaz à effet de serre)

La transformation du quartier liée aux travaux programmés sur la ZAC va engendrer une période intense de travaux, à l'origine d'émissions de gaz à effet de serre, notamment en lien avec le choix des matériaux de construction (énergie grise).

La récupération, la réutilisation et le recyclage des matériaux existants doivent être mis à profit pour les constructions neuves. De plus, il serait intéressant de préférer des structures légères pour diminuer la consommation en énergie grise.

Un effort peut être également fait sur le béton dont la production en CO_2 est importante, en utilisant par exemple des laitiers de fonte (déchets des hauts fourneaux).

Topographie, géologie et géotechnique

Le projet prévoit cependant la création d'immeubles de grande hauteur avec leurs sous-sols associés, de nouveaux parkings enterrés, et de nouvelles trémies au niveau de la gare Part-Dieu pour accéder aux nouveaux parkings enterrés. Les mouvements de matériaux les plus notables concerneront ces aménagements.

Le périmètre du projet se situant dans une zone historiquement marquée par une forte activité industrielle, la probabilité de rencontrer une problématique de gestion de terres polluées en phase travaux n'est pas négligeable.

Par ailleurs, les engins de chantiers pourront provoquer des pollutions accidentelles des sols et du sous-sol.

Dans le cadre des opérations de terrassement, il conviendra de prioritairement réutiliser les déblais réalisés sur site et d'équilibrer au mieux les quantités de déblais/ remblais.

En cas de pollution des sols constatées, les traitements de sols pollués in-situ (sans excavation avec recouvrement) seront privilégiés. En cas d'excavation, les traitements de sols pollués sur le site d'extraction seront réalisés dans le respect de la réglementation.

Enfin, il conviendra de prévenir ces écoulements accidentels par des moyens de gestion adaptés afin d'éviter tout risque de pollution fortuite.

La qualité environnementale résiduelle des sols sera donc identique ou améliorée grâce au projet (impact neutre ou positif).

Hydrogéologie et hydrologie

La phase travaux entrainera des prélèvements temporaires dans les nappes pour la mise en œuvre des ouvrages souterrains et des modifications temporaires des conditions d'écoulement.

En outre, les impacts temporaires du projet sur la nappe d'eau souterraine sont principalement liés au risque de pollution pendant les travaux. En ce qui concerne les eaux superficielles, les impacts accidentels liés à la phase de travaux sont nuls compte-tenu du fait de l'absence de cours d'eau.

En matière de pollution, les risques liés au chantier seront limités grâce aux mesures de précaution mises en place en matière de stockage des produits, de gestion des déchets, et de vigilance des entreprises quant à tout signe apparent de pollution.

Les eaux de ruissellement du chantier seront collectées dans un bassin temporaire et traitées par un débourbeur séparateur d'hydrocarbures avant rejet dans le milieu naturel ou dans les réseaux de collecte.

Une procédure de traitement des pollutions accidentelles et de gestion des déchets de chantier devra être mise en place, et les recommandations concernant l'environnement devront être incluses dans les dossiers de consultation des entreprises.

2.4. EFFETS DU PROJET SUR LA SANTE, LA SECURITE ET LA SALUBRITE PUBLIQUE

L'objectif de ce volet est de rechercher si les modifications apportées à l'environnement par le projet peuvent avoir des incidences sur la santé humaine.

Le risque sanitaire se définit comme la probabilité d'occurrence d'effets négatifs pour la santé humaine suite à une exposition à un danger. Le risque n'existe qu'en présence d'une source de danger et implique un transfert de l'agent dangereux vers les cibles que sont les populations.

Selon la méthodologie, les étapes préalables à l'évaluation des risques sanitaires doivent permettre de :

- ✓ Identifier les populations susceptibles d'être concernées par les éventuels impacts sur la santé (cibles)
- ✓ Identifier les sources de dangers sur la zone d'étude,
- ✓ Identifier les voies d'exposition, c'est-à-dire les possibilités d'exposition de la population aux sources de dangers.

Cela permet ensuite de procéder à l'évaluation des risques sanitaires.

Le principe de l'évaluation des risques est illustré par le schéma suivant :

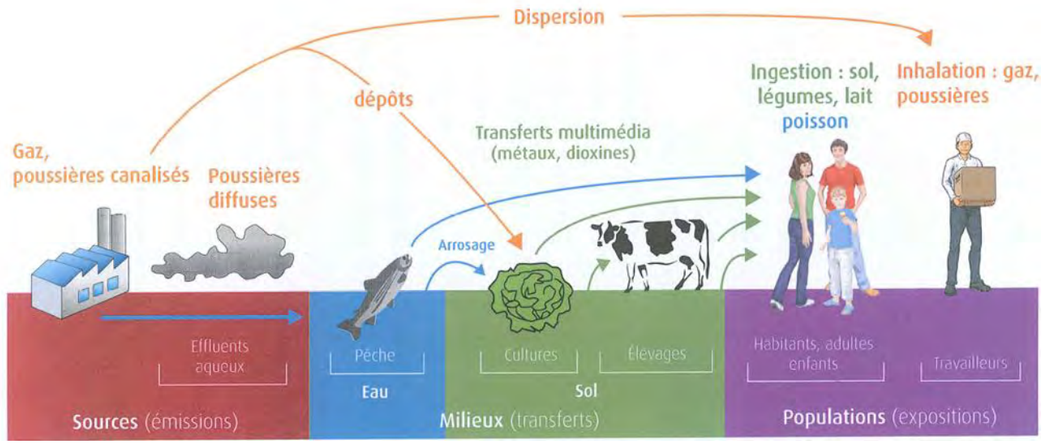


Figure 48 : Exemple de schéma conceptuel d'exposition lié à une installation industrielle (source : INERIS 2013)

Cibles, sources de dangers et voies d'exposition :

Dans le cadre du projet, les populations susceptibles d'être concernées par les éventuels impacts sur la santé sont les riverains des terrains aménagés et les futurs habitants, employés et visiteurs.

L'ensemble des activités humaines est à l'origine de rejets, d'émissions ou de nuisances diverses qui sont susceptibles d'occasionner des incidences directes ou indirectes sur la santé humaine.

Le bruit : L'excès de bruit a des effets sur l'organisme en général. Il se traduit notamment par des troubles du sommeil et favorise l'apparition du stress chez les individus exposés.

Les émissions lumineuses : elles peuvent être une source de perturbations pour la santé et le bien-être des riverains : gêne visuelle et trouble du sommeil principalement. Compte-tenu de l'ambiance déjà lumineuse du site existant, le projet ne sera pas à l'origine d'une augmentation sensible de l'ambiance lumineuse existante.

Emissions atmosphériques et pollution de l'air :

Les effets sanitaires des polluants à enjeux identifiés sur la zone d'étude sont précisés ci-après.

- ✓ Le dioxyde d'azote : le NO_2 pénètre dans les voies aériennes inférieures notamment les bronchioles. A de fortes concentrations, le NO_2 provoque des lésions inflammatoires de l'épithélium. L'augmentation des niveaux de NO_2 est corrélée à une augmentation de la mortalité et des hospitalisations pour pathologies respiratoires et cardio-vasculaires.

- ✓ Les particules : L'effet des particules dépend de leur taille ; les particules les plus fines se déposent sur l'arbre trachéo-bronchique et vont atteindre les alvéoles pulmonaires. A court terme, les effets des particules sont : une augmentation de la mortalité, des admissions hospitalières, de la prise de médicaments et des consultations médicales, des réactions inflammatoires des poumons, des symptômes respiratoires. Une exposition à long terme aux particules diminue significativement l'espérance de vie, augmente les risques de mortalité liés aux maladies cardio-vasculaires et au cancer du poumon.

  Pour les poussières générées par le chantier, les niveaux d'émissions seront globalement modérées et temporaires donc les effets sanitaires pourront être considérés comme acceptables. Nous pouvons toutefois potentiellement envisager une légère augmentation de troubles respiratoires mineurs, notamment pour les personnes âgées, les jeunes enfants et les personnes asthmatiques, durant certaines phases de travaux. Par ailleurs, la recherche de l'amiante sera réalisée préalablement aux travaux de démolition et permettra de limiter les risques sanitaires.

Co-exposition air/bruit : pollution de l'air et bruit constitue une problématique couplée. La co-exposition à ces facteurs peut donc être une source de danger. Les secteurs concernés par une co-exposition sont principalement les grands axes routiers très circulés (autoroutes, périphériques, axes urbains majeurs), et certaines ***zones plus localisées.***

Espèces végétales envahissantes, l'ambroisie : le pollen entraîne, chez les personnes prédisposées, des troubles allergiques. Les symptômes peuvent notamment se traduire par des rhinites, conjonctivites, asthme, urticaire,… Le développement de cette plante est lié à la gestion des friches et des terrains délaissés.

Substances et produits polluants ou toxiques : leur utilisation est liée à la phase chantier et limitée dans le temps et dans l'espace. En cas de pollution accidentelle, ces substances et produits peuvent cependant constituer une source de dangers pour la santé. Les déchets générés par les chantiers pourraient également constituer une source de dangers s'ils ne sont pas gérés conformément à la réglementation.

Concernant les voies d'exposition, il est peu probable que les populations soient exposées à des sources de danger par ingestion de terres polluées.

Localement, du fait de l'absence d'usage des eaux souterraines et superficielles pour l'alimentation en eau potable ou les activités de loisirs, il peut être considéré que les eaux souterraines et superficielles ne constituent pas un vecteur de transfert des sources de dangers vers les populations.

L'air constitue une voie d'exposition des populations aux différentes sources de dangers recensées :

- ✓ par inhalation des polluants atmosphériques
- ✓ par transmission et diffusion du bruit et des émissions lumineuses dans l'environnement
- ✓ par co-exposition à ces deux facteurs

Evaluation des risques sanitaires et Mesures

Les effets potentiels du projet sur la santé seront essentiellement liés à la phase chantier.

Nuisances sonores et lumineuses :

Le bruit dû aux véhicules de chantiers est réglementé. Les dispositions prévues pour limiter les impacts acoustiques permanents et temporaires permettront de réduire les émissions sonores et leurs conséquences sur la santé.

Dans le cadre du projet, les émissions lumineuses supplémentaires seront atténuées du fait que le site se trouve au sein d'une grande agglomération, en milieu fortement urbanisé. Elles ne seront pas être source de gêne pour la population.

En phase exploitation, les niveaux sonores sont importants de jour au droit des axes routiers et ferroviaires. Au vu des résultats de la modélisation et de la réglementation en vigueur, trois bâtiments rue Mazenod sont donc concernés par une éventuelle protection acoustique, dépendant de l'application du critère d'antériorité, et de l'efficacité des protections acoustiques actuelles des bâtiments. Les bâtiments présentant un dépassement de seuil feront l'objet d'une étude afin d'évaluer leur performance acoustique (double / triple vitrage, isolation de façade éventuelle) et si celle-ci est suffisamment performante vis-à-vis du niveau de bruit attendu. Si l'analyse aboutit sur une insuffisance, la SPL s'engage à mettre en place des protections acoustiques adaptées : à ce stade, l'isolation de façade et/ou le changement des fenêtres sont des options envisagées.

Une partie des bâtiments existants de la ZAC ayant fait ou allant faire l'objet d'une réhabilitation, une autre partie étant détruite en faveur de la construction de nouveaux immeubles, le projet de ZAC offre la possibilité d'améliorer l'existant pour les riverains et les usagers, et donc d'améliorer leur cadre de vie en matière d'ambiance sonore.

Ainsi, le projet présente des impacts sur la santé publique du fait des nuisances sonores. Il n'aura pas d'impact notable sur la santé publique du fait des nuisances lumineuses.

Ambroisie :

Le projet de la ZAC Part-Dieu n'entraînera pas de modification significative du risque de prolifération d'ambroisie.

Une attention particulière sera portée aux dépôts temporaires de matériaux ; la mise en dépôt temporaire se fera au niveau de sites autorisés. De plus, l'enherbement des terres mises à nue limitera l'exposition des populations riveraines à ce risque sanitaire. En tant que de besoin, les talus terrassés seront bâchés pour éviter la pousse de plantes invasives.

Ainsi, le projet en lui-même n'aura pas d'impact notable sur la santé publique via le développement de l'ambroisie.

Pollution des eaux :

Des mesures sont mises en œuvre pour préserver la qualité des eaux souterraines et superficielles et éviter tout rejet de substance ou produit polluant. De plus, les voies de transfert vers la population via les eaux souterraines ou superficielles sont très limitées.

Ainsi, le projet en lui-même n'aura pas d'impact notable sur la santé publique via une dégradation de la qualité des eaux souterraines ou superficielles.

Pollution de l'air :

Les émissions de poussières pendant la phase ont été estimées. En adoptant une approche fortement majorante, l'ordre de grandeur des émissions reste peu significatif par rapport aux émissions annuelles de l'agglomération (moins de 1%).

L'aspect temporaire de la phase travaux et des opérations susceptibles de produire des poussières en grande quantité, la mise en place de bâches sur les camions et l'arrosage possible des pistes de circulation non encore goudronnées pour éviter le soulèvement des poussières par le vent lors des travaux de terrassement ou lors du passage des engins, contribueront à limiter les effets sur la santé de ces nuisances.

Afin d'étudier les effets du projet sur la santé du point de vue de la qualité de l'air, une modélisation de la dispersion des émissions polluantes liées au trafic a été réalisée. Les résultats complets sont disponibles dans l'étude air-santé, en annexe de l'étude d'impact.

L'exposition de la population aux pollutions issues du domaine a été étudiée dans un premier temps à l'aide d'un indicateur simplifié pollution-population, basé sur les concentrations simulées en dioxyde d'azote (NO_2) et sur la localisation des populations.

Les IPP par maille les plus forts correspondent :

- ✓ aux zones où la densité de population est la plus élevée,
- ✓ ou aux zones où les concentrations calculées sont les plus élevées,
- ✓ ou aux deux.

La comparaison des IPP globaux montre qu'à l'échelle du domaine d'étude, les variations d'IPP entre les scénarios sont minimes (moins de 1%), et donc non significatives.

Dans le futur, l'exposition devrait globalement diminuer par rapport à l'état initial. L'IPP devrait diminuer au droit des zones où aucun programme de logement n'est prévu. A l'inverse, l'IPP devrait augmenter sur quelques zones où de nouveaux projets immobilier (et donc une augmentation de la population résidente) sont attendus, et où une augmentation des trafics est attendue.

Ainsi la mise en place de la ZAC ne conduira pas à une évolution significative de l'exposition des populations.

Les risques sanitaires ont été quantifiés en considérant comme cible les populations susceptibles de fréquenter les sites sensibles du domaine d'étude : établissements scolaires, établissements sanitaires et sociaux (crèches, hôpitaux, maisons de retraite, etc.), sites de pratiques sportives.

Quel que soit le scénario (état initial, fil de l'eau, projet), des dépassements en particules fines (PM10, PM2,5) et benzène sont identifiés au droit de tous les sites sensibles. Ces dépassements sont dus majoritairement au niveau de fond qui a été considéré, par hypothèse, comme identique en 2030 par rapport à aujourd'hui.

En termes de risques cumulés pour les effets cancérigènes, des dépassements au droit de tous les sites sensibles sont identifiés quel que soit le scénario, principalement du fait de la pollution de fond en benzène.

D'après l'évaluation quantitative des risques sanitaires, l'étude ne montre pas de différence significative entre l'état initial, et les états futurs avec et sans projet en termes de niveaux de risques et de nombre de sites sensibles impactés.

Il faut rappeler que les enjeux de qualité de l'air sont à appréhender à l'échelle de l'agglomération. En effet, les objectifs de qualité de l'air ne pourront être durablement atteints que par des actions coordonnées visant à réduire la pollution de fond.

Ainsi, il convient de prendre des mesures de précaution pour éviter une surexposition de la population :

- ✓ Eviter dans la mesure du possible l'implantation d'établissements accueillant des sujets sensibles à proximité immédiate des axes routiers très fréquentés : enfants, personnes âgées, malades chroniques, femmes enceintes…
- ✓ Eviter d'orienter les prises d'air, pour le renouvellement d'air des bâtiments, vers les axes routiers très fréquentés.

En complément de la surveillance régulière réalisée par les stations fixes d'Air Rhône-Alpes, **des campagnes de mesures régulières (tous les 5 ans) à l'échelle du quartier seront réalisées** pour s'assurer que les niveaux de concentrations de polluants diminuent effectivement.

Il est proposé de prévoir a minima 4 points de mesures, qui pourraient être localisés :

- ✓ Rue des Cuirassiers, car il s'agit d'une zone de logements existants et de logements projetés,
- ✓ Rue Mazenod, car il s'agit d'une zone de logements existants, avec un trafic futur en augmentation,
- ✓ Cours Lafayette, entre la rue Garibaldi et le boulevard Vivier-Merle, car il s'agit d'une zone de logements existants, avec un trafic futur en diminution,
- ✓ Rue Servient, entre la rue Garibaldi et le boulevard Vivier-Merle, car il s'agit d'un axe routier fréquenté au cœur de la ZAC.

Pour rappel, une station de mesure fixe Air Rhône-Alpes existe sur le périmètre de la ZAC Part-Dieu Ouest, au 20 rue du Lac.

En synthèse pour ce qui concerne les effets du projet de ZAC sur la santé, la population susceptible d'être concernée se compose des riverains et des usagers de la zone d'étude, actuels et futurs, ainsi que du personnel de chantier en phase travaux.

L'air constitue la principale voie d'exposition des populations aux différentes sources de dangers identifiées en phase chantier et en phase exploitation.

Les effets potentiels du projet sur la santé seront essentiellement liés à la phase chantier. Des mesures sont donc prévues en conséquence, ainsi que des suivis.

Concernant les émissions atmosphériques, une modélisation de la dispersion des polluants et une évaluation quantitative des risques sanitaires a permis de préciser les effets potentiels du projet sur la santé en phase exploitation. L'étude ne montre pas de différence significative entre l'état initial, et les états futurs avec et sans projet en termes de niveaux de risques et de nombre de sites sensibles impactés.

Ainsi, la ZAC Part-Dieu Ouest n'aura pas d'impact notable sur la santé publique, en phase chantier comme en phase exploitation.

2.5. MODALITES DE SUIVI DES MESURES ET DE LEURS EFFETS

Pendant les travaux, les mesures environnementales feront l'objet d'une attention soutenue.

Les mesures permanentes sont intégrées au projet et ont un effet direct. Elles prennent effet sur le long terme dès leur instauration.

Le tableau suivant permet de détailler les modalités de suivi des mesures et de leurs effets.

Thématique		Indicateurs de suivi des mesures	Modalités de suivi des mesures
Exploitation	Socio-économie	Nombre de logements supplémentaires sur la ZAC Nombre d'emplois créés sur la ZAC	Statistiques annuels de l'INSEE et données publiques (ville de Lyon, Métropole de Lyon, chambres consulaires)
	Prescriptions applicables aux opérations immobilières	Respect du guide Immobilier Durable	Après obtention de la conformité au permis de construire, suivi des performances en lien avec la labellisation/certification des immeubles
	Nuisances sonores	Niveaux de bruit issus des campagnes de mesures ponctuelles	Mesures par un bureau d'études spécialisé ou par les services compétents de la Métropole
		Niveaux de bruit au droit des balises de l'observatoire permanent de la Métropole	Rapport annuel réalisé par Acoucité (observatoire de l'environnement sonore du Grand Lyon)
	Qualité de l'air	Qualité de l'air au vu de campagne de mesures ponctuelles	Mesures par un bureau d'études ou une association spécialisé(e) tous les 5 ans, au droit d'au moins 4 points de mesures Mesures des concentrations dans l'air a minima pour le NO2, les PM10, les PM2,5 et le benzène
		Qualité de l'air issue du modèle urbain SIRANE	Rapport annuel réalisé par Air Rhône-Alpes (observatoire agréé pour la surveillance et l'information sur la qualité de l'air en Rhône-Alpes)
	Energie	Puissance et répartition de l'énergie consommée sur la ZAC	Recueil des données disponibles auprès des opérateurs immobiliers et concessionnaires de réseaux
	Biodiversité	Suivi ponctuel biodiversité	Relevés de biodiversité périodiques (tous les 5 ans maximum)
	Eaux superficielles et souterraines	Suivi de l'état des dispositifs de gestion des eaux et entretien	Une fois par trimestre
		Suivi piézométrique à l'échelle du quartier	Suivi annuel jusqu'à 1 an après la fin de l'aménagement (2030)
	Santé	Exposition de la population sur le territoire de la ZAC (bruit, air,…)	Suivis annuels effectués par Air Rhône-Alpes et les services de la Métropole
Thématique		**Indicateurs de suivi des mesures**	**Modalités de suivi des mesures**
Chantier	Gestion générale du chantier	Respect de l'ensemble des mesures environnementales en phase chantier	Suivi en continu pendant le chantier auprès de chaque maître d'ouvrage
	Nuisances sonores	Niveaux de bruit au droit de balises temporaires Consolidation des retours terrain	Suivi en continu pendant le chantier
	Gestion des déchets et dépôts de matériaux, amiante	Suivi et traçabilité des évacuations de déchets des opérations	Recueil des données auprès de chaque maître d'ouvrage dans le cadre du dispositif de coordination des chantiers
	Eaux superficielles et souterraines	Suivi des dispositifs d'assainissement provisoires et entretien	Une fois par trimestre
		Suivi piézométrique au droit de chaque opération pendant les phases de rabattement de la nappe Enregistrement des débits de pompage de chaque opération	Suivi en continu, puis contrôle 1 an après la fin des opérations

Figure 49 : Modalités de suivi des mesures et de leurs effets

2.6. COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION URBAINE ET ENVIRONNEMENTALE

La ZAC Part-Dieu Ouest s'inscrit à plus large échelle dans le projet urbain Lyon Part-Dieu, qui vise à renforcer l'attractivité du quartier et de la métropole, au niveau national et international.

Le projet répond à l'objectif de redynamisation des pôles urbains déjà équipés. Il prévoit la création d'une offre de logements diversifiée en cœur d'agglomération: logements sociaux et logements répartis entre logements à prix maîtrisés et logements à prix marché sur les segments moyens et haut de gamme.

Par ailleurs, le projet prévoit aussi une offre immobilière tertiaire diversifiée, adaptée aussi bien aux grandes entreprises, qu'aux PME, TPE, microentreprises ou travailleurs indépendants, et incluant des capacités hôtelières. Le programme de la ZAC comporte des linéaires en rez-de-chaussée : linéaires artisanaux et commerciaux ou linéaires toutes activités

Enfin, le projet d'aménagement de la ZAC repose sur trois objectifs principaux dont celui de développer des mobilités durables, en donnant priorité à l'intermodalité. Il permet d'augmenter l'attractivité des transports collectifs en vue de limiter la croissance du trafic en voitures individuelles, et de favoriser le développement des modes doux.

La qualité des bâtiments est recherchée à travers les référentiels du Grand Lyon, et des passages obligés en faveur de la conception environnementale sont définis. Ils considèrent des enjeux liés à la gestion des eaux pluviales et à la consommation d'eau potable. La réhabilitation énergétique des bâtiments conservés est prévue. Pour les bâtiments du projet, les Maîtres d'Ouvrage doivent, outre le respect de la réglementation en vigueur et leur propre choix d'une démarche avec certification, appliquer les référentiels du Grand Lyon « Habitat durable » et « Bureaux durables neufs ». En outre le Maître d'Ouvrage devra appliquer le guide « Immobilier Durable » adapté au contexte particulier de la Part-Dieu.

Le projet prévoit le renforcement de la nature en ville, et intègre la préservation et la mise en valeur du patrimoine urbain.

Le projet ne se situe à proximité d'aucun cours d'eau. Il prend en compte la gestion des eaux pluviales et le risque d'inondation. Les mesures nécessaires seront prises pour prévenir les risques de pollution de la nappe d'accompagnement du Rhône durant la phase de chantier.

Le projet d'aménagement intègre les dimensions air et climat : objectifs en matière de limitation des consommations d'énergie, et de lutte contre les îlots de chaleurs (revêtement de sol clair et façade réfléchissante, végétalisation,…).

La SPL Lyon Part-Dieu mène actuellement une réflexion sur l'organisation des chantiers à venir dans le cadre du projet Part-Dieu, qui s'appliquera aux opérations prévues sur la ZAC : Règlement inter-chantier, Note d'organisation du chantier, Bases vie mutualisées, Gestion des flux liés aux chantiers… La bonne gestion des matériaux et déchets de chantier passera par plusieurs mesures comme le recours au Schéma d'Organisation et de Gestion des Déchets, le recyclage et le tri des déchets.

Le projet est compatible avec les documents d'urbanisme opposables, ainsi qu'avec les plans, schémas et programmes qui concernent le périmètre de projet.

Concernant le PLU, les opérations déjà engagées ou envisagées à court terme sont compatibles. Pour d'autres opérations encore à l'étude ou au stade d'intention de projet, les formes architecturales proposées pourraient nécessiter une évolution du PLU.

Table des abréviations

AVAP :	Aire de mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine
BPE :	Banque Permanente des Equipements
BV :	Bâtiment Voyageurs
CTA :	Centrale de Traitement d'Air
DOG :	Document d'Orientations Générales
G&C :	Gares et Connexions
ICPE :	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
INSEE :	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
Lden :	Indicateur du niveau de bruit global pendant une journée (jour, soir et nuit – Day, Evening, Night) utilisé pour qualifier la gêne liée à l'exposition au bruit. Il s'agit d'un niveau sonore moyen pondéré pour une journée divisée en 12 heures de jour (day), en 4 heures de soirée (evening) avec une majoration de 5 dB et en 8 heures de nuit (night) avec une majoration de 10 dB. Ces majorations sont représentatives de la gêne ressentie dans ces périodes.
Ln :	Indicateur du niveau sonore moyen pour la période de nuit (22h-6h).
OAQS :	Orientation d'Aménagement relative à des Quartiers ou à des Secteurs
PADD :	Projet d'Aménagement et de Développement Durable
PDU :	Plan de Déplacements Urbains
PEM :	Pôle d'Echange Multimodal
PLH :	Programme Local de l'Habitat
PLU :	Plan Local d'Urbanisme
PPA :	Plan de Protection de l'Atmosphère
PPRN :	Plan de Prévention des Risques Naturels
PPRT :	Plans de Prévention des Risques Technologiques
PSMV :	Plan de Sauvegarde et de Mise en Valeur
RFF :	Réseau Ferré de France
SCOT :	Schéma de Cohérence Territoriale
SDHT :	Schéma de Développement de l'Hébergement Touristique
SDUC :	Schéma Directeur d'Urbanisme Commercial
Sepal :	syndicat mixte d'études et de programmation de l'agglomération lyonnaise
SERL :	Société d'Equipement du Rhône et de Lyon
SHON :	Surface Hors Œuvre Nette
SNCF :	Société Nationale des Chemins de Fer Français
TCU :	Transports en Commun Urbains
TER :	Train Express Régional
TGV :	Train à Grande Vitesse
Urbalyon :	Agence d'Urbanisme pour le Développement de l'Agglomération Lyonnaise
ZAC :	Zone d'Aménagement Concerté

Liste des tableaux

Tableau 1 : Seuils de bruit réglementaires relatifs à l'exposition des populations....24
Tableau 2 : Synthèse des effets cumulés potentiels....33
Tableau 3 : Scénarios d'approvisionnement en énergie de la ZAC, étudiés dans le cadre de l'étude de potentiel en énergie renouvelables....46
Tableau 4 : Synthèse par scénarios des consommations prévisionnelles sur la ZAC (en MWh énergie utile/an), extrait de l'étude de faisabilité sur le potentiel des énergies renouvelables....48
Tableau 5 : Bilan des émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation des bâtiments....50

Liste des figures

Figure 1 : Localisation du site de projet....7
Figure 2 : Périmètre de la ZAC Part-Dieu Ouest....7
Figure 3 : Position stratégique de la métropole lyonnaise en Europe....8
Figure 4 : Casernes de la Part-Dieu et emprise de la gare de marchandise au fond....8
Figure 5 : Secteurs d'intervention du Projet Lyon Part-Dieu....9
Figure 6 : Plans de référence du projet (source : Dossier de concertation de la ZAC)....12
Figure 7 : Plan de circulation routière....18
Figure 8 : Plan des pistes cyclables autour du site de projet (source : www.velov.grandlyon.com)....19
Figure 9 : Rue Servient, passage Est-Ouest sous le centre commercial interdit aux piétons....19
Figure 10 : Diagnostic d'un sol difficile à la Part-Dieu (Source : Plan de référence v2, cahier « Sol facile »)....19
Figure 11 : Passage de l'avenue Pompidou sous les foies ferrées....19
Figure 12 : L'offre de stationnement à proximité de la Part Dieu....20
Figure 13 : Les niveaux de charge actuels des carrefours (Source : Egis/Arcadis, Etudes déplacements tous modes dans l'organisation multipolaire de l'agglomération, décembre 2014)....20
Figure 14 : Potentiel de la marche à pied et du vélo pour les déplacements courts....21
Figure 15 : Vue aérienne du cœur de la Part-Dieu....22
Figure 16 : de g. à d. : tour Oxygène, tour Suisse, auditorium et tour Part-Dieu (source : Atlas paysager de la Part-Dieu, Urbalyon, 2010)....22
Figure 17 : Vue sur le site le Pont Wilson (source : Googlemaps, juin 2014)....23
Figure 18 : Vue sur le site depuis Fourvière (source : www.visitelyon.fr)....23
Figure 19 : Immeubles protégés au titre des monuments historiques et site inscrit à proximité du périmètre de projet....23
Figure 20 : Classement sonore des voies routières dans la zone du projet....24
Figure 21 : Carte de bruit des voies ferroviaires dans la zone du projet (sources : cartes de bruit stratégiques du Grand Lyon, 2012)....25
Figure 22 : Carte de bruit des voies routières dans la zone du projet (sources : cartes de bruit stratégiques du Grand Lyon, 2012)....25
Figure 23 : Localisation des mesures acoustiques (fond de carte : Géoportail)....26
Figure 24 : Cartographie d'exposition à la pollution aux particules fines PM10 (nb jours > 50µg/m3) en 2013, à l'échelle de la ZAC....27
Figure 25 : Cartographie d'exposition à la pollution au NO_2 en 2013, à l'échelle de la ZAC....28
Figure 26 : Part de la population et de la surface exposées à des dépassements des valeurs limites PM_{10} et NO_2....29
Figure 27 : Fauconneaux dans leur nichoir (source : LPO, J.P. Faverjon et lyon.fr)....30

Figure 28 : Carte du milieu physique et des milieux aquatiques 32
Figure 29 : Localisation des « autres projets connus » au sens du Code de l'environnement, par rapport à la ZAC 32
Figure 30 : Vue projetée depuis la place Béraudier sur la bibliothèque (source : Plan de référence v2) 34
Figure 31 : Vue projetée depuis la place Béraudier sur la rue du Docteur Bouchut (source : Plan de référence v2).....35
Figure 32 : Vue projetée depuis le centre commercial sur la place Béraudier (source : Présentation COTECH, décembre 2015) 35
Figure 33 : Qualité des ambiances urbaines projetées (source : Plan de référence v2) 36
Figure 34 : Programme de développement de l'offre immobilière tertiaire (source : Plan de référence V2).....37
Figure 35 : Principes d'extension/restructuration du centre commercial, vue d'intention globale (source : Unibail Rodamco, mai 2016) 38
Figure 36 : Programme d'habitat et équipements de proximité (source : Plan de référence V2).....39
Figure 37 : Evolution de la répartition modale des déplacements avec le quartier Part-Dieu (source : Plan de référence v2) .39
Figure 38 : Trafics actuels en heure de pointe du soir (source : Egis/Arcadis – Etudes déplacements tous modes dans l'organisation multipolaire de l'agglomération, lot 1, décembre 2014) 40
Figure 39 : Trafics à l'horizon 2030 en heure de pointe du soir (source : Egis/Arcadis – Etudes déplacements tous modes dans l'organisation multipolaire de l'agglomération, lot 1, décembre 2014) 41
Figure 40 : Principe des aménagements cyclables à l'horizon 2030 (source : Plan de référence v2) 41
Figure 41 : Articulation des espaces piétonniers majeurs (source : Plan de référence v2) 42
Figure 42 : Le Sol Facile et les modes doux (source : Plan de référence v2).....42
Figure 43 : Vues projetées sur le site (source : Plan de référence v2) 44
Figure 44 : Principe de la traversée culturelle (source : Plan de référence v2, cahier « Culture ») 45
Figure 45 : Emissions de NO_x, PM_{10} et $PM_{2,5}$ suivant les scénarios étudiés pour l'approvisionnement en énergie de la ZAC ...47
Figure 46 : Synoptique des itinéraires d'accès aux chantiers de 2016 à 2022 (prévisions mars 2016) 54
Figure 47 : Habitations potentiellement impactées par les nuisances sonores en phase chantier (fond : googlemaps).....55
Figure 48 : Exemple de schéma conceptuel d'exposition lié à une installation industrielle (source : INERIS 2013) 57
Figure 49 : Modalités de suivi des mesures et de leurs effets 60

NUMTECH

SETEC Environnement

Projet PEM / Two Lyon et ZAC Part-Dieu Ouest

Etude air et santé

RAPPORT D'ETUDE

Réf.: 284.1015/ETR – v2.1 – Août 2016

NUMTECH

INTERVENANTS

SETEC ENVIRONNEMENT (CLIENT)	
Adresse : Immeuble le Crystallin CS 20087 – 197/193 cours Lafayette – 69485 LYON cedex 06	
Contact : Florence LARCHER Tél. : 04 27 85 49 57	E-mail : florence.larcher@environnement.setec.fr
Contact : Marion THILL Tél : 04 86 15 61 87	E-mail : marion.thill@environnement.setec.fr

NUMTECH (PRESTATAIRE)	
Adresse : 6 Allée Alan Turing - CS 60242 - Parc Technologique de La Pardieu - 63178 AUBIERE CEDEX	
Tél. : (33) 4 73 28 75 95	Fax : (33) 4 73 28 75 99
Contact : Emmanuelle DUTHIER, Chef de Projet	E-mail : duthier@numtech.fr

VERSION	DATE	DESCRIPTION DES MODIFICATIONS
2.1	30/08/2016	Prise en compte des remarques de Setec
2.0	29/07/2016	Version initiale

REDACTION	CONTROLE QUALITE
Emmanuelle DUTHIER, Chef de projet, NUMTECH  Adrien MARCHAIS, Ingénieur du Génie Sanitaire, NUMTECH 	Julien GALINEAU, Chef de projet, NUMTECH 

RESUME

Introduction

Le présent rapport constitue le volet « Air et Santé » des études d'environnement des projets de création de la ZAC Part-Dieu Ouest et des programmes PEM/Two Lyon.

Ce projet de ZAC est prévu dans le cadre du projet urbain Lyon Part-Dieu. Ce projet global comporte quatre entités opératoires distinctes :

- La « Gare ouverte », qui inclut le Pôle d'Echanges Multimodal (PEM) et ses abords : places Béraudier, place de Francfort (gare routière), place de Milan ;
- Le « Cœur Part-Dieu », qui s'étend principalement sur la dalle et autour du centre commercial, de la rue Garibaldi au boulevard Vivier-Merle, et de la rue du Docteur Bouchut à la rue Deruelle ;
- Le « Lac Cuirassiers Desaix », qui va de la rue du Docteur Bouchut à la rue Paul Bert, et du boulevard Vivier Merle à la rue Garibaldi, secteur le plus favorable au développement de l'habitat ;
- La « Part-Dieu Sud » qui se déploie du boulevard Vivier-Merle à la rue Maurice Flandin et de la rue Paul Bert au cours Gambetta dans le continuité de la ZAC de la Buire, périmètre destiné au tertiaire et aux sports et loisirs.

Le projet de ZAC Part-Dieu Ouest, s'inscrit au sein du périmètre du projet urbain. Les programmes PEM, Two Lyon (projet immobilier) et de la ZAC sont étudiés de manière intégrée et poursuivent des objectifs cohérents. L'étude porte sur les effets cumulés du projet PEM/Two Lyon, et de la ZAC Part-Dieu.



Figure 1 – Vue 3D du projet

Méthodologie

Trois scénarios sont étudiés :

- L'état initial pour l'année 2015,
- l'état futur pour l'année 2030, sans réalisation du projet PEM / Two Lyon, mais avec réalisation du projet de ZAC (scénario dénommé « fil de l'eau ») ;
- l'état futur pour l'année 2030, avec réalisation du projet PEM / Two Lyon.

Les enjeux du projet en termes de qualité de l'air portent sur le trafic routier. En effet, le projet de ZAC s'accompagne de la création de nombreux logements, de bureaux et commerces, et de la modification du schéma de la voirie, qui impacteront les trafics automobiles sur la zone d'étude.
La création d'une ZAC et la réalisation d'un aménagement tel que le PEM / Two Lyon, ne sont encadrés de façon spécifique par la réglementation sur la qualité de l'air. Par conséquent, dans la mesure où les enjeux du projet portent principalement sur le trafic routier, il a été choisi de s'appuyer d'un point de vue méthodologique pour la réalisation de cette étude, sur la « Circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005, relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières ».

Le niveau d'étude, déterminant le contenu de l'étude, est défini selon trois critères : charge prévisionnelle du trafic, densité de population et longueur du projet.

Cette étude est donc menée en suivant la méthodologie préconisée pour une étude de **niveau 2 sur l'ensemble du domaine d'étude, et de niveau 1 au niveau des sites sensibles identifiés**, ce qui implique la réalisation d'une évaluation des risques sanitaires, pour ces sites uniquement.

A ce titre, les polluants atmosphériques considérés dans cette étude sont :

- le NO_2 ;
- le CO ;
- les hydrocarbures, parmi cette famille dont l'étude est recommandée par la circulaire, nous avons choisi de retenir le benzo(a)pyrène, qui fait l'objet d'une réglementation en termes de qualité de l'air ;
- le benzène ;
- les particules PM_{10} et $PM_{2.5}$;
- le SO_2 ;
- le nickel ;
- le cadmium.

Ces substances font toutes l'objet d'une réglementation en termes de qualité de l'air. Dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires, une liste spécifique de polluants est considérée.

Caractérisation du domaine d'étude

Le domaine d'étude retenu englobe toutes les rues pour lesquelles une donnée de trafic était disponible. L'ensemble de ces rues est présenté sur la figure suivante.



Figure 2 – Domaine d'étude et rues étudiées

Ce domaine d'étude est caractérisé par un relief totalement plat.

Les vents montrent des directions privilégiées très marquées avec des vents dominants provenant du nord-nord-ouest, et du sud presque exclusivement.

La population a été estimée sur le domaine d'étude pour l'état initial à l'aide de données INSEE portant sur l'année 2010, et carroyées avec une résolution de 200 m. La population ainsi estimée sur le domaine d'étude est de l'ordre de 38 450 habitants. Pour le fil de l'eau 2030, les principaux aménagements immobiliers connus, prévus d'ici 2030 sur la ZAC ont été pris en compte, ce qui représente 2480 habitants supplémentaires, répartis en plusieurs zones du domaine d'étude. Pour l'horizon 2030, la population est supposée égale que le projet de ZAC soit réalisé ou non.

Les sites sensibles, c'est-à-dire correspondant à des lieux de vie de personnes plus sensibles à la pollution atmosphérique (enfants, personnes âgées ou malades), ou à des lieux de pratique sportive, ont été recensés sur le domaine d'étude. Ces sites sont notamment exploités par la suite dans l'évaluation des risques sanitaires.

La pollution de fond caractéristique du domaine d'étude a été caractérisée grâce aux relevés de la station de mesure « Lyon Centre » du réseau de surveillance de la qualité de l'air Air Rhône Alpes. Ces données sont par ailleurs exploitées par la suite dans les calculs de dispersion.

Estimation des émissions polluantes

Les émissions polluantes ont été quantifiées sur le domaine d'étude selon la méthodologie Copert IV. Ce calcul montre :

- une diminution des émissions de tous les polluants entre l'état initial 2015 et le fil de l'eau 2030. Elle est due aux améliorations technologiques et au renouvellement du parc urbain entre les deux horizons ;
- une augmentation des émissions de tous les polluants entre la situation fil de l'eau et le projet en 2030. Elle est de 17% en moyenne, et est due à l'augmentation globale du trafic à l'échelle du domaine d'étude suite à la mise en place du projet.

Concentrations en polluants sur le domaine d'étude

Le modèle de dispersion atmosphérique ADMS Urban a été mis en œuvre sur la base des données d'émission quantifiées. Il a permis de simuler la dispersion des différents polluants étudiés sur la bande d'étude.

Les zones de retombées les plus élevées sont localisées :

- Pour l'état initial 2015 et le fil de l'eau 2030 : le long de la rue Servient, à l'est de la rue de Bonnel et au sud du boulevard Jules Favre, au nord de la rue de la Villette, et sur la rue Paul Bert ;
- Pour le scénario avec projet 2030 : à l'ouest des passages sous les voies SNCF de l'avenue Georges Pompidou et de la rue de Bonnel.

Effets du projet sur la qualité de l'air

L'impact du projet sur la qualité de l'air a été comparé aux seuils réglementaires définis par l'article R 221-1 du Code de l'Environnement. Pour cela, les calculs de dispersion intègrent la contribution des rues modélisées, ainsi qu'une pollution de fond pour chaque substance étudiée, permettant de caractériser les concentrations réelles attendues dans l'environnement.

A l'état initial 2015, les concentrations simulées dépassent les valeurs limites de qualité de l'air en NO_2 (dans la majorité des rues), PM_{10} et $PM_{2.5}$ (sur les quelques rues les plus impactées).

Pour les états futurs 2030, les dépassements diminuent significativement en NO_2, et de façon moins sensible en poussières.

Globalement la mise en place du projet n'a qu'un impact très limité sur les dépassements observés, mais peut faire apparaitre des dépassements à l'ouest des passages sous les voies SNCF, avenue Georges Pompidou et rue de Bonnel.

Aucun dépassement n'est envisagé pour les autres polluants.

Effets du projet sur la santé

- Indicateur simplifié pollution-population

L'exposition de la population aux pollutions issues du domaine a été étudiée dans un premier temps à l'aide d'un indicateur simplifié pollution-population, basé sur les concentrations simulées en NO_2 et sur la localisation des populations.

La comparaison des trois scénarios montre une évolution spatialement contrastée de l'exposition des populations : dans le futur, l'exposition devrait globalement diminuer par rapport à l'état initial, que le projet soit mis en place ou non, excepté sur quelques zones où de nouveaux projets immobilier (et donc une augmentation de la population résidente) sont attendus, (rue du Lac et rue Mazenod, rue Paul Bert, nord du boulevard Vivier Merle, et nord de la rue de la Villette).

La mise en place du projet ne conduit pas à une évolution significative de l'exposition des populations. On note uniquement une augmentation légère de l'exposition rue de Bonnel, rue André Philip et rue des Cuirassiers, et une diminution légère à l'intersection entre les rues Servient et Garibaldi.

- Evaluation quantitative des risques sanitaires

Une évaluation des risques sanitaires a été réalisée au niveau des sites sensibles identifiés sur le domaine d'étude.

L'évaluation des risques sanitaires est une démarche structurée permettant d'aider les gestionnaires de risque. Elle comporte 4 étapes : (1) l'identification des dangers des substances ; (2) l'évaluation des relations doses-réponses (estimation du lien entre la dose d'une substance mise en contact avec l'organisme et l'incidence de l'apparition d'un effet toxique jugé critique pour l'organisme); (3) l'évaluation des expositions ; (4) la caractérisation du risque pour les populations exposées.

La liste de tous les agents toxiques émis et appréhendés est celle recommandée par l'ANSES pour la voie respiratoire (la seule voie d'exposition considérée dans le cadre de ce travail) dans un avis publié en 2012 relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières.

- Identification des dangers

Des bases de données toxicologiques françaises et internationales ont été consultées. Elles ont fourni des indications sur les effets aigus (courtes durées d'exposition) ou les effets chroniques (longues durées d'exposition d'au moins un an) des différentes substances retenues pour l'étude sur la santé humaine.

- Evaluation de la relation dose-réponse

Les valeurs toxicologiques de référence ont été retenues en suivant les recommandations de la DGS dans sa note d'octobre 2014.

- Evaluation des expositions

Les risques sanitaires ont été caractérisés en considérant comme cible les populations susceptibles de fréquenter les sites sensibles, à savoir les établissements scolaires, les établissements sanitaires et sociaux (crèches, hôpitaux, maisons de retraite, etc.) et les sites de pratiques sportives. Conformément aux recommandations réglementaires, les 3 horizons d'étude ont été investigués (état initial, états futurs avec ou sans aménagement).

Dans le cadre de l'ERS, ce sont les niveaux totaux en substances qui ont été appréhendés dans l'étape de caractérisation des risques sanitaires, dans la mesure où il semble difficile de distinguer l'exposition induite par le trafic automobile d'une part et les autres sources de pollution d'autre part.

Cette remarque ne concerne que les 6 substances pour lesquelles un niveau de fond a pu être estimé, à savoir le dioxyde d'azote, les poussières, le benzène, le benzo(a)pyrène, l'arsenic et le nickel. Pour les autres substances, la caractérisation des risques n'a appréhendé que les concentrations induites par le seul trafic routier local modélisé.

- Caractérisation du risque

D'après l'évaluation des risques sanitaires menée, l'étude ne permet pas de distinguer de différence significative les 2 états futurs en termes de niveaux de risques et de nombre de sites sensibles impactés.
D'après les données exploitées, les seuils sanitaires sont dépassés pour le benzène dans le cas d'une exposition chronique pour des effets cancérigènes, au niveau de l'ensemble des sites sensibles et pour les états avec ou sans aménagement. Les émissions induites par le trafic routier local ne contribuent que faiblement aux dépassements estimés (moins de 15%).

Pour les polluants pour lesquels le risque ne peut être quantifié (cas des poussières et du dioxyde d'azote), des dépassements de valeurs guide aiguës ou chroniques sont estimés au niveau d'une partie ou de l'ensemble des sites sensibles. Comme dans le cas du benzène, les niveaux induits par le trafic routier local ne contribuent que minoritairement aux dépassements estimés.

Une estimation des risques « cumulés » considérant l'exposition simultanée à plusieurs substances a été réalisée. Pour les effets non cancérigènes, les résultats obtenus ne sont pas susceptibles de dépasser le seuil sanitaire (QD<1) quel que soit le système cible appréhendé. Pour les effets cancérigènes, des dépassements du seuil de conformité ($ERI>10^{-5}$) sont obtenus sur l'ensemble des sites sensibles. Ces dépassements sont principalement liés au benzène et donc au niveau de fond ambiant comme indiqué précédemment.

Cette ERS ne permet pas de distinguer de différences significatives d'un point de vue sanitaire entre les 2 états futurs investigués, à savoir, avec ou sans aménagement.

Coûts collectifs liés aux impacts du projet

Les coûts collectifs des pollutions et nuisances induits pour la collectivité par les évolutions du trafic routiers liées au projet ont été estimés.

Sur la santé

Les valeurs des coûts externes induits par la pollution de l'air de l'instruction cadre du 25 mars 2004 relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructure de transport, mis à jour en 2013 selon les travaux du groupe du Commissariat Général à la Stratégie et à la Prospective, ont permis d'évaluer, en intégrant les différents types de trafic (poids lourds, véhicules légers et véhicules utilitaires légers), les coûts collectifs liés aux impacts de la pollution atmosphérique sur la santé humaine.

A l'échelle du domaine d'étude, le projet devrait avoir un impact négatif sur les coûts collectifs liés aux impacts sur la santé avec une augmentation estimée de l'ordre de 4%.

Sur l'effet de serre

Le coût de l'impact du projet sur l'effet de serre est évalué à partir des émissions de carbone, proportionnelles dans le cas d'un projet routier à la consommation des véhicules. L'instruction cadre de mars 2004 donne des valeurs de la tonne de carbone pour la période 2000-2010 et des indications sur l'évolution de ces valeurs après 2010. Là aussi, les travaux du groupe du Commissariat Général à la Stratégie et à la Prospective en 2013 proposent une mise à jour de ces valeurs, qui ont été utilisées ici.
D'après les calculs de consommation de carburant basés sur les trafics attendus et les valeurs de la tonne de carburant données par l'instruction cadre de mars 2004 et par les mises à jour de 2013, les évolutions du trafic routier induites par le projet de ZAC Part-Dieu Ouest devraient avoir un impact négatif sur les coûts collectifs relatifs à l'effet de serre, avec une augmentation de 11.5%.

TABLE DES MATIERES

1. CONTEXTE, OBJET ET CADRE REGLEMENTAIRE DE REFERENCE 10

1.1 Présentation du projet 10

1.2 Objet de l'étude 11

1.3 Contexte réglementaire 11

1.4 Niveau et contenu de l'étude 13

1.5 Domaine et bande d'étude 14

1.5.1 Le domaine d'étude 15

1.5.2 La bande d'étude 15

2. CARACTERISATION DU DOMAINE ET DE LA BANDE D'ETUDE 17

2.1 Topographie 17

2.2 Climatologie 17

2.3 Caractérisation des populations et des sites sensibles 18

2.3.1 Population résidente 18

2.3.2 Populations fréquentant la zone d'étude 19

2.4 Pollution de fond 21

2.5 Données trafic 22

3. ESTIMATION DES EMISSIONS EN POLLUANTS 25

3.1 Méthodologie 25

3.2 Bilan des émissions sur le domaine d'étude 25

4. MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE DES POLLUANTS 29

4.1 Description du modèle ADMS-Urban 29

4.2 Phénomènes pris en compte dans la modélisation de la dispersion atmosphérique 29

4.3 Présentation des calculs réalisés par modélisation 30

4.4 Dispersion des polluants sur le domaine d'étude 31

4.4.1 Dioxyde d'azote (NO_2) 31

4.4.2 Poussières PM_{10} 33

4.5 Impact du projet sur la qualité de l'air 35

5. CALCUL DE L'INDICE POLLUTION POPULATION (IPP) 38

5.1 Méthodologie 38

5.1.1 Choix des polluants 38

5.1.2 Hypothèses de calcul 38

5.2 Indicateur global 38

5.3 Variation spatiale de l'indice 39

6. EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES 42

6.1 Etape 1 : Identification des dangers 43

6.1.1 Liste de substances appréhendées dans l'ERS 43

6.1.2 Etude des dangers 44

6.2 Etape 2 : Inventaire et choix des valeurs toxicologiques de référence 46

6.2.1 Méthode 46

6.2.2 Sources de données 46

6.2.3 Choix des valeurs toxicologiques de référence 47

6.3 Etape 3 : Evaluation des expositions 49

6.3.1 Voies et vecteurs d'exposition 49

6.3.2 Scenario d'exposition retenu 49

6.3.3 Paramètres du scénario d'exposition 50

6.3.4 Estimation des concentrations en substances dans l'air 50

6.3.5 Prise en compte du bruit de fond local 52

6.4 Etape 4 : Caractérisation des risques sanitaires 53

6.4.1 Méthode 53

6.4.2 Résultats 54

6.5 Analyse des incertitudes 57

6.5.1 Incertitudes ayant pour effet de sous-estimer les risques 57

6.5.2 Incertitudes ayant pour effet de surestimer les risques 58

6.5.3 Incertitudes dont l'effet sur les risques est inconnu (ou variable) 58

6.6 Conclusion 59

7. MONETARISATION ET ANALYSE DES COUTS COLLECTIFS DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE 61

7.1 Coûts collectifs liés aux impacts sur la santé 61

7.1.1 Méthodologie de Référence 61

7.1.2 Résultats 61

7.2 Coûts collectifs relatifs à l'impact du projet sur l'effet de serre 62

7.2.1 Méthodologie de Référence 62

7.2.2 Résultats 62

8. CONCLUSIONS DU VOLET « AIR ET SANTE » 64

ANNEXE A IDENTIFICATION DES SITES SENSIBLES 66

ANNEXE B CARTES DES TRAFICS EN TMJA POUR CHAQUE SCENARIO 67

ANNEXE C HYPOTHESES DE MODELISATION 69

ANNEXE D CARTOGRAPHIES DE DISPERSION 74

ANNEXE E FICHES TOXICOLOGIQUES 84

ANNEXE F SPECIATION DES HAP DANS LE MELANGE DE SUBSTANCES EMIS A L'ECHAPPEMENT 85

TABLE DES FIGURES

Figure 1 – Vue 3D du projet 3
Figure 2 – Domaine d'étude et rues étudiées 4
Figure 3 – Vue 3D du projet (fournie par SETEC) 10
Figure 4 – Périmètre d'étude (fourni par SETEC) 11
Figure 5 – Rues définissant le domaine d'étude 15
Figure 6 - Topographie autour du domaine d'étude 17
Figure 7 – Rose des vents décennale enregistrée à la station de Lyon Saint Exupéry 17
Figure 8 – Normales annuelles (tableau du haut), hauteurs moyennes mensuelles des précipitations (figure du milieu), et températures minimales et maximales mensuelles, et ensoleillement (figure du bas) à l'aéroport de Lyon Saint Exupéry - (source Météo France). 18
Figure 9 – Population du domaine d'étude pour l'état initial 18
Figure 10 – Population du domaine d'étude pour les scénarios futurs 19
Figure 11 – Localisation des sites sensibles dans le domaine d'étude 20
Figure 12 – Localisation de la station de mesure de la qualité de l'air « Lyon Centre » 21
Figure 13 – TMJA à l'horizon 2015 pour l'état initial 23
Figure 14 – TMJA à l'horizon 2030 pour le scénario fil de l'eau 23
Figure 15 - Bilan des émissions sur le domaine d'étude 26
Figure 16 - Bilan des véhicules.kilomètres sur le domaine d'étude, pour les trois scénarios 26
Figure 17 – Variations d'émissions en NO_x sur le domaine d'étude entre l'état initial et le fil de l'eau 27
Figure 18 – Variations d'émissions en NO_x sur le domaine d'étude entre le fil de l'eau et le scénario projet 27
Figure 19 - Concentrations moyennes annuelles simulées en NO_2 pour l'état initial 31
Figure 20 - Concentrations moyennes annuelles simulées en NO_2 pour le fil de l'eau 32
Figure 21 - Concentrations moyennes annuelles simulées en NO_2 pour le scénario projet 32
Figure 22 - Concentrations moyennes annuelles simulées en PM_{10} pour l'état initial 33
Figure 23 - Concentrations moyennes annuelles simulées en PM_{10} pour le fil de l'eau 34
Figure 24 - Concentrations moyennes annuelles simulées en PM_{10} pour le projet 34
Figure 25 - Variation de l'IPP en NO_2 entre l'état initial et le fil de l'eau 39
Figure 26 - Variation de l'IPP en NO_2 entre le fil de l'eau et le projet 40
Figure 27 - Variation de l'IPP en NO_2 entre l'état initial et le projet 40
Figure 28 – Logigramme de la démarche d'évaluation des risques sanitaires 42
Figure 29– Logigramme pour le choix des VTR (note n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014) 47
Figure 30 – Localisation des sites où la valeur guide de 40 µg.m^{-3} est dépassée pour le NO_2 et l'état initial 56
Figure 31 - Points de calculs utilisés 71
Figure 32 – Grille de données considérée pour les calculs de canopée urbaine et illustration d'un paramètre d'entrée 72
Figure 33 - Profils temporels horaires 72
Figure 34 – Bâtiments considérés pour les calculs des caractéristiques du canyon 73
Figure 35 – Rues modélisées comme des tunnels 73

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 – Contenu de l'étude d'impact en fonction du niveau de l'étude. 13
Tableau 2 **–** Niveau d'étude en fonction du trafic, de la densité de population et de la longueur du projet (densité de population utilisée : ville de Lyon = 10 368,6 hab/km² - données INSEE 2012). 14
Tableau 3 – Critères permettant de définir la largeur minimale de la bande d'étude 15
Tableau 4 – Données de pollution de fond considérées (station Lyon Centre) 22
Tableau 5 - Bilan des émissions sur le domaine d'étude. 26
Tableau 6 – Phénomènes pris en compte dans la modélisation 30
Tableau 7 – Paramètres statistiques calculés par le modèle 30
Tableau 8 – Synthèse du respect des seuils de qualité de l'air pour chaque polluant 36
Tableau 9 – IPP globaux pour chaque scénario, en milliers d'unités 38
Tableau 10 - Substances appréhendée dans l'ERS (source : Anses, 2012) 43
Tableau 11 – Liste des systèmes-cibles susceptibles d'être atteints et substances associées 45
Tableau 12 - VG aiguës 47
Tableau 13 - VTR chronique non cancérigène 47
Tableau 14 - VTR chronique cancérigène 48
Tableau 15 - FET des HAP pris en compte (source Ineris, 2006) 48
Tableau 16 - Synthèse des substances retenues et des VTR disponibles 49
Tableau 17 - Paramètres du scénario d'exposition 50
Tableau 18 – Part d'éthylbenzène et de propionaldéhyde dans les COVNM émis par les différentes catégories de véhicules en fonction de l'horizon d'étude 51
Tableau 19 - Intervalles de concentrations dans l'air (Ci) obtenues pour une exposition aiguë (µg.m^{-3}) 51
Tableau 20 - Intervalles de concentrations dans l'air (Ci) obtenues pour une exposition chronique (µg.m^{-3}) 52
Tableau 21 - Niveaux de fond atmosphérique appréhendés 52
Tableau 22 - Estimation des intervalles de contribution des niveaux de fond ambiants dans les niveaux totaux moyens en substances 52
Tableau 23 - Détermination des substances dont les effets critiques à seuil de dose associés aux VTR retenues se rapportent au même système cible 54
Tableau 24 - Comparaison entre les valeurs maximales de CMI estimées et les valeurs guides retenues pour les 3 états d'études investigués (µg.m^{-3}) 54
Tableau 25 - Résultats obtenus pour les QD chroniques 55
Tableau 26 - Comparaison entre les valeurs de CMI estimées en dioxyde d'azote, en PM_{10} et en $PM_{2,5}$ et les valeurs guides retenues pour les 3 états d'études investigués 55
Tableau 27 - Résultats obtenus pour les ERI 56
Tableau 28 - Résultats obtenus pour les QD cumulés 57
Tableau 29 - Résultats obtenus pour les ERI cumulés 57
Tableau 17 – Valeurs de la pollution atmosphérique 2010 en €/100 véh.km selon « Quinet » 61
Tableau 18 – Monétarisation des coûts collectifs (en € /jour) relatifs à la pollution atmosphérique induite par le projet 61
Tableau 32 – Valeurs 2010 de la tonne de carbone (source « Quinet ») 62
Tableau 21 – Monétarisation des coûts collectifs (en €/jour) relatifs au projet sur l'effet de serre 62
Tableau 34 – Structures d'accueil des enfants en bas-âge 66
Tableau 35 – Etablissements scolaires recensés dans la zone d'étude 66
Tableau 36 – Etablissements sanitaires et sociaux 66
Tableau 37 – Sites dédiés aux activités sportives 66

1. CONTEXTE, OBJET ET CADRE REGLEMENTAIRE DE REFERENCE

1.1 Présentation du projet

SETEC Environnement réalise actuellement l'étude d'impact relative au projet PEM / Two Lyon et au projet de ZAC Part-Dieu Ouest, projets prévus dans le cadre du projet urbain Lyon Part-Dieu. Ce projet global comporte quatre entités opératoires distinctes ; localisées sur la Figure 3 :

- La « Gare ouverte », qui inclut le Pôle d'Echanges Multimodal (PEM) et ses abords : places Béraudier, place de Francfort (gare routière), place de Milan ;
- Le « Cœur Part-Dieu », qui s'étend principalement sur la dalle et autour du centre commercial, de la rue Garibaldi au boulevard Vivier-Merle, et de la rue du Docteur Bouchut à la rue Deruelle ;
- Le « Lac Cuirassiers Desaix », qui va de la rue du Docteur Bouchut à la rue Paul Bert, et du boulevard Vivier Merle à la rue Garibaldi, secteur le plus favorable au développement de l'habitat ;
- La « Part-Dieu Sud » qui se déploie du boulevard Vivier-Merle à la rue Maurice Flandin et de la rue Paul Bert au cours Gambetta dans la continuité de la ZAC de la Buire, périmètre destiné au tertiaire et aux sports et loisirs.

Le projet de ZAC Part-Dieu Ouest, s'inscrit au sein du périmètre du projet urbain. Les programmes PEM, Two Lyon (projet immobilier) et de la ZAC sont étudiés de manière intégrée et poursuivent des objectifs cohérents.

L'étude porte sur les effets cumulés du projet PEM/Two Lyon, et de la ZAC Part-Dieu Ouest.



Figure 3 – Vue 3D du projet (fournie par SETEC)

Le périmètre d'étude est présenté sur la figure suivante.

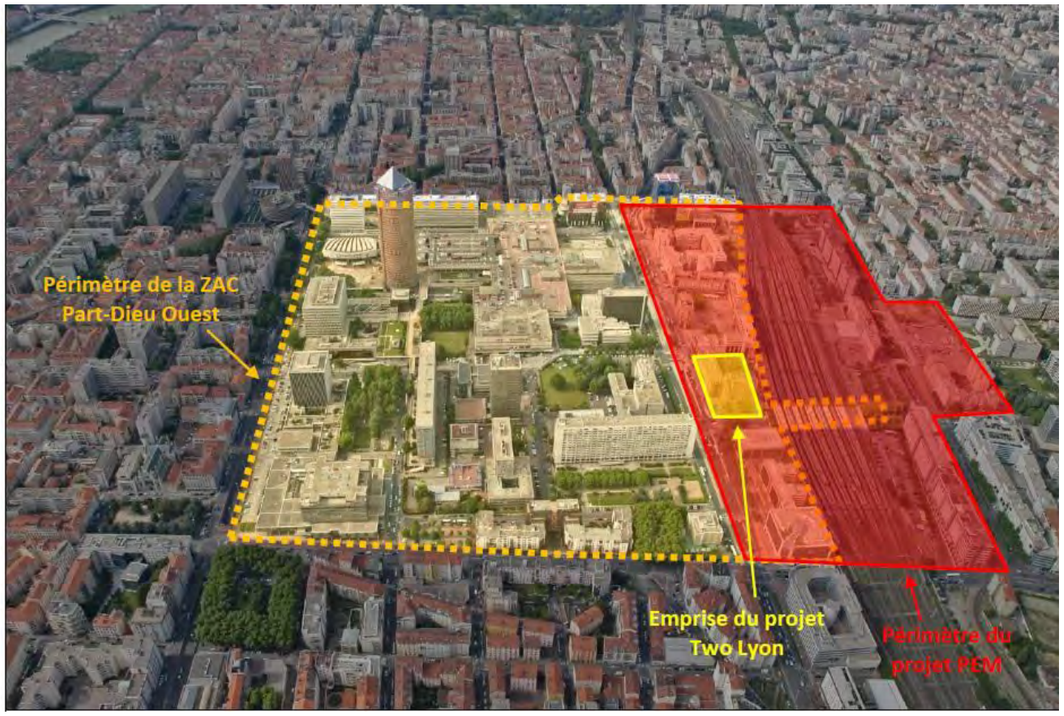


Figure 4 – Périmètre d'étude (fourni par SETEC)

1.2 Objet de l'étude

L'objectif du volet « Air et Santé » des études d'environnement est de fournir les éléments nécessaires à l'évaluation des effets potentiels du projet sur la qualité de l'air et la santé.

Les enjeux du projet en termes de qualité de l'air portent sur le trafic routier. En effet, le projet s'accompagne de la création de nombreux logements, bureaux et commerces, et de modifications de voiries, qui impacteront les trafics automobiles sur la zone d'étude.

La création d'une ZAC et un aménagement tel que la création du PEM / Two Lyon, ne sont pas encadrés de façon spécifique par la réglementation sur la qualité de l'air. Par conséquent, dans la mesure où les enjeux du projet portent principalement sur le trafic routier, il a été choisi de s'appuyer d'un point de vue méthodologique pour la réalisation de cette étude sur la « Circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005, relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières ».

Ce rapport présente en particulier :

- le contexte, objet et cadre réglementaire de référence ;
- les généralités concernant la pollution atmosphérique automobile et ses effets ;
- la caractérisation du domaine et de la bande d'étude ;
- l'estimation des émissions sur le domaine d'étude pour les deux scénarios ;
- le calcul de l'Indice Pollution / Population (IPP) ;
- l'évaluation des risques sanitaires au niveau des sites sensibles identifiés ;
- l'analyse de coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances, et des avantages/inconvénients induits pour la collectivité.

1.3 Contexte réglementaire

Réglementation internationale et européenne

La réduction de la pollution atmosphérique repose sur des réglementations concernant à la fois des sources fixes (installations industrielles, incinérateurs,…) et des sources mobiles (transports). Au niveau mondial, 38 pays ayant signé le protocole de Kyoto se sont engagés à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre.

Dans les pays de l'Union Européenne, la commission vise à imposer des seuils d'émission aux instances membres. En mai 2001, la commission européenne a lancé le programme "Air pur pour l'Europe", également appelé CAFE (Clean Air From Europe), qui fixe des normes communautaires de qualité de l'air et des plafonds d'émissions nationaux plus stricts à chaque État membre de l'U.E. Les deux priorités de ce programme sont l'ozone troposphérique et les particules ultra-fines.

Citons également le programme AUTO-OIL qui vise à rendre moins polluantes les voitures et l'essence tout en incitant les européens à modifier leur comportement (pots catalytiques obligatoires sur les moteurs, élaboration de carburants moins polluants, construction de voitures électriques,…).

Chaque directive énoncée par l'UE doit ensuite être déclinée d'un point de vue national. C'est ainsi que pour 2010, la France, pour se conformer à la directive européenne « National Emissions Ceilings » devait par exemple réduire de 50% ses émissions en SO_2 et NO_2, de 40% ses émissions en composés organiques volatils (COV) et stabiliser ses émissions d'ammoniac (NH_3). Cet engagement a été respecté, sauf pour le NO_2 où le seuil de tolérance fixé par la directive a été dépassé. Cette directive aurait dû être révisée en 2010 mais la Convention ne compte pas présenter de proposition en ce sens avant une redéfinition générale de sa politique en matière de qualité de l'air qui sera intégrée dans le 7ème programme d'action pour l'environnement.

Loi n°76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature

Cette loi et notamment l'article 2, vise au respect des préoccupations environnementales lors de travaux et de projets d'aménagement. Elle fixe également le contenu de l'étude d'impact « […] qui comprend au minimum une analyse de l'état initial du site et de son environnement, l'étude

des modifications que le projet y engendrerait, l'étude de ses effets sur la santé et les mesures envisagées pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables pour l'environnement et la santé ; en outre, pour les infrastructures de transport, l'étude d'impact comprend une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité ainsi qu'une évaluation des consommations énergétiques [...] », et les conditions selon lesquelles elle sera rendue publique.

Loi n°96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie

La nécessité de renforcer la surveillance et la prévention de la qualité de l'air a conduit le parlement français à adopter, le 30 décembre 1996, la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE), actuellement intégrée au Code de l'Environnement. Cette loi impose des objectifs et des obligations en matière de surveillance de l'air ainsi que la mise en œuvre d'outils de planification en vue de mieux lutter contre la pollution atmosphérique :

- Plan régional pour la Qualité de l'Air (PRQA) ;
- Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) ;
- Plan de Déplacement Urbain (PDU).

Ces plans tentent d'exposer et de mieux comprendre les composants de la pollution atmosphérique afin d'y remédier suivant des objectifs propres par des propositions et des décisions. De plus, le Plan Climat de la France, via la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement, annoncé en janvier 2010 par le Gouvernement, devrait permettre à la France de remplir son engagement au titre du protocole de Kyoto.

L'article 19 de cette loi impose aux maîtres d'ouvrage des études particulières sur la pollution atmosphérique, la santé et le coût social, dès lors qu'un projet d'aménagement ou d'occupation des sols présente des impacts significatifs pour l'environnement.

Décret n°77-1141 du 12 octobre 1977 relatif aux études d'impact

Ce texte met en application l'article 2 de la loi n°76-629 relative à la protection de la nature. Il fixe les conditions imposant la réalisation de l'étude d'impact et le cadre réglementaire de cette étude.

Circulaire n°98-36 MATE/DNP du 17 février 1998 sur l'application de l'article 19 de la loi sur l'air

L'article 19 de la LAURE impose à tous les projets nécessitant une étude d'impact d'effectuer une « étude des effets du projet sur la santé ». Les objectifs déclinés dans cette circulaire sont les suivants :

- étudier les thèmes pertinents (air, bruit, eau, sol,...) ;
- apprécier les effets cumulatifs ;
- identifier les populations exposées ;
- prendre en compte les phases chantier et exploitation.

Circulaire n°2000-61 MES/DGS du 3 février 2000 relative au guide de lecture et d'analyse du volet sanitaire des études d'impact

L'article 19 de la LAURE prévoit que le contenu de l'étude d'impact comprenne l'étude des effets sur la santé et les mesures envisagées pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables pour l'environnement et la santé.

Suite à cette nouvelle réglementation, la DGS a confié à l'InVS la réalisation d'un guide méthodologique : guide pour l'analyse du Volet sanitaire des études d'impact qui indique une méthode de travail en quatre étapes :

- l'identification des dangers ;
- la définition des relations dose-réponse ou dose-effet ;
- l'évaluation de l'exposition des populations ;
- la caractérisation des risques.

Cette circulaire relate la transmission de ce guide réalisé par l'InVS.

Décret n°2010-336 du 31 mars 2010 portant création des agences régionales de santé

Depuis mars 2010, les Agences Régionales de Santé (ARS), anciennement DDASS, ont été créées afin d'assurer un pilotage unifié de la santé en région, de mieux répondre aux besoins de la population et d'accroître l'efficacité du système. Elles garantissent une approche plus cohérente et plus efficace des politiques de santé menées sur un territoire et permettent une plus grande fluidité du parcours de soin, pour répondre aux besoins des patients.

Décret du 1er août 2003

Ce décret modifie le décret n°77-1141 du 12 octobre 1977 pris pour l'application de l'article 2 de la loi n°76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature, en introduisant :

- la nécessité d'une évaluation des effets du projet sur la santé ;
- une procédure de concertation en cas d'impacts transfrontaliers.

Circulaire interministérielle (DGS, DR, DEEEE, DPPR) du 25 février 2005 et sa note méthodologique

Concernant le domaine routier, la circulaire Équipement/Santé/Environnement du 25 février 2005 et sa note méthodologique accompagnent la mise en œuvre de l'article 19 de cette loi et de sa circulaire d'application n°98-36 du 17 février 1998. Cette note, publiée par le SETRA et le CERTU, donne les éléments nécessaires à l'approche des effets de la pollution atmosphérique

sur la santé. Cependant, compte tenu des incertitudes méthodologiques du volet sanitaire et du faible nombre d'expertises en la matière, la méthodologie garde un caractère évolutif. Ce document est également susceptible d'être modifié tant sur le plan technique que sur le plan bibliographique, au regard de l'évolution des connaissances dans ce domaine.

Enfin, l'instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructure de transport du 25 mars 2004 pose les bases d'une méthodologie prenant en compte les nuisances dues à la pollution atmosphérique pour l'estimation des coûts. Elle fixe les valeurs unitaires relatives pour les coûts de la pollution atmosphérique et de l'effet de serre, sur la base du rapport « Transports : choix des investissements et des coûts des nuisances », établi par le groupe présidé par M. Boiteux en 2001.

1.4 Niveau et contenu de l'étude

La circulaire du 25 février 2005 sur laquelle cette étude s'appuie d'un point de vue méthodologique, défini 4 niveaux différents d'études, qui en fixent le contenu (Tableau 1). Ce niveau est défini en fonction de la charge prévisionnelle de trafic et du nombre de personnes concernées par le projet (Tableau 2).

Contenu des études de niveau I
▪ Estimation des émissions de polluants au niveau du domaine d'étude ; ▪ Qualification de l'état initial par des mesures in situ ; ▪ Estimation des concentrations dans la bande d'étude et, selon la nature du projet, dans l'ensemble du domaine en zone urbanisée ; ▪ Comparaison des variantes et de la solution retenue sur le plan de la santé via un indicateur sanitaire simplifié (IPP indice pollution-population, croisant émissions de benzène ou concentrations simplifiées et population) ; ▪ Analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances, et des avantages / inconvénients induits pour la collectivité ; ▪ Évaluation quantitative des risques sanitaires sur le seul tracé retenu.
Contenu des études de niveau II
▪ Estimation des émissions de polluants au niveau du domaine d'étude ; ▪ Qualification de l'état initial par des mesures in situ ; ▪ Estimation des concentrations dans la bande d'étude autour du projet ; ▪ Comparaison des variantes et de la solution retenue sur le plan de la santé via un indicateur sanitaire simplifié (IPP indice pollution-population, croisant émissions de benzène ou concentrations simplifiées et population) ; ▪ Analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances, et des avantages / inconvénients induits pour la collectivité.
Contenu des études de niveau III et IV
Contenu : ▪ Estimation des émissions de polluants au niveau du domaine d'étude (niveaux III et IV) ; ▪ Réalisation éventuelle de mesures in situ pour la qualification de l'état initial (niveau III) ; ▪ Rappel sommaire des effets de la pollution atmosphérique sur la santé (niveaux III et IV).

Tableau 1 – Contenu de l'étude d'impact en fonction du niveau de l'étude.

Trafic à l'horizon d'étude (selon tronçons homogènes de plus de 1 km) / Densité hbts/km² dans la bande d'étude	> 50 000 véh/j ou 5 000 uvp/h	25 000 à 50 000 véh/j ou 2 500 à 5 000 uvp/h	≤ 25 000 véh/j ou 2 500 uvp/h	≤ 10 000 véh/j ou 1 000 uvp/h
G 1 Bâti avec densité ≥ 10 000 hbts/km²	1	1	2	2 si L_{projet} > 5km ou 3 si L_{projet} ≤ 5 km
G 2 Bâti avec densité > 2 000 et < 10 000 hbts/km²	1	2	2	2 si L_{projet} > 25 km ou 3 si L_{projet} ≤ 25 km
G 3 Bâti avec densité ≤ 2 000 hbts/km²	1	2	2	2 si L_{projet} > 50 km ou 3 si L_{projet} ≤ 50km
G 4 Pas de bâti	3	3	4	4

Tableau 2 – Niveau d'étude en fonction du trafic, de la densité de population et de la longueur du projet (densité de population utilisée : ville de Lyon = 10 368,6 hab/km² - données INSEE 2012).

Les facteurs suivants peuvent conduire à corriger le niveau d'étude :

- si des sites sensibles (crèches, hôpitaux, écoles,..) se situent sur la bande d'étude, une étude de niveau II est remontée au niveau I seulement pour les lieux sensibles ;
- dans le cas d'un projet avec des différences marquées de milieu (contexte urbain et interurbain), l'absence totale de population sur certains tronçons (supérieur à 1km) autorise l'application d'un niveau moindre sur ces sections du projet ;
- si la population dans la bande d'étude est supérieure à 100 000 habitants, une étude de niveau II est remontée au niveau I et une étude de niveau III est remontée au niveau II ;
- si le domaine d'étude est situé dans une région où un plan de protection de l'atmosphère (PPA) est approuvé ou doit être réalisé : le niveau d'étude au droit de la zone faisant ou devant faire l'objet d'un PPA peut être remonté.

Concernant le projet faisant l'objet de cette étude :

- le trafic moyen journalier annuel est inférieur à 25 000 véhicules par jour à l'horizon d'étude 2030, sur l'axe le plus chargé (TMJA de 16 400 sur la section sud du boulevard Vivier Merle modélisée) ;
- le projet concerne une zone à caractère urbain très peuplée, et des sites sensibles sont identifiés à proximité.

Par conséquent, conformément aux recommandations de la circulaire n°2005-273, le volet « Air et Santé » concernant ce projet a donc été mené comme une **étude de niveau 2 sur l'ensemble du domaine d'étude, et de niveau 1 au niveau des sites sensibles identifiés.**

A ce titre, les polluants atmosphériques considérés dans cette étude sont :

- le NO_2 ;
- le CO ;
- les hydrocarbures, parmi cette famille dont l'étude est recommandée par la circulaire, nous avons choisi de retenir le benzo(a)pyrène, qui fait l'objet d'une réglementation en termes de qualité de l'air ;
- le benzène ;
- les particules PM_{10} et $PM_{2.5}$;
- le SO_2 ;
- le nickel ;
- le cadmium.

Ces substances font toutes l'objet d'une réglementation en termes de qualité de l'air.

Dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires, une liste spécifique de polluants est considérée. Elle est présentée au chapitre 6.

Enfin, notons que l'état initial a été caractérisé par Setec grâce aux mesures et modélisations réalisées par Air Rhône Alpes.

1.5 Domaine et bande d'étude

Conformément à la note méthodologique précisant les modalités d'application de la Loi sur l'air en matière d'infrastructures routières, la problématique « pollution atmosphérique » doit être appréhendée à 2 niveaux d'échelles : à l'échelle du domaine d'étude et de la bande d'étude.

1.5.1 LE DOMAINE D'ETUDE

Selon la note méthodologique, le domaine géographique d'étude est délimité par l'ensemble des axes routiers dont les trafics varieront de + ou – 10% suite à la réalisation du projet.

Pour cette étude, nous avons fait le choix de retenir un domaine d'étude englobant toutes les rues pour lesquelles une donnée trafic était disponible, quelles que soient les variations de trafic observées entre les situations.

L'ensemble de ces rues est représenté sur la figure suivante. Ce réseau rassemble environ 25 rues différentes sur lesquelles le trafic a été modélisé. Notons que certaines des rues présentées sur cette figure sont en réalité des voies sous-terraines, et ont été modélisées comme telles (voir ANNEXE C, paragraphe C.8).

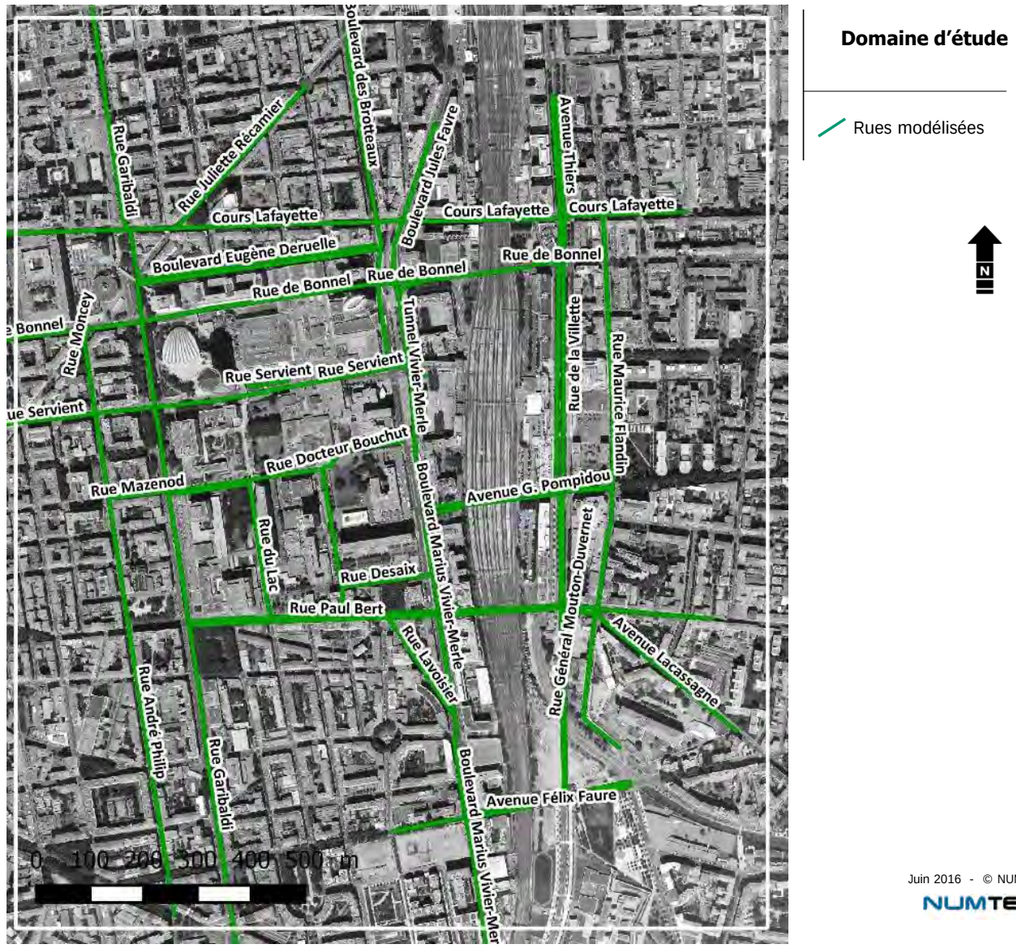


Figure 5 – Rues définissant le domaine d'étude

E-RP-20 – Avril 2014

Juin 2016 - © NUMTECH

1.5.2 LA BANDE D'ETUDE

D'après la circulaire, la bande d'étude est définie autour de chaque voie subissant, du fait de la réalisation du projet, une hausse ou une baisse significative de trafic (±10%, comme pour le domaine d'étude).

Pour la pollution particulaire (métaux lourds, poussières ...), la largeur de la bande d'étude est prise égale à au moins 100m, quel que soit le trafic.

Pour la pollution gazeuse, la largeur minimale de la bande d'étude de part et d'autre de l'axe médian du tracé le plus significatif du projet est définie suivant le Tableau 1 par le plus contraignant des deux critères :

- le trafic moyen journalier annuel (TMJA) prévu à terme, ou en milieu urbain, le trafic à l'heure de pointe la plus chargée ;
- une valeur maximale de concentration en NO_2 en limite de bande.

TMJA à l'horizon d'étude (véh/jour)	Trafic à l'heure de pointe (uvp/h)	Largeur minimale de la bande d'étude (en m) de part et d'autre de l'axe	Valeur maximale en NO_2 en limite de bande d'étude ($\mu g/m^3$)
TMJA > 100 000	UVP > 10 000	300	0.9
50 000 <TMJA ≤ 100 000	5 000 <UVP ≤ 10 000	300	0.7
25 000 <TMJA ≤ 50 000	2 500 <UVP ≤ 5 000	200	0.3
10 000 <TMJA ≤ 25 000	1 000 <UVP ≤ 2 500	150	0.3
TMJA ≤ 10 000	UVP ≤ 1 000	100	0.3

Tableau 3 – Critères permettant de définir la largeur minimale de la bande d'étude

Pour cette étude, étant donné la densité du réseau de rues étudié, il a été fait le choix de ne pas utiliser de bande d'étude, et de travailler à l'échelle du domaine d'étude complet (légèrement majorant puisque certaines zones du domaine auraient été exclues par l'utilisation d'une bande d'étude).



***Chapitre I**, ce qu'il faut retenir :*

L'étude « Air et Santé » réalisée ici s'est basée d'un point du vue méthodologique, sur les préconisations de la circulaire interministérielle du 25 février 2005. A ce titre, elle a été réalisée comme est une étude de niveau II, relevée à une étude de niveau I au niveau des sites sensibles.

Elle intègre une estimation des émissions des polluants NO_x, CO, benzo(a)pyrène , benzène, particules PM_{10} et $PM_{2.5}$, SO_2, Ni, et Cd, une estimation des concentrations en ces polluants sur le domaine d'étude, et la comparaison de ces niveaux aux seuils réglementaires de qualité de l'air pour les trois scénarios étudiés : état initial 2015 et horizon futur 2030, avec et sans projet. L'exposition des populations est tout d'abord estimée selon un indicateur sanitaire simplifié, puis une évaluation des risques sanitaires complète est réalisée au niveau des sites sensibles.

2. CARACTERISATION DU DOMAINE ET DE LA BANDE D'ETUDE

2.1 Topographie

Le domaine d'étude est caractérisé par un relief très plat, et une altitude de l'ordre de 170m. Les premiers reliefs sont localisés à l'ouest, en rive droite du Rhône et de la Saône.



Figure 6 - Topographie autour du domaine d'étude (sourge Géoportail)

2.2 Climatologie

Le département du Rhône est soumis à un climat semi-continental, avec des hivers froids, et des étés chauds et ensoleillés.

Les données de surface utilisées pour caractériser la climatologie du domaine d'étude proviennent de la station de l'aéroport de Lyon Bron, qui se situe à environ 7.5 km au sud-est du domaine d'étude.

Vent

La Figure 7 représente la rose des vents décennale à la station Météo France de Lyon Bron. On constate des vents très marqués, avec deux secteurs presque exclusifs : le nord-nord-est, et le sud. Les autres directions de vent sont très rares. Toutes les vitesses sont représentées.

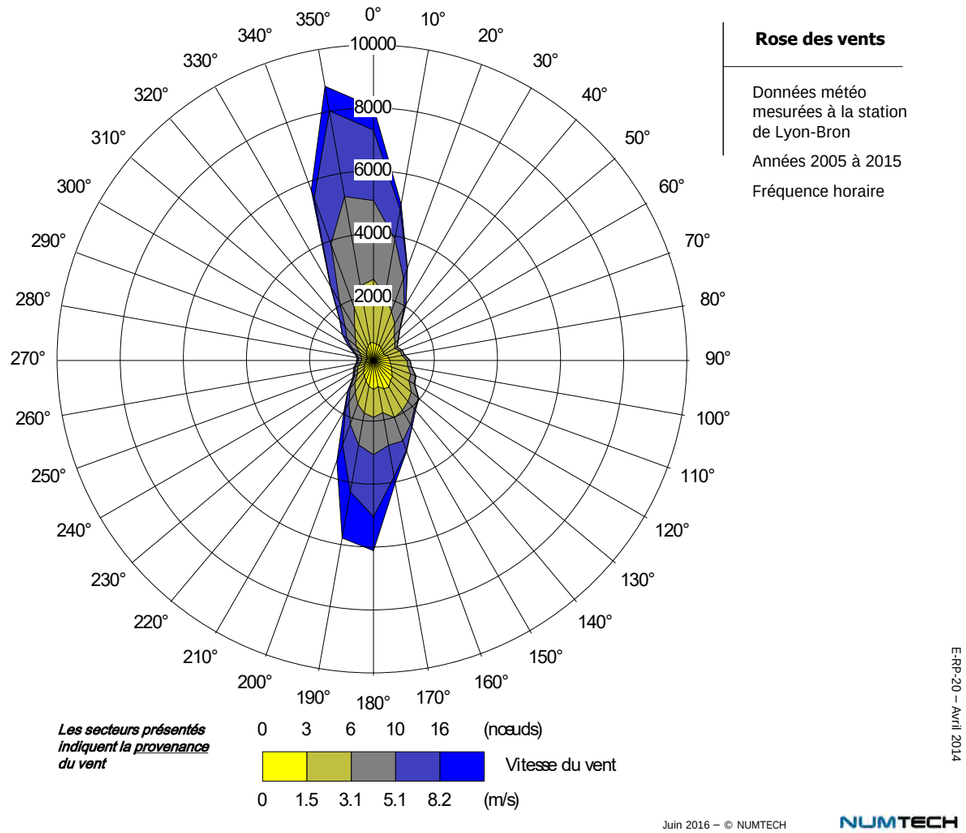


Figure 7 – Rose des vents décennale enregistrée à la station de Lyon Bron

Précipitations et températures

Les précipitations sont fréquentes et assez régulières sur toute l'année. Les mois de mai et d'octobre sont généralement les mois les plus pluvieux (Figure 8). La moyenne annuelle des précipitations est relativement élevée, de 831.9mm.

Les températures sont contrastées (Figure 8). Janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne minimale mensuelle de 0.3°C. Juillet et Août sont les mois les plus chauds avec une température moyenne maximale mensuelle de 27.7°C.

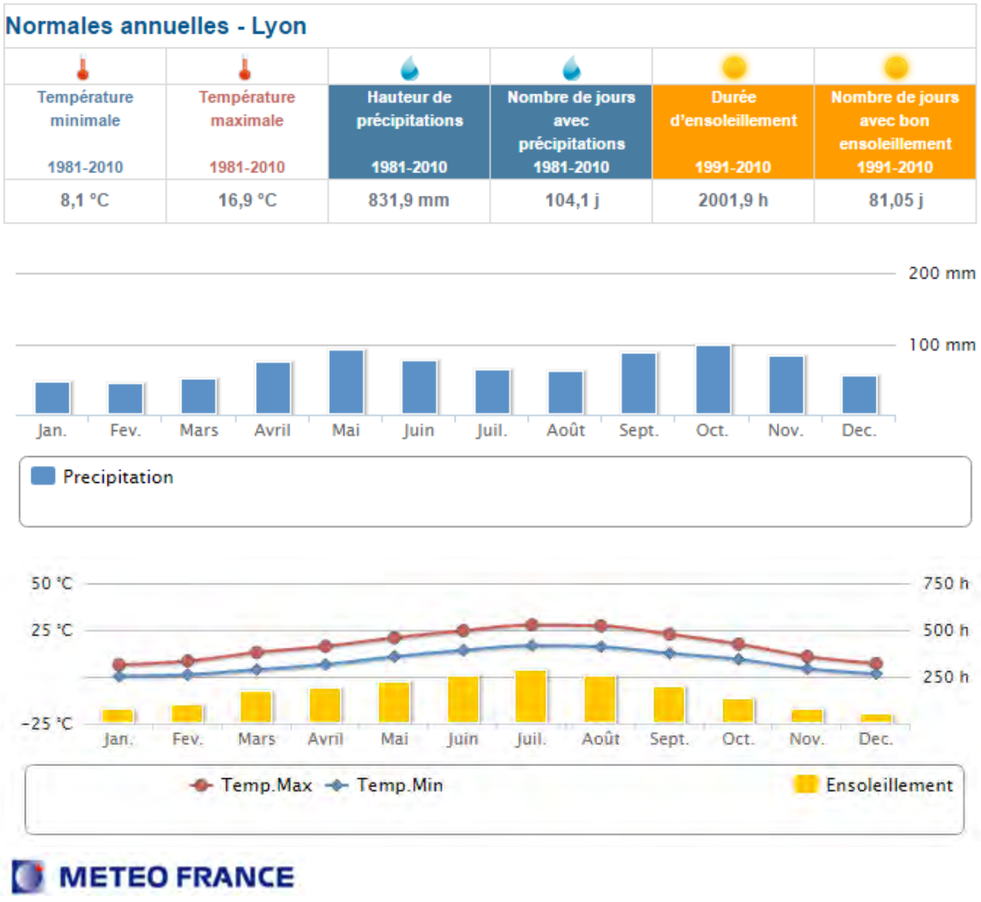


Figure 8 – Normales annuelles (tableau du haut), hauteurs moyennes mensuelles des précipitations (figure du milieu), et températures minimales et maximales mensuelles, et ensoleillement (figure du bas) à l'aéroport de Lyon Bron - (source Météo France).

2.3 Caractérisation des populations et des sites sensibles

Les données de population sur l'aire d'étude ont été utilisées pour l'estimation de l'exposition de la population à la pollution atmosphérique.

2.3.1 Population résidente

Le domaine d'étude retenu intègre partiellement les 3ème et 6ème arrondissements de Lyon. Afin d'estimer le nombre de personnes résidant sur ce domaine d'étude, des données carroyées de population proposées par l'INSEE à une résolution de 200m, ont été utilisées (Figure 9). Ces données ont été obtenues à partir des Revenus Fiscaux Localisés (RFL) au 31 décembre 2010 et de la Taxe d'habitation (TH) au 1er janvier 2011.

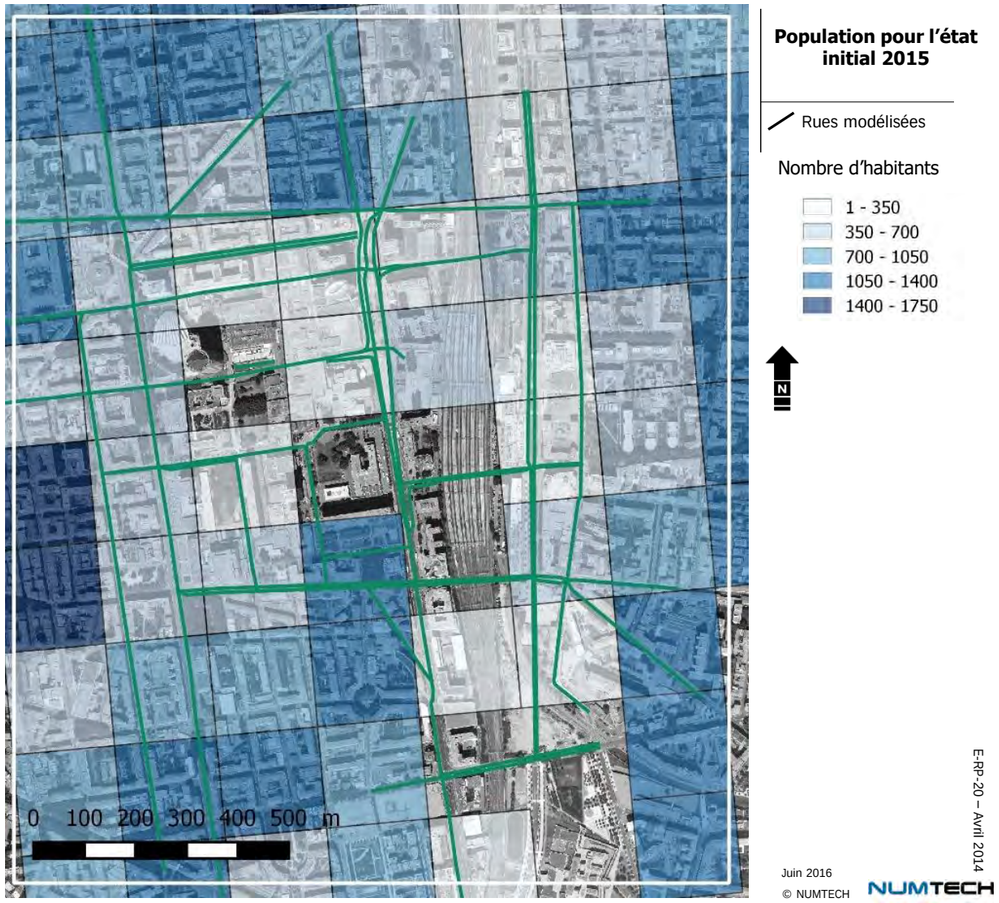


Figure 9 – Population du domaine d'étude pour l'état initial

D'après les informations collectées, environ 38 450 habitants résident sur le domaine d'étude, la quasi-totalité de cette population résidant dans le 3ème arrondissement de Lyon.

Pour les scénarios futurs, il a été fait l'hypothèse que la population restait identique à celle de l'état initial, sauf dans les mailles où des projets immobilier sont connus. Le nombre d'habitants associés à chaque bâtiment concerné a été estimé par SETEC. Les évolutions considérées concernent la suppression des logements place de Milan, et l'ajout des bâtiments suivants : Cité administrative, Silex 3, Desaix Sud, France TV et Lafayette. La Figure 10 présente ainsi la population future estimée sur le domaine d'étude. Elle correspond à un apport de 2480 habitants supplémentaires par rapport à l'état initial. Il est considéré que ces opérations immobilières auront lieu que le projet PEM / Two soit réalisé ou non. Les populations pour les scénarios fil de l'eau et projet sont donc identiques.

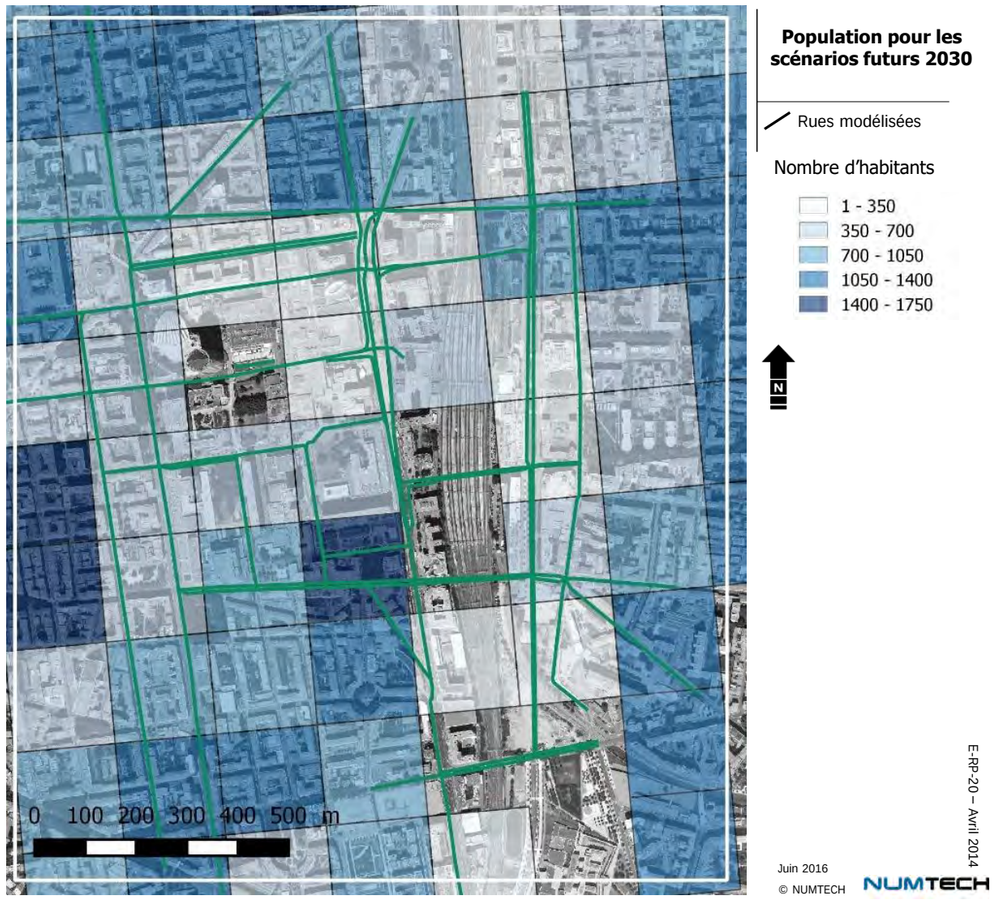


Figure 10 – Population du domaine d'étude pour les scénarios futurs

2.3.2 POPULATIONS FREQUENTANT LA ZONE D'ETUDE

Dans la zone d'étude considérée, des sites appelés « **sites sensibles** » ont été localisés. Ces sites correspondent à des lieux de vie où des personnes potentiellement plus sensibles à la pollution atmosphérique que la population générale, passent un temps significatif. Ces populations sensibles sont les enfants, les personnes âgées et hospitalisées. Étant donné que les personnes exerçant une activité physique ont une ventilation pulmonaire augmentée, cette population apparaît comme étant susceptible d'être plus exposée à la pollution atmosphérique que la population générale et est également recensée.

Les « sites sensibles » recensés sont donc les suivants :

- les structures d'accueil des enfants en bas-âge : crèches, haltes garderies ;
- les établissements scolaires : écoles maternelles et primaires, collèges ;
- les structures d'accueil des personnes âgées et/ou handicapées : maisons de retraite, foyers pour personnes âgées ;
- les établissements hospitaliers : hôpitaux, cliniques ;
- les lieux dédiés à la pratique du sport.

Enfants / adolescents

Les structures d'accueil des enfants de moins de 3 ans prises en compte sont les crèches et les haltes garderies. Parmi les établissements accueillant des enfants en bas âge, 22 structures d'accueil de la petite enfance ont été recensés dans le domaine d'étude via le Fichier National des Établissements Sanitaires et Sociaux (FINESS). Le tableau récapitulatif de ces établissements identifiés dans la zone d'étude est présenté en ANNEXE A et ils sont localisés sur la Figure 11.

Les structures d'accueil des enfants entre 3 et 16 ans sont les établissements scolaires (écoles maternelles, écoles primaires et collèges). La liste des établissements scolaires (établissements des premier et second degrés sous tutelle du ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche) est issue de la base de données proposée en libre accès par le ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche. Cette base de données est disponible en libre accès sur « Open Data »[1]. D'après les données collectées, le domaine d'étude compte 17 établissements scolaires : 5 écoles maternelles, 11 écoles élémentaires et 1 collège. Le tableau récapitulatif de ces établissements identifiés dans la zone d'étude est présenté en ANNEXE A et ils sont localisés sur la Figure 11.

[1] www.data.gouv.fr

Personnes fréquentant les établissements sanitaires et sociaux

D'après les informations disponibles dans le FINESS[2], 15 établissements sanitaires et sociaux ont été identifiés dans la zone d'étude. Il s'agit de 8 maisons de retraites ou structures apparentées, de 5 foyers de vie pour adultes handicapés ou structures apparentées, d'un centre de soins et d'un établissement de l'aide sociale à l'enfance. Le tableau récapitulatif de ces établissements identifiés dans la zone d'étude est présenté en ANNEXE A et ils sont localisés sur la Figure 11.

Personnes exerçant une activité physique

Le recensement des sites utilisés pour la pratique sportive, ainsi que leur localisation, est déduit de la base de données du Ministère des droits des femmes, de la ville, de la jeunesse et des sports. Il s'agit de sites publics et privés, extérieurs ou intérieur. Cette base de données, publiée le 14 septembre 2013, permet d'identifier 20 sites de pratique sportive dans la zone d'étude retenue. Le tableau récapitulatif de ces structures identifiées dans le domaine d'étude est présenté en ANNEXE A et les sites sont localisés sur la Figure 11.

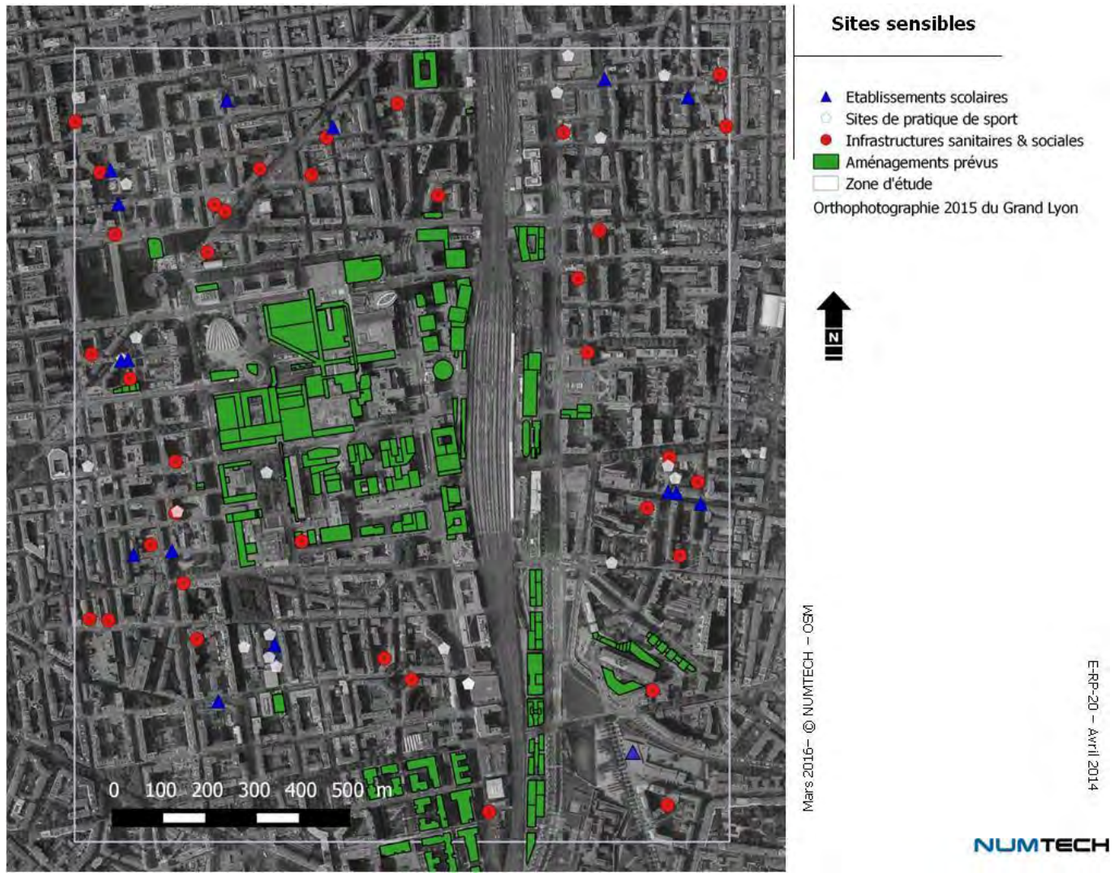


Figure 11 – Localisation des sites sensibles dans le domaine d'étude

[2] Fichier National des Etablissements Sanitaires et Sociaux

2.4 Pollution de fond

Seules les émissions associées au trafic routier dans les rues identifiées précédemment sont considérées dans les modélisations. Toutefois étant donné le contexte urbain du domaine d'étude, d'autres émissions viennent se cumuler à celles de rues, dans l'exposition des populations (contribution de sources industrielles type chaudières, des émissions du secteur résidentiel et tertiaire – chauffage -, des rues secondaires non modélisées, etc…). Les émissions de ces sources n'ont pas pu être intégrées dans les modélisations, faute de données disponibles.

Afin de caractériser au mieux l'exposition des populations, des données de pollution de fond ont donc été considérées dans les modélisations. Ces données de pollution de fond viennent s'additionner aux concentrations estimées à partir des sources polluantes routières, ce qui permet de tenir compte des autres sources polluantes et des apports exogènes de polluants.

Les données utilisées proviennent de la station de mesure automatique Lyon Centre de l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) locale, Air Rhône-Alpes. Il s'agit d'une station de fond urbain, située rue du Lac, sur le domaine d'étude. Elle est localisée Figure 12.

Cette station est définie par Air Rhône-Alpes comme étant une station de fond urbain, ce qui correspond donc bien à la typologie du domaine d'étude considéré ici. La Figure 12 permet en effet de constater qu'elle ne se situe pas à proximité d'axes routiers. Toutefois, les rues modélisées dans l'étude étant relativement proches de cette station, il est très probable que les niveaux de concentrations cumulés estimés (contribution des axes routiers plus pollution de fond) soient surestimés.

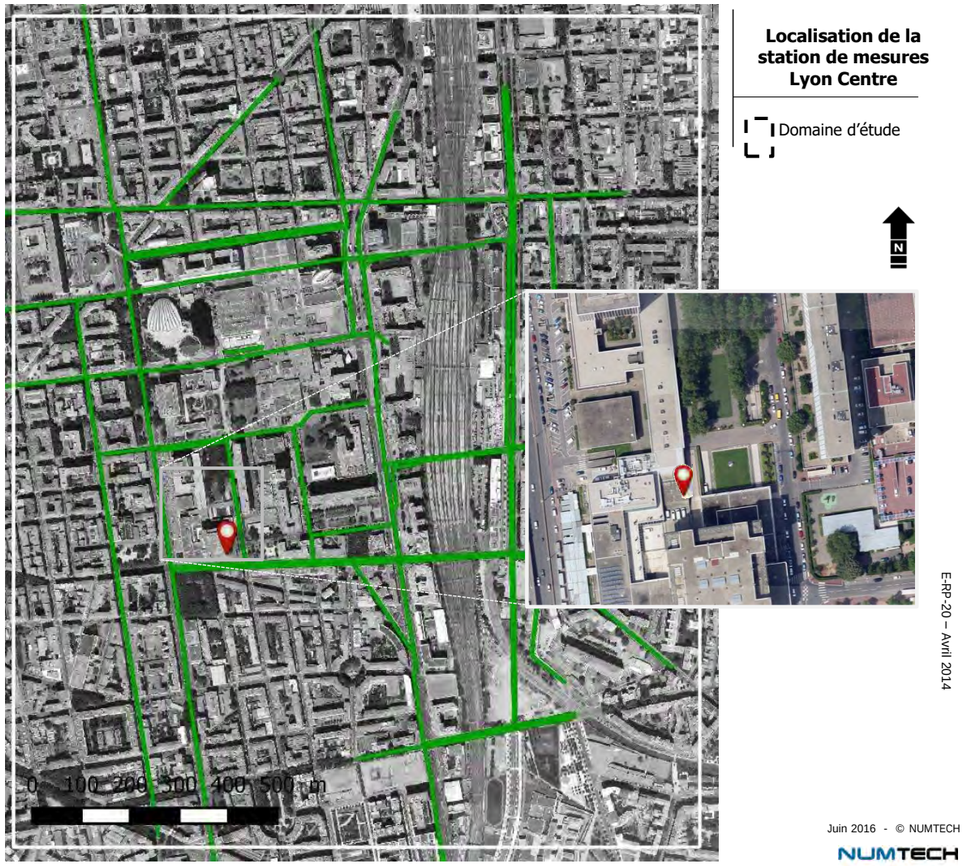


Figure 12 – Localisation de la station de mesure de la qualité de l'air « Lyon Centre »

Cette station effectue, en continu ou non, des mesures pour l'ensemble des polluants considérés ici, à l'exception du monoxyde de carbone. Pour ce dernier polluant, il a été fait le choix de retenir les concentrations de la seule station de Lyon fournissant cette mesure : la station de « Lyon périphérique ». Cette station étant de type trafic, elle est très probablement soumise à des niveaux de CO plus importants que la zone d'étude. Par conséquent le niveau de pollution de fond considéré pour le CO dans cette étude, est majorant.

Les données de pollution de fond utilisées dans l'étude correspondent aux relevés de l'année 2015 (année correspondant à l'état initial étudié). Elles sont résumées dans le tableau suivant.

Polluant	Pollution de fond considérée
NO_2	Données horaires. Moyenne annuelle correspondante : 30 µg/m³
CO	349 µg/m³ (station Lyon périphérique)
Benzo(a)pyrène	0.18 ng/m³
Benzène	1.07 µg/m³
PM_{10}	24 µg/m³
$PM_{2.5}$	17 µg/m³
SO_2	1 µg/m³
Nickel	1.88 ng/m³
Cadmium	0.15 ng/m³

Tableau 4 – Données de pollution de fond considérées (station Lyon Centre)

2.5 Données trafic

Les données de trafic constituent l'élément primordial pour le calcul des émissions. Les résultats du calcul des émissions sont ensuite utilisés comme données d'entrée pour le logiciel de dispersion ADMS Urban qui permet d'estimer les concentrations polluantes, qui elles-mêmes permettront l'estimation de l'indice IPP utilisé pour l'évaluation de l'exposition des populations, et des différents indices de risques pour l'évaluation des risques sanitaires.

Le réseau routier modélisé compte environ 25 rues différentes, d'une longueur totale d'environ 21km.

Les données fournies et utilisées pour les calculs sont :

- Les trafics aux Heures de Pointe du Soir (HPS). Le coefficient de passage des heures de pointe du soir en trafic moyen journalier annuel (TMJA) fourni est de 12.5. Ce coefficient a permis de déterminer les TMJA qui sont présentés pour chaque scénario sur les figures de l'ANNEXE B. Pour certaines rues, un trafic par sens de circulation est disponible.
- Les vitesses de circulation réglementaires des véhicules (tout type confondu), par rue. Ces vitesses sont de 50 km/h pour toutes les rues à l'état initial et pour le fil de l'eau. Pour l'état futur avec projet, elles sont de 50 km/h sur toutes les rues, excepté certaines qui sont à 30 km/h : rue Bouchut, rue André Philip, rue du Lac, rue des Cuirassiers et rue Desaix. Ces vitesses réglementaires, majorantes en heure de pointe, n'ont pas été directement utilisées, pour ne pas conduire à sous-estimation des émissions et donc des concentrations (pour des vitesses faibles, une diminution de la vitesse conduit à une augmentation des émissions), et dans la mesure où le modèle de dispersion attend des données d'émission moyennes, qui sont ensuite modulées au cours de la journée. Par conséquent une vitesse moyenne a été recalculée pour chaque brin, en réalisant une moyenne pondérée entre la vitesse HPS (estimée à 15 km/h), et la vitesse réglementaire moins 10 km/h (afin de rester légèrement majorant), en fonction du nombre d'heures de trafic dense (en journée) et de trafic fluide (de nuit). La vitesse varie ainsi au final entre 18 et 29.6 km/h.
- Le pourcentage de poids lourds, supposé constant pour toutes les rues et tous les scénarios, égal à 5%.
- Le pourcentage de 2 roues, constant tous brins confondus : 3%.
- Le nombre de bus en circulation sur le boulevard Vivier-Merle, voie où la circulation des bus est la plus importante.

Notons que les projections de trafic 2030 pour le fil de l'eau ne prennent en compte que le projet de mise à double site propre du trolleybus C3. Les projections 2030 avec projet ont été établies en prenant en compte les hypothèses socio-économiques et l'offre de transport du SCoT de l'agglomération lyonnaise, ainsi que les projets PEM/Two Lyon.

Les données trafic fournies, et utilisées pour le calcul des émissions, sont présentées en TMJA en ANNEXE B.

Les figures suivantes présentent les variations de TMJA observées entre chaque scénario. Les rues représentées en vert voient leur trafic diminuer, celles représentées en rouge voient leur trafic augmenter. En bleu ciel, figurent les rues dont le trafic évolue peu.

Entre l'état initial et la situation fil de l'eau (Figure 13), peu de rues sont concernées par des évolutions du trafic, comme indiqué précédemment.

Entre le scénario fil de l'eau et le scénario avec projet (Figure 14), les différences sont plus marquées. La grande majorité des rues voient leur trafic évoluer. La tendance globale est plutôt une augmentation des trafics.

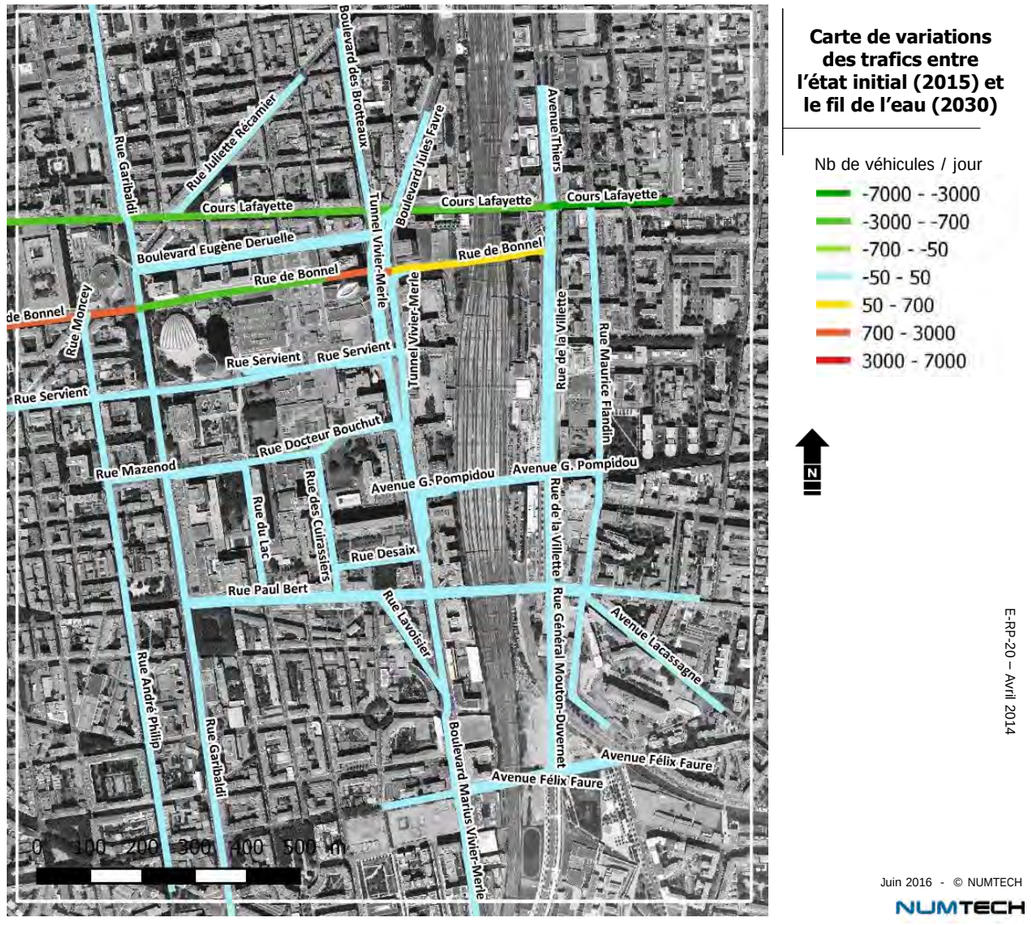


Figure 13 – Variation des TMJA entre l'état initial 2015 et le fil de l'eau 2030

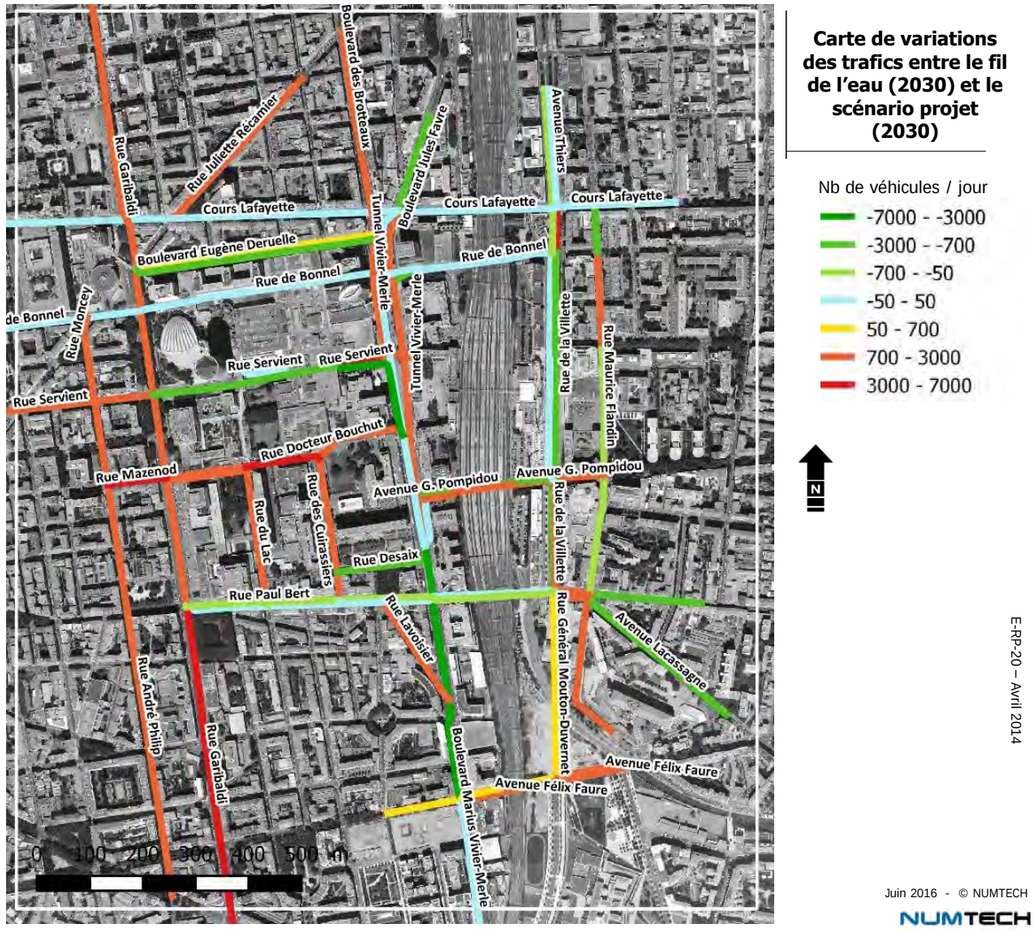


Figure 14 – Variation des TMJA entre le scénario fil de l'eau 2030 et le scénario projet 2030



Chapitre 3, ce qu'il faut retenir :

Le domaine d'étude est caractérisé par un relief complètement plat. Les vents observés au niveau de la station de Lyon Bron (7.5 km du domaine d'étude), proviennent très majoritairement des secteurs nord et sud.

Des données de population ont été collectées pour le calcul d'un Indicateur Pollution/Population, basées sur le nombre d'habitants par bâtiments.

Dans la mesure où seules les émissions issues du trafic routier pour le réseau principal de rues du domaine d'étude ont été modélisées (à défaut de données pour les autres sources d'émissions du domaine), une pollution de fond a été considérée pour l'ensemble des polluants, notamment sur la base des mesures effectuées par la station de fond urbain « Lyon Centre », du réseau Air Rhônes Alpes.

Des données trafic en TMJA ont été calculées pour chaque scénario sur la base des données fournies aux heures de pointe.

3. ESTIMATION DES EMISSIONS EN POLLUANTS

3.1 Méthodologie

La circulaire de février 2005 prévoit un inventaire des émissions du réseau routier étudié. Les émissions induites par le flux de véhicules ont été calculées pour l'état initial et l'horizon d'étude à l'aide de la méthodologie Copert IV (Computer programme to calculate emissions from road transport – Methodology and emission factors) élaborée par un groupe d'experts européens pour le compte de l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE). Cette méthodologie comprend un programme de calcul des émissions de polluants dues au trafic routier. Il se base sur des facteurs d'émissions spécifiques.

Les émissions présentées dans ce chapitre correspondent à la somme des émissions de l'échappement, de l'usure des véhicules (pneumatiques, freins, …) et de l'entretien des voies.

Les taux d'émissions ont été calculés, pour l'état initial, pour les effluents suivants :

- les oxydes d'azote (NO_x) ;
- le monoxyde de carbone (CO) ;
- le dioxyde de soufre (SO_2) ;
- les hydrocarbures (benzo(a)pyrène ;
- le benzène (C_6H_6) ;
- les particules PM_{10} ;
- le nickel (Ni);
- le cadmium (Cd);

Les taux d'émission ont été calculés à l'échelle du domaine d'étude.

En plus de ces polluants ayant un impact sanitaire reconnu, les émissions de dioxyde de carbone (CO_2) qui constitue le principal gaz à effet de serre émis par le transport routier, ont été calculées.

La méthodologie Copert IV est largement déployée en Europe et constitue une méthodologie privilégiée pour la réalisation des inventaires d'émission. En France, c'est la méthodologie choisie notamment par le CITEPA – organisme chargé des inventaires nationaux et du reporting à l'échelle européenne et internationale – et les associations de surveillance de la qualité de l'air (AASQA).

La méthodologie Copert fait l'objet de fréquentes mises à jour et bénéficie des avancées scientifiques et mises à jour des facteurs d'émissions des véhicules. Son développement et sa diffusion sont assurés par EMISIA SA, société « spin off » de l'université de Thessalonique.

Le parc de véhicules considéré pour les calculs provient de l'IFSTTAR. La version utilisée est celle de l'année 2011. Elle inclut tous les types de véhicules (VL, VUL[3], PL et bus) jusqu'à la norme technologique Euro 6, et permet des projections jusqu'en 2030.

Les données utilisées pour le calcul des émissions sont :

- les années retenues pour les modélisations : 2015 pour l'état initial, et 2030 pour la mise en service ;
- le flux de véhicules par catégorie (véhicules légers VL, poids lourds PL, bus et deux roues) ;
- la vitesse des véhicules (km/h) ;
- la distance parcourue.

Les véhicules pris en compte sont :

- les véhicules légers (VL) parmi lesquels est estimée une part de véhicules utilitaires légers (VUL) de 23% (en veh.km parcourus d'après une statistique nationale communément utilisée en l'absence de données locales plus précises) ;
- les poids lourds (PL) : un pourcentage de 5 % est utilisé ;
- les bus : le trafic a été estimé par Setec pour ces véhicules, et des hypothèses simplificatrices ont été retenues. Ainsi seul le trafic sur le boulevard Vivier-Merle est pris en compte, ce boulevard étant le plus fréquenté par les bus ;
- les deux roues : un pourcentage de deux roues de 3% a été estimé par Setec.

3.2 Bilan des émissions sur le domaine d'étude

Bilan numérique

Le tableau suivant dresse le bilan des émissions dues au trafic routier sur l'ensemble de l'aire d'étude sur un jour moyen annuel pour les trois situations étudiées.

Les émissions sont exprimées en tonnes (t/j) ou kilogrammes (kg/j) ou grammes (g/j) par jour en fonction du polluant considéré.

[3] Véhicules Utilitaires Légers

	CO_2 (T/jr)	CO (T/jr)	NOx (T/jr)	BaP (g/jr)	PM_{10} (kg/jr)	$PM_{2,5}$ (kg/jr)	SO_2 (kg/jr)	Benzène (kg/jr)	Cd (g/jr)	Ni (g/jr)
Etat initial 2015	11081	28.7	37.0	62.5	3.99	2.63	65.6	157.5	37.1	79.3
Fil de l'eau 2030	10107	13.3	10.5	61.6	2.94	1.66	60.6	64.2	33.9	73.3
Projet 2030	11269	16.1	12.7	70.9	3.48	1.96	71.6	75.0	40.0	86.0
Impact du projet	+11.5%	+20.3%	+20.0%	+15.1%	+18.2%	+18.2%	+18.2%	+16.8%	+17.9%	+17.2%

Tableau 5 - Bilan des émissions sur le domaine d'étude.

Ce même bilan est présenté de façon graphique ci-dessous.

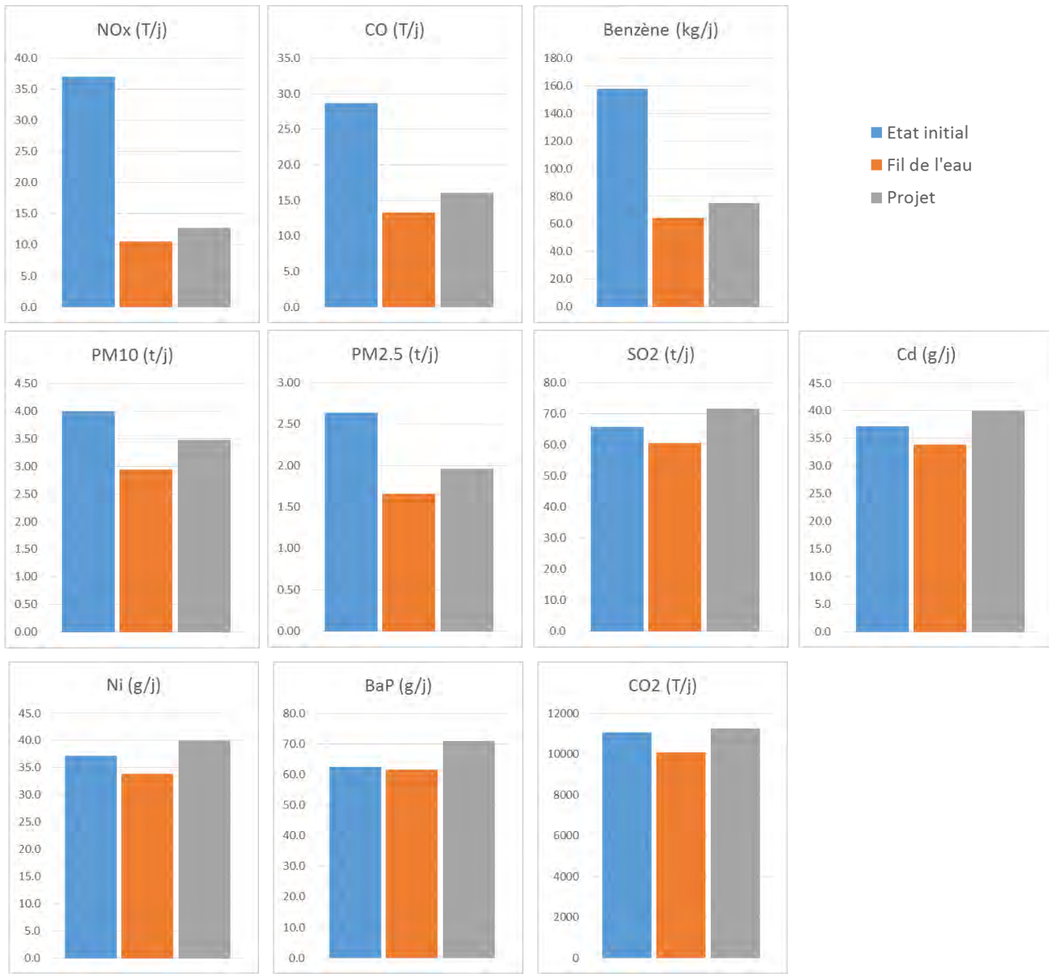


Figure 15 - Bilan des émissions sur le domaine d'étude

Afin de faciliter l'analyse, la Figure 16 présente le bilan des véhicules.kilomètres (nombre de véhicules en circulation, multiplié par la longueur des rues), pour chaque scénario. Ce graphe confirme la faible évolution des trafics entre l'état initial et le fil de l'eau mis en évidence au paragraphe 2.5 (légère diminution), ainsi que la tendance à l'augmentation entre le fil de l'eau et le scénario projet.

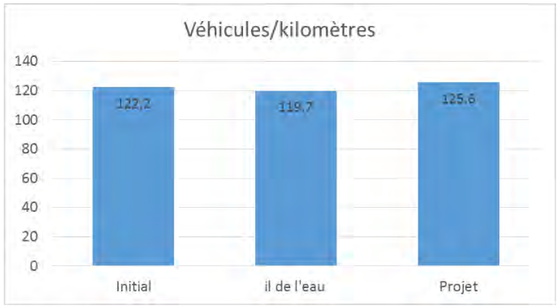


Figure 16 - Bilan des véhicules.kilomètres sur le domaine d'étude, pour les trois scénarios

Le bilan des émissions montre :

- une diminution des émissions de tous les polluants, entre l'état initial 2015 et le fil de l'eau 2030. Celle-ci est due au renouvellement du parc roulant, et aux améliorations technologiques des moteurs et des carburants, prévues pendant les 15 années qui séparent les deux horizons, ainsi qu'aux faibles évolutions de trafic entre les deux scénarios ;
- une augmentation des émissions de tous les polluants entre la situation fil de l'eau et le projet 2030, allant de +11.5% pour le CO_2, à +20.3% pour les PM_{10}. Cette augmentation est due à l'augmentation globale du trafic mise en évidence sur le domaine d'étude. Elle est également due à la diminution de la vitesse réglementaire sur quelques axes, qui passent de 50 à 30 km/h.

Bilan cartographique

Les deux cartes suivantes représentent les variations d'émission sur le domaine d'étude pour les NO_x, à titre d'illustration.

On retrouve les tendances générales décrites ci-dessus. Entre l'état initial 2015 et le fil de l'eau 2030, toutes les rues voient leurs émissions diminuer, même les quelques rues où le trafic augmente. Ces diminutions sont liées à l'amélioration des moteurs et au renouvellement du parc roulant prévus entre 2015 et 2030.

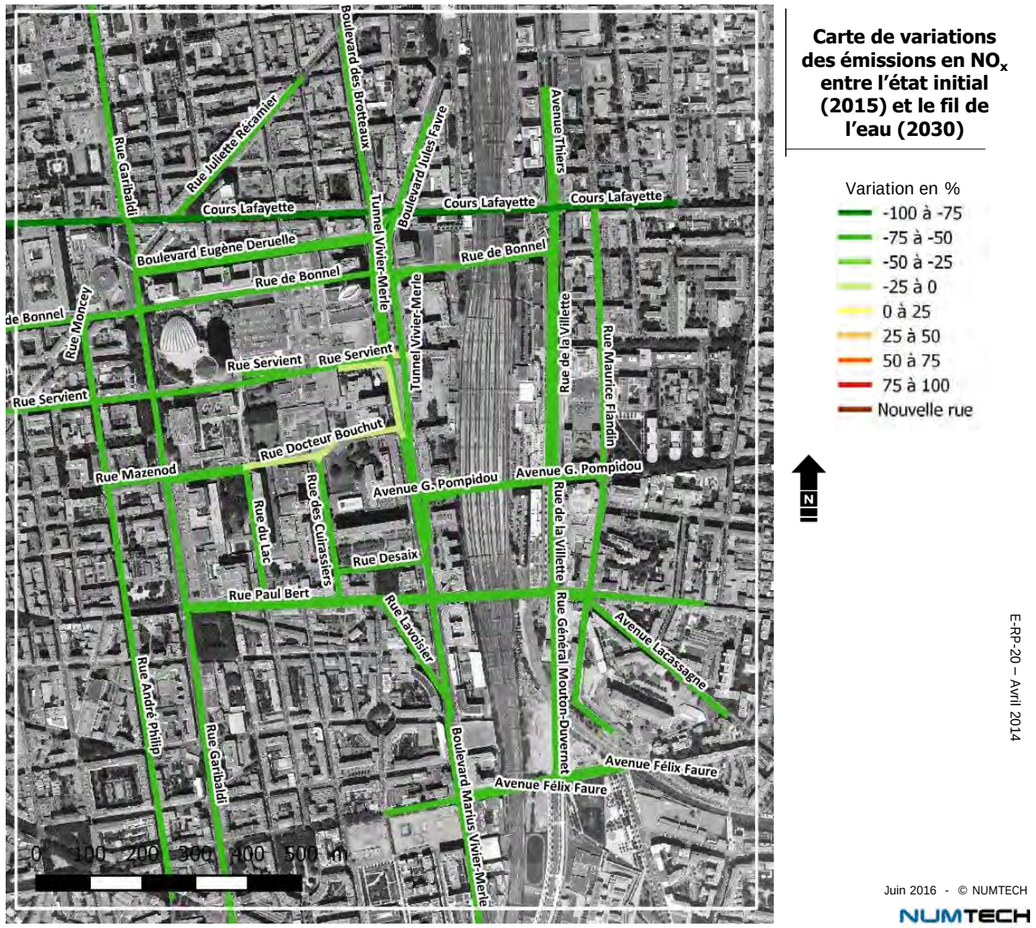


Figure 17 – Variations d'émissions en NO_x sur le domaine d'étude entre l'état initial et le fil de l'eau

Entre le fil de l'eau et le scénario avec projet (année 2030 pour ces deux scénarios), la tendance est spatialement contrastée, globalement à la hausse. Ces variations sont directement dépendantes des conditions de circulation par rue (trafic et vitesse de circulation), puisque l'horizon d'étude est le même pour ces deux scénarios.

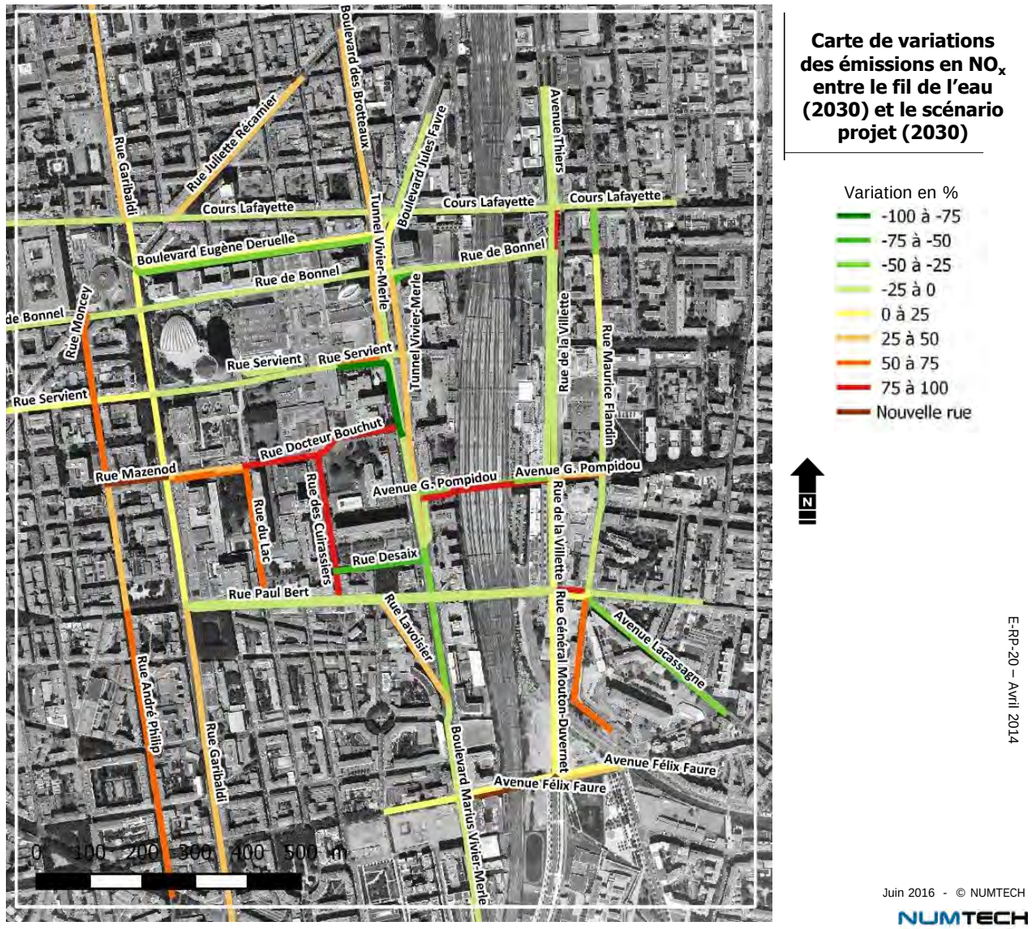


Figure 18 – Variations d'émissions en NO_x sur le domaine d'étude entre le fil de l'eau et le scénario projet

Pour d'autres polluants, ces cartes pourraient être différentes.



Chapitre 4, ce qu'il faut retenir :

Les émissions des axes routiers étudiés ont été calculées pour l'état initial 2015 et les scénarios futurs 2030 avec et sans projet, selon la méthodologie COPERT 4.

Sur le domaine d'étude, en 2030, les émissions diminuent par rapport à l'état actuel, en raison de l'amélioration technologique des véhicules. La mise en place des projets conduit à une augmentation globale des émissions polluantes allant jusqu'à 20% au maximum. Localement, les évolutions peuvent être plus contrastées.

4. MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE DES POLLUANTS

Une modélisation de la dispersion des effluents émis par les véhicules circulant sur la rues modélisées a été réalisée avec le modèle de dispersion ADMS-Urban, afin d'évaluer la contribution du projet aux concentrations moyennes annuelles dans l'air, aux percentiles réglementaires et aux dépôts au sol pour les polluants particulaires (état initial et scénarios futurs). La modélisation s'est appuyée sur les émissions présentées au Chapitre 3.

Ces calculs de dispersion ont été réalisés sur l'ensemble du domaine d'étude, toutefois l'intégralité des rues de ce domaine n'a pas été modélisé (voir Figure 5), de même que les sources d'émission autres que le trafic routier n'ont pas été intégrées, comme décrit au paragraphe 2.4. Pour compenser ces manques et afin de restituer au mieux les concentrations observées dans l'environnement, une pollution de fond a été prise en compte dans les modélisations.

Les concentrations en polluants ont été modélisées à l'aide du logiciel ADMS-Urban version 4.0. Les hypothèses détaillées de calcul sont présentées dans l'ANNEXE C.

4.1 Description du modèle ADMS-Urban

Le système de gestion de la qualité de l'air ADMS-Urban repose sur le modèle de dispersion atmosphérique ADMS (Atmospheric Dispersion Modelling System), utilisé, reconnu et validé internationalement. Considéré par l'INERIS comme la nouvelle génération des modèles de dispersion atmosphérique, il a été validé grâce au « Model Validation Kit », outil européen d'évaluation des modèles de dispersion. Il se base en effet sur les technologies et les connaissances les plus récentes dans le domaine, et remplace l'ancienne génération des modèles de dispersion. Parmi les utilisateurs français, on compte des instituts et organismes nationaux (CETE de l'Est, CETE Normandie-Centre, CETE de Lyon, CETE Méditerranée, CETE Nord-Picardie, INERIS, Météo France, l'École Centrale de Lyon…), des industriels (TOTAL FINA ELF, , SOLVAY,…) ainsi que des associations pour la surveillance de la qualité de l'air (AIRPARIF, ASPA, AIR PACA, ATMO Poitou-Charentes, AIR Languedoc Roussillon, ATMO Nord Pas de Calais,…).

Le modèle ADMS est développé depuis 1993 par le Cambridge Environmental Reseach Consultant (CERC), groupe de chercheurs de Cambridge (Royaume-Uni). Les versions sont régulièrement réactualisées, afin de tenir compte des dernières avancées technologiques et de l'évolution du cadre réglementaire. Le logiciel est distribué de façon exclusive en France par la société NUMTECH, qui en assure également la maintenance technique et les développements spécifiques.

Outre un modèle de dispersion, ADMS intègre de nombreux modules permettant la gestion de bases de données telles que les inventaires d'émissions, ainsi que des liaisons directes avec des Systèmes d'information géographiques SIG (ARCVIEW et MAPINFO). Il permet par ailleurs de prendre en compte la dispersion simultanée de nombreux polluants (NO_x, CO, SO_2, COV, métaux, HAP,…), pouvant provenir de plus de 3000 sources différentes.

Il est par ailleurs utilisé par de nombreuses agglomérations du monde entier : Strasbourg, Paris, Lille, Nancy, La Rochelle, Lyon, Londres, Budapest, Rome, Pékin, Shanghai…

Le modèle ADMS-Urban est décrit de façon plus complète en ANNEXE C.

4.2 Phénomènes pris en compte dans la modélisation de la dispersion atmosphérique

Pour cette étude, les phénomènes physiques pris en compte par le modèle ADMS-Urban sont listés dans le Tableau 6. Une description détaillée des hypothèses de modélisation est donnée en ANNEXE C.

Phénomène physique	Pris en compte par le modèle dans l'étude	Commentaires
Météorologie locale	oui	Données de surface tri-horaires de l'année 2015 mesurées à la station de Lyon Bron pour le vent (Annexe A), la température, la nébulosité et les précipitations, et complétées de données de rayonnement et stabilité simulés par le modèle WRF sur la zone, pour combler les données de nébulosité mesurées manquantes
Description verticale de la turbulence atmosphérique	oui	Analyse d'échelle de Monin-Obukhov
Cycle diurne du développement de la couche de mélange atmosphérique	oui	Les données météorologiques horaires ne sont pas traitées de façon indépendante, mais en considérant toujours les 24 heures précédentes
Nature des sols rencontrés	oui	Hauteur de rugosité constante de 1,5 mètre sur le domaine d'étude (occupation des sols homogène sur le domaine d'étude)
Canopée urbaine	oui	L'écoulement est recalculé sur le domaine d'étude en tenant compte de la canopée urbaine (présence et densité du bâti).
Nature particulaire des poussières	oui	Prise en compte du dépôt sec (chute par gravité) et humide (lessivage par les précipitations)
Évolution chimique des polluants	oui	Les évolutions chimiques simples survenant entre l'O_3, les NO_x, le SO_2 et les PM_{10} ont été prises en compte dans le modèle.
Variabilité temporelle des émissions	oui	Utilisation de profils horaires tenant compte des périodes d'encombrement et des variations journalières de trafic (heure de pointe).
Obstacles autour des voies	oui	L'effet « canyon » (encaissement des voies entre des bâtiments) a été pris en compte dans le modèle (activation de l'option « avancée » du modèle ADMS Urban). Cette situation est en effet très fréquente sur le domaine d'étude.
Prise en compte des tunnels	oui	Les tunnels ou trémies ont été pris en compte de façon spécifique dans le modèle de dispersion.
Effet du relief sur la dispersion des panaches	non	Le relief est plat sur le domaine.

Tableau 6 – Phénomènes pris en compte dans la modélisation

4.3 Présentation des calculs réalisés par modélisation

Les simulations ont permis d'obtenir pour chaque scénario, les concentrations moyennes annuelles dans l'air en polluants, les percentiles réglementaires et les dépôts au sol pour les polluants particulaires.

Les simulations réalisées dans cette étude ont donc permis d'évaluer les grandeurs statistiques listées dans le tableau suivant sur le domaine d'étude :

Polluants	Concentrations moyennes annuelles	Percentiles
NO_2	x	P100 et P99.8 horaires
CO	X	P100 journaliers sur 8 heures glissantes
SO_2	X	P100 et P99.7 horaires P99.2 journaliers
Benzène	X	
Poussières PM_{10}	X	P90.4 journaliers
Poussières $PM_{2.5}$	X	
Benzo(a)pyrène	X	
Nickel	X	
Cadmium	X	

Tableau 7 – Paramètres statistiques calculés par le modèle

Remarque : la famille des oxydes d'azote (NO_x) est composée du monoxyde d'azote (NO) et du dioxyde d'azote (NO_2). Ce dernier est le composé le plus toxique, et fait l'objet d'une réglementation dans l'air. Les concentrations en NO_2 ont donc été calculées dans ADMS grâce au schéma Generic Reaction Scheme.

Remarque : En chaque point de la grille d'étude, le percentile Px (horaire ou journalier) représente la concentration à laquelle x% des valeurs (horaires ou journalières) calculées sur la période en sont inférieures.

Toutes les concentrations ont été calculées à 1,5 mètre au-dessus du sol, à partir des données météorologiques mesurées durant l'année 2015 (données tri-horaires). Elles ont été calculées en chaque point du maillage pour le scénario état actuel, le scénario fil de l'eau, et le scénario projet.

4.4 Dispersion des polluants sur le domaine d'étude

Ce paragraphe présente les cartographies des concentrations moyennes annuelles calculées sur le domaine en NO_2 et PM_{10}, principaux polluants traceurs de trafic routier. L'ANNEXE D présente également les cartographies de dispersion des $PM_{2.5}$. Les résultats présentés tiennent compte de la contribution du réseau routier modélisé et intègrent la pollution de fond estimée pour chaque polluant (détails au paragraphe 2.4). Les concentrations sont maximales sur les voies de circulation. Elles diminuent ensuite en fonction de la distance aux voies pour retomber assez rapidement à un niveau caractéristique de fond.

Les concentrations simulées sur le domaine d'étude étant directement dépendantes des émissions et donc des conditions de circulation (trafics et vitesses des véhicules), ainsi que de la pollution de fond, le niveau des concentrations simulées sur le domaine d'étude est variable. On remarquera, par exemple, que les concentrations simulées sont les plus élevées :

- Pour l'état initial 2015 et le fil de l'eau 2030 : le long de la rue Servient, à l'est de la rue de Bonnel et au sud du boulevard Jules Favre, au nord de la rue de la Villette, et sur la rue Paul Bert ;
- Pour le scénario avec projet 2030 : à l'ouest des passages sous les voies SNCF de l'avenue Georges Pompidou et de la rue de Bonnel.

4.4.1 Dioxyde d'azote (NO_2)

Pour l'état initial (Figure 19), les concentrations simulées les plus élevées sont concentrées sur quelques rues : cours Lafayette, boulevard Deruelle, rue de Bonnel, rue Servient, boulevard Jules Favre, rue Paul Bert, rue Monton-Duvernet, rue de la Villette, avenue Lacassagne, rue Garibaldi, puis dans une moindre mesure, boulevard Vivier Merle, avenue Pompidou, et rue Flandin.

La plupart de ces rues sont bordées de bâtiments (on parle d'effet canyon) qui limitent la dispersion des polluants, ce qui est nettement visible sur la carte.

Les niveaux diminuent très nettement en NO_2 pour les situations futures (Figure 20 et Figure 21). Pour le fil de l'eau, les rues les plus impactées restent globalement les mêmes. Entre la situation fil de l'eau et projet, les différences de concentration sont modérées. Pour la situation projet, on note des concentrations moindres que pour le fil de l'eau sur le sud du boulevard Vivier-Merle ainsi que sur l'avenue Lacassagne (en raison d'une baisse des trafics). Globalement, la tendance est plutôt à une augmentation des concentrations, nettement visibles à l'ouest des passages sous les voies SNCF de l'avenue Pompidou et de la rue de Bonnel (en raison de la construction de nouveaux bâtiments qui créent un effet de canyon plus important), sur le milieu du boulevard Vivier Merle, sur la rue Garibaldi, la rue du Lac, puis dans une moindre mesure la rue de Bonnel et la rue du docteur Bouchut.

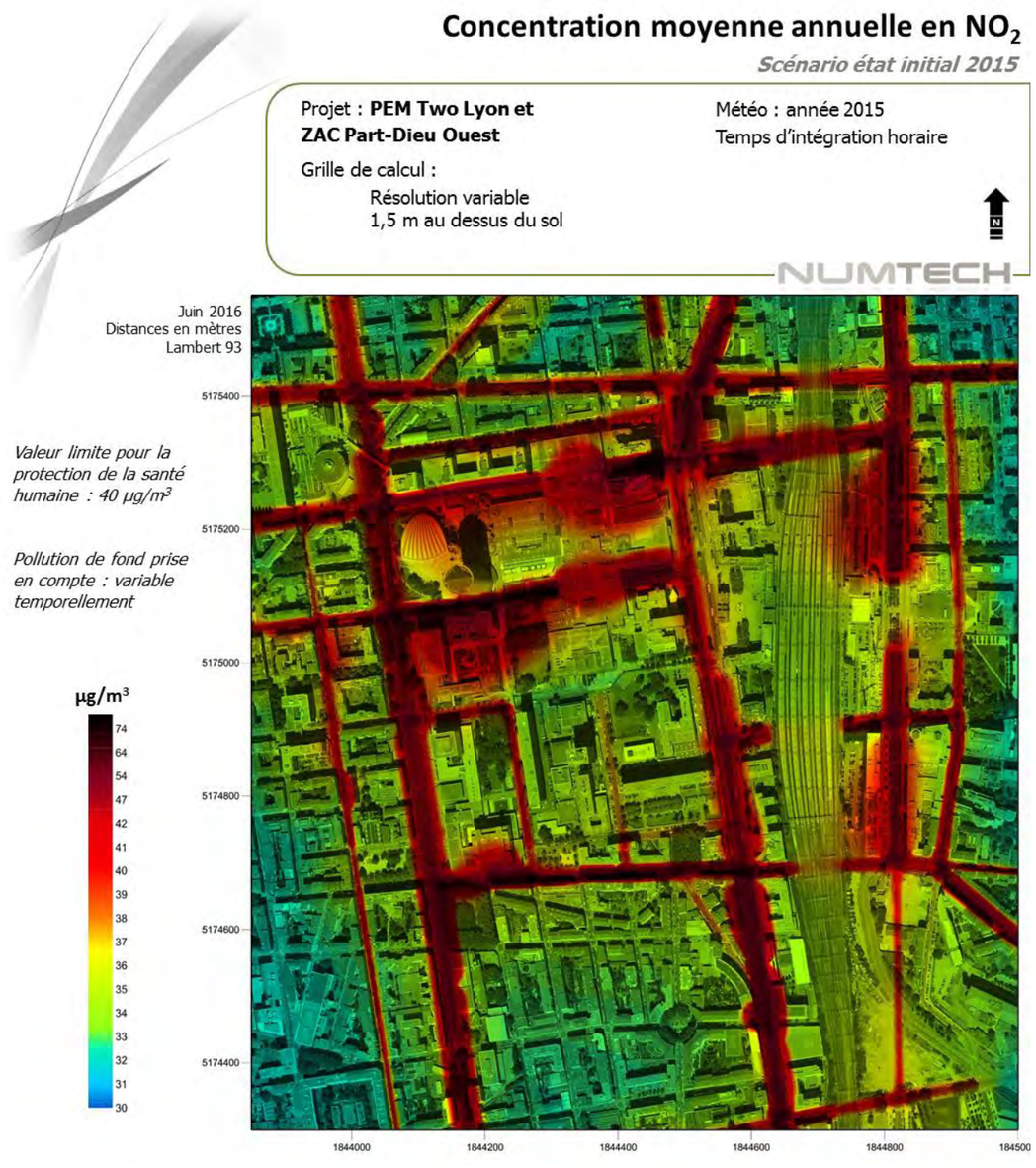


Figure 19 - Concentrations moyennes annuelles simulées en NO_2 pour l'état initial

Concentration moyenne annuelle en NO_2

Scénario fil de l'eau 2030

Projet : **PEM Two Lyon et ZAC Part-Dieu Ouest**

Météo : année 2015
Temps d'intégration horaire

Grille de calcul :
Résolution variable
1,5 m au dessus du sol

NUMTECH

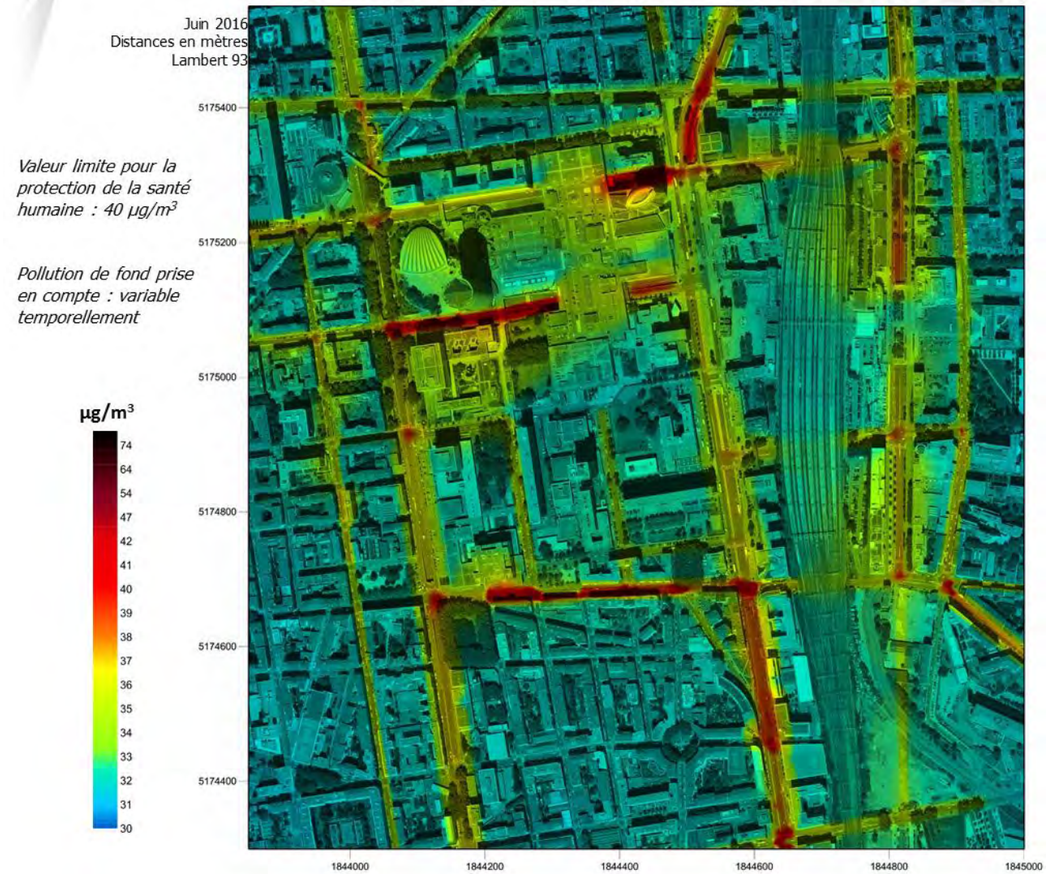


Figure 20 - Concentrations moyennes annuelles simulées en NO_2 pour le fil de l'eau

Concentration moyenne annuelle en NO_2

Scénario avec projet 2030

Projet : **PEM Two Lyon et ZAC Part-Dieu Ouest**

Météo : année 2015
Temps d'intégration horaire

Grille de calcul :
Résolution variable
1,5 m au dessus du sol

NUMTECH

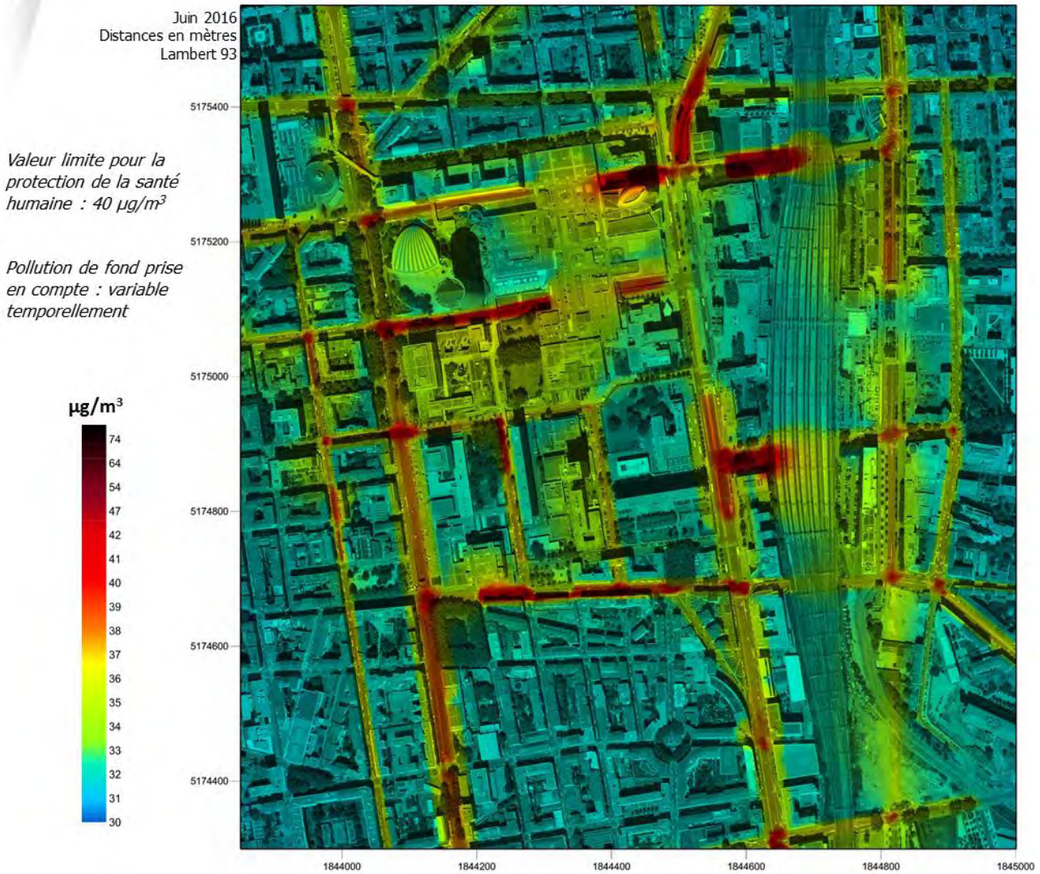


Figure 21 - Concentrations moyennes annuelles simulées en NO_2 pour le scénario projet

4.4.2 POUSSIERES PM_{10}

En poussières PM_{10}, les concentrations les plus élevées pour l'état initial se retrouvent sur les mêmes rues que pour le NO_2.

Pour les situations futures, la décroissance est par contre nettement moins importante. Ceci est dû d'une part, au fait que pour ce polluant, la part de la pollution de fond dans les niveaux simulés est majoritaire, et d'autre part au fait que les améliorations technologiques en termes d'émissions de poussières dans le futur sont moins élevées que celles attendues pour les NO_x par exemple.

On retrouve globalement les mêmes rues fortement impactées. Les concentrations diminuent principalement sur le sud du boulevard Vivier-Merle, et sur le cours Lafayette.

Le projet, comme pour le NO_2, a un effet limité sur les concentrations, avec une augmentation plus nette à l'ouest des passages sous les voies SNCF de l'avenue Pompidou et de la rue de Bonnel.

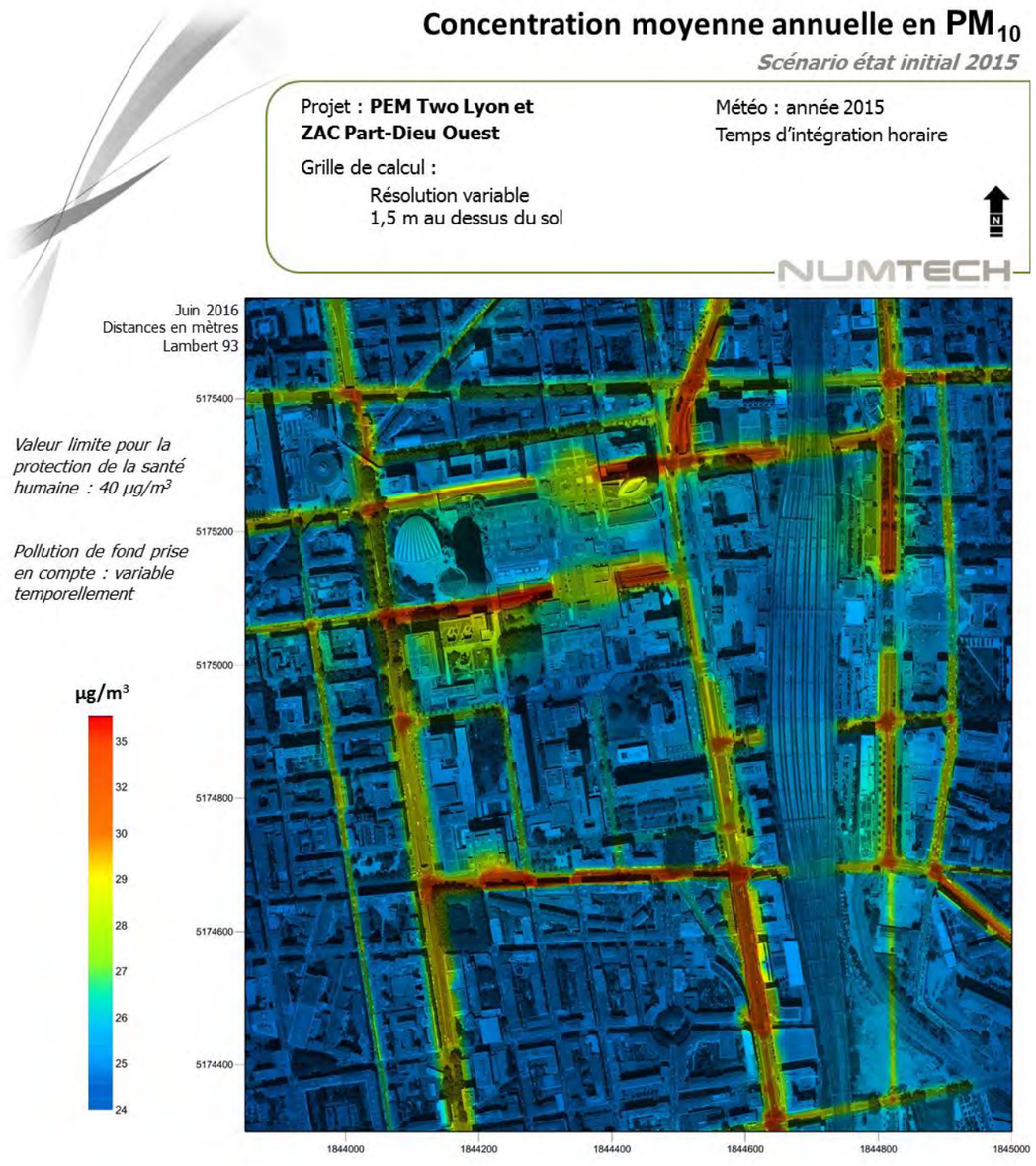


Figure 22 - Concentrations moyennes annuelles simulées en PM_{10} pour l'état initial

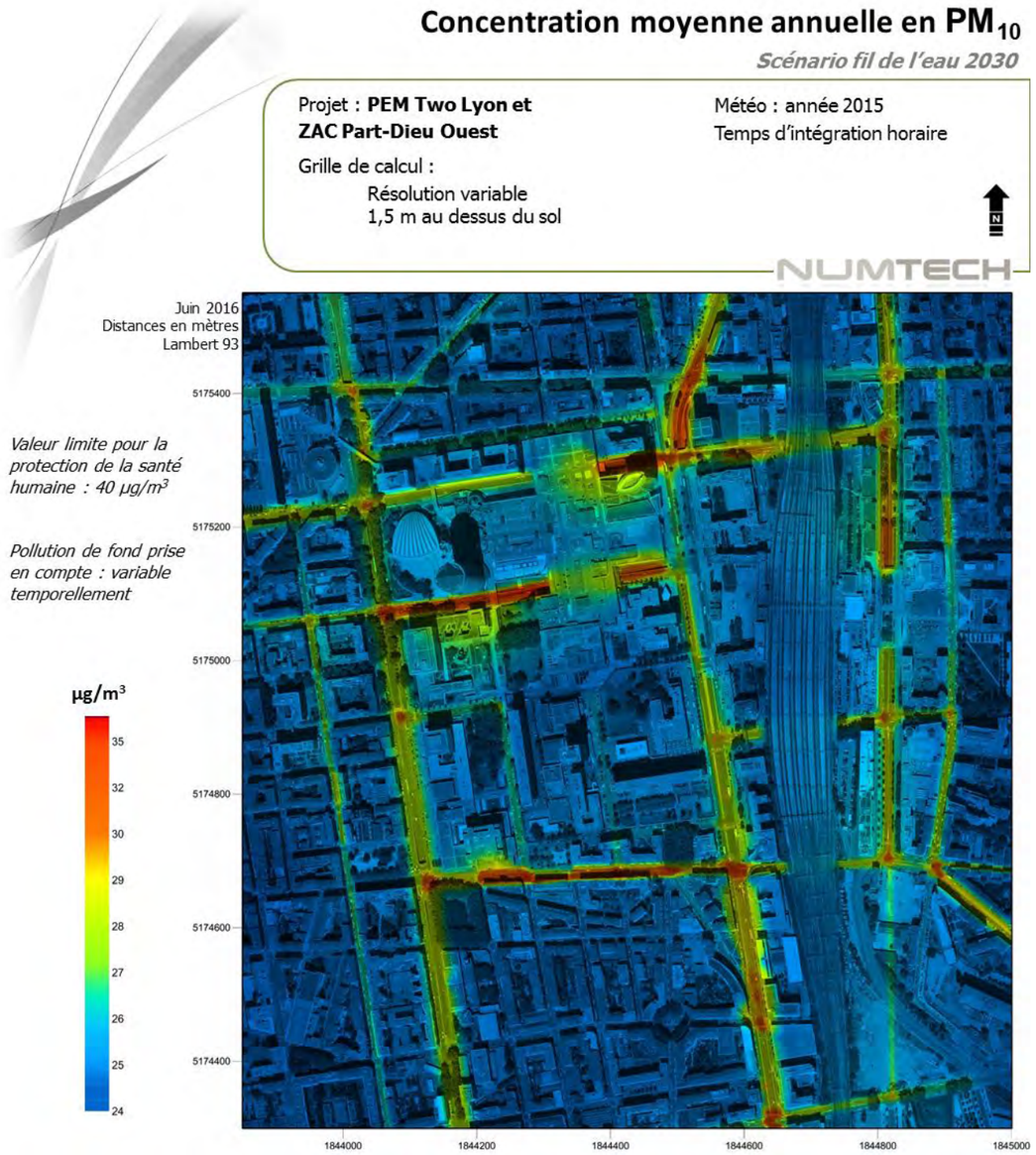


Figure 23 - Concentrations moyennes annuelles simulées en PM_{10} pour le fil de l'eau

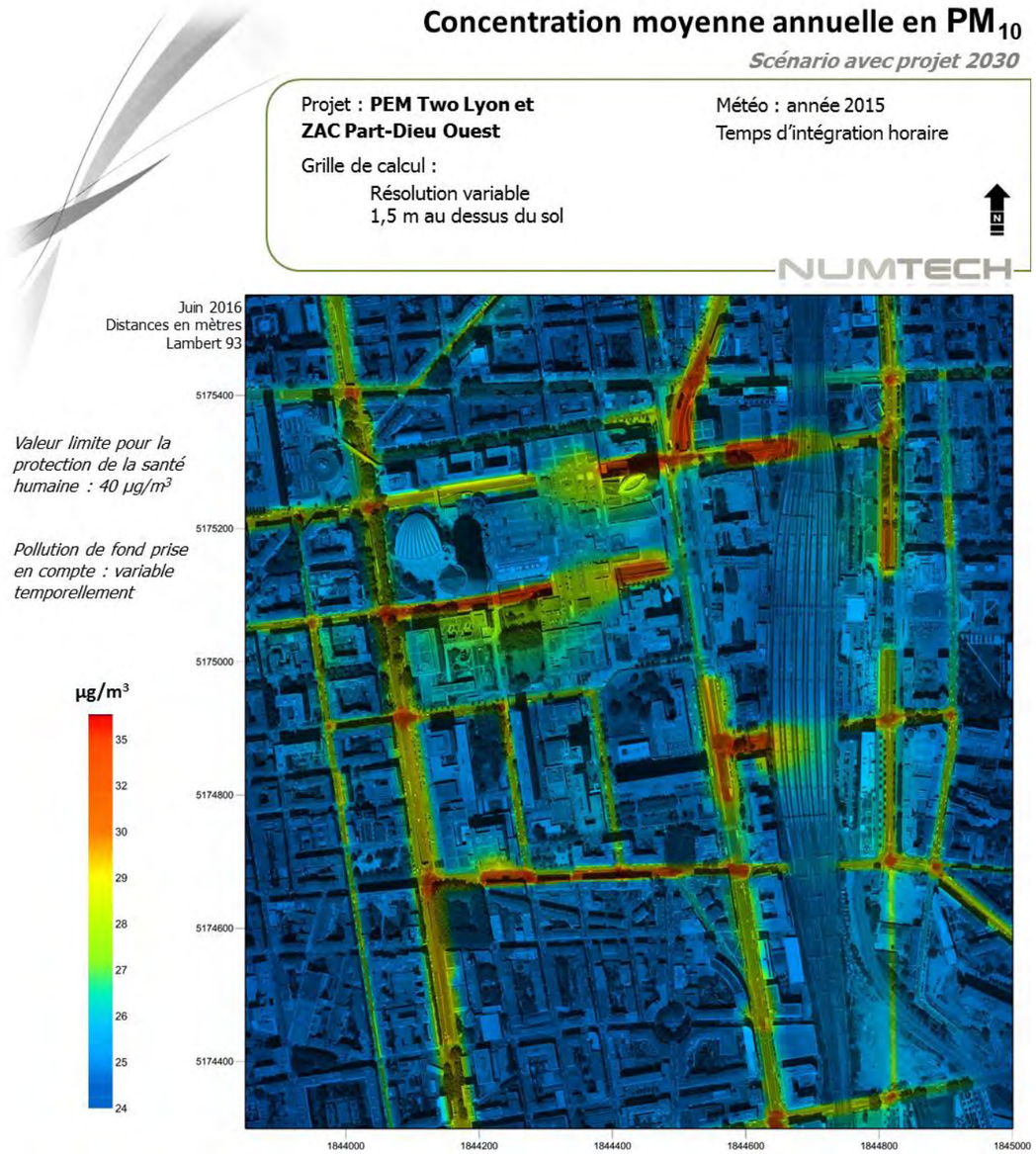


Figure 24 - Concentrations moyennes annuelles simulées en PM_{10} pour le projet

4.5 Impact du projet sur la qualité de l'air

Les valeurs réglementaires en vigueur des polluants considérés dans cette étude et mentionnées dans la suite de ce rapport sont présentées dans le Tableau 8. Elles sont fixées par l'article R 221-1 du Code de l'Environnement modifié par le Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 – art. 1.

Le tableau suivant synthétise le respect de ces valeurs suite à la mise en place du projet en 2030, sur le domaine d'étude.

Remarque importante : cette comparaison aux seuils réglementaires est basée sur deux hypothèses fortes qui peuvent modifier les conclusions :

- A défaut de connaissance, il est supposé que la pollution de fond en 2030 serait identique à celle de l'année 2015 utilisée pour cette étude. Il est en réalité très probable qu'elle évolue pour plusieurs polluants. Cela n'affecte pas les calculs de contribution du projet réalisés.
- Il est supposé que les seuils réglementaires actuels seront identiques en 2030, or il est probable qu'ils diminuent.

NO_2

A l'état initial, la valeur limite pour la protection de la santé humaine de 40 µg/m³ en moyenne annuelle est dépassée le long de la majorité des rues modélisées. Généralement, ce dépassement survient sur la globalité de la rue canyon (d'une façade de bâtiment à l'autre).

On rappelle que l'état initial basé sur les simulations d'Air Rhônes Alpes faisait état de tels dépassements.

Pour le scénario fil de l'eau en 2030, la quasi-totalité de ces dépassements disparait. Ils ne subsistent que sur la rue Servient à l'ouest du centre commercial, à l'est de la rue de Bonnel, au sud du boulevard Jules Favre, et ponctuellement sur la rue Paul Bert.

Enfin, suite à la mise en place du projet, les dépassements perdurent sur la rue Servient, l'est de la rue de Bonnel, le sud du boulevard Jules Favre, et la rue Paul Bert. De nouveaux dépassements apparaissent par ailleurs à l'ouest de l'avenue Georges Pompidou et de la rue de Bonnel, en sortie des voies couvertes sous les voies SNCF. Enfin, quelques dépassements ponctuels sont observés au niveau de plusieurs carrefours.

D'après les simulations, la valeur limite pour la protection de la santé humaine de 200 µg/m³ en percentiles 99.8 horaires n'est atteinte pour l'état initial que très localement rue Servient à l'ouest du passage couvert sous le centre commercial, rue Paul Bert, et au sud du boulevard Jules Favre. Le dépassement ne survient que sur quelques dizaines de mètres le long de ces rues. Pour les scénarios futurs (avec ou sans projet), les concentrations simulées diminuent et le seuil n'est plus du tout atteint (maximum simulé de l'ordre de 150 µg/m³, pour un seuil à 200).

SO_2

Les objectifs de qualité et valeurs limites de protection pour la santé humaine sont tous largement respectés, que le projet soit mis en place ou non. En effet les concentrations simulées en SO_2 restent très faibles : les maximums simulés en moyenne annuelle ne dépassent pas 2.5 µg/m³ pour tous les scénarios (pour un seuil à 50 µg/m³).

On rappelle que ce polluant est peu émis par le trafic routier et l'est majoritairement par l'industrie, types de sources qui sont peu présentes sur le domaine d'étude. La contribution du projet n'est donc pas significative pour ce polluant.

CO

La valeur limite pour la protection humaine de 10 000 µg/m³ en maximum journalier de la moyenne glissante sur 8h est largement respectée, à l'état initial, puis avec ou sans la mise en place du projet. Les valeurs maximales simulées sont de l'ordre de 875 µg/m³ pour le scénario initial, puis 610 µg/m³ pour les scénarios futurs (pour une valeur limite à 10 000 µg/m³). On rappelle par ailleurs qu'une pollution de fond majorante est considérée pour ce polluant.

Benzène

La valeur limite de 5 µg/m³ en moyenne annuelle est respectée sur tout le domaine d'étude et pour les trois scénarios.

De même, l'objectif de qualité de 2 µg/m³ est respecté sur tout le domaine, pour les trois scénarios.

PM_{10}

Pour l'état initial, l'objectif de qualité de 30 µg/m³ en moyenne annuelle est dépassé le long de quelques rues : rue Servient, à l'est de rue de Bonnel, au sud du boulevard Jules Favre, au nord de la rue de la Villette, rue Paul Bert, au sud du boulevard Vivier-Merle, et avenue Lacassagne principalement.

La valeur limite de 40 µg/m³ en concentration moyenne annuelle est atteinte très ponctuellement sur certains carrefours, sans être dépassée.

En 2030, pour le scénario fil de l'eau, les dépassements de l'objectif de qualité diminuent légèrement mais concernent toujours globalement les mêmes zones. Ces dépassements persistent malgré la diminution des émissions prévue dans le futur, car pour ce polluant, la part de la pollution de fond dans le dépassement des seuils simulé est très importante (pollution de fond moyenne annuelle de 24 µg/m³ pour un seuil à 30). Or à défaut de plus de connaissance, il est fait l'hypothèse que la pollution de fond de 2030 sera identique à celle de 2015, ce qui constitue une hypothèse forte. La valeur limite de 40 µg/m³ n'est plus atteinte.

La mise en place du projet ne modifie pas ces résultats, mais rajoute deux zones de dépassement, à l'ouest du passage sous les voies SNCF rue de Bonnel et avenue Pompidou, en raison de la construction de nouveaux bâtiments sur ces zones, qui limitent la dispersion des polluants.

La valeur limite de 50 µg/m³ relative aux percentiles 90.4 journaliers est dépassée pour l'état initial rue Servient, à l'est de la rue de Bonnel, au sud du boulevard Jules Favre, rue Paul Bert, ainsi que ponctuellement au niveau de quelques carrefours. Notons que l'état initial simulé par Air Rhône Alpes faisait état de dépassements plus importants, et généralisés sur la majeure partie des rues du domaine d'étude. Il s'agit ici d'un résultat aigu représentatif des concentrations les plus élevées envisageables sur une journée. Il est possible que le fait d'utiliser ici une pollution de fond (variable toutes les heures) plutôt que de simuler l'ensemble des autres sources émettrices de poussières, ne permette pas de restituer aussi bien les concentrations.

Pour le scénario fil de l'eau 2030, les dépassements diminuent mais concernent globalement les mêmes zones. Suite à la mise en place du projet, les dépassements restent similaires, et concernent en plus la section de la rue de Bonnel à l'ouest du passage sous les voies SNCF.

$PM_{2.5}$

La valeur limite de 25 µg/m³ en moyenne annuelle est dépassée pour le scénario initial uniquement au niveau de la rue Servient à l'ouest du passage sous le centre commercial, et très ponctuellement rue Paul Bert, et au sud du boulevard Jules Favre.

Pour les scénarios futurs, avec ou sans le projet, cette valeur limite est atteinte sur les mêmes zones, sans être dépassée.

Cadmium

La valeur cible de 5 ng/m³ est respectée sur tout le domaine d'étude, à l'état initial et pour les scénarios futurs, que le projet soit mis en place ou non. Les concentrations maximales simulées sont inférieures à 1 ng/m³ pour les trois scénarios.

Nickel

La valeur cible de 20 ng/m³ est respectée sur tout le domaine d'étude, à l'état initial et pour les scénarios futurs, que le projet soit mis en place ou non. Les maximums simulés sont inférieurs à 3 ng/m³ pour les trois scénarios.

Benzo(a)pyrène

La valeur cible de 1 ng/m³ est respectée sur tout le domaine d'étude, à l'état initial et pour les scénarios futurs, que le projet soit mis en place ou non. Les maximums simulés sont inférieurs à 0.4 ng/m³ pour les trois scénarios.

Le tableau suivant synthétise le respect de ces valeurs, notamment suite à la mise en place du projet en 2030.

Polluant	Synthèse du respect des seuils réglementaires de qualité de l'air
NO_2	A l'état initial 2015 : dépassement généralisé de la valeur limite pour la protection de la santé humaine de 40 µg/m³ en moyenne annuelle, sur la majorité des rues modélisées. Pour les scénarios futurs en 2030 : ces dépassements sont fortement réduits et ne concernent plus que quelques zones localisées rue Servient, à l'est de la rue de Bonnel, au sud du boulevard Jules Favre, et ponctuellement sur la rue Paul Bert. Suite à la mise en place du projet, les dépassements perdurent rue Servient, à l'est de la rue de Bonnel, au sud du boulevard Jules Favre, et rue Paul Bert. De nouveaux dépassements sont observés avenue Georges Pompidou et rue de Bonnel, en sortie ouest des voies couvertes sous les voies SNCF. A l'état initial, la valeur limite pour la protection de la santé humaine de 200 µg/m³ en percentiles 99.8 horaires n'est atteinte que très localement rue Servient à l'ouest du passage couvert sous le centre commercial, rue Paul Bert, et au sud du boulevard Jules Favre. Pour les scénarios futurs (avec ou sans projet), le seuil n'est plus atteint.
PM_{10}	Pour l'état initial, l'objectif de qualité de 30 µg/m³ en moyenne annuelle est dépassé rue Servient, à l'est de la rue de Bonnel, au sud du boulevard Jules Favre, au nord de la rue de la Villette, rue Paul Bert, au sud du boulevard Vivier-Merle, et avenue Lacassagne. La valeur limite de 40 µg/m³ est atteinte très ponctuellement sans être dépassée. En 2030 pour le scénario fil de l'eau, les dépassements diminuent légèrement mais concernent toujours globalement les mêmes zones. La valeur limite n'est pas contre plus atteinte. La mise en place du projet ne modifie pas ces résultats mais de nouveaux dépassements sont simulés à l'ouest des passages sous les voies SNCF de l'avenue Georges Pompidou et de la rue de Bonnel. La valeur limite de 50 µg/m³ relative aux percentiles 90.4 journaliers est dépassée pour l'état initial rue Servient, à l'est de la rue de Bonnel, au sud du boulevard Jules Favre, ainsi que rue Paul Bert. Pour le scénario fil de l'eau 2030, les dépassements diminuent mais concernent globalement les mêmes zones. Suite à la mise en place du projet, ils restent identiques, et concernent en plus la section de la rue de Bonnel à l'ouest du passage sous les voies SNCF.
$PM_{2.5}$	La valeur limite de 25 µg/m³ en moyenne annuelle est dépassée pour le scénario initial uniquement au niveau de la rue Servient à l'ouest du passage sous le centre commercial et très ponctuellement rue Paul Bert, et au sud du boulevard Jules Favre. Pour les scénarios futurs avec ou sans projet, cette valeur limite est atteinte sur la même zone, sans être dépassée.
Benzène, SO_2, CO, Cd, Ni, BaP	Aucun dépassement simulé, pour les trois scénarios.

Tableau 8 – Synthèse du respect des seuils de qualité de l'air pour chaque polluant



Chapitre 4, ce qu'il faut retenir :

Les concentrations en polluants ont été calculées à l'aide du modèle de dispersion ADMS Urban sur le domaine d'étude.

Pour l'état initial 2015 et le fil de l'eau 2030, les maximums sont simulés rue Servient, à l'est de la rue de Bonnel, au sud du boulevard Jules Favre, au nord de la rue de la Villette, et rue Paul Bert.

Pour le scénario avec projet 2030, les maximums sont simulées à l'ouest des passages sous les voies SNCF, avenue Georges Pompidou et rue de Bonnel.

A l'état initial 2015, les concentrations simulées dépassent la valeur limite réglementaire définie par le Code de l'Environnement en NO_2 (majorité des rues), l'objectif de qualité en PM_{10}, et la valeur limite en $PM_{2.5}$ (sur quelques rues).

Pour les état futurs 2030, les dépassements diminuent significativement en NO_2, et de façon moins sensible en poussières.

Globalement la mise en place du projet n'a qu'un impact très limité sur les dépassements observés, mais peut faire appaitre des dépassements à l'ouest des passages sous les voies SNCF de l'avenue Georges Pompidou et de la rue de Bonnel.

5. CALCUL DE L'INDICE POLLUTION POPULATION (IPP)

5.1 Méthodologie

L'Indice Pollution/Population (IPP) est un indicateur sanitaire qui permet de comparer l'impact global des différents scénarii entre eux. Il intègre d'une part les concentrations, et d'autre part la répartition spatiale de la population sur le domaine d'étude. Cet indicateur doit être considéré comme un outil de comparaison de situations et ne peut donc pas être utilisé comme un indicateur d'exposition absolue permettant de quantifier le risque encouru par la population.

L'estimation de l'indice IPP a été menée sur l'ensemble du domaine d'étude.

Son principe de calcul pour un scénario donné repose sur le croisement d'une donnée de pollution (concentration polluante) avec une donnée de population sur le domaine d'étude.

Le calcul a été mené sur la base des données de population présentées au chapitre 2.3.1. L'indice a ainsi été évalué pour chaque maille de 200 m de côté de la base INSEE (désignées par la suite comme les « mailles INSEE »).

Cette échelle de travail convient bien à cet indicateur simplifié qu'est l'IPP, destiné à la comparaison globale de scénarios, et qui n'a pas vocation à être utilisé à un niveau de détail très fin.

L'IPP représente la somme des expositions individuelles des personnes soumises à la pollution d'origine routière. On calcule ainsi un IPP global par polluant et par scénario. Ces IPP globaux constituent des indicateurs simples permettant de comparer les différents scénarios en termes d'exposition des populations à la pollution atmosphérique d'origine routière.

5.1.1 CHOIX DES POLLUANTS

La circulaire n°2005-273 du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières préconise d'utiliser le benzène dans le calcul de cet indicateur, du fait de la toxicité avérée de ce polluant.

Cependant, l'expérience et les retours sur utilisation depuis 2005 ont montré que le choix du benzène seul pour l'évaluation de l'exposition des populations n'était sans doute pas pertinent.

Ceci tient principalement au fait que le benzène ne constitue plus à l'heure actuelle un bon traceur de la pollution d'origine routière. En effet, les progrès sur la composition des carburants font que les teneurs en benzène ne cessent de diminuer et surtout, il n'est pratiquement pas émis par la motorisation diesel, ce qui fait qu'une majorité du trafic n'est pas ou peu concernée en France. Ceci pose problème car l'utilisation d'un IPP benzène seul conduirait à mettre de côté dans le calcul et l'évaluation de scénario, la majeure partie des émissions du réseau et en particulier toute la circulation des PL auquel il n'est pas « sensible ».

Pour cette étude, nous proposons d'utiliser un IPP pour le dioxyde d'azote (NO_2). Ce choix est motivé par le fait que ce polluant est réglementé, mesurable et largement suivi par les réseaux de surveillance, représentatif d'une pollution d'origine routière, et qu'il a un impact sur la santé.

5.1.2 HYPOTHESES DE CALCUL

Les niveaux de concentration ont été calculés pour le NO_2 avec le logiciel ADMS Urban selon les mêmes hypothèses que les calculs présentés au chapitre précédent. Les points de calcul diffèrent puisqu'il a ici été choisi de réaliser un calcul sur un maillage régulier de 50m de résolution. Les concentrations simulées en ces points ont ensuite été moyennées sur chaque maille INSEE de résolution, où les données de population sont disponibles. La pollution de fond est prise en compte.

A chaque maille INSEE, est affectée la concentration en polluant calculée et la population correspondante. Le calcul de l'IPP est ensuite réalisé en croisant la valeur de population et la concentration. Le résultat fournit un indicateur « d'exposition » de la population.

$$IPP_{maille} = Population_{maille} \times Concentration_{maille}$$

Les IPP par maille les plus forts correspondent :

- aux zones où la densité de population est la plus élevée,
- ou aux zones où les concentrations calculées sont les plus élevées,
- ou aux deux.

On rappelle que la mise en place du projet ne s'accompagne pas d'une évolution de la population, mais que celle-ci évolue entre l'état initial et les situations futures, du fait du projet de ZAC et plus généralement du projet urbain Lyon Part Dieu.

5.2 Indicateur global

Pour les trois scénarios étudiés, l'IPP global correspond à la somme des indices IPP calculés pour chaque maille INSEE du domaine d'étude. D'après la circulaire, « cet indicateur est bien représentatif des conséquences d'un bilan « santé » global vis-à-vis des populations exposées ».

Le Tableau 9 présente les valeurs d'IPP obtenues.

	Etat initial	Fil de l'eau	Projet
IPP global NO_2	1 688	1 689	1 692
Evolution par rapport à l'état initial	-	+0.05%	+0.27%
Evolution par rapport au fil de l'eau	-	-	+0.22%

Tableau 9 – IPP globaux pour chaque scénario, en milliers d'unités

La comparaison des IPP globaux montre qu'à l'échelle du domaine d'étude, les variations de l'IPP global entre les scénarios sont minimes (moins de 1%), et donc non significatives.

5.3 Variation spatiale de l'indice

Les cartes présentées ci-après représentent les zones où l'exposition des populations à la pollution estimée via l'IPP (pour le NO_2) augmente ou diminue de manière significative avec l'aménagement du projet.

Le code couleur utilisé est le suivant :

- gris : pas d'évolution significative de l'IPP
- niveaux de bleu : diminution de l'IPP avec l'aménagement
- niveaux de rouge : augmentation de l'IPP avec l'aménagement
- rose : augmentation de l'IPP avec l'aménagement sur des mailles où la population était nulle précédemment (pas de calcul de variation possible).

Entre l'état initial et le scénario fil de l'eau (Figure 25), la tendance globale est une diminution de l'IPP et donc de l'exposition des populations (en raison de la diminution des émissions attendues en NO_2), excepté sur les mailles où des populations supplémentaires sont attendues (rue du Lac et rue Mazenod, rue Paul Bert, nord du boulevard Vivier Merle, et nord de la rue de la Villette).

La mise en place du projet (Figure 26) modifie très peu l'exposition des populations (couleur grise sur la majorité du domaine d'étude). On observe 7 mailles où l'exposition devrait augmenter (suite à une augmentation des émissions et donc des concentrations), le long de la rue de Bonnel, de la rue André Philip, et de la rue des Cuirassiers, et une maille où l'exposition devrait diminuer, à l'intersection entre la rue Lavoisier et le boulevard Vivier-Merle.

Enfin la Figure 27, qui présente l'évolution de l'exposition entre l'état initial et le scénario projet, conduit à des conclusions proches de celles de la Figure 25.

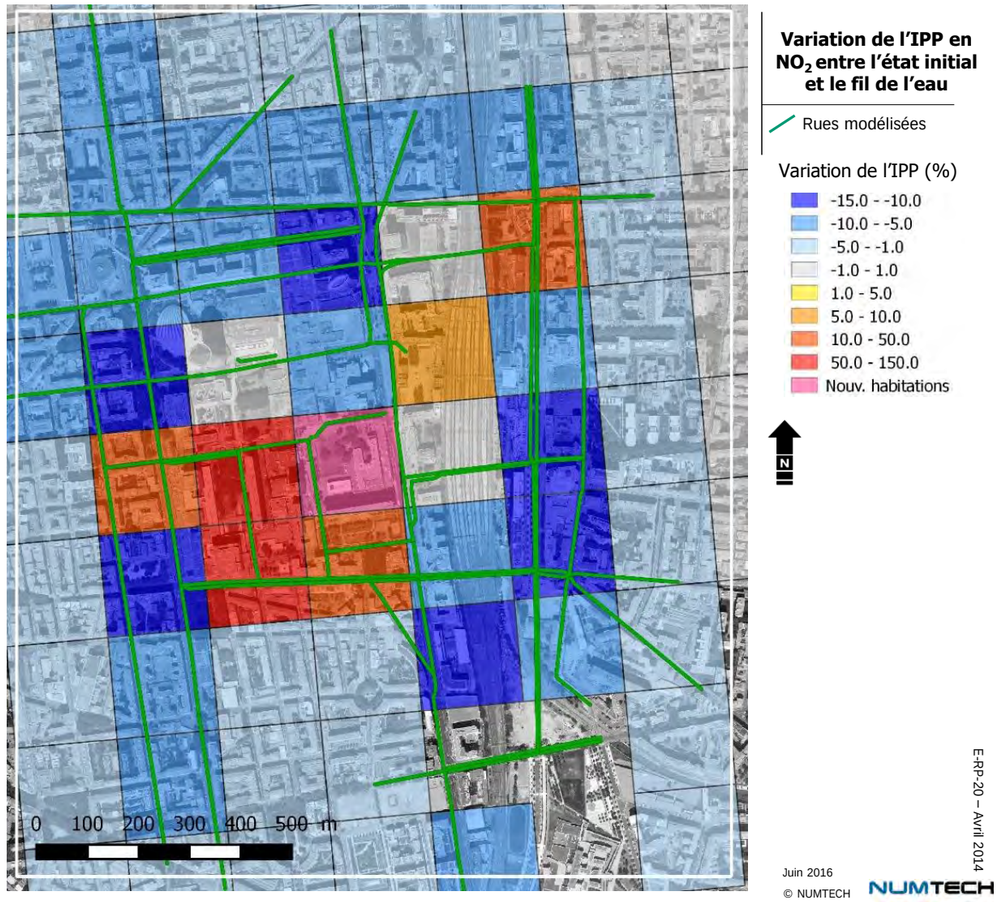


Figure 25 - Variation de l'IPP en NO_2 entre l'état initial et le fil de l'eau

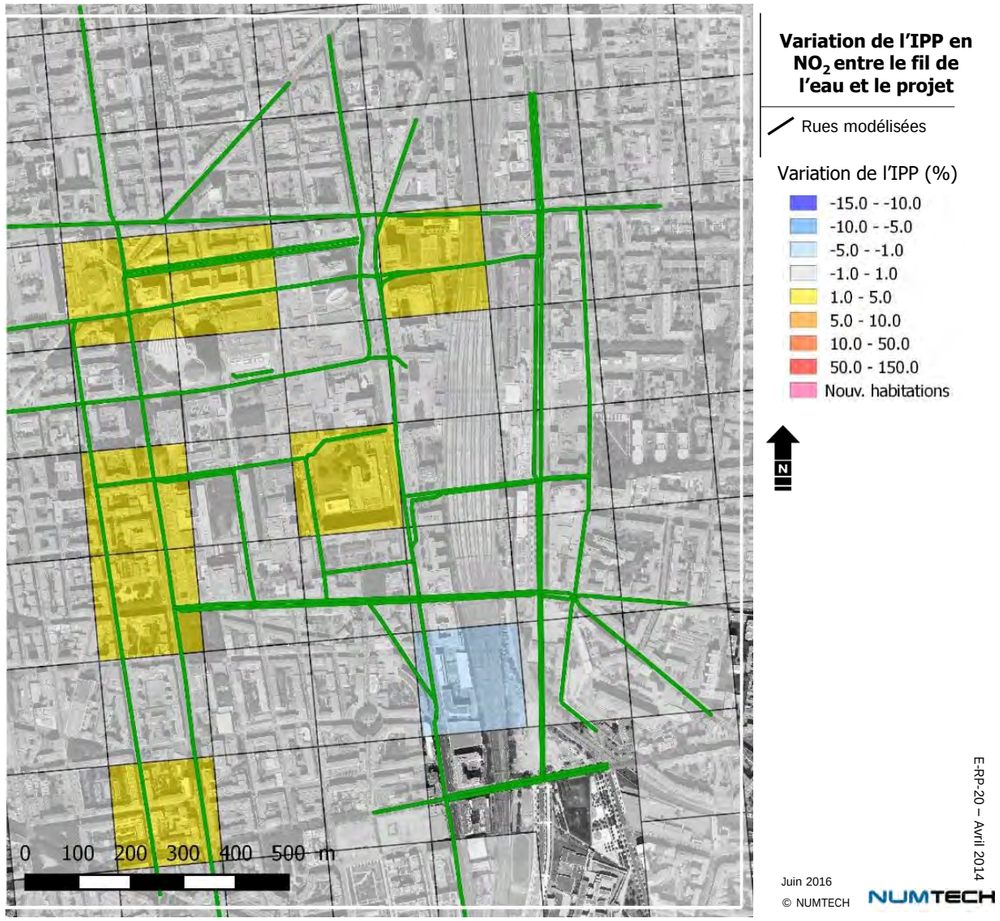


Figure 26 - Variation de l'IPP en NO_2 entre le fil de l'eau et le projet

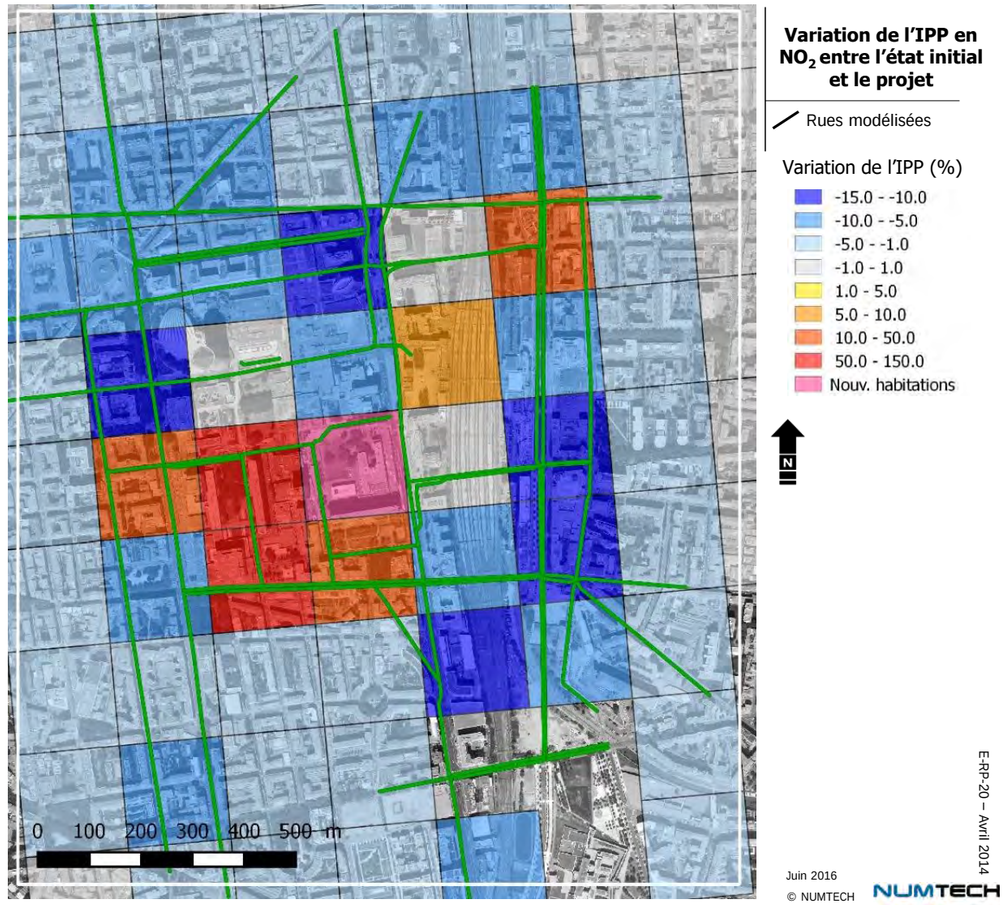


Figure 27 - Variation de l'IPP en NO_2 entre l'état initial et le projet



Chapitre 6, ce qu'il faut retenir :

Un Indice Pollution Population a été calculé, sur chaque maille de données de population INSEE du domaine d'étude (résolution 200m), pour le polluant NO_2.

La comparaison des trois scénarios montre une évolution contrastée de l'exposition des populations : dans le futur, l'exposition devrait globalement diminuer par rapport à l'état initial, que le projet soit mis en place ou non, excepté sur quelques zones où de nouveaux projets immobilier (et donc une augmentation de la population résidente) sont attendus.

La mise en place du projet ne conduit pas à une évolution significative de l'exposition des populations, excepté localement : augmentation légère rue de Bonnel, rue des Cuirassiers, et rue André Philip, et diminution légère à l'intersection entre la rue Lavoisier et le boulevard Vivier-Merle.

6. EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

L'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) est une démarche structurée élaborée par le national research council (NRC) (l'Académie des sciences nord américaine) (NRC, 1983[4]) qui la décrit comme « […] l'utilisation de faits scientifiques pour définir les effets sur la santé d'une exposition d'individus ou de populations à des matériaux ou des situations dangereuses ». Cette démarche suit une méthode définie permettant de fournir aux gestionnaires des estimations des risques pour la santé, en l'état actuel des connaissances scientifiques.

La méthodologie de l'EQRS a été retenue par l'InVS en 2000 pour répondre au volet air et santé des dossiers d'études d'impact. Concernant la méthodologie à suivre pour la réalisation d'une telle étude, deux documents font référence en France :

- le « Guide de lecture du volet sanitaire d'une étude d'impact » publié par l'InVS[5] (InVS, 2000)[6] ;
- le guide méthodologique de l'Ineris[7] « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées, Impact des activités humaines sur les milieux et la santé » (Ineris, 2013)[8].

Compte tenu des trafics et la densité de population après mise en service du projet, la présente étude est classée de niveau II par la circulaire du 25 février 2005. Conformément à ce que cette circulaire prévoit, l'étude de niveau II est rehaussée à une étude de niveau I au droit des lieux sensibles.

De plus, l'avis de l'Anses relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières a également été considéré[9].

La démarche d'évaluation des risques sanitaires du volet air et santé de l'étude d'impact s'appuie sur les 4 étapes présentées ci-dessous :

- Etape 1 : l'identification des dangers qui consiste en l'identification et la description les plus exhaustives possible des substances capables de générer un effet sanitaire indésirable, ainsi que la description de cet effet sanitaire ;
- Etape 2 : l'évaluation de la relation dose-réponse qui a pour but d'estimer le lien entre la dose d'une substance mise en contact avec l'organisme et l'incidence de l'apparition d'un effet toxique jugé critique pour l'organisme. Cette étape se caractérise par le choix des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) pour chaque toxique étudié ;
- Etape 3 : l'évaluation des expositions qui permet de juger du niveau de contamination des milieux, de caractériser les populations potentiellement exposées et de quantifier l'exposition de celles-ci ;
- Etape 4 : la caractérisation du risque qui est une étape de synthèse des étapes précédentes permettant de quantifier le risque encouru pour la ou les population(s) exposées.

Cette 4ème étape est suivie d'un récapitulatif des hypothèses et des incertitudes liées à la démarche d'évaluation des risques sanitaires. Comme le recommande l'Ineris, une étape préalable de « Caractérisation de l'installation et de son environnement » a été réalisée. Cette étape préalable a déjà été traitée dans les chapitres précédents, elle ne sera donc pas rappelée dans la partie « Evaluation des risques sanitaires ».

La Figure 28 synthétise la démarche d'ERS suivie dans cette étude.

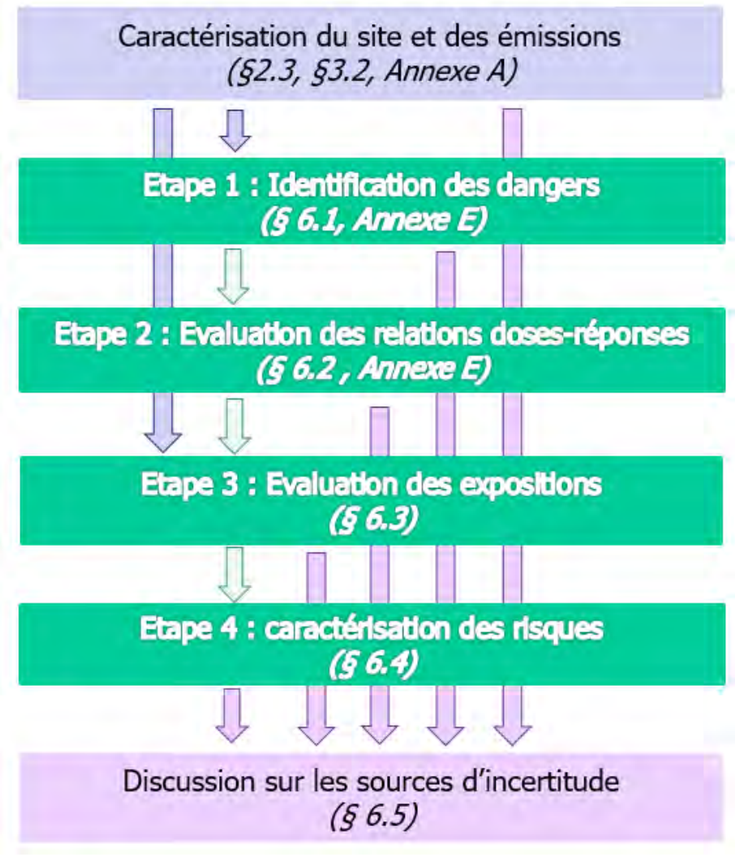


Figure 28 – Logigramme de la démarche d'évaluation des risques sanitaires

4 Risk assessment in the federal government. Managing the process. Washington DC, National Academy of Science, 191 p.
5 Institut national de veille sanitaire
6 Institut de Veille Sanitaire (InVS), 2000, Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact, 49 p.
7 Institut national de l'environnement industriel et des risques
8 Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris), 2013, Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées, Impact des activités humaines sur les milieux et la santé, 102 p.
9 Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), 2012, Avis relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières, Saisine n° 2010-SA-0283, 195 p.

Plusieurs grands principes sont respectés dans l'ERS, conformément aux recommandations de l'InVS, de l'Ineris et de la circulaire du 17 février 1998 relative à l'application de l'article 19 de la loi LAURE[10], complétant le contenu des études d'impact des projets d'aménagement :

- la transparence : les sources de données et les méthodes utilisées, les choix réalisés et les incertitudes relevées sont explicités et référencés ;
- la cohérence : les meilleures connaissances scientifiques du moment (cohérence externe) sont utilisées de même que des règles systématiques pour recueillir et traiter l'information, choisir les méthodes et les hypothèses de calcul (cohérence interne) ;
- la spécificité : l'étude s'appuie sur les connaissances scientifiques et les données propres au site ou qui s'en rapprochent le plus ;
- la prudence scientifique : en l'absence de donnée reconnue, sont prises en compte des hypothèses raisonnablement majorantes ;
- la proportionnalité : le degré d'approfondissement doit être cohérent avec l'importance des incidences prévisibles de la pollution.

Cette étude s'appuie sur les méthodes et les connaissances disponibles au moment de la rédaction du rapport. Sa validité est donc limitée par l'évolution des outils et des connaissances des sciences utilisées dans l'évaluation des risques sanitaires.

Dans la suite de ce chapitre « évaluation des risques », sont traitées les étapes qui n'ont pas encore été appréhendées dans le rapport à savoir les étapes 1 et suivantes. Pour rappel, le paragraphe 2.3 « caractérisation des populations et sites sensibles » du chapitre 2 a présenté la caractérisation du site, les populations qui y résident, et la localisation des sites sensibles (soit l'étape préalable aux 4 étapes de l'ERS). Ces différentes informations sont réutilisées dans le présent chapitre.

10 Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie

6.1 Etape 1 : Identification des dangers

6.1.1 Liste de substances appréhendées dans l'ERS

Dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires, les substances appréhendées sont celles recommandées dans **l'avis de l'Anses de 2012** relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières. Il s'agit d'une mise à jour de la liste de substances proposées par la **circulaire ministérielle DGS/SD7B n°2005-273 du 25 février 2005** relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

A noter que dans le cadre d'une étude de niveau II rehaussée à une étude de niveau I, dans la mesure où l'ERS est proposée uniquement au droit de sites sensibles, seule la voie d'exposition respiratoire est considérée.

Le tableau ci-après synthétise les substances étudiées :

Durée d'exposition	Substances
Aiguë	Particules (PM_{10} et $PM_{2.5}$)
	Dioxyde d'azote
Chronique	Particules (PM_{10} et $PM_{2.5}$)
	Dioxyde d'azote
	Acétaldéhyde
	Acroléine
	Ammoniac
	Arsenic
	Benzène
	1.3-butadiène
	Chrome
	Ethylbenzène
	Formaldéhyde
	Naphtalène
	Nickel
	Propionaldéhyde
	16 HAP

Tableau 10 - Substances appréhendée dans l'ERS (source : Anses, 2012)

Pour la famille de substances des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), l'Anses recommande le traitement de certains congénères de ces familles. Ces congénères sont les suivants :

- Acénaphtène
- Acénaphtylène
- Anthracène
- Benzo[a]anthracène
- Benzo[a]pyrène
- Benzo[b]fluoranthène
- Benzo[k]fluoranthène
- Benzo[ghi]pérylène
- Chrysène
- Dibenzo[ah]anthracène
- Fluorène
- Fluoranthène
- Indéno[123-cd]pyrène
- Phénanthrène
- Pyrène
- Benzo[j]fluoranthène

6.1.2 ETUDE DES DANGERS

Cette partie a pour objectif de présenter les principaux effets sur la santé humaine associés aux substances retenues dans le cadre de cette étude. Pour chacune des substances, ce chapitre présente un résumé des connaissances en toxicité aiguë (quelques heures à quelques jours) et chronique (plusieurs mois à plusieurs années), qui sont les deux types d'exposition qui seront étudiés pas la suite dans l'Evaluation des Risques Sanitaires (ERS). Pour les expositions chroniques, il est distingué les connaissances sur les effets systémiques[11] et celles sur les effets cancérigènes.
Les principales bases de données consultées sont les suivantes :

- « L'United-States Environmental Protection Agency » (US-EPA) ;
- l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ;
- « L'International Program on Chemical Safety » (IPCS) ;
- Santé Canada (« Health Canada ») ;
- l'institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (Ineris) ;
- l'institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) ;
- Hazardous Substances Data Bank (HSDB).

La consultation de ces bases a permis de répertorier les dangers associés aux substances ou familles de substances inventoriées (certaines substances sont regroupées par famille). Le Tableau 11 présente les principaux systèmes cibles (par exemple : système respiratoire, système digestif, système cardio-vasculaire…) et les substances associées à ces systèmes, selon la voie d'exposition. Ce tableau liste les principaux effets répertoriés dans la littérature scientifique, sans être exhaustif. Il permet également de pointer le fait que chaque système est la cible de plusieurs substances étudiées. Elles peuvent interagir pour potentialiser, neutraliser ou diminuer les effets néfastes de substances considérées individuellement. Dans le tableau suivant, la famille des HAP est représentée par le benzo[a]pyrène et le naphtalène.
Une description toxicologique complète de ces dangers est présentée en ANNEXE E (document présenté à part).

[11] Toxicité d'une substance qui se manifeste par une atteinte non cancéreuse d'un tissu ou d'une fonction

Substances	Respiratoire	Oculaire	Hématologique et immunitaire	Cardio-vasculaire	Nerveux	Digestif	Musculo-squeletique	Urinaire	Cutané	Reproductif et développemental
1,3-butadiène	AR*	-	CR	CR	-	-	-	-	AR	CR
Acétaldéhyde	AR, AO*, CR*, CO*	AR	-	AO	CO	-	-	-	-	-
Acroléine	AR, AO, CR	AR, AO	CO	-	-	AO	-	-	AR, AO	-
Ammoniac	AR	-	-	AR	-	AR	-	-	-	-
Arsenic	AR, CR	-	AO, CO	CR, CO	AO, CR, CO	AO, CO	-	-	AO, CR, CO	-
Benzène	-	-	CR, CO	-	AR, CR, CO	-	-	-	-	-
Benzo[a]pyrène	-	-	CO	-	-	CO	-	CO	-	-
Chrome	CR, CO	-	-	-	AO	AO	-	-	-	-
Dioxyde d'azote	AR, CR	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ethylbenzène	AR	AR	-	-	AR	CR	-	-	-	-
Formaldéhyde	AR, AO, CR	AR	-	AO, CO	-	-	-	-	-	-
HAP	CR	CC	AO, AC, CR						AC	
Naphtalène	CR	CR	CR, AO	-	-	-	-	-	-	-
Nickel	AR, CR	-	-	-	AR	AR, AO	-	-	-	CR, CO
Poussières	AR, CR	-	-	AR	-	-	-	-	-	-
Propionaldéhyde	AR, CR	AR, CR	-	-	-	AO, CO	-	-	-	-

*Type d'exposition aux substances : AR : Aigu respiratoire / AO : Aigu oral / AC : Aigu cutané / CR : Chronique respiratoire / CO : Chronique oral / CC : Chronique cutané

Tableau 11 – Liste des systèmes-cibles susceptibles d'être atteints et substances et type d'exposition associés

6.2 Etape 2 : Inventaire et choix des valeurs toxicologiques de référence

Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) pour une substance donnée sont des valeurs établissant une relation entre les niveaux d'exposition auxquels les personnes peuvent être exposées et l'incidence ou la gravité des effets associés à l'exposition.

6.2.1 METHODE

Les valeurs toxicologiques de référence sont distinguées en fonction de leur mécanisme d'action :

- Les toxiques à seuil de dose : Les VTR sont les valeurs en dessous desquelles l'exposition est réputée sans risque.
- Les toxiques sans seuil de dose : Les VTR correspondent à la probabilité, pour un individu, de développer l'effet indésirable (ex : cancer) lié à une exposition égale, en moyenne sur sa durée de vie, à une unité de dose de la substance toxique. Ces probabilités sont exprimées par la plupart des organismes par un excès de risque unitaire (ERU). Un ERU de 10^{-5} signifie qu'une personne exposée, en moyenne durant sa vie à une unité de dose, aurait une probabilité supplémentaire de 1/100 000, par rapport au risque de base, de contracter un cancer lié à cette exposition.

6.2.2 SOURCES DE DONNEES

D'après la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, il est recommandé de sélectionner la VTR proposée par l'un des organismes suivant : Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA.

Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'Anses même si des VTR plus récentes sont proposées dans les autres bases de données. À défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors cette VTR doit être retenue, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.

En l'absence d'expertise nationale, la VTR à retenir correspond à la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.
Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA est utilisée.

En l'absence de VTR dans une de ces 8 bases de données, la note n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 indique qu'il est préférable d'éviter d'utiliser d'autres valeurs telles qu'une valeur toxicologique publiée par un autre organisme que ceux précédemment listés, ou une valeur limite d'exposition professionnelle ou encore une valeur guide de qualité des milieux.

Les VTR utilisées en évaluation de risques sanitaires doivent avoir des fondements uniquement sanitaires. Cependant, certaines valeurs émises par l'OMS (appelées « valeurs guides ») sont établies en tenant compte de considérations supplémentaires (environnementales, techniques, économiques…). Lorsque de telles valeurs guides (VG) sont utilisées à défaut de VTR, elles sont traitées à part dans l'étude et il ne sera pas réalisé de caractérisation des risques comme avec une VTR, mais seulement une comparaison des VG avec les doses d'exposition. En revanche, si une VG peut être assimilée à une VTR de par sa construction, alors un calcul de risque sera réalisé.

La Figure 29 présente le logigramme permettant de choisir les VTR selon les recommandations de la note ministérielle N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014.

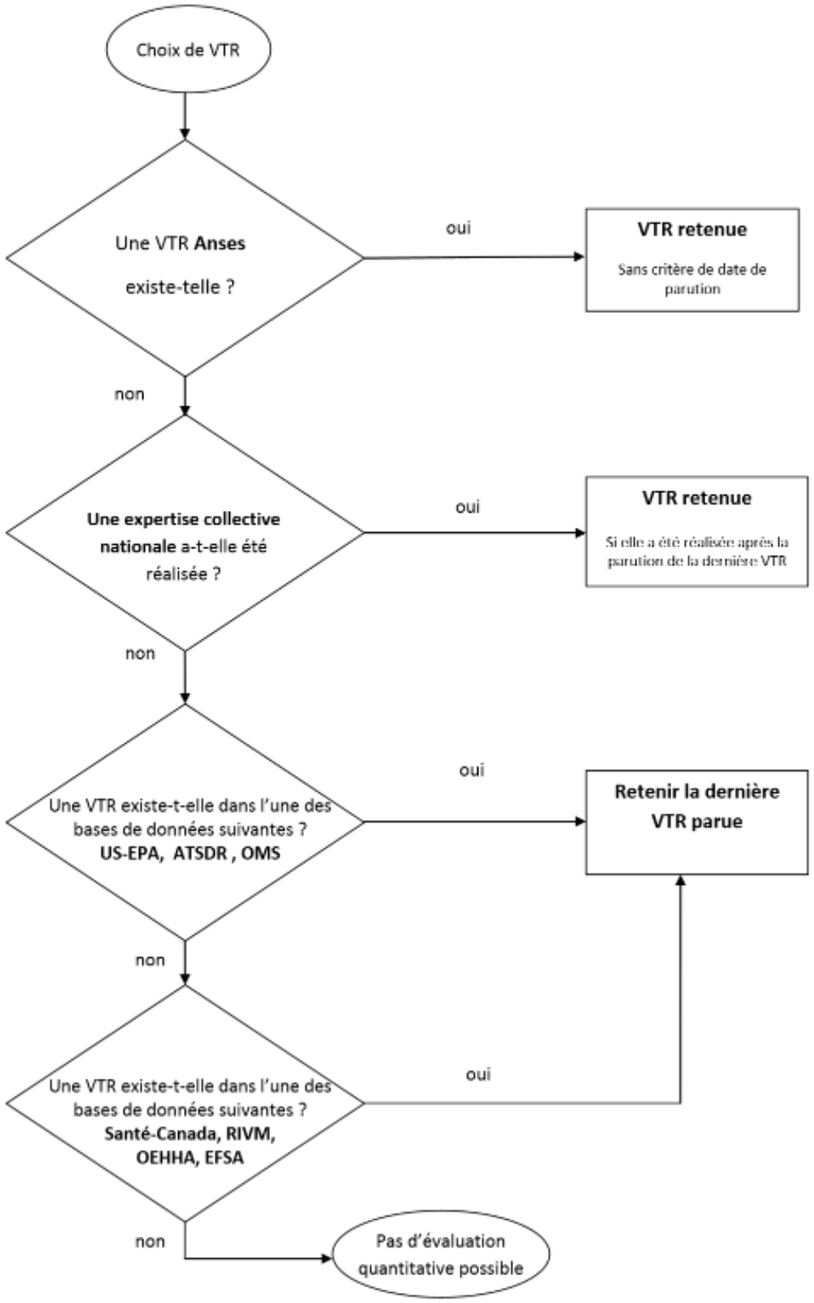


Figure 29– Logigramme pour le choix des VTR (note n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014)

6.2.3 CHOIX DES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE

Les Tableau 12 à Tableau 14 synthétisent les VTR (ou les valeurs-guides) retenues selon les recommandations de la note N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 pour chaque durée d'exposition (aiguë et chronique) et chaque type d'effet (à seuil ou sans seuil de dose).

Dans le cas de l'exposition aiguë, le guide de l'Anses de 2012 recommande de considérer uniquement les poussières et le dioxyde d'azote. Pour ces substances/famille de substance, seules des valeur-guides sont disponibles :

Substances	VTR aiguë/VG ($\mu g.m^{-3}$)	Durée	Système cible	Référence
NO2	200	1h	Respiratoire	Expertise Anses, 2013 (OMS, 2010)
PM_{10}	50	24h	Respiratoire	OMS, 2005
$PM_{2,5}$	25	24h	Respiratoire	OMS, 2005

Tableau 12 - VG aiguës

Substances	VTR ($\mu g.m^{-3}$)	Système cible	Référence
1,3-butadiène	2	Reproductif et développemental	EPA, 2002
Acétaldéhyde	160	Respiratoire	Anses, 2014
Acroléine	0,8	Respiratoire	Anses, 2013
Ammoniac	200	Respiratoire	Expertise Ineris 2011 (OEHHA, 2000)
Arsenic	0,015	Nerveux, Reproductif et développemental	Expertise Ineris 2010 (OEHHA, 2008)
Benzène	3	Hématologique et immunitaire	OEHHA, 2014
Chrome VI	0,1	respiratoire	Expertise Ineris 2007 (EPA, 1998)
Ethylbenzène	300	Urinaire	ATSDR, 2010
Formaldéhyde	9	Respiratoire	Expertise Ineris, 2010 (OEHHA, 2008)
Naphtalène	37	Respiratoire	Anses, 2013
Nickel (sous forme oxydé)	0,014	Respiratoire	OEHHA, 2012
NO_2	40*	Respiratoire	OMS, 2000
PM_{10}	20*	Respiratoire	OMS, 2005
$PM_{2,5}$	10*	Respiratoire	OMS, 2005
Propionaldéhyde	8	Respiratoire	EPA, 2008

*valeur-guide

Tableau 13 - VTR chronique non cancérigène

Substances	VTR ((µg/m³)⁻¹)	Système cible	Référence
1,3-Butadiène	1,7 10^{-4}	Respiratoire	Expertise Ineris, 2011 (OEHHA, 2009)
Acétaldehyde	2.2 10^{-6}	Respiratoire	INERIS, 2011 (EPA, 1991)
Arsenic	4,3 10^{-3}	Respiratoire	Expertise Ineris 2010 (EPA, 1998)
Benzène	2,6 10^{-5}	Hématologique et immunitaire	Anses, 2014
Benzo[a]pyrène	1,1 10^{-3}	Respiratoire	OEHHA, 2009
Chrome VI	4,0 10^{-2}	Respiratoire	OMS, 2013
Dibenzo[a,h]anthracène	1,2 10^{-3}	Respiratoire	OEHHA, 2009
Ethylbenzène	2,5 10^{-6}	Urinaire	OEHHA, 2009
Formaldéhyde	5,3 10^{-6}	Respiratoire	Expertise Ineris, 2010 (Santé Canada, 2001)
Naphtalène	5,6 10^{-6}	Respiratoire	Anses, 2013
Nickel	3,8 10^{-4}	Respiratoire	Expertise Ineris 2007 (OMS, 2000)

Tableau 14 - VTR chronique cancérigène

Cas particulier du nickel

Dans le cadre de cette étude, le nickel pris en compte est uniquement émis par combustion de carburant (émission à chaud et à froid). L'expertise de l'Ineris de 2007 propose 2 VTR respiratoires pour cette substance : une VTR pour l'oxyde de nickel et une autre pour les autres formes de nickel. Les produits de combustion s'oxydent avec l'oxygène de l'air, par conséquent, il a été jugé plus pertinent de prendre en compte la VTR associée à l'oxyde de nickel qui apparait comme la forme de nickel la plus cohérente avec le contexte (par rapport à d'autres formes de nickel).

Cas particulier du Chrome

Dans l'environnement, le chrome existe sous plusieurs degrés d'oxydation, principalement le chrome III (Cr III) et le chrome VI (Cr VI), c'est la raison pour laquelle des VTR pour la voie respiratoire sont disponibles pour le chrome VI et le chrome III. De ces deux degrés d'oxydation, le chrome VI est le plus toxique, c'est pourquoi il est retenu comme représentant du chrome et de ses composés dans la présente ERS. Pour le chrome VI, des VTR sont à la fois disponibles pour la forme particulaire et pour la forme aérosol. La forme aérosol correspond à une forme dissoute, il est donc préféré la forme particulaire qui correspond mieux au contexte de notre étude.

Dans le cadre de cette étude, le chrome est émis par l'usure des pneus, des freins, de l'embrayage et de la route. Parmi les différentes sources d'émission en chrome, aucune information n'est exploitable pour estimer la part de chrome VI dans le chrome total, il a donc été décidé, dans une hypothèse majorante, de considérer la totalité du chrome émis comme du chrome VI.

Cas particulier des hydrocarbures aromatiques polycycliques

Pour les effets sans seuil de dose, les recommandations de l'Ineris sont suivies. Elles consistent à tenir compte des facteurs d'équivalence toxique pour calculer les VTR sans seuil de chacun des HAP qui ne disposent pas de VTR spécifiques, à partir de la VTR sans seuil du benzo(a)pyrène (Ineris, 2006)[12]. Les facteurs d'équivalence toxique (FET) utilisés sont ceux qui ont été retenus en France par l'Ineris à l'issue d'un travail d'analyse des différents FET disponibles dans la littérature. Les valeurs de ces FET sont présentées dans le Tableau 15.

Substances	FET
Acénaphtène	0,001
Anthracène	0,01
Benzo(a)anthracène	0,1
Benzo(a)pyrène*	1
Benzo(b)fluoranthène	0,1
Benzo(g,h,i)perylène	0,01
Benzo(j)fluoranthène*	0,1
Benzo(k)fluoranthène	0,1
Chrysène	0,01
Dibenz(a,h)anthracène*	1
Fluoranthène	0,001
Fluorène	0,001
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	0,1
Naphtalène*	0,001
Phénanthrène	0,001
Pyrène	0,001

*ces HAP disposent de VTR spécifiques (cf. Tableau 14)

Tableau 15 - FET des HAP pris en compte (source Ineris, 2006)

12 Ineris, 2006, Hydrocarbures armoatiques polycycliques (HAPs) – Evaluation de la relation dose-réponse pour des effets cancérogènes : Approche substance par substance (facteur d'équivalence toxique – FET) et approche par mélanges, 64 p.

Le Tableau 16 synthétise les substances retenues et les VTR associées pour chacune des durées d'exposition et des types d'effets.

Substances	Respiratoire aiguë	Respiratoire non cancérigène	Respiratoire cancérigène
1,3-butadiène	X	X	X
Acénaphtène	-	-	-
Acétaldéhyde	X	X	X
Acroléine	X	X	-
Ammoniac	-	X	-
Anthracène	-	-	-
Arsenic	X	X	X
Benzène	X	X	X
Benzo[a]anthracene	-	-	-
Benzo[b]fluoranthène	-	-	-
Benzo[ghi]pérylène	-	-	-
Benzo[k]fluoranthène	-	-	-
Benzo[a]pyrène	-	-	X
Chrome	-	X	X
Chrysène	-	-	-
Dibenzo[a,h]anthracène	-	-	X
Ethylbenzène	-	X	X
Fluoranthène	-	-	-
Fluorène	-	-	-
Formaldéhyde	X	X	-
Indeno[1,2,3-cd]pyrène	-	-	-
Naphtalène	-	X	X
Nickel	X	X	X
NO_2	X	X	-
Phénanthrène	-	-	-
PM_{10}	X	X	-
$PM_{2,5}$	X	X	-
Propionaldéhyde	-	X	-
Pyrène	-	-	-

Tableau 16 - Synthèse des substances retenues et des VTR disponibles

6.3 Etape 3 : Evaluation des expositions

L'objet de ce chapitre est d'évaluer les doses auxquelles les populations humaines sont susceptibles d'être exposées.

6.3.1 Voies et vecteurs d'exposition

La population de la bande d'étude est exposée aux substances présentes dans son environnement essentiellement par voies respiratoire, orale et cutanée. L'objectif de cette ERS est de quantifier les risques sanitaires uniquement au droit des sites sensibles pour la voie respiratoire, par conséquent, seule la voie respiratoire a été appréhendée dans le cadre de cette étude. La voie respiratoire est en effet la principale voie d'exposition aux polluants atmosphériques.

De manière générale, l'exposition d'une population est déterminée à partir du calcul de la concentration moyenne inhalée (CMI) en chaque substance, selon l'équation générale suivante :

Équation 1 :

$$CMI = \sum_i \left(C_i \times T_i\right) \times F \times \left(\frac{DE}{T_m}\right)$$

Avec :
CMI : Concentration moyenne inhalée (µg.m^{-3})
Ci : Concentration de polluant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps Ti (µg.m^{-3})
Ti : Taux d'exposition à la concentration Ci pendant une journée (-)
F : Fréquence ou taux d'exposition annuel (nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours) (-)
DE : Durée d'exposition, intervient uniquement dans le calcul des risques des polluants sans effet de seuil (années)
Tm : Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (années), intervient uniquement pour les effets sans seuil où cette variable est assimilée à la durée de la vie entière (Tm est pris égal à 70 ans)

6.3.2 Scenario d'exposition retenu

Dans le cadre de cette étude, le scénario « Populations sensibles » est le seul scénario d'exposition retenu. Ce scénario d'exposition correspond aux populations qui sont susceptibles de se rassembler dans le domaine d'étude, au droit des sites sensibles.

6.3.3 PARAMETRES DU SCENARIO D'EXPOSITION

Taux d'exposition journalier (Ti)

Le taux d'exposition journalier des différentes populations au droit des sites sensibles varie en fonction du type de site :

- 100% du temps pour une personne située en maison de retraite,
- 30% du temps pour un enfant dans son école (7h par jour),
- 2% du temps pour une personne pratiquant une activité sportive (4h par semaine).

Afin de limiter les calculs, une hypothèse simplificatrice et majorante a été appréhendée pour tous les sites sensibles. Elle consiste à considérer dans un premier temps que les populations restent toute la journée au niveau des différents sites sensibles. Cette hypothèse peut être affinée ou discutée en cas de dépassements observés des seuils sanitaires.

Ti = 1 (ou 100%)

Fréquence d'exposition annuelle (F)

La fréquence d'exposition annuelle des différentes populations au droit des sites sensibles varie en fonction du type de site :

- 100% du temps pour une personne située en maison de retraite (365 jours de présence par an),
- 50% du temps pour un enfant dans son école (184 jours de présence par an),
- 2% du temps pour une personne pratiquant une activité sportive (9 jours de présence par an).

Afin de limiter les calculs, une hypothèse simplificatrice et majorante a été appréhendée pour tous les sites sensibles. Elle consiste à considérer dans un premier temps que les populations restent toute l'année au niveau des différents sites sensibles. Cette hypothèse peut être affinée ou discutée en cas de dépassements observés des seuils sanitaires.

F = 1 (ou 100%)

Durée d'exposition (DE)

Pour les substances à effet sans seuil de dose, la durée d'exposition (DE) doit être prise en compte. Une étude sur le temps de résidence des Français (basée sur la durée des abonnements privés à Electricité de France) (Nedellec et al., 1998)[13] montre, que pour les données de 1993, 90 % de la population investiguée reste au plus 30 ans dans la même résidence (30 ans correspond au percentile 90 des durées d'exposition obtenues). Au niveau des sites sensibles, la durée d'exposition peut varier :

- Plusieurs années pour une personne située en maison de retraite,
- Entre 4 et 8 ans pour un enfant dans son école (maternelle + primaire),
- De 1 à plus de 30 ans pour une personne pratiquant une activité sportive.

Afin de limiter les calculs, une hypothèse simplificatrice et majorante a été appréhendée pour tous les sites sensibles. Elle consiste à considérer dans un premier temps que les populations restent pendant 30 ans au niveau des différents sites sensibles. Cette hypothèse peut être affinée ou discutée en cas de dépassements observés des seuils sanitaires. A noter que cette durée de 30 ans est celle souvent utilisée par l'US-EPA dans les scénarios dits résidentiels (95ème percentile des durées de résidence aux Etats-Unis) (EPA, 1997)[14].

DE = 30 ans

D'après les éléments d'information fournis à NUMTECH, les aménagements sont prévus vers 2030. Dans la mesure où l'étude appréhende 3 états d'étude, à savoir l'état initial, l'état futur sans aménagement et l'état futur avec aménagement ; 2 durées d'exposition DE ont été considérées :

- Une 1ère durée d'exposition qui permet de se rendre compte des niveaux d'exposition si aucun aménagement n'est réalisé. Cette durée d'exposition se compose de 2 phases : une première phase de 15 ans entre 2015 et 2030 correspondant à l'état initial et une seconde phase de 15 ans entre 2030 et 2045 correspondante à l'état futur **sans** aménagement,
- Une 2nde durée d'exposition qui permet de se rendre compte des niveaux d'exposition si un aménagement est réalisé. Cette durée d'exposition se compose de 2 phases : une première phase de 15 ans entre 2015 et 2030 correspondant à l'état initial et une seconde phase de 15 ans entre 2030 et 2045 correspondante à l'état futur **avec** aménagement,

Estimation des concentrations en polluants à l'intérieur et à l'extérieur des locaux (Ci)

En l'absence de données sur le taux de pénétration des substances retenues dans l'étude, nous supposons que leur concentration dans l'air (paramètre Ci de l'Équation 1) des milieux intérieurs (habitations) est la même que celle obtenue à l'extérieur.

Ci intérieur = Ci extérieur

Synthèse des paramètres du scénario d'exposition

Le Tableau 17 synthétise les paramètres relatifs au scénario d'exposition retenu :

Zone concernée pour la caractérisation du risque	Voies d'exposition	Type d'exposition respiratoire	Durée d'exposition
Sites sensibles	Respiratoire	Aigu, chronique	24 heures/24 365 jours/an 30 ans

Tableau 17 - Paramètres du scénario d'exposition

6.3.4 ESTIMATION DES CONCENTRATIONS EN SUBSTANCES DANS L'AIR

Les niveaux en substances auxquels sont susceptibles d'être exposées les populations situées au droit des sites sensibles sont estimés par l'intermédiaire de la modélisation de la dispersion atmosphérique. Suivant le type d'exposition considéré (aiguë ou chronique), les valeurs de concentrations dans l'air (Ci) considérées sont les suivantes :

13 Nedellec V., Courgeau D.,Empereur-Bissonnet P., Energies santé, 1998 (vol. 9, n°4, pp. 503-515), La durée de résidence des Français et l'évaluation des risques liés aux sols pollués.

14 Environmental Protection Agency (EPA), 1997, Exposure Factors Handbook, volume 1 : General Factors.

- **pour les expositions de type chronique** : les concentrations moyennes annuelles ;
- **pour les expositions de type aigu** : les concentrations maximales horaire ou journalière (suivant la durée d'exposition associée à la VTR aiguë ou à la valeur guide retenue).

Pour l'ensemble des substances appréhendées, les niveaux en substances sont représentatifs de la seule contribution du trafic automobile **sauf pour** :

- le dioxyde d'azote,
- les poussières ($PM_{2.5}$ et PM_{10}),
- le benzène,
- l'arsenic.
- le nickel,
- le cadmium,
- le benzo(a)pyrène,

En effet, pour ces dernières substances, le niveau de fond ambiant a été pris en compte en plus des niveaux induits par le trafic routier.

Dans les cas particuliers des familles d'hydrocarbures aromatiques polycyclique (HAP) et des composés organiques volatils (COV), ces substances n'ont pas été distinguées (ou partiellement) dans le cadre de l'étude de dispersion, or, la spéciation de ces familles est nécessaire à la démarche ERS qui s'applique à chaque substances prises individuellement. Les paragraphes suivants présentent la méthodologie pour ces différentes familles de substances.

Concernant les HAP, Le calcul des concentrations à l'émission a été réalisé pour le pour le benzo[a]pyrène uniquement d'une part (émis par l'échappement et hors échappement), et par la somme de 6 HAP d'autre part considérés comme les plus toxiques (indeno[1,2,3-cd)pyrene, benzo[k]fluoranthene, benzo[b]fluoranthene, benzo[a]pyrene, benzo[a]anthracene, dibenzo[ah]anthracene). Dans le cadre de cette étude, 16 HAP doivent être appréhendés selon les recommandations de l'Anses. Afin de pouvoir estimer la part de chacun des 6 HAP dans les HAP issus de l'outil utilisé pour l'estimation des émissions du trafic routier et des 10 autres HAP recommandés par l'Anses, l'outil COPERT IV a été utilisé. Cet outil a permis de quantifier les émissions totales du parc automobile actuel et du parc automobile prévu en 2025 (en s'appuyant sur les prévisions de l'IFSTTAR[15]) pour un grand nombre de HAP, dont ceux qui ont été retenus dans cette étude. Ces différentes données ont permis d'estimer les concentrations pour les HAP retenus dans l'ERS. Le détail des résultats obtenus est présenté en ANNEXE F.

Concernant les COV, l'outil utilisé pour estimer les concentrations à l'émission a permis d'estimer l'ensemble des substances, sauf l'éthylbenzène et le propionaldéhyde. Afin de pouvoir appréhender ces 2 substances, une démarche similaire aux HAP a été suivie. Le tableau suivant synthétise les données appréhendées dans le cadre de cette étude :

	2 Roues		VL		PL	
	Initial	Futur	Initial	Futur	Initial	Futur
Ethylbenzène	2.1%	2.1%	2.0%	1.4%	0%	0%
Propionaldéhyde	0%	0%	0.6%	0.9%	1.3%	1.3%

Tableau 18 – Part d'éthylbenzène et de propionaldéhyde dans les COVNM émis par les différentes catégories de véhicules en fonction de l'horizon d'étude

Les tableaux suivants présentent les intervalles de concentrations (minimum-maximum) obtenues sur l'ensemble des sites sensibles par l'étude de dispersion pour les différents scénarios :

substances	Etat initial	Etat futur sans aménagement	Etat futur avec aménagement
NO_2	[153.0, 167.4]	[153.0, 158.8]	[153.0, 158.7]
PM_{10}	[108.9, 113.4]	[108.9, 112.0]	[108.9, 112.2]
$PM_{2,5}$	[98.4, 101.4]	[98.4, 100.1]	[98.4, 100.3]

Tableau 19 - Intervalles de concentrations dans l'air (Ci) obtenues pour une exposition aiguë ($\mu g.m^{-3}$)

15 Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux

substances	Etat initial	Etat futur sans aménagement	Etat futur avec aménagement
1,3-Butadiene	[2.4E-4, 3.1E-2]	[8.4E-5, 9.1E-3]	[8.4E-5, 1.3E-2]
Acénaphtène	[4.0E-6, 5.3E-4]	[3.2E-6, 3.5E-4]	[3.1E-6, 3.7E-4]
Acénaphtylène	[3.0E-6, 3.9E-4]	[2.4E-6, 2.6E-4]	[2.3E-6, 2.7E-4]
Acetaldéhyde	[7.0E-4, 0.1]	[4.1E-4, 0.0]	[4.1E-4, 0.1]
Acroléine	[3.5E-4, 0.0]	[2.2E-4, 2.4E-2]	[2.2E-4, 3.5E-2]
Ammoniac	[1.6E-3, 0.2]	[3.9E-4, 4.3E-2]	[3.9E-4, 0.0]
Anthracène	[4.5E-7, 5.9E-5]	[3.8E-7, 4.1E-5]	[3.8E-7, 4.3E-5]
Arsenic	[4.8E-4, 4.8E-4]	[4.8E-4, 4.8E-4]	[4.8E-4, 4.8E-4]
Benzène	[1.1, 1.2]	1.1	1.1
Benzo(a)anthracène	[3.8E-7, 5.3E-5]	[3.1E-7, 3.6E-5]	[3.1E-7, 3.8E-5]
Benzo(a)pyrène	[1.8E-4, 2.4E-4]	[1.8E-4, 2.3E-4]	[1.8E-4, 2.3E-4]
Benzo(b)fluoranthène	[3.3E-7, 4.3E-5]	[2.8E-7, 3.0E-5]	[2.7E-7, 3.1E-5]
Benzo(ghi)pérylène	[4.0E-7, 5.7E-5]	[3.2E-7, 3.8E-5]	[3.2E-7, 4.0E-5]
Benzo(j)fluoranthène	[2.3E-7, 3.1E-5]	[2.1E-7, 2.4E-5]	[2.0E-7, 2.5E-5]
Benzo(k)fluoranthène	[2.7E-7, 3.7E-5]	[2.3E-7, 2.6E-5]	[2.2E-7, 2.7E-5]
Chrome	[1.4E-6, 2.1E-4]	[1.4E-6, 1.6E-4]	[1.3E-6, 1.8E-4]
Chrysène	[8.4E-7, 1.1E-4]	[7.1E-7, 7.8E-5]	[7.0E-7, 8.2E-5]
Dibenzo(ah)anthracène	[4.8E-8, 6.9E-6]	[3.9E-8, 4.6E-6]	[3.9E-8, 4.9E-6]
Ethylbenzène	[5.3E-4, 0.1]	[2.6E-4, 2.9E-2]	[2.6E-4, 3.8E-2]
Fluoranthène	[3.7E-6, 4.9E-4]	[3.0E-6, 3.3E-4]	[3.0E-6, 3.5E-4]
Fluorène	[6.6E-7, 8.3E-5]	[6.2E-7, 6.5E-5]	[6.2E-7, 6.7E-5]
Formaldehyde	[1.3E-3, 0.2]	[7.6E-4, 0.1]	[7.6E-4, 0.1]
HAP eq BaP	[1.8E-4, 2.7E-4]	[1.8E-4, 2.5E-4]	[1.8E-4, 2.5E-4]
Indéno(123cd)pyrène	[2.1E-7, 3.0E-5]	[1.7E-7, 2.0E-5]	[1.7E-7, 2.1E-5]
Naphtalène	[1.8E-4, 2.4E-2]	[1.5E-4, 1.6E-2]	[1.5E-4, 1.7E-2]
Nickel	[1.9E-3, 2.0E-3]	[1.9E-3, 1.9E-3]	[1.9E-3, 1.9E-3]
NO_2	[31.0, 44.5]	[30.9, 35.6]	[30.9, 36.1]
Phénanthrène	[7.1E-6, 9.4E-4]	[5.8E-6, 6.3E-4]	[5.7E-6, 6.6E-4]
PM_{10}	[24.6, 28.4]	[24.5, 26.9]	[24.5, 27.0]
$PM_{2.5}$	[18.0, 20.6]	[18.0, 19.3]	[18.0, 19.4]
Propionaldéhyde	[1.4E-4, 1.8E-2]	[4.9E-5, 5.4E-3]	[4.9E-5, 7.8E-3]
Pyrène	[3.5E-6, 4.7E-4]	[2.9E-6, 3.2E-4]	[2.9E-6, 3.3E-4]

Tableau 20 - Intervalles de concentrations dans l'air (Ci) obtenues pour une exposition chronique (µg.m^{-3})

6.3.5 PRISE EN COMPTE DU BRUIT DE FOND LOCAL

Au sens de l'étude sanitaire, le bruit de fond local correspond aux niveaux en substances induits par des sources d'émissions autres que le trafic routier local au niveau des sites sensibles. Il peut s'agir des émissions résidentielles tertiaires (chauffage), des émissions industrielles, des émissions routières situées en dehors du domaine d'étude ou des émissions plus diffuses qui voyagent sur de grandes distances (comme les poussières).

Comme indiqué dans le paragraphe 4.3, des niveaux ambiants en substance ont pu être estimés dans le domaine d'étude pour 6 substances (ou familles de substances), à savoir le dioxyde d'azote, les poussières, le benzène, l'arsenic, le nickel et le benzo(a)pyrène. Le niveau de fond pour les autres substances n'a pas pu être estimé en raison du manque d'information disponible. Les données de fond considérées sont les suivantes :

Substance	Niveau de fond moyen, [intervalle] (µg/m^3)
Dioxyde d'azote	30, [0 ; 160]*
PM2.5	17, [2.2 ; 98.0]**
PM10	24, [4.4 ; 24.7]**
Benzène	1.07
Benzo(a)pyrène	$1.8.10^{-4}$
Arsenic	$4.8.10^{-4}$
Nickel	$1.9.10^{-4}$

*intervalle de concentrations horaires

**intervalles de concentrations journalières

Tableau 21 - Niveaux de fond atmosphérique appréhendés

Pour ces substances, il est possible d'estimer la part de la pollution de fond dans les niveaux totaux en substances auxquels sont exposées les populations.

Substance	Etat initial	Etat futur sans aménagement	Etat futur avec aménagement
Dioxyde d'azote	[67.5%, 96.8%]	[84.4%, 97.2%]	[83.1%, 97.2%]
PM_{10}	[84.5%, 97.8%]	[89.2%, 97.8%]	[88.8%, 97.8%]
$PM_{2.5}$	[82.7%, 94.4%]	[87.9%, 94.4%]	[87.6%, 94.4%]
Benzène	[87.4%, 99.9%]	[95.4%, 100%]	[94.2%, 100%]
Benzo(a)pyrène	[74.7%, 99.8%]	[78.3%, 99.8%]	[77.6%, 99.8%]
Arsenic	[99.5%, 100%]	[99.6%, 100%]	[99.6%, 100%]
Nickel	[96.1%, 100%]	[97.0%, 100%]	[96.6%, 100%]

Tableau 22 - Estimation des intervalles de contribution des niveaux de fond ambiants dans les niveaux totaux moyens en substances

Comme indiqué dans le tableau précédent, les niveaux en substance induits par les voies de circulation sont susceptibles de représenter une part variable des niveaux ambiants. **D'après les résultats obtenus, les niveaux de fond ambiants contribuent toutefois majoritairement aux concentrations auxquelles sont exposées les populations au niveau des sites sensibles.**

Dans le cadre de l'ERS, ce sont les niveaux totaux en substances qui ont été appréhendés dans l'étape suivante de caractérisation des risques sanitaires, dans la mesure où il semble difficile de distinguer l'exposition induite par le trafic automobile d'une part et les autres sources de pollution d'autre part.

A noter que cette remarque ne concerne que les 6 substances pour lesquelles un niveau de fond a pu être estimé. Pour les autres substances, la caractérisation des risques n'a appréhendé que les concentrations induites par le seul trafic routier modélisé.

6.4 Etape 4 : Caractérisation des risques sanitaires

La caractérisation des risques consiste à confronter les doses auxquelles les populations sont exposées avec les valeurs toxicologiques de référence retenues. Les risques sanitaires associés à une substance sont estimés de façon différente selon la voie d'exposition (inhalation ou ingestion), la durée d'exposition (aiguë ou chronique) et selon le type d'effet qu'engendre le composé considéré (effets à seuil de dose ou sans seuil de dose).

6.4.1 METHODE

6.4.1.1 Quotients de danger pour les substances à effets à seuil de dose

Pour les polluants à effets à seuil de dose (principalement des effets non cancérigènes), le dépassement de la VTR sélectionnée suite à l'exposition considérée peut entraîner l'apparition de l'effet critique associé à la VTR. Ceci peut être quantifié en faisant le rapport entre la dose d'exposition (CMI) et la VTR associée. Ce rapport est appelé quotient de danger (QD) et s'exprime selon la relation suivante :

Équation 2 :

$$QD=\frac{CMI}{VTR}$$

Avec :
QD : Quotient de danger (-)
CMI : Concentration moyenne inhalée (µg.m^{-3})
VTR : Valeur toxicologique de référence retenue (unité : µg.m^{-3})

Si le QD est inférieur à 1, alors l'exposition considérée ne devrait pas entraîner l'effet toxique associé à la VTR. Un QD supérieur ou égal à 1 signifie que les personnes exposées peuvent développer l'effet sanitaire indésirable associé à la VTR.

6.4.1.2 Excès de risque individuel pour les substances à effets sans seuil de dose

Pour les effets sans seuil de dose, on calcule un « excès de risque individuel » (ERI) de développer l'effet associé à la VTR (appelée aussi souvent ERU : excès de risque unitaire). L'ERI représente, pour les individus exposés, la probabilité supplémentaire de survenue de l'effet néfaste (comme un cancer) induit par l'exposition à la substance considérée durant la vie entière.

Pour la voie d'exposition respiratoire, l'ERI est calculé en multipliant l'excès de risque unitaire par inhalation (ERUi) par la concentration moyenne inhalée vie entière (ou pondérée sur une autre unité de temps).

Équation 3 :

$$ERI_i=CMI\cdot ERU_i$$

Avec :
ERI : Excès de risque individuel (-)
ERUi : Excès de risque unitaire (µg.m^{-3})$^{-1}$
CMI : Concentration moyenne inhalée (µg.m^{-3})

Il n'existe pas un niveau d'excès de risque individuel qui permette d'écarter les risques pour les populations exposées. Pour sa part, l'OMS utilise un seuil de 10^{-5} (un cas de cancer supplémentaire pour 100 000 personnes exposées durant leur vie entière) pour définir les Valeurs Guides de concentration dans l'eau destinée à la consommation humaine (Guidelines for drinking water quality) (OMS, 2004)[16].
La circulaire du 8 février 2007[17] relative aux sites et sols pollués et aux modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués, du Ministère chargé de l'environnement, recommande le niveau de risque, « usuellement retenu au niveau international par les organismes en charge de la protection de la santé », de 10^{-5}.

A noter que dans le cadre des études de zones, le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) et l'Ineris proposent des seuils d'interprétation des QD et des ERI sous forme de fourchette[18][19]. Les seuils d'interprétation, valables aussi bien pour le respiratoire que l'ingestion sont les suivants :

- Domaine d'action rapide : ERI > 10^{-4} et QD > 10

  Les risques sont jugés suffisamment préoccupants pour faire l'objet de mesures de protection « rapides » tant environnementales que sanitaires.

- Domaine de vigilance active : 10^{-5} < ERI < 10^{-4} et 1 < QD < 10

  Les niveaux de risque sont sérieux mais jugés moins préoccupants et demandent un approfondissement de l'analyse de la situation avant toute prise de décision en matière de gestion

- Domaine de conformité : ERI < 10^{-5} et QD < 1

  Les niveaux de risques sont considérés comme non préoccupants et il n'est pas nécessaire de mettre en place des mesures de gestion particulières, en sus de celles qui existent déjà et relevant du principe général de maitrise des émissions.

6.4.1.3 Estimation des risques cumulés

Les risques cumulés correspondent aux effets sanitaires susceptibles d'être induits par l'exposition des populations à plusieurs substances simultanément. Actuellement, la démarche des EQRS ne permet pas de prendre en compte la synergie ou l'antagonisme des effets. En effet, comme indiqué dans les différents guides (InVS, Ineris) publiés en France, les risques cumulés sont appréhendés par une simple addition des risques déterminés pour différentes substances.

16 Organisation mondiale de la santé (OMS), 2004, Guidelines for Drinking-water Quality, third edition, Volume 1, 540 p.
17 Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire, 2007, Circulaire du 08/02/07 relative aux sites et sols pollués - Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués.
18 Haut Conseil de la Santé Publique. 2011, Evaluation des risques sanitaires dans les analyses de zone.
19 Ineris, 2011. Guide pour la conduit d'une étude de zone. DRC-11-115717-01555B

Risques cumulés à seuil de dose

Dans son guide, l'InVS recommande de sommer les quotients de danger lorsque le mécanisme de toxicité et l'organe-cible des composés présents sont similaires. En l'absence d'information suffisante sur le mécanisme de toxicité pour chacune des substances retenue dans cette étude, ce paramètre n'a pas été pris en compte. Par ailleurs, comme indiqué lors de l'étape 1 « Identification des dangers », les effets critiques associés aux différentes substances retenues dans cette ERS ont été regroupés par système-cible, qui peuvent regrouper plusieurs organes-cibles.

Le Tableau 23 présente les systèmes cibles associés à chaque VTR retenue pour chaque substance. Comme indiqué dans ce tableau, parmi les substances pour lesquelles des quotients de danger sont estimés, les effets critiques associés à chaque VTR retenue concernent 5 systèmes cibles.

Pour une VTR, plusieurs effets critiques sont parfois mentionnés par les organismes producteurs de VTR, par conséquent, une même substance peut être intégrée dans plusieurs sommes de risques.

Système cible	Substance dont l'effet critique de la VTR retenue se rapporte au système-cible
Respiratoire	1.3-butadiène, acétaldéhyde, acroléine, ammoniac, Chrome 6, formaldéhyde, naphtalène, nickel, propionaldéhyde
Nerveux	arsenic
Reproductif et développemental	1,3-butadiène, arsenic
Hématologique et immunitaire	benzène
Urinaire	éthylbenzène

Tableau 23 - Détermination des substances dont les effets critiques à seuil de dose associés aux VTR retenues se rapportent au même système cible

Cette démarche est appliquée uniquement pour les risques chroniques, les risques aigus n'étant pas susceptibles de se dérouler au même moment dans l'année compte tenu des durées d'application différentes associées aux VTR utilisées (1 heure, 24 heures).

Risques cumulés sans seuil de dose

Comme indiqué dans le guide de l'InVS, « tous les risques de cancer peuvent être associés entre eux quant bien même les organes cibles diffèrent, dans le but d'apprécier globalement le risque cancérigène qui pèse sur la population ».

6.4.2 RESULTATS

Pour chaque traceur, un calcul de QD ou d'ERI est effectué à partir de l'Équation 2 et de l'Equation 3 au niveau de l'ensemble des sites sensibles. Lorsqu'un dépassement de valeur seuil de conformité est observé (QD > 1 ou ERI > 10^{-5}), le(s) site(s) sensible(s) concerné(s) est (sont) localisé(s) sur une carte.

Dans les tableaux de résultats, les dépassements des seuils de conformité (QD>1 ou ERI>10^{-5}) ont été présentés en orange pour les différents types de risques estimés et le nombre de sites sensibles a été précisé. Les substances ou les scénarios pour lesquels aucun dépassement du seuil de conformité n'est estimé apparaissent en vert dans les tableaux de résultats.

Pour les substances pour lesquelles aucune VTR n'est disponible, une simple comparaison des doses d'exposition et des valeurs-guides est effectuée (Tableau 24, Tableau 26).

6.4.2.1 Exposition aiguë : comparaison aux valeurs guides

Pour les 3 substances retenues pour ce type d'exposition, une comparaison a été effectuée avec les valeurs guides qui leur sont associées dans la mesure où aucune VTR n'est disponible dans la littérature. Le tableau suivant présente les résultats obtenus au niveau des sites sensibles :

Substance	Etat initial	Etat futur sans aménagement	Etat futur avec aménagement
Dioxyde d'azote (NO_2)	Aucun dépassement		
PM_{10}	Dépassement pour tous les sites sensibles		
$PM_{2.5}$	Dépassement pour tous les sites sensibles		

Tableau 24 - Comparaison entre les valeurs maximales de CMI estimées et les valeurs guides retenues pour les 3 états d'études investigués (µg.m^{-3})

D'après les résultats obtenus, les niveaux d'exposition aigus en poussières auxquelles sont exposées les populations fréquentant les site sensibles sont susceptibles de dépasser les valeurs guides de 50 µg/m^3 et de 25 µg/m^3 associées aux PM_{10} et aux $PM_{2,5}$, et ce, sur l'ensemble des sites sensibles.

Comme présenté dans le Tableau 22, le niveau de fond devrait contribuer majoritairement aux concentrations en poussières auxquelles sont exposées les populations de la bande d'étude (entre 82 et 98%). On n'observe aucune différence significative entre les niveaux d'exposition estimés pour les 2 états futurs, avec ou sans aménagement.

6.4.2.2 Expositions chroniques à effets à seuil de dose

- **Quotient de danger**

Pour chaque traceur à effet à seuil de dose retenu dans le cas d'exposition chronique respiratoire, un calcul de quotient de danger (QD) est réalisé par application de l'Équation 2 sur l'ensemble des sites sensibles. Le tableau suivant indique si un dépassement de seuil est possible, et si c'est le cas, donne une estimation du nombre de sites sensibles concernés par ces dépassements.

Substance	Etat initial	Etat futur sans aménagement	Etat futur avec aménagement
1,3-butadiène	Aucun dépassement		
Acétaldéhyde	Aucun dépassement		
Acroléine	Aucun dépassement		
Ammoniac	Aucun dépassement		
Arsenic	Aucun dépassement		
Benzène	Aucun dépassement		
Chrome VI	Aucun dépassement		
Ethylbenzène	Aucun dépassement		
Formaldéhyde	Aucun dépassement		
Naphtalène	Aucun dépassement		
Nickel (sous forme oxydé)	Aucun dépassement		
Propionaldéhyde	Aucun dépassement		

Tableau 25 - Résultats obtenus pour les QD chroniques

Les calculs de QD chroniques présentés dans le tableau précédent permettent d'indiquer qu'aucun dépassement de seuil sanitaire n'est estimé au niveau des sites sensibles, et ce, pour les 3 états d'étude investigués.

- **Comparaison aux valeurs guide annuelles**

Pour le dioxyde d'azote, les PM_{10} et les $PM_{2.5}$ pour lesquelles aucune VTR n'est disponible mais seulement des valeurs-guide, une comparaison entre les concentrations moyennes inhalées (CMI) et la valeur guide retenue est réalisée. Le tableau suivant présente les résultats obtenus.

Substance	Valeur-guide ($\mu g.m^{-3}$)	Etat initial	Etat futur sans aménagement	Etat futur avec aménagement
Dioxyde d'azote (NO_2)	40	Dépassement pour 3 sites sensibles	Aucun dépassement	
PM_{10}	20	Dépassement pour tous les sites sensibles		
$PM_{2,5}$	10	Dépassement pour tous les sites sensibles		

Tableau 26 - Comparaison entre les valeurs de CMI estimées en dioxyde d'azote, en PM_{10} et en $PM_{2,5}$ et les valeurs guides retenues pour les 3 états d'études investigués

Les comparaisons effectuées montrent que pour une exposition chronique, des dépassements de valeur guide sont observés pour les PM_{10} et les $PM_{2,5}$, et ce, pour l'ensemble des sites sensibles localisés dans le domaine d'étude.

Dans les cas du dioxyde d'azote, des dépassements sont estimés uniquement pour l'état initial et au niveau de 3 sites sensibles (Figure 30) :

- Deux Micro-crèches (Microsphère et Microgourmand),
- Le complexe Sportif Paul Bert,
- Une salle multisports.



Figure 30 – Localisation des sites où la valeur guide de 40 µg.m^{-3} est dépassée pour le NO_2 et l'état initial

Aucune différence significative n'est observée entre les 2 états futurs investigués.

6.4.2.3 Expositions chroniques à effets sans seuil de dose

Pour chaque traceur à effet sans seuil de dose retenu dans le cas d'exposition chronique respiratoire, un calcul d'ERI est effectué à partir de l'Equation 3 au niveau de chaque site sensible et pour les 2 situations futures, avec et sans aménagement.

Substance	Etat initial et futur sans aménagement	Etat initial et futur avec aménagement
1,3-Butadiène	Aucun dépassement	
Acétaldéhyde	Aucun dépassement	
Arsenic	Aucun dépassement	
Benzène	Dépassement pour tous les sites sensibles	
Benzo(a)pyrène	Aucun dépassement	
Chrome VI	Aucun dépassement	
Dibenzo(a,h)anthracène	Aucun dépassement	
Ethylbenzène	Aucun dépassement	
HAP*	Aucun dépassement	
Naphtalène	Aucun dépassement	
Nickel	Aucun dépassement	

*somme de l'ensemble des HAP pour lesquels l'absence de VTR spécifique a nécessité l'usage des FET(acénaphtène, acénaphtylène, anthracène, benzo[a]anthracène, benzo[b]fluoranthène, benzo[ghi]pérylène, benzo[j]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, chrysène, fluoranthène, fluorène, indéno[123-cd]pyrène, phénanthrène, pyrène)

Tableau 27 - Résultats obtenus pour les ERI

Les calculs d'ERI présentés dans le Tableau 27 permettent d'indiquer qu'un dépassement du seuil sanitaire (ERI>10^{-5}) est estimé au niveau de chaque site sensibles pour le benzène. Comme indiqué dans le Tableau 22, le niveau de fond relevé localement en benzène contribue très majoritairement aux concentrations estimées (à plus de 87%).

Aucune différence significative n'est observée entre les 2 états futurs investigués.

6.4.2.4 Risques cumulés

- **Risques cumulés à effet à seuil**

Parmi les différentes VTR prises en compte dans le cadre de cette étude, plusieurs systèmes biologiques humains sont susceptibles d'être atteints suite à une exposition à plusieurs substances considérées dans le cadre de cette étude (cf. Tableau 23). Pour ces différents systèmes cibles, des sommes de risques sont présentés dans le Tableau 28.

Système cible	Etat initial	Etat futur sans aménagement	Etat futur avec aménagement
Respiratoire	Aucun dépassement		
Nerveux	Aucun dépassement		
Reproductif et développemental	Aucun dépassement		
Hématologique et immunitaire	Aucun dépassement		
Urinaire	Aucun dépassement		

Tableau 28 - Résultats obtenus pour les QD cumulés

D'après les résultats obtenus, aucun dépassement du seuil sanitaire (QD > 1) n'est observé au niveau des sites sensibles, et ce, quel que soit l'état d'étude investigué.

- **Risques cumulés à effet sans seuil**

Les risques cumulés à effet sans seuil de dose correspondent à la somme d'ERI. Le tableau suivant présente les résultats obtenus. Pour rappel les ERI considérés caractérisent la probabilité d'apparition d'un risque cancérigène en considérant la période initiale (15 ans) + le scénario retenu (15 ans). La situation initiale est donc comprise dans les scénarios avec ou sans aménagement.

	Etat futur sans aménagement	Etat futur avec aménagement
ERI cumulés	Dépassement pour tous les sites sensibles	

Tableau 29 - Résultats obtenus pour les ERI cumulés

Les résultats obtenus dépassent la valeur de 10^{-5} recommandée par l'OMS au niveau de chaque site sensible. Le benzène contribue majoritairement à la somme d'ERI estimée quel que soit l'état d'étude appréhendé, or, comme indiqué pour le calcul des ERI associés à cette substance, c'est le niveau de fond qui est le contributeur principal des niveaux de risque estimé pour le benzène. Par voie de conséquence, il est possible d'indiquer que le niveau de fond contribue le plus aux dépassements observés du seuil sanitaire pour ce type de risque.

6.5 Analyse des incertitudes

L'incertitude affectant les résultats de l'évaluation des risques provient des différents termes et hypothèses de calcul, des défauts d'information ou de connaissance, et de la variabilité intrinsèque des paramètres utilisés dans l'étude (ceci se réfère à la plus ou moins grande amplitude de valeurs numériques que peuvent prendre ces paramètres). L'analyse des incertitudes a pour objectif de comprendre dans quel sens ces divers facteurs peuvent influencer l'évaluation des risques.
Certains éléments d'incertitude étant difficilement quantifiables, seul un jugement qualitatif peut généralement être rendu. Néanmoins, nous avons essayé de classer ces incertitudes suivant qu'elles ont pour effet de sous-estimer ou de surestimer les risques calculés ; les incertitudes dont l'effet est inconnu ont été présentées à part.

6.5.1 INCERTITUDES AYANT POUR EFFET DE SOUS-ESTIMER LES RISQUES

Sont listées ici les incertitudes dont on peut dire de façon quantitative ou qualitative qu'elles ont pour effet de sous-estimer les risques.

Inventaire des substances émises et liste des substances étudiées
L'évaluation des risques sanitaires s'est appuyée sur les recommandations de l'Anses publiées dans un rapport en 2012 et intitulé « Sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières ». Ce document propose une sélection de substances tenant compte des valeurs des facteurs d'émission et des valeurs toxicologiques de référence pour chacune des voies d'exposition (respiratoire et digestive) et pour chacun des types d'effet (effet à seuil ou effet sans seuil).
De manière générale, le choix de traceurs de risques permet une simplification des calculs, mais a pour désavantage de ne pas prendre en compte toutes les substances. Bien que considérée comme secondaire, la non prise en compte de ces substances représente une sous-estimation des résultats sanitaires obtenus. Cette sous-estimation n'est pas susceptible de remettre en cause les résultats obtenus dans le cadre de l'ERS.

Quantification des émissions en substance des véhicules
Suite aux informations récentes relatives à la sous-estimation des facteurs d'émissions des véhicules diesel Euro 5 et Euro 6 en Europe et aux Etats-Unis, le groupe de travail ERMES[20] qui comprend des instituts européens chargés de proposer des facteurs d'émission, a communiqué en octobre 2015 sur l'impact potentiel de ces nouvelles informations sur les estimations des émissions réalisées à l'aide d'outils tels que HBEFA ou COPERT (utilisé dans le cadre de cette étude). D'après ce groupe de travail, les émissions actuellement appréhendées dans les facteurs d'émission pour les véhicules diesel Euro 5 ne dépendent pas uniquement des valeurs limites à l'émission réglementaires (a priori sous-estimées), mais aussi d'autres paramètres susceptibles de rendre les émissions plus réalistes que celles estimées à partir des mesures réalisées en laboratoire (conditions non réelles). Pour ces types de véhicules, les émissions

[20] European Research Group on Mobile Emission Sources http://www.ermes-group.eu/web/

estimées à partir des facteurs d'émission proposés sont donc a priori moins minorantes par rapport à la réalité que des émissions estimées uniquement par l'intermédiaire de valeurs limites à l'émission réglementaires. Dans le cas des véhicules Euro 6, ERMES reconnait que les facteurs d'émission proposés actuellement sont susceptibles de sous-estimer la réalité.
Au moment de la rédaction de ce rapport, ERMES indique que les facteurs d'émission relatifs aux véhicules diesel devront être mis à jour prochainement. Cette mise à jour devrait concerner principalement les véhicules Euro 6 et dans une moindre mesure Euro 5. La liste des substances concernées par cette prochaine mise à jour n'est pas connue au moment de la rédaction de ce rapport. Dans cette liste devraient figurer notamment les oxydes d'azote et l'ammoniac qui sont pris en compte dans l'ERS.

6.5.2 INCERTITUDES AYANT POUR EFFET DE SURESTIMER LES RISQUES

Sont listées ici les incertitudes dont on peut dire de façon quantitative ou qualitative qu'elles ont pour effet de surestimer les risques.

Chrome
Ce composé existe sous plusieurs degrés d'oxydation, mais des VTR ne sont pas disponibles pour le chrome total mais pour des fractions du chrome (chrome VI, chrome III). Dans l'ERS, le chrome VI a été retenu comme traceur des risques sanitaires. Les calculs de risques effectués pour le chrome VI s'appuient sur une hypothèse majorante (100 % du chrome total a été considéré comme du chrome VI) en l'absence de données suffisante dans la littérature consultée. Les risques calculés pour le chrome VI sont donc susceptibles d'être surestimés.
Malgré cette surestimation, les risques à seuil ou sans seuil de dose susceptibles d'être induits suite à une exposition par voie respiratoire restent en deçà des valeurs seuils sanitaires (QD < 1 et ERI < 10^{-5}).

6.5.3 INCERTITUDES DONT L'EFFET SUR LES RISQUES EST INCONNU (OU VARIABLE)

Sont listées ici les incertitudes dont on ne peut pas dire de façon quantitative ou qualitative qu'elles ont pour effet de sous-estimer ou de surestimer les risques.

Mélanges de substances
Les effets des mélanges sont encore mal appréhendés et la méthode d'évaluation des risques sanitaires actuellement disponible ne permet pas de les prendre en compte si ce n'est dans l'hypothèse d'une somme des effets des substances ayant les mêmes cibles et les mêmes mécanismes d'action (Ineris, 2003). Les effets synergiques ou antagonistes ne sont donc pas appréhendés. Comme cela est rappelé dans le rapport de l'Ineris sur l'évaluation des risques sanitaires liés aux mélanges de natures chimiques (Ineris, 2006)[21], la démarche d'ERS telle qu'elle est appliquée actuellement en France fournit des résultats pour chaque substance prise individuellement. D'après l'Ineris, le cadre des pratiques méthodologiques proposées par l'US-EPA et l'ATSDR pour évaluer les risques sanitaires liés à des mélanges de polluants chimiques ne remet pas en cause à court terme les pratiques françaises actuelles menées dans les études d'impact des installations classées.

Taux d'exposition journalier
Il a été fait l'hypothèse que le taux d'exposition journalier (paramètre T de l'Équation 1) était égal à 1. Cette hypothèse majore le temps d'exposition journalier réel, en effet, la majorité des populations fréquentant les sites sensibles ne sont pas susceptibles d'y rester l'intégralité de leur temps dans la journée. Cette hypothèse peut donc amener à une majoration de l'exposition globale si les autres lieux fréquentés dans la journée par ces populations sont soumis à des concentrations moins importantes pour les substances étudiées. En revanche, dans certains cas ou pour certaines substances, cette hypothèse peut minorer l'exposition globale si ces populations sont exposées, une partie de la journée, dans d'autres lieux, à des concentrations plus élevées que celles étudiées dans cette étude. Toutefois, étant donné que les niveaux des substances dans les autres milieux fréquentés par les populations ne sont pas connus, il n'est donc pas possible d'estimer si ce taux d'exposition majore ou minore les risques encourus.

Fréquence d'exposition annuelle pour des expositions chroniques
Il a été fait l'hypothèse que la fréquence d'exposition (paramètre F de l'Équation 1) était égale à 1. Cette hypothèse majore le temps d'exposition annuel. En réalité, les populations ne restent pas toute l'année au niveau des sites sensibles. Cette hypothèse peut donc amener à une majoration de l'exposition globale si les autres lieux fréquentés dans l'année par les populations sont soumis, en moyenne, à des concentrations moins importantes pour les substances étudiées. *A contrario*, cette hypothèse peut minorer l'exposition globale si les populations sont exposées une partie de l'année, dans d'autres lieux, à des concentrations, en moyenne, plus élevées que celles étudiées dans cette étude.

Durée d'exposition
Dans le cadre des calculs de risques sans seuil de dose, l'hypothèse selon laquelle les populations fréquentant les sites sensibles sont exposées pendant 30 ans au cours de leur vie est retenue. Il peut exister des variations locales importantes pour l'estimation de cette durée d'exposition, qui peuvent amener à une sous-estimation ou surestimation du risque selon la durée d'exposition dans un même lieu et selon les niveaux d'exposition, plus ou moins élevés, dans les autres lieux fréquentés.

Estimation des concentrations intérieures et extérieures (Ci)
Dans le cadre de cette étude, les concentrations à l'intérieur des espaces clos sont considérées comme équivalentes aux concentrations à l'extérieur des espaces clos. En réalité, le taux de pénétration des polluants dans les intérieurs n'est pas de 100 % et il est variable d'un polluant à l'autre. Pour certaines substances (dioxyde de soufre, poussières), les concentrations en intérieur sont susceptibles d'être inférieures aux concentrations en extérieur du fait des capacités de filtration des bâtiments (Mosqueron et Nedellec, 2001)[22].

21 Ineris, 2006, Evaluation des risques sanitaires liés aux mélanges de nature chimique, Perspectives dans le cadre des études d'impact sanitaire des dossiers de demande d'autorisation d'exploiter des installations classées, 30 p.

22 Mosqueron L. et V. Nedellec, 2001, Observatoire de la qualité de l'ai intérieur, Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments, 173 p.

Modélisation de la dispersion des concentrations

Les concentrations atmosphériques en substances investiguées dans cette étude proviennent de l'étude de dispersion basée sur la modélisation des phénomènes d'émission et de dilution dans l'atmosphère des polluants rejetés par le trafic routier. Or par définition, la modélisation simplifie les phénomènes et génère des incertitudes. Ces incertitudes sont liées d'une part au modèle et à sa conception, et d'autre part aux données d'entrée (conditions météorologiques, scénarios d'émission, etc.).

Ces sources d'incertitude sont plus importantes pour les niveaux d'exposition estimés sur de courtes périodes (risques aigus). En effet, à l'inverse des calculs de risques chroniques qui reposent sur des résultats de modélisation moyennés sur une longue période (une année), les calculs de risques aigus se basent sur des résultats ponctuels intégrés sur une heure ou une journée tout au plus. Cette période d'intégration très courte rend les résultats beaucoup plus incertains car moins robustes statistiquement (valeur ponctuelle donnée pour une condition météorologique et une heure ou une journée précise) et dépendant fortement du modèle retenu.

Incertitude intrinsèque aux VTR

L'établissement de valeurs toxicologiques de référence (VTR), pour la population générale ou sensible et pour une durée d'exposition aiguë ou chronique, à partir d'études épidémiologiques (principalement en milieu professionnel) ou animales, et présentant des conditions particulières d'exposition (doses administrées, durée et voie d'exposition, etc.) induit la prise en compte de facteurs d'incertitude variables, le plus couramment compris entre 3 et 1000. Ces facteurs d'incertitude s'apparentent soit à une variabilité, soit à un manque de connaissance (vraie incertitude). A titre d'exemple, les facteurs d'incertitude relatifs à la variabilité concernent la gravité ou l'occurrence des effets sanitaires pouvant être observés entre 2 espèces différentes (variabilité inter-espèce) ou au sein d'une même espèce (variabilité intra-espèce). Les facteurs d'incertitude relatifs à un manque de connaissance concernent le plus souvent un manque de données disponibles (facteur permettent l'estimation d'un NOAEL[23] à partir d'un LOAEL[24], facteur permettant de considérer un effet sanitaire qui a fait l'objet de peu d'études, etc.). Ces différents facteurs d'incertitude sont considérés (et précisés) dans les différentes VTR utilisées dans la présente étude.

6.6 Conclusion

De manière générale, les concentrations en substances appréhendées dans cette étude sanitaire considèrent uniquement les émissions du trafic routier, sauf pour 6 d'entre elles pour lesquelles des niveaux de fond sont disponibles. Pour ces dernières substances, le niveau de fond a été considéré en plus des niveaux induits par le seul trafic routier. Cette différence de traitement entre les substances est importante à considérer dans la mesure où lorsqu'il est appréhendé, le niveau de fond contribue le plus aux concentrations estimées.

Exposition aiguë

Concernant les expositions respiratoires aiguës, des dépassements des valeurs guides journalières associées aux poussières ($PM_{2.5}$ et PM_{10}) ont été estimés. Pour les poussières, aucune valeur toxicologique de référence n'est disponible dans la littérature consultée, par conséquent, il n'est pas possible de conclure quant à l'exclusion (ou pas) de risques sanitaires qui en découlent. D'après les informations collectées, ces dépassements, qui concernent l'ensemble des sites sensibles, sont principalement liés au niveau de fond ambiant (en dehors des voies de circulation).

Aucun écart significatif n'est observé entre les 2 états futurs (avec ou sans aménagement).

Exposition chronique à effet de seuil

Concernant les expositions respiratoires chroniques aux substances à effets à seuil de dose, aucun dépassement de seuil sanitaire n'a été estimé, quel que soit le site sensible ou l'état d'étude investigué.

Pour les poussières (PM_{10} et $PM_{2,5)}$ et le dioxyde d'azote, pour lesquels aucune valeur toxicologique de référence n'était disponible dans la littérature consultée, mais qui disposaient d'une valeur guide annuelle, des dépassements de valeur guide ont été déterminés pour le dioxyde d'azote et l'état initial et pour les poussières et les 3 états d'étude.

Pour le dioxyde d'azote, 3 sites sensibles sont concernés pour l'état initial. Pour les poussières, les dépassements estimés concernent l'ensemble des sites sensibles. Comme observé pour l'exposition aiguë, ces dépassements sont principalement liés au niveau de fond ambiant.

Aucun écart significatif n'est observé entre les 2 états futurs (avec ou sans aménagement).

Exposition chronique sans effet de seuil

Des dépassements du seuil sanitaire sont observés pour le benzène au niveau de chaque site sensible (ERI > 10^{-5}), et pour les 2 scénarios d'exposition considérées, à savoir avec ou sans aménagement. Ces dépassements, sont principalement liés au niveau de fond ambiant (contribution supérieure à 87% du niveau de fond dans les concentrations d'exposition estimées).

23 No Observed Advserve Effect Level : dose sans effets nocif observable
24 Lowest Observed Adverse Effect Level : dose la plus basse avec un effet nocif observé

Risques cumulés

Les risques cumulés concernent l'action de plusieurs substances auxquelles sont susceptibles d'être exposée les populations fréquentant les sites sensibles recensés dans le domaine d'étude.

Les sommes de QD estimées ne conduisent pas à de dépassement de la valeur seuil sanitaire (QD<1).

Les sommes d'excès de risque individuel (ERI) ont été estimées sans tenir compte du système cible concerné, comme cela est recommandé pour ce type de risque. Des dépassements du seuil de conformité ($ERI>10^{-5}$) sont obtenus au niveau de chaque site sensible. Le benzène est la substance qui contribue le plus à ces dépassements. Il est donc possible d'indiquer que le niveau de fond contribue le plus aux dépassements observés du seuil sanitaire pour ce type de risque.

D'après l'évaluation des risques sanitaires qui a été menée, l'étude ne permet pas de distinguer une différence significative entre les 2 états futurs en termes de niveaux de risques.



Chapitre 6, ce qu'il faut retenir :

L'ERS réalisée ici suit une démarche structurée. Des bases de données toxicologiques françaises et internationales été consultées afin d'identifier les dangers des différentes substances retenues.

Les valeurs toxicologiques de référence ont été retenues en suivant les recommandations de la DGS dans sa note d'octobre 2014.

Les risques sanitaires ont ensuite été caractérisés en considérant comme cible les populations susceptibles de fréquenter les sites sensibles identifiés, pour les 3 horizons d'étude investigués.

Cette ERS ne permet pas de distinguer des différences significatives d'un point de vue sanitaire entre les 2 états futurs investigués, à savoir, avec ou sans aménagement.

7. MONETARISATION ET ANALYSE DES COUTS COLLECTIFS DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

7.1 Coûts collectifs liés aux impacts sur la santé

7.1.1 METHODOLOGIE DE REFERENCE

Le décret n°2003-767 a introduit, pour les infrastructures de transport, un nouveau chapitre de l'étude d'impact pour une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances induits pour la collectivité. La monétarisation des coûts s'attache à comparer avec une unité commune (l'euro) l'impact lié aux externalités négatives (ou nuisances) et les bénéfices du projet. Dans le cas d'études des impacts locaux, la quantification de ces externalités doit permettre d'éclairer les choix de projets et la mise en place de mesures d'atténuation des risques. Même si dans le cas de cette étude, il n'y a pas de scénarii à comparer, la circulaire de février 2005 préconise l'évaluation des coûts collectifs relatifs aux effets sur la santé de la pollution atmosphérique générée par le projet.

L'instruction cadre du 25 mars 2004 relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructure de transport a officialisé les valeurs des coûts externes établies par le rapport « Boiteux II ». Par la suite, les travaux du groupe du Commissariat Général à la Stratégie et à la Prospective (CGSP) présidé par Emile Quinet et portant sur l'évaluation socio-économique en 2013 ont proposé des évolutions méthodologiques et des révisions de certaines valeurs utilisées. Le référentiel « Quinet » a été mis en œuvre dans les calculs présentés ci-dessous.

L'instruction cadre du 25 mars 2004 recommande l'utilisation de valeurs des coûts externes. Ces valeurs ne couvrent pas tous les effets externes (par exemple, dégradation des bâtiments, végétation,…) mais elles intègrent la pollution locale de l'air sur la base de ses effets sanitaires. Le rapport « Quinet » fournit pour chaque type de trafic (poids lourds, véhicules particuliers, VUL) et pour différents types d'occupation humaine (urbain très dense, urbain dense, urbain, urbain diffus, rase campagne), une valeur de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique. Ces valeurs sont reportées dans le tableau ci–dessous.

	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Rase campagne
VP	15.8	4.3	1.7	1.3	0.9
PL	186.6	37.0	17.7	9.4	6.4
VUL	32.3	8.7	3.4	2.4	1.6

Tableau 30 – Valeurs de la pollution atmosphérique 2010 en €/100 véh.km selon « Quinet »

Ces valeurs sont établies pour l'année de référence 2010, et doivent être corrigées pour les échéances futures. Le rapport « Quinet » recommande ainsi de faire évoluer les valeurs de la pollution atmosphérique en tenant compte, d'une part, de l'évolution du PIB par tête et d'autre part, de l'évolution du parc circulant et de l'évolution des émissions individuelles. Ces dernières évolutions sont estimées à – 6 % par an sur la période 2010-2020 pour le mode routier, puis estimées nulles au-delà. L'évolution du PIB par tête a été estimée à partir des données INSEE observées jusqu'à 2013 (soit 0.7% par an).

7.1.2 RESULTATS

A partir des éléments évoqués ci-dessus, les coûts liés au trafic automobile ont été évalués pour les trois scénarios étudiés. Compte-tenu des caractéristiques du domaine d'étude, une valeur de pollution atmosphérique correspondant à une typologie urbaine très dense a été retenue (Tableau 30) pour le calcul des coûts. Les trafics VL, PL et VUL du réseau routier étudié (TMJA) ont été considérés. Ces valeurs ont été multipliées par la longueur de l'axe modélisé, puis par les valeurs du Tableau 30. Enfin, les pondérations mentionnées dans le paragraphe précédent, pour tenir compte de l'évolution future des paramètres par rapport aux années 2000 et 2010 de référence ont été appliquées.

Ces hypothèses sont bien sûr très incertaines.

Les résultats finaux sont présentés dans le tableau suivant.

	Intial 2015	2030 sans projet	2030 avec projet
Coûts collectifs (en €/jour)	25 443	11 063	11 549
Évolution par rapport à l'état initial	-	-14 380 €	-13 894 €
	-	-57%	-55%
Évolution par rapport au fil de l'eau	-	-	486 €
	-	-	+4%

Tableau 31 – Monétarisation des coûts collectifs (en € /jour) relatifs à la pollution atmosphérique induite par le projet

On observe une diminution des coûts liés à la pollution atmosphérique entre 2015 et 2030 de 57%. Le projet a un impact négatif sur le coût de la pollution atmosphérique puisqu'il augmente d'environ 4% ces coûts.

7.2 Coûts collectifs relatifs à l'impact du projet sur l'effet de serre

7.2.1 Methodologie de Reference

Le coût de l'impact d'un projet sur l'effet de serre peut être évalué à partir des émissions de carbone, proportionnelles dans le cas d'un projet routier à la consommation des véhicules.

Contrairement aux autres valeurs de monétarisation des coûts externes qui relèvent d'une démarche coûts avantages, la valeur retenue pour le carbone est fondée sur une valeur coût efficacité : il s'agit du niveau de taxation de carbone contenu dans les émissions de gaz à effet de serre qui permettrait à la France de satisfaire les accords de Kyoto. Ce prix est néanmoins à utiliser dans le calcul économique en tant que coût monétarisé de toute tonne de carbone rejetée dans l'atmosphère. Cette pénalisation des émissions de carbone est à prendre en compte y compris dans l'éventualité où une taxe d'un montant équivalent serait effectivement introduite.

Le rapport « Quinet » propose les valeurs suivantes :

2010	Après 2010
32 € /tonne de carbone,	+ 5.8% par an

Tableau 32 – Valeurs 2010 de la tonne de carbone (source « Quinet »)

Dans la présente étude, la méthodologie Copert IV a été utilisée pour évaluer les quantités de dioxyde de carbone émises à l'atmosphère dans la bande d'étude.

7.2.2 Resultats

Les émissions globales de dioxyde de carbone ont été ramenées en carbone (via le rapport des masses molaires), puis multipliées par les coûts unitaires du Tableau 32. Les pondérations mentionnées dans le paragraphe précédent pour tenir compte de l'évolution future des coûts par rapport à la période 2000-2010 de référence ont ensuite été appliquées pour les échéances 2015 et 2030. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

	Etat initial 2015	Fil de l'eau 2030	Projet 2030
Coûts collectifs (en €/jour)	127 857	271 678	302 913
Évolution par rapport à la situation initiale	-	+143 821 €	+175 055€
	-	+112%	+137%
Évolution par rapport au fil de l'eau	-	-	+31 235€
	-	-	+11.5%

Tableau 33 – Monétarisation des coûts collectifs (en €/jour) relatifs au projet sur l'effet de serre

L'augmentation importante des coûts collectifs entre l'état initial et les scénarios futurs est directement liée à l'augmentation du coût du carbone.

La mise en place du projet devrait avoir un impact négatif non négligeable sur les coûts collectifs liés à l'effet de serre, avec une augmentation de 11.5% de ces coûts, en raison de l'augmentation de la consommation de carburant à l'échelle du domaine d'étude prévue, due à l'augmentation des trafics.



***Chapitre 8**, ce qu'il faut retenir :*

L'analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances induits pour la collectivité met en avant une légère augmentation des coûts relatifs à l'impact sur la santé suite à la mise en place du projet par rapport à la situation fil de l'eau (+4 %)

L'analyse met par ailleurs en évidence une augmentation des coûts relatifs à l'impact sur l'effet de serre de 11.5%.

8. CONCLUSIONS DU VOLET « AIR ET SANTE »

Le présent rapport constitue le volet « Air et Santé » des études environnementales des projets de création de la ZAC Part-Dieu Ouest et du projet.

Les enjeux du projet en termes de qualité de l'air portent sur le trafic routier. En effet, le projet s'accompagne de la création de nombreux logements, bureaux et commerces, et de modifications de voiries, qui impacteront les trafics automobiles sur la zone d'étude.

La création d'une ZAC n'est pas encadrée de façon spécifique par la réglementation sur la qualité de l'air. Par conséquent, dans la mesure où les enjeux du projet portent principalement sur le trafic routier, il a été choisi de s'appuyer d'un point de vue méthodologique pour la réalisation de cette étude sur la « Circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005, relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières ».

Au vu des caractéristiques du trafic routier sur le domaine d'étude, cette étude est donc réalisée suivant la méthodologie préconisée pour une étude de niveau 2 sur l'ensemble du domaine d'étude, et de niveau 1 au niveau des sites sensibles qui ont été identifiés (réalisation d'une évaluation des risques sanitaires). Trois scénarios sont étudiés : l'état initial pour l'année 2015, un état futur sans aménagement du projet en 2030, mais avec création de la ZAC, et un état futur avec aménagement du projet en 2030.

Un descriptif des caractéristiques du domaine d'étude a été réalisé. D'après les informations collectées, le domaine d'étude comprend environ 38 450 habitants pour l'état initial. Pour les états futurs (avec et sans aménagements), la population a été estimée à 40930 habitants, en tenant compte des principaux projets immobilier connus et prévus d'ici 2030.

Les sites sensibles, c'est-à-dire correspondant à des lieux de vie de personnes plus sensibles à la pollution atmosphérique (enfants, personnes âgées ou malades), ou à des lieux de pratique sportive, ont été recensés sur le domaine d'étude. Ces sites sont exploités par la suite dans l'évaluation des risques sanitaires.

La pollution de fond caractéristique du domaine d'étude a été estimée grâce aux relevés de la station de mesure « Lyon Centre » du réseau de surveillance de la qualité de l'air Air Rhône Alpes. Ces données sont par ailleurs exploitées par la suite dans les calculs de dispersion.

Les émissions polluantes sur le domaine d'étude ont ensuite été quantifiées à l'aide de la méthodologie Copert IV. Le calcul a montré :

- une diminution des émissions de tous les polluants entre l'état initial 2015 et le fil de l'eau 2030. Elle est due aux améliorations technologiques et au renouvellement du parc urbain entre les deux horizons ;
- une augmentation des émissions de tous les polluants entre la situation fil de l'eau et le projet en 2030. Elle est de 17% en moyenne, et est due à l'augmentation globale du trafic à l'échelle du domaine d'étude suite à la mise en place du projet.

Ces données d'émission ont permis d'alimenter le modèle de dispersion atmosphérique ADMS Urban, afin de simuler la dispersion de ces polluants sur le domaine d'étude. Les calculs ont permis d'identifier les zones de retombées les plus élevées : pour l'état initial 2015 et le fil de l'eau 2030, il s'agit de la rue Servient, l'est de la rue de Bonnel et le sud du boulevard Jules Favre, le nord de la rue de la Villette, et la rue Paul Bert. Pour le scénario 2030 avec projet, les zones les plus impactées sont localisées à l'ouest des passages sous les voies SNCF de l'avenue Georges Pompidou et de la rue de Bonnel.

Une comparaison aux seuils de qualité de l'air a été réalisée, en tenant compte de la pollution de fond pour chaque polluant. Elle confirme des dépassements de valeurs limites à l'état initial en NO_2, et poussières PM_{10} et $PM_{2.5}$.

Pour les états futurs 2030, les dépassements diminuent significativement en NO_2, et de façon moins sensible en poussières.

Aucun dépassement n'est envisagé pour les autres polluants.

Globalement la mise en place du projet n'a qu'un impact très limité sur les dépassements observés, mais peut faire apparaitre des dépassements à l'ouest des passages sous les voies SNCF, avenue Georges Pompidou et rue de Bonnel.

L'exposition de la population à la pollution a été estimée en deux temps : tout d'abord à l'aide d'un indicateur simplifié, à l'échelle du domaine d'étude puis via la réalisation d'une évaluation des risques sanitaires, au niveau des sites sensibles.

L'utilisation d'un indicateur simplifié (Indicateur Pollution-Population, IPP) est préconisée par la note méthodologique annexée à la circulaire n°2005-273, pour estimer l'exposition des populations. Nous avons choisi de réaliser ce calcul sur la base des concentrations simulées en NO_2, polluant traceur du trafic routier.

La comparaison des trois scénarios montre une évolution spatialement contrastée de l'exposition des populations : dans le futur, l'exposition devrait globalement diminuer par rapport à l'état initial, que le projet soit mis en place ou non, excepté sur quelques zones où de nouveaux projets immobilier (et donc une augmentation de la population résidente) sont attendus, (rue du Lac et rue Mazenod, rue Paul Bert, nord du boulevard Vivier Merle, et nord de la rue de la Villette).

La mise en place du projet ne conduit pas à une évolution significative de l'exposition des populations. On note uniquement une augmentation légère de l'exposition rue de Bonnel, rue

André Philip et rue des Cuirassiers, et une diminution légère à l'intersection entre les rues Servient et Garibaldi.

L'évaluation des risques sanitaires a été réalisée selon une démarche structurée recommandée par l'INERIS. Les cibles considérées sont les populations susceptibles de fréquenter les sites sensibles, à savoir les établissements scolaires, les établissements sanitaires et sociaux (crèches, hôpitaux, maisons de retraite, etc.) et les sites de pratiques sportives. Les 3 scénarios d'étude sont considérés.

D'après l'évaluation des risques sanitaires menée, l'étude ne permet pas de distinguer de différence significative entre les 2 états futurs en termes de niveaux de risques et de nombre de sites sensibles impactés.

D'après les données exploitées, les seuils sanitaires sont dépassés pour le benzène et dans le cas d'une exposition chronique pour des effets cancérigènes, au niveau de l'ensemble des sites sensibles et pour les états avec ou sans aménagement. Les émissions induites par le trafic routier local ne contribuent que faiblement aux dépassements estimés (moins de 15%).

Pour les polluants pour lesquels le risque ne peut être quantifié (cas des poussières et du dioxyde d'azote), des dépassements de valeurs guide aiguës ou chroniques sont estimés au niveau d'une partie ou de l'ensemble des sites sensibles. Comme indiqué pour le benzène, les niveaux induits par le trafic routier local contribuent que minoritairement aux dépassements estimés.

Une estimation des risques « cumulés » considérant l'exposition simultanée à plusieurs substances a été réalisée. Pour les effets non cancérigènes, les résultats obtenus ne sont pas susceptibles de dépasser le seuil sanitaire quel que soit le système cible appréhendé. Pour les effets cancérigènes, des dépassements du seuil de conformité sont obtenus sur l'ensemble des sites sensibles. Ces dépassements sont principalement liés au benzène et donc au niveau de fond ambiant comme indiqué précédemment.

Cette ERS ne montre pas différences significatives d'un point de vue sanitaire entre les 2 états futurs investigués, à savoir, avec ou sans aménagement.

Enfin, les coûts collectifs des pollutions et nuisances induits pour la collectivité par les évolutions du trafic routier liées au projet ont été estimés selon les préconisations de l'instruction cadre du 25 mars 2004, et de la mise à jour de 2013. Ces calculs mettent en évidence une légère augmentation de 4% des coûts collectifs liés aux impacts de la pollution atmosphérique sur la santé suite à la mise en place du projet par rapport à la situation fil de l'eau.

Les calculs montrent une augmentation coûts collectifs relatifs à l'effet de serre suite à la mise en place du projet (augmentation de 11.5%).

ANNEXE A Identification des sites sensibles

Les tableaux suivants présentent les différents types de sites sensibles recensés dans le domaine d'étude.

Nom	Description
MICRO CRECHE MICROSPHERE et MICRO-CRÈCHE MICROGOURMAND	Etablissements Expérimentaux Accueil de la Petite Enfance et Etablissement d'Accueil Collectif Régulier et Occasionnel
ETAB MULTI ACCUEIL ASSOC LES OURSONS	Service Accueil Familial pour la Petite Enfance
RAM LA MAISON CITROUILLE	Service Accueil Familial pour la Petite Enfance
CRECHE COLLECTIVE MUNICIPALE "BOILEAU"	Crèche Collective
CRECHE COLL. MUNICIPALE "JEAN RENOIR"	Crèche Collective
CRECHE COLL. MUN. "CHARMETTES"	Etablissements Garde d'Enfants d'Age pré-Scolaire
CRECHE COLLECTIVE MUNICIPALE "MASSENA"	Etablissements Garde d'Enfants d'Age pré-Scolaire
MICRO CRECHE LES PETITS LUTINS	Etablissements Garde d'Enfants d'Age pré-Scolaire
MICRO CRECHE LES PETITS BOUCHONS	Etablissements Garde d'Enfants d'Age pré-Scolaire
MICRO CRÈCHE MICROBULLE	Etablissements Garde d'Enfants d'Age pré-Scolaire
MINI-HOME/CTRE LOISIRS FRIMOUSS	Etablissements Garde d'Enfants d'Age pré-Scolaire
ET ACC. ENFANTS PIERROT ET COLOMBINE	Etablissements Garde d'Enfants d'Age pré-Scolaire
CRECHE ATTITUDE JULIETTE	Etablissements Garde d'Enfants d'Age pré-Scolaire
CRECHE LES JEUNES POUSSES	Etablissement d'Accueil Collectif Régulier et Occasionnel
MICRO CRECHE PATACRECHE	Etablissement d'Accueil Collectif Régulier et Occasionnel
ETAB.ACCUEIL ENFANTS UNE SOURIS VERTE	Etablissement d'Accueil Collectif Régulier et Occasionnel
MICRO CRECHE PARTENAIRE CRECHE	Etablissement d'Accueil Collectif Régulier et Occasionnel
CRECHE MIRABILIS - VILLETTE	Etablissement d'Accueil Collectif Régulier et Occasionnel
MICRO-CRECHE KORALINE BEBE	Etablissement d'Accueil Collectif Régulier et Occasionnel
HALTE-GARD. LA RONDE ENFANTINE	Halte Garderie
HALTE GARDERIE MUNICIPALE DUNOIR	Halte Garderie

Tableau 34 – Structures d'accueil des enfants en bas-âge

Dénomination	Patronyme
ECOLE ELEMENTAIRE PUBLIQUE	ANTOINE CHARIAL
ECOLE ELEMENTAIRE PUBLIQUE	JEAN JAURES
ECOLE ELEMENTAIRE PUBLIQUE	ANTOINE REMOND
ECOLE ELEMENTAIRE PUBLIQUE	ANDRE PHILIP
ECOLE MATERNELLE PUBLIQUE	JEAN JAURES
ECOLE MATERNELLE PUBLIQUE	DOLET
ECOLE MATERNELLE PUBLIQUE	ANTOINE CHARIAL
ECOLE MATERNELLE PUBLIQUE	ANTOINE REMOND
ECOLE MATERNELLE PUBLIQUE	ANDRE PHILIP
ECOLE PRIMAIRE PRIVEE	SAINT SACREMENT
ECOLE PRIMAIRE PRIVEE	NOUVELLE DE LA RIZE
ECOLE PRIMAIRE PRIVEE	NOTRE-DAME DE BELLECOMBE
ECOLE PRIMAIRE PRIVEE	SAINT NOM DE JESUS
ECOLE PRIMAIRE PRIVEE	ARMENIENNE MARKARIAN PAPAZIAN
ECOLE PRIMAIRE PUBLIQUE	LEON JOUHAUX
ECOLE PRIMAIRE PUBLIQUE	MONTAIGNE
COLLEGE PUBLIC	GILBERT DRU

Tableau 35 – Etablissements scolaires recensés dans la zone d'étude

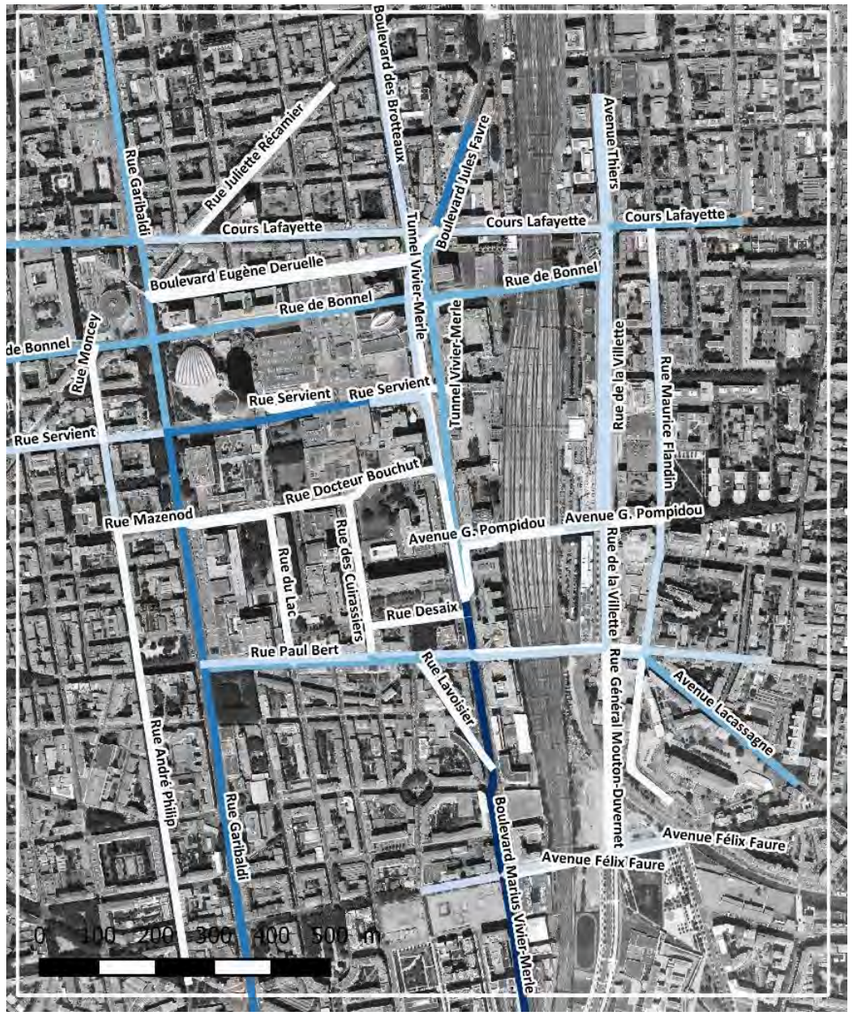
Type d'établissement	Commune
CSD LYON RÉCAMIER	Dispensaires ou Centres de Soins
FOYER DE L'ANEF	Etablissements de l'Aide Sociale à l'Enfance
IME EDOUARD SEGUIN	Institut Médico-Educatif (I.M.E.)
CMP LYON 3	Centre Médico-Psychologique (C.M.P.)
CMP LAFAYETTE et HJ ADULTES LYON 3 LAFAYETTE	Centre Médico-Psychologique (C.M.P.) et Centre Hospitalier Spécialisé lutte Maladies Mentales
ACCUEIL JOUR MONCEY ET PETIT MONCEY	Foyer de Vie pour Adultes Handicapés
CLUB PLANETE	Foyer de Vie pour Adultes Handicapés
RESIDENCE BOILEAU	Logement Foyer
RESIDENCE DANTON	Logement Foyer
POLE GERONTO CROIX ROUGE - CHARMETTES	Etablissements de Soins de Courte Durée
RESIDENCE THIERS	Etablissements d'Hébergement pour Personnes Âgées
EHPAD PART-DIEU	Maison de Retraite
EHPAD MA DEMEURE	Maison de Retraite
EHPAD VILLETTE D'OR	Maison de Retraite
EHPAD BELLECOMBE et USLD BELLECOMBE	Maison de Retraite et Etablissement de Soins Longue Durée

Tableau 36 – Etablissements sanitaires et sociaux

Equipement	Nom de l'installation
Piscine Garibaldi	Bassin de natation
Lady Fitness	Equipement d'activités de forme et de santé
Squash Lugdunum	Salle ou terrain spécialisé
Judo Club Lugdunum	Salle de combat
Terrain Place de l'Europe	Terrain extérieur de petits jeux collectifs
Gymnase Bellecombe	Salle multisports
Gymnase Mazenod	Salle multisports
Complexe Sportif Paul Bert	Salle de combat
Halle des Sports	Salle multisports
Halle des Sports	Salle ou terrain spécialisé
Ecole Primaire Léon Jouhaux	Salle non spécialisée
Ecole Primaire Léon Jouhaux	Terrain extérieur de petits jeux collectifs
Ecole Primaire Antoine Charial	Salle non spécialisée
Ecole Primaire Antoine Charial	Terrain extérieur de petits jeux collectifs
Ecole Primaire André Philip	Salle non spécialisée
Ecole Primaire Antoine Remond	Salle non spécialisée
Amicale Boules Moncey Garibaldi	Boulodrome
Elan de Lyon Section Boules	Boulodrome
Collège Bellecombe	Equipement d'athlétisme
Gymnase Leon Jouhaux	Salle multisports

Tableau 37 – Sites dédiés aux activités sportives

ANNEXE B Cartes des trafics en TMJA pour chaque scénario

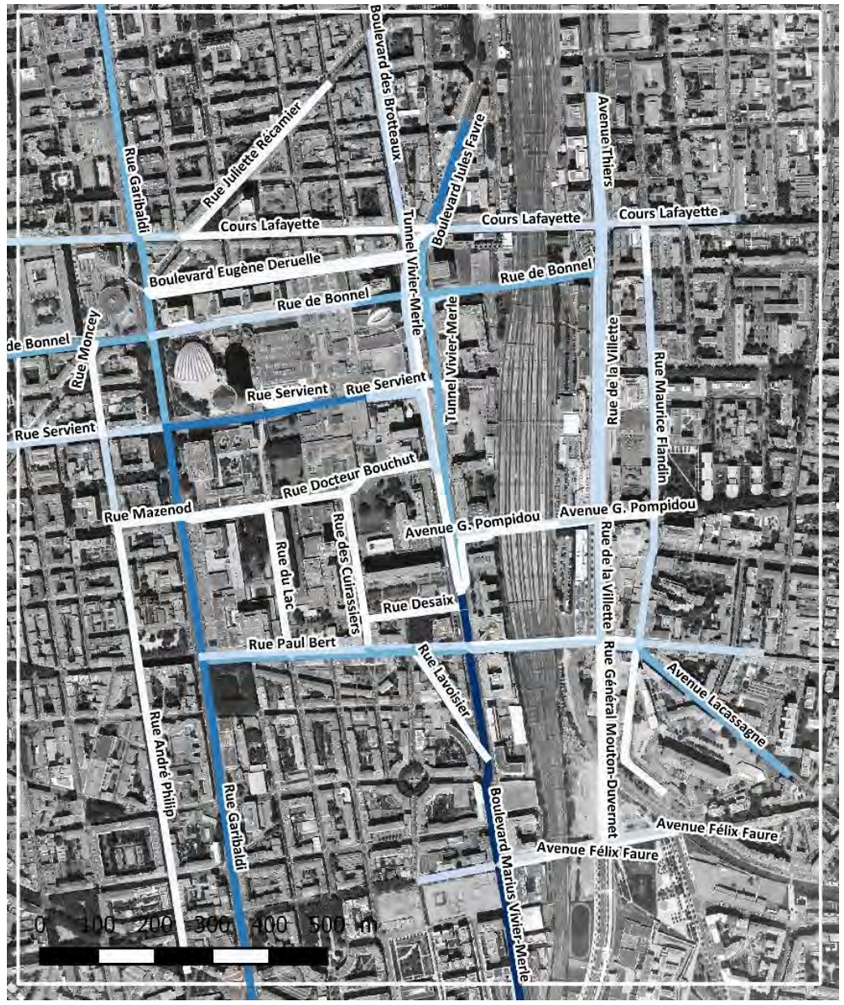


Carte des trafics pour l'état initial (2015)

Nb de véhicules / jour

- 0 - 3600
- 3600 - 7200
- 7200 - 10800
- 10800 - 14400
- 14400 - 18000

Juin 2016 - © NUMTECH
NUMTECH



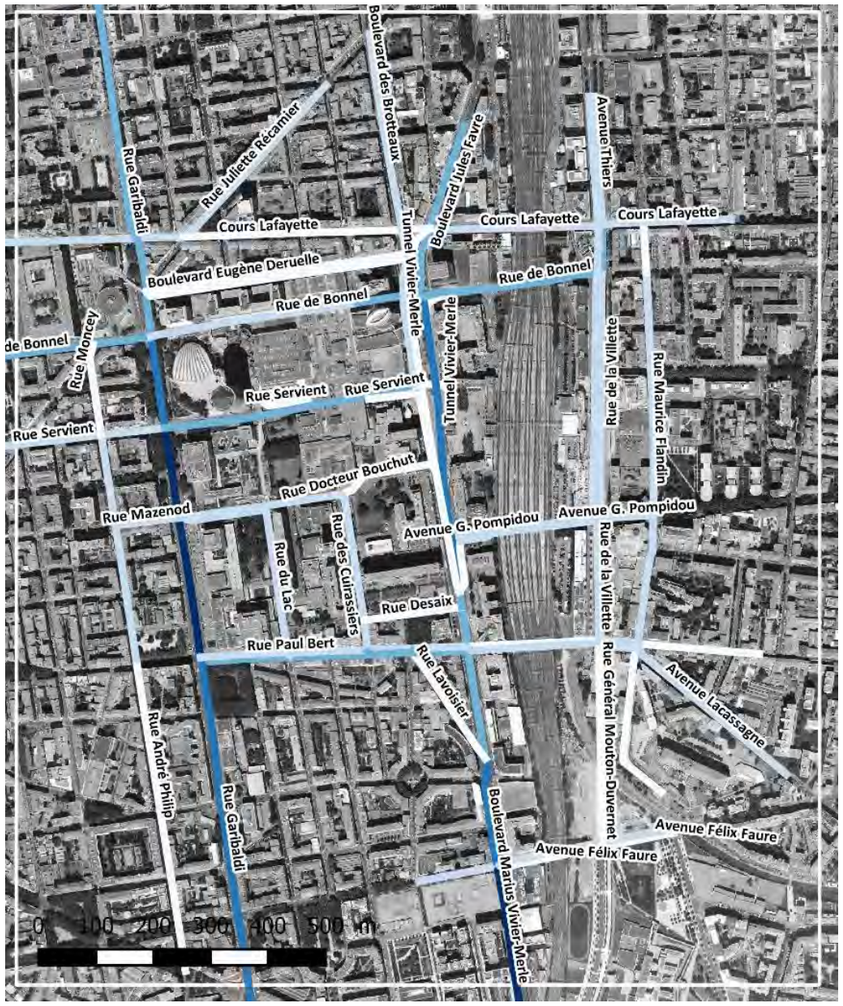
Carte des trafics pour le fil de l'eau (2030)

Nb de véhicules / jour

- 0 - 3600
- 3600 - 7200
- 7200 - 10800
- 10800 - 14400
- 14400 - 18000

Juin 2016 - © NUMTECH
NUMTECH

NUMTECH



Carte des trafics pour le scénario projet (2030)

Nb de véhicules / jour

- 0 - 3600
- 3600 - 7200
- 7200 - 10800
- 10800 - 14400
- 14400 - 18000

N

E-RP-20 – Avril 2014

Juin 2016 - © NUMTECH

NUMTECH

NUMTECH

ANNEXE C Hypothèses de modélisation

Une modélisation de la dispersion des effluents émis par les véhicules circulant sur les rues considérées du domaine d'étude a été réalisée avec le modèle de dispersion ADMS-Urban, version 4.0, afin d'évaluer les concentrations attendues dans l'environnement.

C.1 Caractéristiques techniques du modèle de dispersion ADMS-Urban

Le système de gestion de la qualité de l'air ADMS-Urban repose sur le modèle de dispersion atmosphérique ADMS (Atmospheric Dispersion Modelling System), utilisé, reconnu et validé internationalement. Il se base sur les technologies et les connaissances les plus récentes dans le domaine, et remplace l'ancienne génération des modèles de dispersion. Parmi les utilisateurs français, on compte des instituts et organismes nationaux.

Le modèle ADMS est développé depuis 1993 par le Cambridge Environmental Reseach Consultant (CERC), groupe de chercheurs de Cambridge (Royaume-Uni). Les versions sont régulièrement réactualisées, afin de tenir compte des dernières avancées technologiques et de l'évolution du cadre réglementaire. Le logiciel est distribué de façon exclusive en France par la société NUMTECH, qui en assure également la maintenance technique et les développements spécifiques.

ADMS-Urban n'est pas un simple modèle de dispersion atmosphérique, mais bien un système de gestion de la qualité de l'air à l'échelle de la rue, du quartier, de la ville ou de l'agglomération. Outre un modèle de dispersion 3D, il intègre en effet de nombreux modules permettant par exemple la gestion de bases de données telles que les inventaires d'émissions, ainsi que des liaisons directes avec des Systèmes d'information géographiques SIG (ARCVIEW et MAPINFO).

Il permet par ailleurs de prendre en compte la dispersion simultanée de nombreux effluents (NO_x, CO, SO_2, COV, particules,…), pouvant provenir de plus de 4500 sources différentes :

- les routes et les trafics associés (jusqu'à 75 000 brins peuvent être considérés),
- les sources industrielles ponctuelles et surfaciques,
- les sources diffuses (utilisées sous forme de cadastres).

Les applications d'un tel système sont très diverses, puisqu'elles vont de l'étude d'impact de la construction d'une nouvelle infrastructure routière (par exemple en concentrations moyennes annuelles), jusqu'à la prévision à plusieurs jours de la qualité de l'air à l'échelle de la rue, du quartier ou de l'agglomération.

Il est déjà utilisé dans de nombreuses agglomérations du monde entier : Strasbourg, Londres, Budapest, Rome, Shanghai…

Modèle mathématique de dispersion

ADMS intègre de nombreux modules couplés, permettant de tenir compte de tous les effets complexes sur la dispersion des effluents : topographie, effets « canyons », turbulence liée au trafic, phénomènes météorologiques complexes (inversions de température),…

En fonctionnement normal, le modèle de dispersion travaille en régime stationnaire pour une situation météorologique donnée, les situations météorologiques étant réactualisées toutes les heures. ADMS travaille en effet en mode séquentiel horaire, ce qui permet de prendre en compte l'évolution temporelle des conditions météorologiques durant la journée. L'utilisation de données statistiques annuelles donne en effet des résultats peu satisfaisants en termes de dispersion des effluents. Pour une étude de qualité de l'air à l'échelle d'une rocade, d'un quartier ou d'une agglomération, l'utilisation d'un schéma de dispersion fonctionnant en régime stationnaire pendant des échelles de temps de l'ordre de l'heure est tout à fait adéquat, car précis en terme de dispersion et relativement peu coûteux en temps de calcul. Les valeurs réglementaires font d'ailleurs référence à des échantillonnages effectués généralement à une résolution temporelle horaire.

La grille de calcul est ajustable (discrétisation du domaine), la résolution variant du mètre à quelques centaines de mètres. A noter que le système permet un maillage « intelligent », en plaçant lui-même jusqu'à 5000 points de calculs (capteurs virtuels) aux endroits où les gradients de concentration sont importants (le long et au bord des grands axes). Il permet également de disposer des points « spécifiques » correspondant à des localisations particulières, très utiles dans le cadre d'une comparaison modèle/mesures ou dans l'élaboration de courbes d'effluents en fonction de la distance à la source.

Echelle spatiale

Le domaine de modélisation est choisi en fonction des spécificités et des objectifs de l'étude. Il peut s'étendre de la rue (« Canyon street »), avec une prise en compte des effets de turbulence liés au trafic et aux effets « canyons », jusqu'à l'agglomération (~ 40x40 km²), ou des phénomènes tels que la photochimie ou la formation «d'îlots de chaleur urbains» sont considérés.

Principaux modules intégrés au système

Outre le modèle de dispersion, le système comprend de nombreux modules permettant d'étudier la qualité de l'air à l'échelle de la rue/route, du quartier ou de l'agglomération :

- Modèle de terrain : à partir de paramètres météorologiques moyens, le modèle d'écoulements fluides FLOWSTAR calcule en 3D tous les champs de vent (résolution de l'ordre de 100 m) et de turbulence en prenant en compte l'effet de la topographie et de la rugosité du sol ;
- Pré-processeur météorologique : à partir de données météorologiques mesurées au sol, un pré-processeur météorologique calcule dans les 3 dimensions, les paramètres de la couche atmosphérique de dispersion (entre le sol et 2000 mètres d'altitude) ;

- Modèle de dépôt : calcul du dépôt sec et du lessivage par les pluies des effluents. Prise en compte de la taille des particules lors de la dispersion. Jusqu'à 10 tailles de particules peuvent être considérées, ce qui permet de prendre en compte des spectres dimensionnels de particules ;
- Modèle de trajectoire des panaches : pour les sources ponctuelles (cheminées industrielles…), un modèle dynamique calcule intégralement la trajectoire des panaches émis (sur-élévation) à partir des vitesses d'éjection et des températures des rejets ;
- Modèle de bâtiment : ce modèle dynamique permet de calculer l'influence turbulente des bâtiments proches des sources industrielles sur la dispersion, ainsi que les effets de sillage des cheminées ;
- Modèle photochimique : ADMS intègre un code photochimique incluant la chimie des NO_2, NO, O_3 et COV (Schéma de 7 réactions). Il utilise notamment les données de rayonnements solaires pour calculer les taux de photolyse. Un tel module est indispensable si l'on souhaite correctement estimer les concentrations de NO2 notamment. ;
- Modèle des effets « Street Canyon » : prise en compte des phénomènes de re-circulations dans les rues, et de la turbulence provoquée par le passage des véhicules entre les bâtiments ;
- Module statistique : ce module permet notamment de faire des comparaisons directes avec les valeurs réglementaires.

Module FLOWSTAR

FLOWSTAR est un module développé par le CERC, permettant de calculer les champs de vents et de turbulence dans la couche limite atmosphérique (0-2000 m) en trois dimensions. Ce module prend en compte l'impact du relief et l'occupation des sols.

FLOWSTAR est utilisé dans le modèle ADMS développé par le CERC, pour calculer les trajectoires des panaches et la dispersion atmosphérique sur les terrains complexes. Mais ses applications sont plus larges, et concernent le calcul des champs de vent en général : potentiel éolien,…

En entrée, FLOWSTAR a besoin des données de relief du domaine concerné, de l'occupation des sols (rugosité), et de la météo générale du site. Il renvoie en sortie les données de vent et de turbulence sur une grille, aux niveaux d'altitudes spécifiés par l'utilisateur. Ces données peuvent être fournies pour chaque condition météo du fichier .met d'entrée, ou peuvent être moyennées.

L'approche utilisée dans FLOWSTAR est dérivée du travail théorique de Jackson et al. Il se base sur l'hypothèse que différents processus contrôlent les flux dynamiques en couches, à différents niveaux au-dessus du sol.

Des validations du modèle (Carruthers et al), ont montré que FLOWSTAR modélisait bien les flux, notamment pour des pentes jusqu'à 1 pour 2 (pentes au vent et sommets de collines) et jusqu'à 1 pour 3 localement dans le sillage des reliefs. Les échelles spatiales supportées par le modèle vont de quelques dizaines de mètres, à plusieurs kilomètres.

Principales données d'entrée

Météorologie : Données météorologiques de surface, mesurées de préférence à fréquence horaire (format Météo France) : vitesse et direction du vent, température sous abri, nébulosité, précipitations…

Paramètres d'émission : localisation des sources et tronçons, taux d'émission (horaires ou TMJA, profils quotidiens), largeur des voies et hauteur du bâti, émissions industrielles (position et caractéristiques des cheminées) et diffuses (tertiaire, COV)…

Topographie de la zone d'étude : relief et occupation des sols (milieu urbain, hauteur moyenne du bâti…),

Types de sorties et résultats issus de ADMS

ADMS Urban fournit des résultats à court-terme (horaires, journaliers, études de cas) ou à long terme (moyennes annuelles, percentiles, valeurs maximales..).

La présentation des résultats sous forme de cartographies est facilitée grâce à des liens directs avec des SIG (ARCVIEW et MAPINFO) et des systèmes logiciels graphiques reconnus (SURFER).

La création de tableaux synthétiques permet une comparaison directe avec les valeurs réglementaires.

Validation

Le modèle de dispersion ADMS et le système ADMS-Urban ont été validés au cours de campagnes internationales ou par comparaisons à des valeurs expérimentales (tests en soufflerie,…). Les résultats de ces tests et validations ont été publiés dans des revues scientifiques internationales, que la société NUMTECH tient à disposition. Il a récemment donné d'excellents résultats sur la ville de Londres. Il a par ailleurs fait l'objet d'une validation complète sur la ville de Toulon, en collaboration avec AirPACA, et est utilisé sur de nombreuses agglomérations du monde entier : Strasbourg, Paris, Lille, Nancy, La Rochelle, Lyon, Londres, Budapest, Rome, Pékin, Shanghai…

C.2 Points de calcul

Deux groupes de points de calcul ont été utilisés. Le premier groupe de points est réparti autour de chaque rue modélisée, selon des transects de 4 points. Ils permettent de réaliser les cartographies de dispersion des polluants en restituant bien les gradients de concentration. Ils sont représentés Figure 31.

Le second groupe de point a permis le calcul de l'IPP. Un maillage régulier de 50 mètres a été utilisé sur tout le domaine d'étude. Etant donné la variabilité importante des concentrations à l'intérieur d'une maille INSEE de 200m, un seul point de calcul n'aurait pas été suffisant. Ce sont ici en moyenne 16 points qui couvrent chaque maille et permettent de correctement représenter la variabilité des concentrations, dans la mesure où l'objectif est de réaliser des comparaisons de situations.

Au total, ce sont environ 14 200 points de calcul qui sont utilisés. Ils sont représentés Figure 31.

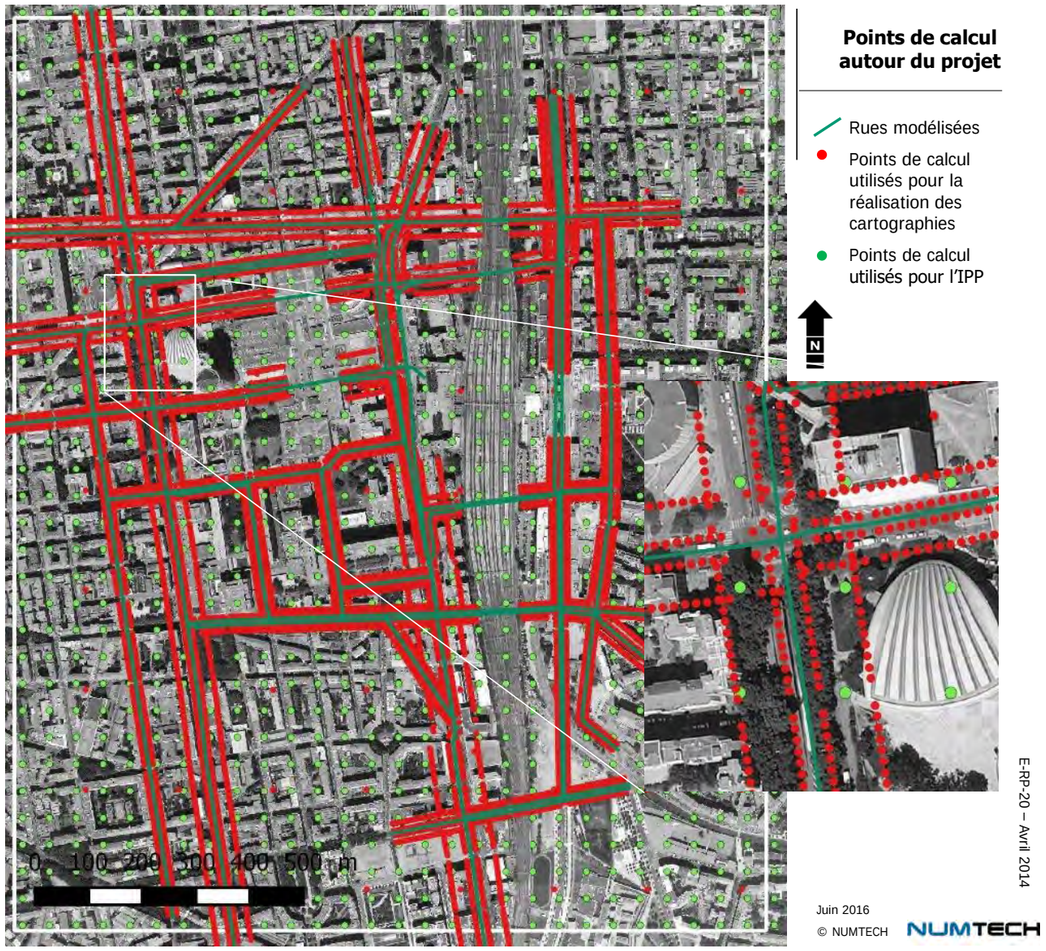


Figure 31 - Points de calculs utilisés

C.3 Météorologie

La connaissance des paramètres météorologiques est primordiale pour l'étude de la dispersion des rejets d'effluents dans l'atmosphère. Les données telles que la direction et la vitesse du vent ou la température de l'air sont des grandeurs physiques qui permettent de caractériser l'état de l'atmosphère, mais elles ne sont pas suffisantes. D'autres variables comme le rayonnement solaire, la nébulosité (ou couverture nuageuse) sont nécessaires pour bien représenter la climatologie locale, en particulier les mouvements d'air dans les premières couches de l'atmosphère. Ces données sont mesurées par les principales stations météorologiques du réseau Météo France.

Dans le cas de cette étude, l'étude s'appuie sur les paramètres météorologiques mesurés par Météo France à la station de l'aéroport de Lyon Bron. Cette station est située à environ 7.5 km du domaine d'étude et a été jugée la plus représentative de la zone d'étude.

La proportion de paramètres de vent manquants sur l'année 2015 est non négligeable, mais jugée acceptable (9%). Les données de nébulosité manquantes sont par contre plus nombreuses (53 %). Ce paramètre est utilisé par le modèle de dispersion pour déterminer le niveau de stabilité atmosphérique (déterminant dans la façon dont les polluants se dispersent). Lorsque cette donnée est manquante, aucun calcul de dispersion ne peut être réalisé. Etant donnée la proportion importante de données de nébulosité manquantes, il a été choisi de remplacer les données manquantes par des données modélisées par le modèle météorologique WRF[25] aux mêmes dates, et au niveau de l'aéroport de Lyon Bron. Ce modèle est mis en œuvre de façon opérationnelle par NUMTECH sur l'Europe. Les paramètres utilisés sont la nébulosité, ainsi que le rayonnement solaire. Ils ne sont utilisés que dans le cas où la nébulosité mesurée est manquante, afin de privilégier l'utilisation de données mesurées.

Les données météorologiques de l'année 2015 ont été exploitées (année correspondant à l'état initial). Ces données ont été exploitées à fréquence tri-horaire, afin de conserver des temps de calcul raisonnables, ce qui représente 8760 situations météorologiques.

C.4 Prise en compte de la canopée urbaine

Le modèle ADMS Urban permet de tenir compte de l'effet de la canopée urbaine (présence de bâtiments denses dans les zones urbaines) sur les profils verticaux de vitesse du vent et de turbulence. Etant donné la densité du bâti sur le domaine d'étude, cette option a été activée. Pour cela, il est nécessaire de fournir au modèle différentes informations sur les caractéristiques des bâtiments (hauteur moyenne, ratio de la surface bâtie au sol, ratio de la surface face au vent,…) dans chaque maille d'une grille couvrant le domaine d'étude. Une grille de résolution 400m, permettant de bien restituer les changements de densité du bâti sur le domaine d'étude, a été retenue. Cette grille et un exemple de paramètre est illustrée Figure 32.

[25] WRF, (Weather Research and Forecast), modèle américain issu d'un partenariat entre différents organisms américains. C'est un modèle météorologique de méso-échelle dit de « nouvelle génération » utilisé par plus de 6000 personnes dans le monde.

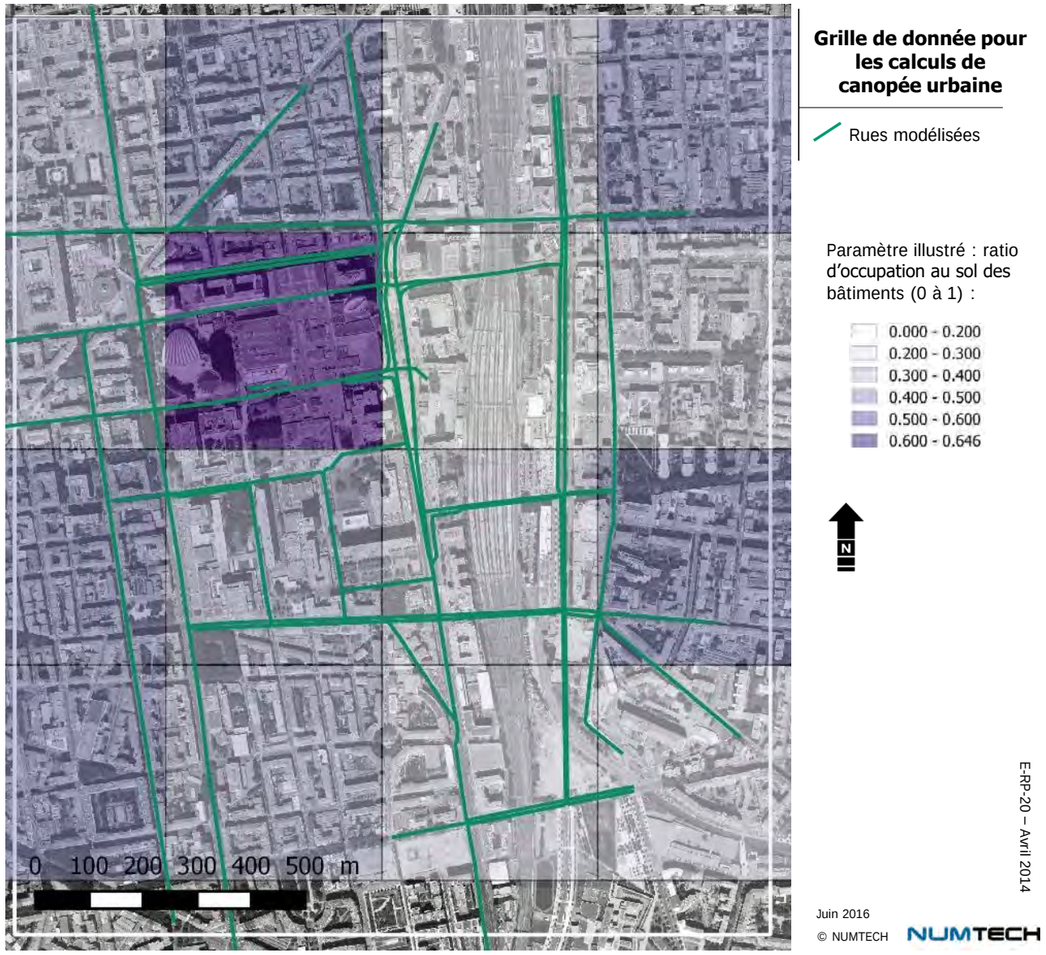


Figure 32 – Grille de données considérée pour les calculs de canopée urbaine et illustration d'un paramètre d'entrée

C.5 Caractéristiques des polluants considérés

Dans les simulations, les polluants de type gazeux (NO_2, CO, SO_2 et benzène) ont été assimilés à des gaz passifs. Les poussières PM_{10} ont été assimilées à des particules de diamètre 10 µm et de densité 2000kg/m^3. Les poussières $PM_{2,5}$, ainsi que les métaux (Ni et Cd) et le benzo(a)pyrène ont été assimilés à des particules de diamètre 2,5 µm, et de densité 2000 kg/m^3 (hypothèse couramment retenue pour ce type de polluants).

Cas spécifique des NO_x – NO_2

La famille des oxydes d'azote (NO_x) est composée du monoxyde d'azote (NO) et du dioxyde d'azote (NO_2). Ce dernier étant le composé le plus toxique, il est le seul à faire l'objet d'une réglementation dans l'air. Les concentrations en NO_2 ont été calculées grâce au schéma Generic Reaction Scheme, mis en œuvre dans le modèle ADMS.

C.6 Profil temporel

Les valeurs d'émission, estimées à partir des Trafics Moyens Journaliers Annuels (TMJA), des pourcentages de poids lourds, et des vitesses réglementaires ont été pondérées par un profil temporel horaire (un profil identique pour tous les jours de la semaine, à défaut de plus d'informations disponibles). Ce profil est illustré Figure 33. Il permet de restituer de façon simplifiée les variations journalières des trafics, principalement les heures de pointe matin et soir. A défaut de plus d'informations disponibles, ce profil a été construit à partir des données fournies en TMJO, HPS et HPM, et sur la base de profils habituellement rencontrés sur le même type de tronçon routier. Ce profil a été attribué à l'ensemble des rues modélisées.

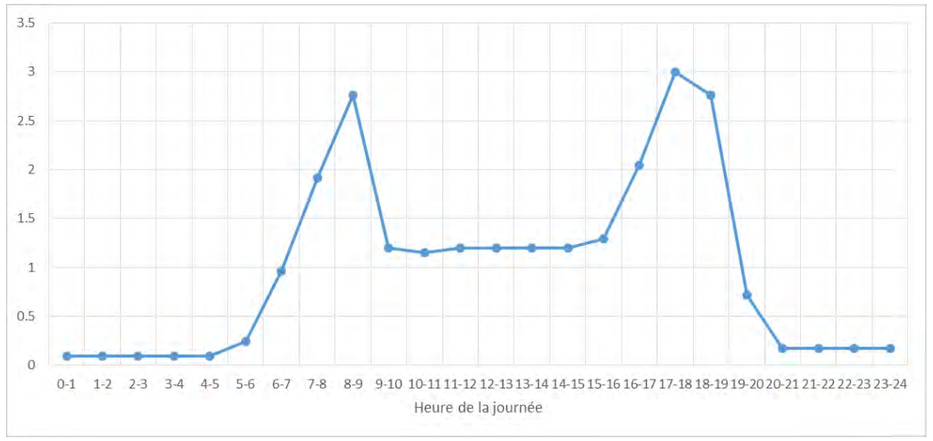


Figure 33 - Profils temporels horaires

C.7 Effet canyon des bâtiments

La dispersion des polluants dans les rues s'est faite en tenant compte de la présence des éventuels bâtiments de part et d'autre de ces rues. On parle d'effet canyon.

Pour cela, les dimensions des rues et des bâtiments qui les bordent sont fournies au modèle. Ces dimensions ont été obtenues à partir des caractéristiques de bâtiments existants à l'état initial, et prévus pour les scénarios futurs (les aménagements immobilier prévus dans le futur concernent le fil de l'eau, et le projet n'introduit aucune modification). Les bâtiments considérés, fournis par Setec sont illustrés sur la Figure 34. Les bâtiments en rose correspondent à ceux considérés pour l'état initial. Les bâtiments an

jaune sont ceux ajoutés ou mis à jour pour les états futurs. Les bâtiments roses placés sous des bâtiments jaunes ont été supprimés pour les états futurs.

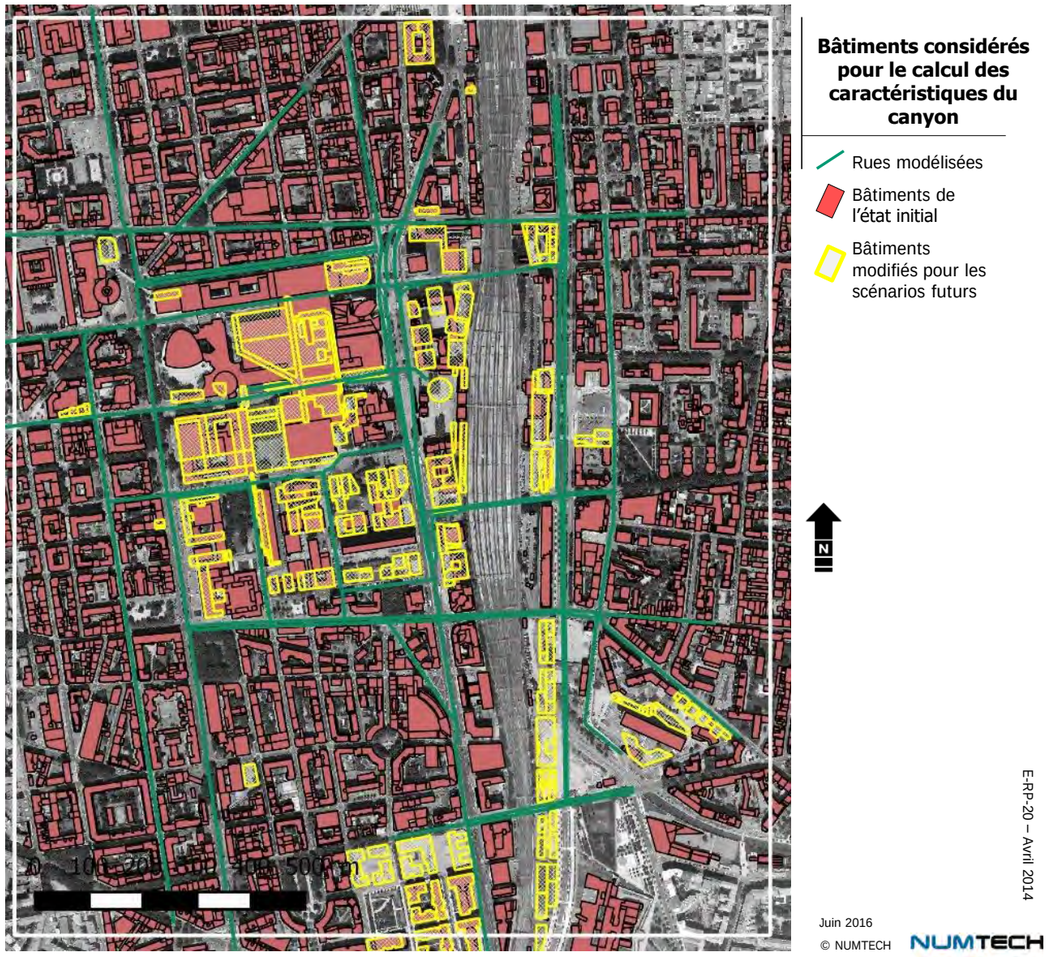


Figure 34 – Bâtiments considérés pour les calculs des caractéristiques du canyon

C.8 Tunnels

Les tunnels ont été pris en compte de façon spécifique dans le modèle de dispersion. Ont été considérés comme tunnels, les sections de rues modélisées, couverte sur une distance significative. Les tunnels modélisés sont au nombre de 14. Ils sont localisés sur la Figure 35. Ces rues sont modélisées de façon spécifique dans le modèle : l'émission de polluants ne se fait pas le long du linéaire, mais en ramenée est tête de tunnel, et tient compte des caractéristiques du tunnel.

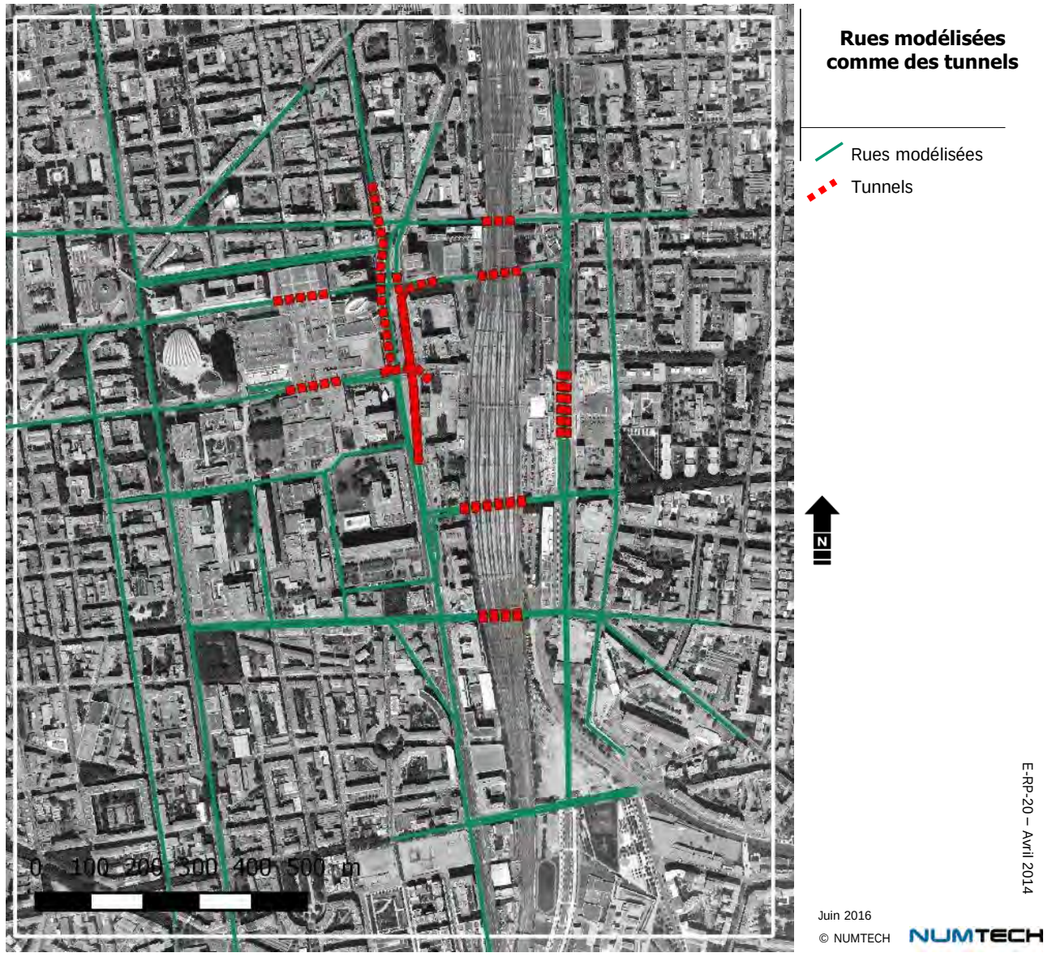


Figure 35 – Rues modélisées comme des tunnels

C.9 Validation des résultats du modèle

L'état initial de cette étude n'était pas accompagné d'une campagne de mesure spécifique. Par ailleurs, le domaine d'étude compte une seule station de mesure de la qualité de l'air, qui a été utilisée pour caractériser la pollution de fond.

Par conséquent il n'a pas été possible pour cette étude de réaliser un calage du modèle, c'est-à-dire une comparaison modèle-mesure, qui permette d'ajuster certains paramètres du modèle soumis à incertitude, et afin de restituer au mieux la mesure.

Notons toutefois que l'absence de calage ne remet pas en cause les comparaisons entre scénarios qui sont réalisées dans cette étude.

ANNEXE D Cartographies de dispersion

Concentration moyenne annuelle en NO_2

Scénario état initial 2015

Projet : **PEM Two Lyon et ZAC Part-Dieu Ouest**

Météo : année 2015
Temps d'intégration horaire

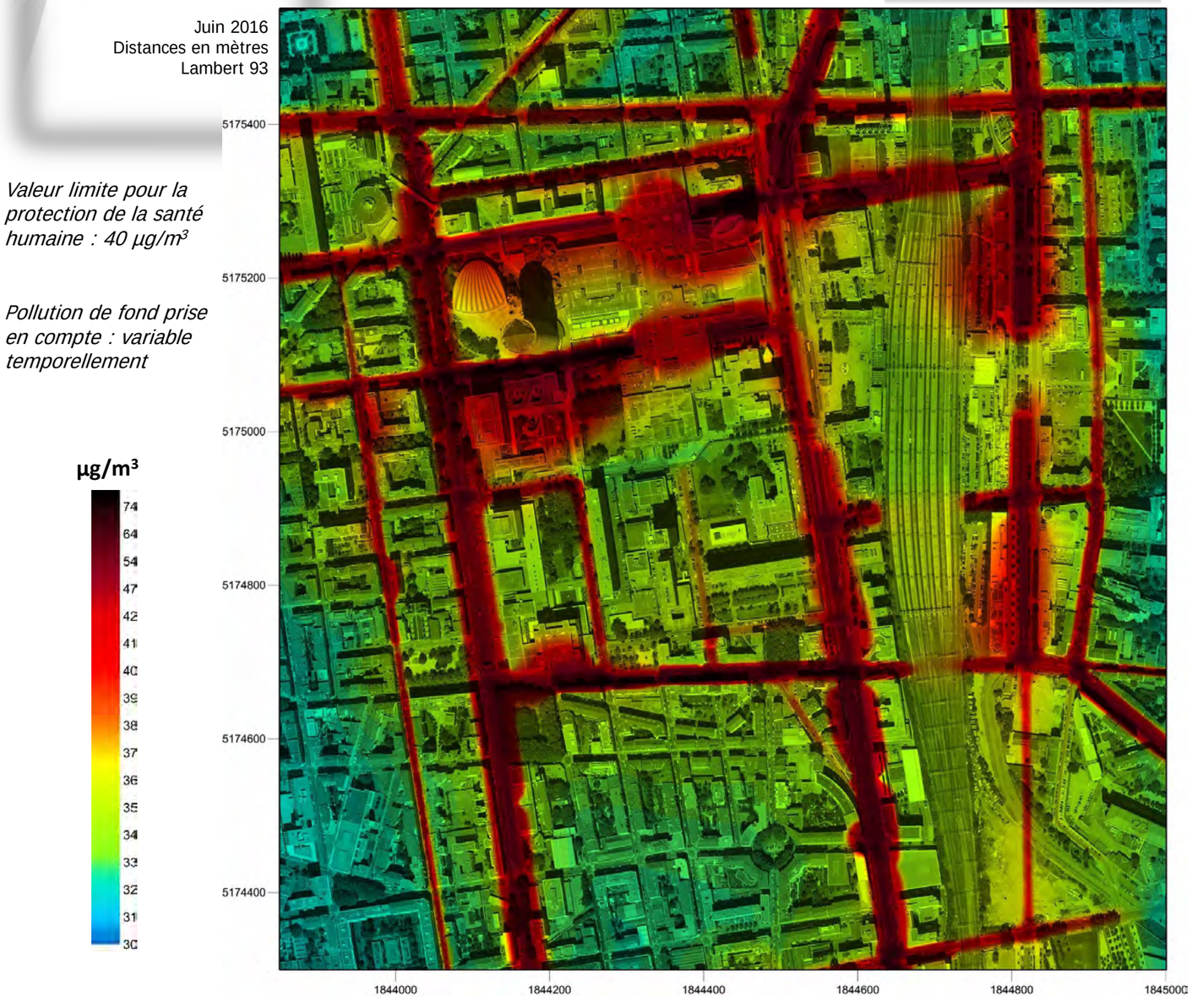
Grille de calcul :
Résolution variable
1,5 m au dessus du sol

NUMTECH

Juin 2016
Distances en mètres
Lambert 93

Valeur limite pour la protection de la santé humaine : 40 µg/m³

Pollution de fond prise en compte : variable temporellement



NUMTECH

Concentration moyenne annuelle en NO_2

Scénario fil de l'eau 2030

Projet : **PEM Two Lyon et ZAC Part-Dieu Ouest**

Météo : année 2015
Temps d'intégration horaire

Grille de calcul :

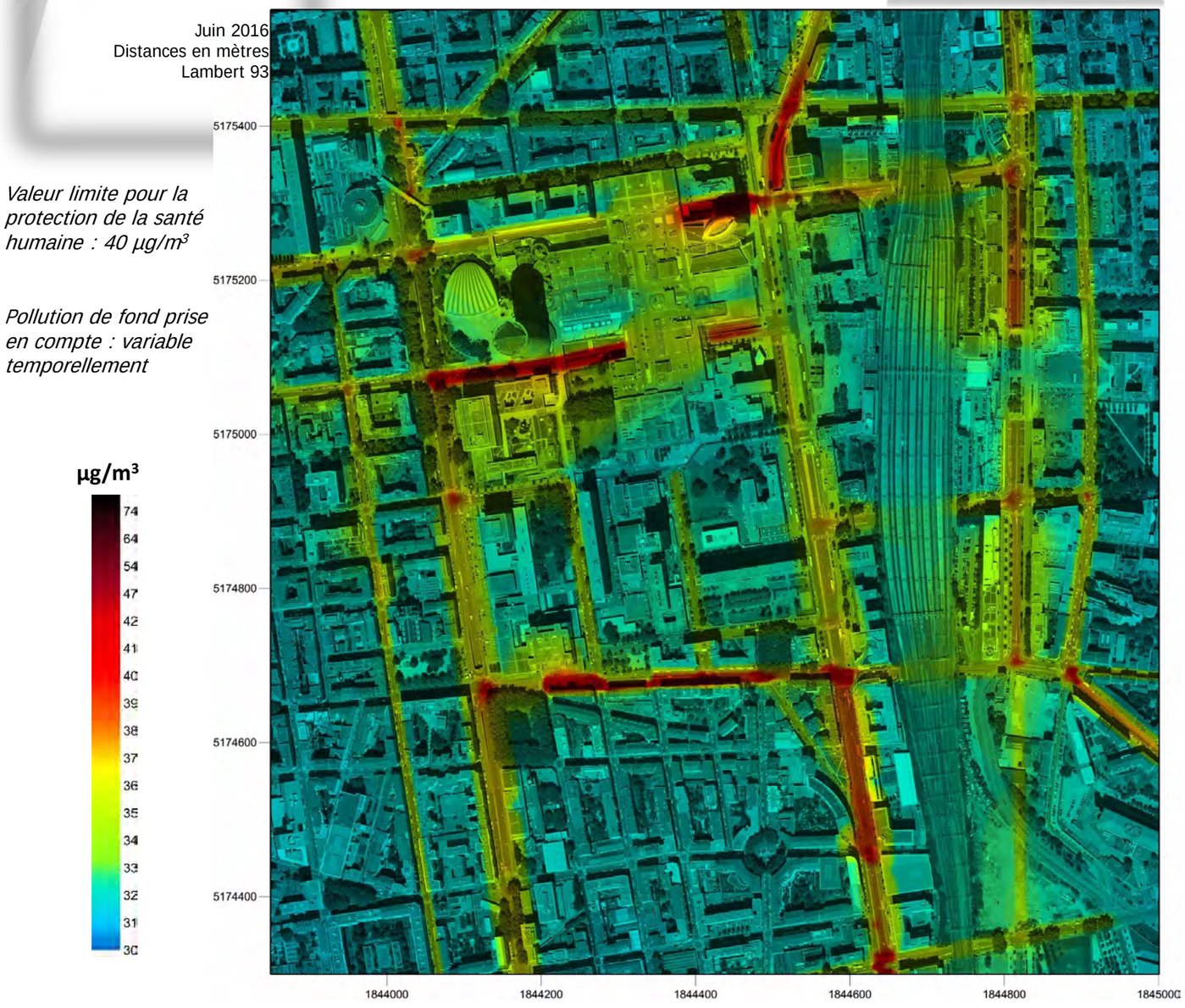
Résolution variable
1,5 m au dessus du sol

NUMTECH

Juin 2016
Distances en mètres
Lambert 93

Valeur limite pour la protection de la santé humaine : 40 µg/m³

Pollution de fond prise en compte : variable temporellement



NUMTECH

Concentration moyenne annuelle en NO_2

Scénario avec projet 2030

Projet : **PEM Two Lyon et ZAC Part-Dieu Ouest**

Météo : année 2015
Temps d'intégration horaire

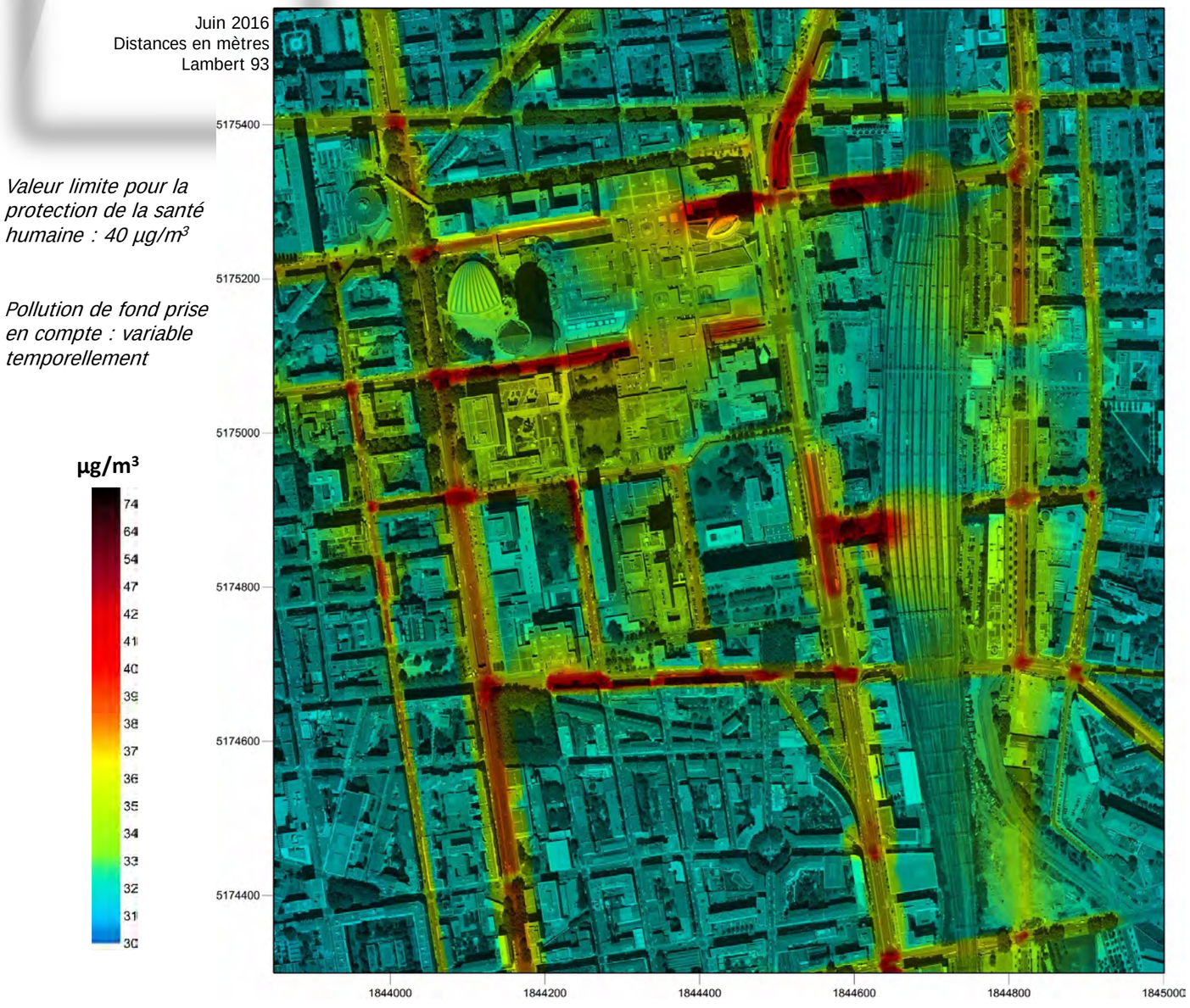
Grille de calcul :
Résolution variable
1,5 m au dessus du sol

NUMTECH

Juin 2016
Distances en mètres
Lambert 93

Valeur limite pour la protection de la santé humaine : 40 µg/m³

Pollution de fond prise en compte : variable temporellement



NUMTECH

Concentration moyenne annuelle en PM_{10}

Scénario état initial 2015

Projet : **PEM Two Lyon et ZAC Part-Dieu Ouest**

Grille de calcul :

Résolution variable
1,5 m au dessus du sol

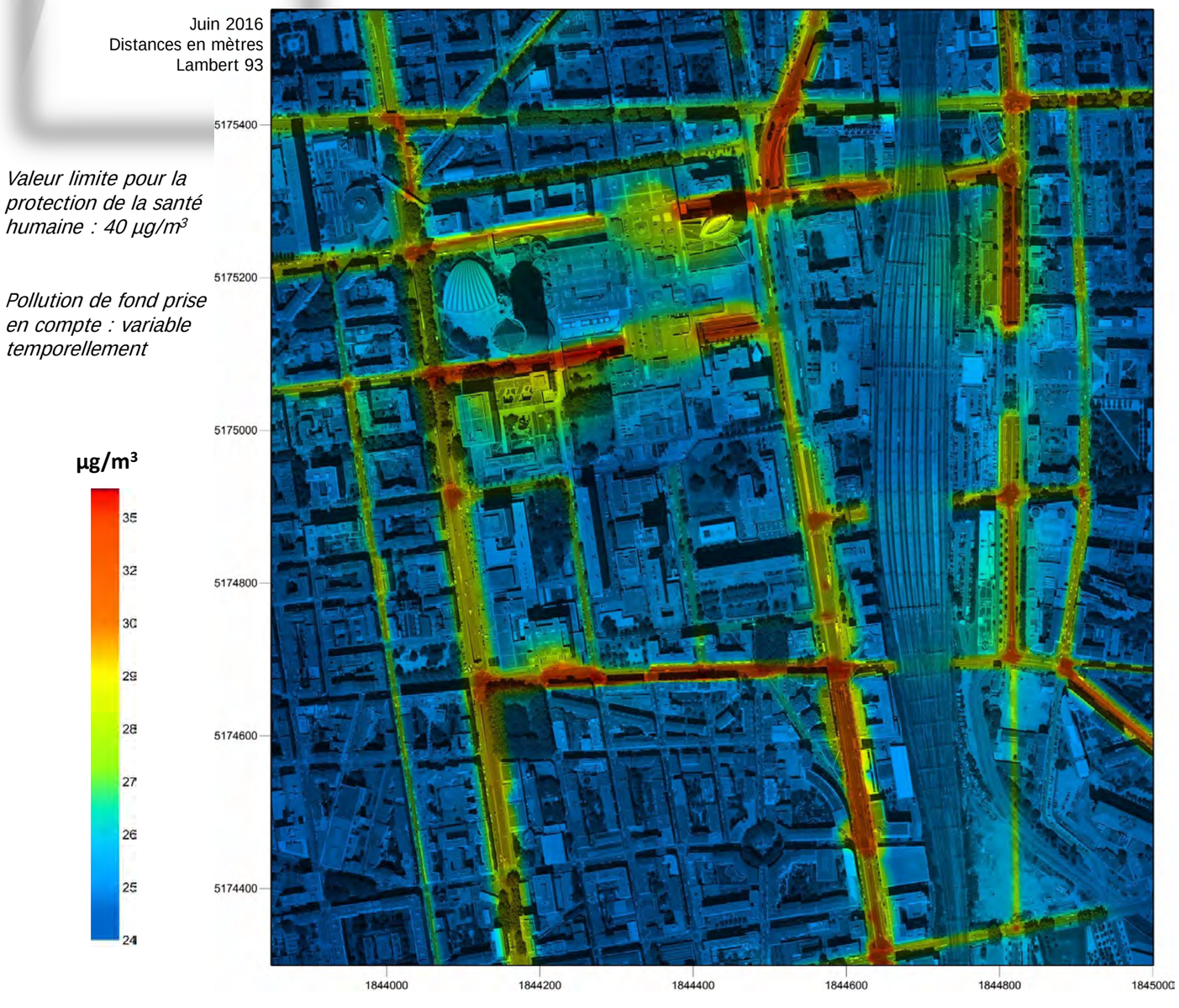
Météo : année 2015
Temps d'intégration horaire

NUMTECH

Juin 2016
Distances en mètres
Lambert 93

Valeur limite pour la protection de la santé humaine : 40 µg/m³

Pollution de fond prise en compte : variable temporellement



NUMTECH

Concentration moyenne annuelle en PM_{10}

Scénario fil de l'eau 2030

Projet : **PEM Two Lyon et ZAC Part-Dieu Ouest**

Grille de calcul :

Résolution variable
1,5 m au dessus du sol

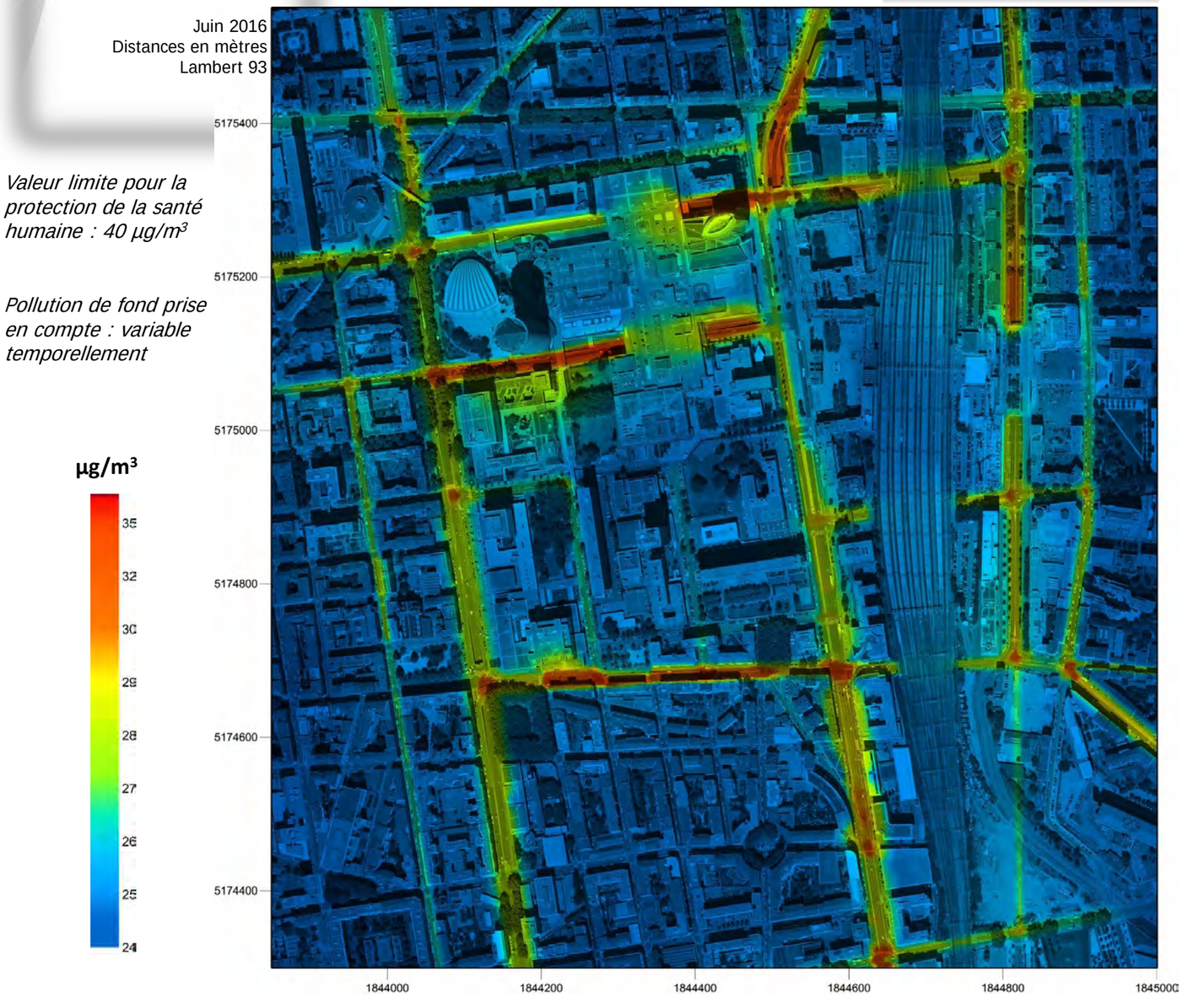
Météo : année 2015
Temps d'intégration horaire

NUMTECH

Juin 2016
Distances en mètres
Lambert 93

Valeur limite pour la protection de la santé humaine : 40 µg/m³

Pollution de fond prise en compte : variable temporellement



NUMTECH

Concentration moyenne annuelle en PM_{10}

Scénario avec projet 2030

Projet : **PEM Two Lyon et ZAC Part-Dieu Ouest**

Météo : année 2015
Temps d'intégration horaire

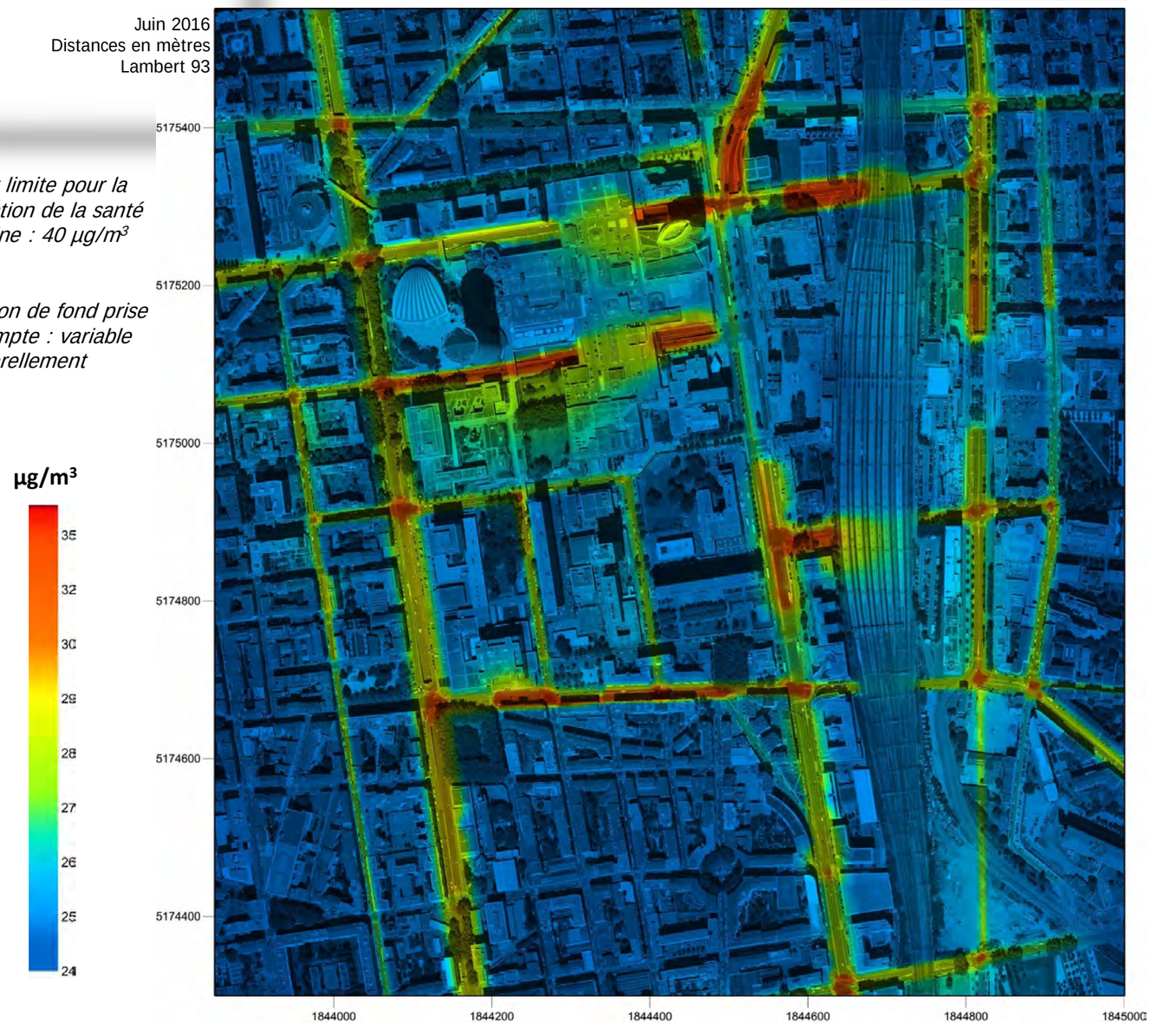
Grille de calcul :
Résolution variable
1,5 m au dessus du sol

NUMTECH

Juin 2016
Distances en mètres
Lambert 93

Valeur limite pour la protection de la santé humaine : 40 µg/m³

Pollution de fond prise en compte : variable temporellement



NUMTECH

Concentration moyenne annuelle en $PM_{2.5}$

Scénario état initial 2015

Projet : **PEM Two Lyon et ZAC Part-Dieu Ouest**

Grille de calcul :

Résolution variable
1,5 m au dessus du sol

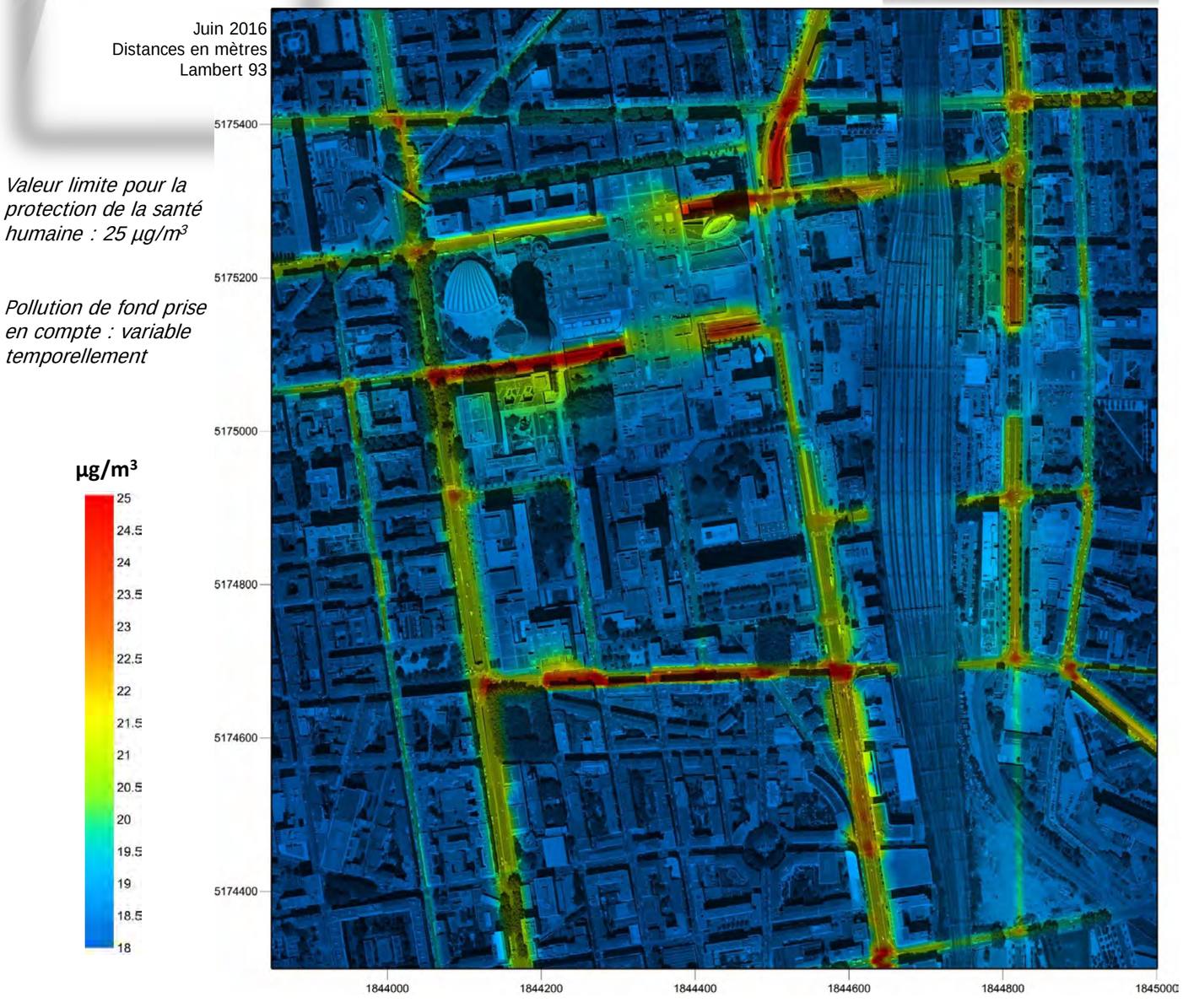
Météo : année 2015
Temps d'intégration horaire

NUMTECH

Juin 2016
Distances en mètres
Lambert 93

Valeur limite pour la protection de la santé humaine : 25 µg/m³

Pollution de fond prise en compte : variable temporellement



NUMTECH

Concentration moyenne annuelle en $PM_{2.5}$

Scénario fil de l'eau 2030

Projet : **PEM Two Lyon et ZAC Part-Dieu Ouest**

Météo : année 2015
Temps d'intégration horaire

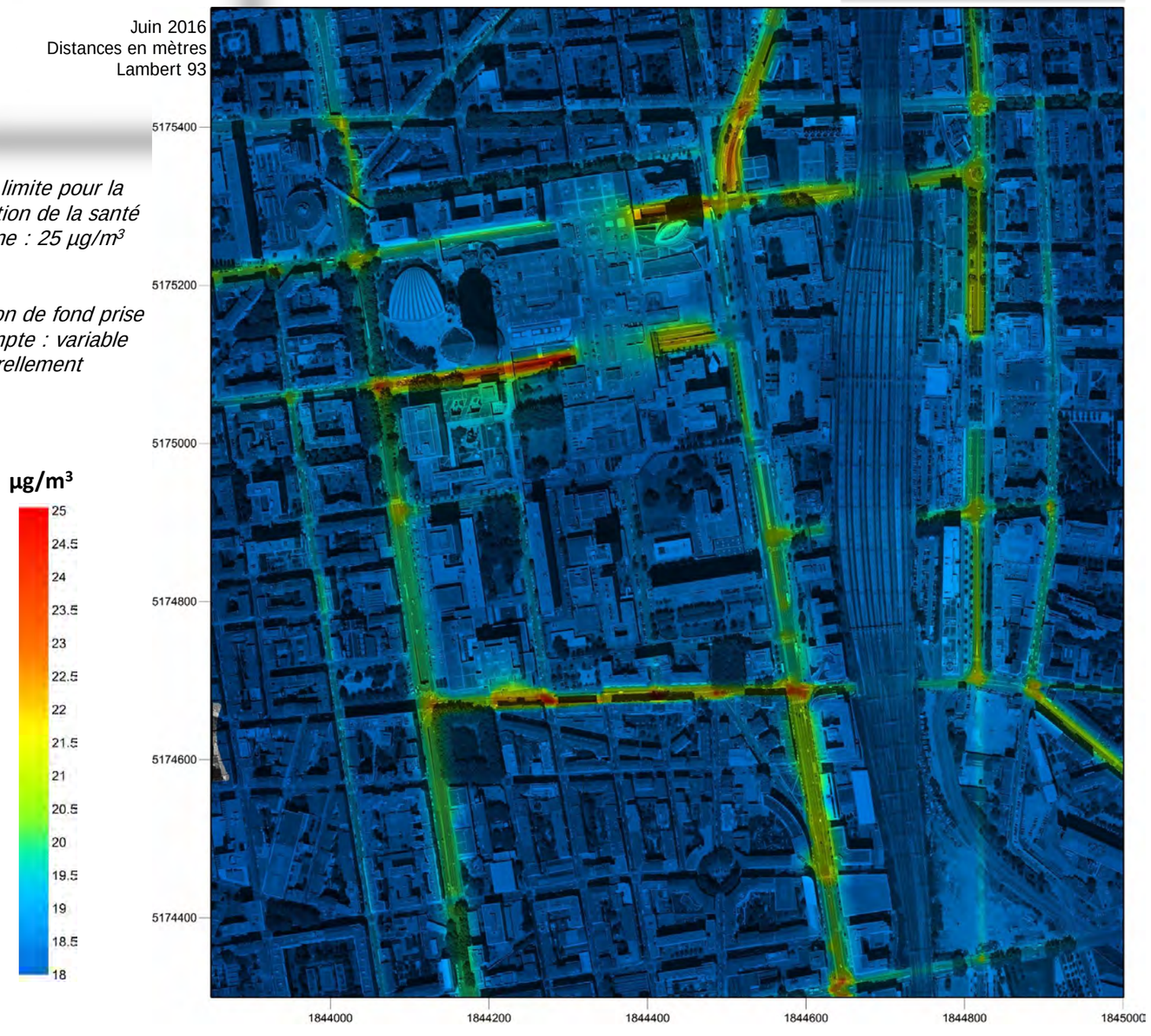
Grille de calcul :
Résolution variable
1,5 m au dessus du sol

NUMTECH

Juin 2016
Distances en mètres
Lambert 93

Valeur limite pour la protection de la santé humaine : 25 µg/m³

Pollution de fond prise en compte : variable temporellement



NUMTECH

Concentration moyenne annuelle en $PM_{2.5}$

Scénario avec projet 2030

Projet : **PEM Two Lyon et ZAC Part-Dieu Ouest**

Météo : année 2015
Temps d'intégration horaire

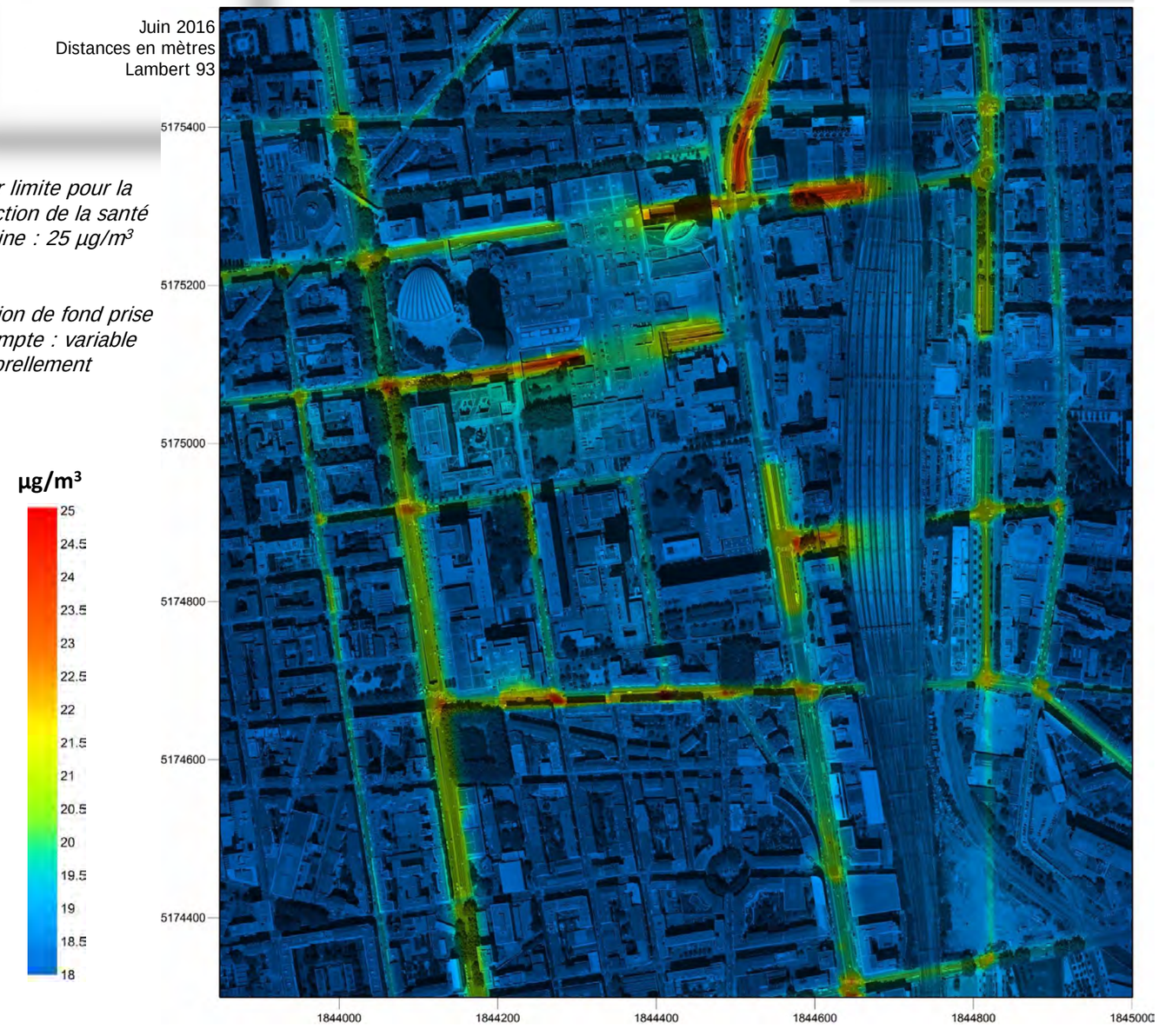
Grille de calcul :
Résolution variable
1,5 m au dessus du sol

NUMTECH

Juin 2016
Distances en mètres
Lambert 93

Valeur limite pour la protection de la santé humaine : 25 µg/m³

Pollution de fond prise en compte : variable temporellement



NUMTECH

ANNEXE E Fiches toxicologiques

Document présenté dans un fichier séparé

ANNEXE F Spéciation des HAP dans le mélange de substances émis à l'échappement

	VL_initial	VL_futur	PL_initial	PL_futur	2R_initial	2R_futur
Acenaphthylene	1.5%	1.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Acenapthene	2.0%	2.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Anthracene	0.2%	0.2%	3.8%	3.8%	0.1%	0.1%
Benzo(a)anthracene	0.2%	0.2%	1.0%	1.0%	0.1%	0.1%
Benzo(a)pyrene	0.2%	0.3%	0.4%	0.4%	0.1%	0.1%
Benzo(b)fluoranthene	0.1%	0.1%	2.4%	2.4%	0.1%	0.1%
Benzo(ghi)perylene	0.2%	0.2%	0.3%	0.3%	0.1%	0.1%
Benzo(j)fluoranthene	0.0%	0.0%	5.7%	5.7%	0.0%	0.0%
Benzo(k)fluoranthene	0.1%	0.1%	2.7%	2.7%	0.0%	0.0%
Chrysene	0.3%	0.3%	7.1%	7.1%	0.1%	0.1%
Dibenzo(ah)anthracene	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%
Fluoranthene	1.7%	1.7%	9.4%	9.4%	0.4%	0.4%
Fluorene	0.0%	0.0%	17.5%	17.5%	0.0%	0.0%
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0.1%	0.1%	0.6%	0.6%	0.1%	0.1%
Napthalene	88.7%	88.2%	24.9%	24.9%	97.9%	97.9%
Phenanthrene	3.3%	3.4%	10.1%	10.1%	0.8%	0.8%
Pyrene	1.5%	1.5%	13.9%	13.9%	0.3%	0.3%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

NUMTECH

6, Allée Alan Turing

CS 60242

Parc Technologique de La Pardieu

63178 AUBIERE CEDEX

www.numtech.fr

NUMTECH

NUMTECH

SETEC Environnement

Projet PEM / Two Lyon

Etude air et santé

ANNEXE E DU RAPPORT D'ETUDE

Réf.: 284.1015/ETR – v1 – Juin 2016

Sommaire

ACETALDEHYDE (N° CAS 75-07-0) 3
AMMONIAC (N° CAS 7664-41-7) 12
ARSENIC (N° CAS 7440-38-2) ET SES DERIVES INORGANIQUES 22
ACROLEINE (N° CAS 107-02-8) 34
BENZENE (N° CAS 71-43-2) 45
1,3-BUTADIENE (N° CAS 106-99-0) 56
CHROME (N°7440-47-3) ET SES COMPOSES 67
ETHYLBENZENE (N° CAS 100-41-4) 81
FORMALDEHYDE (N° CAS 50-00-0) 92
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP) 102
NICKEL (N° CAS 7440-02-0) ET SES COMPOSES 125
OXYDES D'AZOTE 139
POUSSIERES 147
PROPIONALDEHYDE (N° CAS 123-38-6) 156

Acétaldéhyde (N° CAS 75-07-0)

1. Généralités

1.1. Identification

L'acétaldéhyde est un liquide incolore volatil, à odeur fruitée puis acre et suffocante, les concentrations augmentant (INRS, 2004 ; IPCS, 1995).

1.2. Utilisation

L'acétaldéhyde est essentiellement utilisé pour la fabrication d'acide acétique. Il entre dans la composition de parfums, de colorants et d'arômes alimentaires (INRS, 2004 ; IPCS, 1995).

1.3. Sources d'exposition

L'acétaldéhyde est un intermédiaire métabolique chez l'Homme et chez les plantes supérieures. Les sources d'exposition anthropique sont les gaz d'échappement des véhicules à moteur, la décomposition des hydrocarbures, des déchets et la combustion du gaz, du mazout et de la houille. La principale source d'exposition humaine est le métabolisme de l'alcool et la fumée de cigarette (IPCS, 1995).

1.4. Concentrations et comportements environnementaux

L'acétaldéhyde n'est pas persistant dans l'environnement (Santé Canada, 2000)
Dans l'air, l'acétaldéhyde est transformé par différents mécanismes photochimiques (demi-vie = 10 à 60 heures) (IPCS, 1995).
Dans l'eau, l'acétaldéhyde est miscible. Sa demi-vie est de 1,9 heure.
Dans les sols, l'acétaldéhyde est mobile (Santé Canada, 2000). Il n'a pas été recueilli de concentrations moyennes récentes dans la littérature consultée.
Dans les végétaux, il n'a pas été recueilli de donnée.
Dans les aliments, une étude aux Pays-Bas a montré que les teneurs étaient généralement inférieures à 1 $mg.kg^{-1}$ mais pouvaient atteindre occasionnellement plusieurs centaines de $mg.kg^{-1}$ dans certains jus de fruit et dans le vinaigre. Pour la population générale, la principale source d'exposition est de loin le métabolisme de l'alcool (OMS, 1995).

Concentrations environnementales en acétaldéhyde

Milieu	Concentration	Caractéristique des mesures	Source
Air	zone éloignée de toute source de pollution : 0,5 $\mu g.m^{-3}$	synthèse des références IPCS	IPCS, 1995
	zones d'urbanisation variées : 2 $\mu g.m^{-3}$		
	zone rurale, urbaine et suburbaine : 1,9 $\mu g.m^{-3}$ (0,39-3,35 $\mu g.m^{-3}$)	Canada, 1989 à 1997	Santé Canada, 2000
Eau	eau potable : 0,1 $\mu g.L^{-1}$	1 seule référence	IPCS, 1995
Aliment	< 1 $mg.kg^{-1}$	Étude aux Pays-Bas (aliments divers)	OMS, 1995
	Quelques centaines de $mg.kg^{-1}$	Étude aux Pays-Bas (jus de fruit, vinaigre)	OMS, 1995

1.5. Facteurs de conversion

1,8 $mg.m^{-3}$ = 1 ppm (OEHHA, 2008)

2. Toxicité

2.1. Métabolisme

Les principales voies d'exposition sont respiratoires et orales par l'intermédiaire des aliments et des boissons (négligeable pour l'eau). L'absorption et la distribution de l'acétaldéhyde sont peu documentées. Il serait fixé par les globules rouges et serait réparti dans le sang, le foie, les reins, le cœur et les tissus musculaires. L'acétaldéhyde est essentiellement métabolisé dans le foie.
Lors de l'absorption par voie digestive, l'acétaldéhyde est complètement transformé dans l'organisme et ne ressort pas sous forme inchangée (IPCS, 1995).

2.2. Toxicité aiguë

La toxicité aiguë de l'acétaldéhyde est faible. Il a été répertorié une irritation oculaire après exposition à 50 ppm pendant 15 minutes et une irritation des voies respiratoires pour une exposition à 134 ppm pendant 30 minutes (INRS, 2004).

2.3. Toxicité chronique

La toxicité chronique est peu documentée.

2.3.1. Effets systémiques

Il n'y a pas d'étude rapportant les effets chroniques de l'exposition à l'acétaldéhyde chez l'Homme. Chez les animaux, l'exposition chronique par voie respiratoire induit une altération de l'épithélium respiratoire. Chez les animaux, l'exposition chronique par voie orale induit une synthèse de collagène au niveau du foie.

2.3.2. Effets cancérigènes

Les études humaines ne sont pas suffisamment fiables pour que les cas de cancer puissent être reliés à l'exposition à l'acétaldéhyde (multi-exposition, fumeurs, nombre de personnes exposées non renseigné). Chez les animaux les résultats sont variables d'une espèce à l'autre.

Classements cancérigène de l'acétaldéhyde	
Classement	Organisme
2B	CIRC (1999)
B2	EPA (1991)
3	Union européenne (JOCE, 1993)[1]
2	Union Européenne (JOCE, 2008)[2]

[1]Annexe I de la directive 67/548/CE
[2]Annexe VI du règlement CLP n°1278/2008

2.3.3. Effets génotoxiques

L'Union Européenne n'a pas classé l'acétaldéhyde comme mutagène (JOCE, 1993 ; JOCE 2008).
Des études récentes ont montré que l'acétaldéhyde n'est pas mutagène sur bactéries avec le test d'Ames mais induirait des mutations récessives liées au sexe chez la drosophile (Ineris, 2008). Des études *in vitro* ont montré que l'acétaldéhyde induit des mutations géniques, des effets clastogènes et des échanges de chromatides sœurs dans les cellules de mammifères (OMS-IPCS, 1995 ; Santé Canada, 2000).

2.3.4. Effets sur la reproduction et le développement

L'Union Européenne n'a pas classé l'acétaldéhyde comme reprotoxique (JOCE, 1993 ; JOCE, 2008).
Il n'a pas été recueilli de donnée sur les effets de l'acétaldéhyde sur la reproduction. L'acétaldéhyde pourrait être responsable en partie du syndrome d'alcoolisme fœtal (INRS, 2004 ; IPCS, 1995).

3. Valeurs toxicologiques de référence par voie respiratoire

3.1. VTR aiguës

- **OEHHA, 2008 : 470 µg.m^{-3} / 1 heure**

Cette VTR est basée sur un LOAEL de 142 mg.m^{-3} d'acétaldéhyde, correspondant à une **bronchoconstriction** (chute de 20 % du volume expiratoire forcé) chez 61 adultes asthmatiques exposés par nébulisation (Prieto *et al.*, 2000). Il a été appliqué un facteur d'incertitude de 300 à ce LOAEL (10 pour l'utilisation d'un LOAEL, 30 pour la variabilité humaine relative à l'exacerbation de l'asthme chez les enfants et une hyper-réactivité à la métacholine).

3.2. VTR sur 8 heures

- **OEHHA, 2008 : 300 µg.m^{-3} / 8 heures**

Cette VTR est basée sur un LOAEL de 720 mg.m^{-3} d'acétaldéhyde, un NOAEL de 270 mg.m^{-3} et une benchmark concentration de 178 mg.m^{-3}, correspondant à une **dégénérescence de l'épithélium olfactif** chez des rats Wistar (Appelman *et al.*, 1982, 1986). Les rats sont 10 à 40 animaux par groupes exposés à 0, 273, 728, 910, 1820, 4004, 9100 mg.m^{-3}, 6 heures par jour, 5 jours par semaine, pendant 4 semaines. Une concentration humaine équivalente a été calculée, de 242 mg.m^{-3} (178 mg.m$^{-3}\times$ 1,36) (Teeguarden *et al.*, 2008). La concentration a ensuite été ajustée pour une exposition continue à 86,5 mg.m^{-3} (242$\times$6/24$\times$20/10$\times$5/7). Il a été appliqué un facteur d'incertitude de 300 ($\sqrt{10}$ pour tenir compte de l'exposition des rats pendant 8 à 12 % de leur vie, $\sqrt{10}$ pour le manque de donnée sur l'extrapolation inter-espèces, $\sqrt{10}$ pour les variations interindividuelles et 10 pour l'exacerbation potentielle de l'asthme chez les enfants).

3.3. VTR intermédiaire

Il n'a pas été retrouvé de VTR intermédiaire dans la littérature consultée.

3.4. VTR chroniques

3.4.1. Effets non cancérigènes

- **EPA, 1991 : 9 µg.m^{-3}**

Cette valeur a été établie à partir de deux études (Appelman *et al.,* 1986 , 1982) chez des rats Wistar exposés pendant 4 semaines, 6 heures par jour, 5 jours par semaine à 0, 273 et 910 mg.m^{-3} (10 rats par groupe). Il a été observé une **dégénérescence de l'épithélium olfactif** pour un NOAEL de 273 mg.m^{-3}, ajusté sur la durée d'exposition à 48,75 mg.m^{-3} et pour une exposition humaine à 8,7 mg.m^{-3}. Un facteur d'incertitude de 1000 est appliqué (10 pour l'utilisation d'une étude subchronique, 10 pour l'extrapolation d'espèce et 10 pour la variabilité humaine). Même si l'étude est de courte durée, les effets observés sont cohérents avec ceux observés dans les études chroniques à des concentrations élevées.

- **OMS-IPCS, 1995 : 2 000 µg.m^{-3}**

L'OMS a déterminé une concentration tolérable de 2 000 µg.m^{-3} pour **des irritations du tractus respiratoire** chez l'Homme. Cette valeur est construite à partir d'un NOAEL de 45 mg.m^{-3} déterminé dans l'étude épidémiologique de Silverman *et al.*, 1946 auquel un facteur d'incertitude de 20 a été appliqué (10 pour la variabilité intraspécifique et 2 pour la mauvaise qualité des données disponibles).

- **Santé Canada, 2000 : 390 µg.m^{-3}**

Santé Canada définit en 1998, à partir des études d'Appelman *et al.* (1986, 1982) une concentration tolérable (CT) de 0,39 mg.m^{-3}. Santé Canada utilise la limite de confiance à 95 % de la Benchmark Dose (BMD), associée à une augmentation de 5% de **l'incidence des lésions de l'épithélium olfactif** chez le rat mâle. Contrairement à l'EPA, Santé Canada n'affecte pas de facteur d'incertitude aux données de la banque de données puisque la concentration admissible est basée sur les effets critiques sur la cible ce qui, selon Santé Canada, est plus adéquate à l'évaluation des effets systémiques. Le facteur d'incertitude est donc de 100 (10 pour la variation interspécifique et 10 pour la variation intraspécifique) au lieu de 1000 pour l'EPA.

- **OEHHA, 2008 : 140 µg.m^{-3}**

Cette VTR est basée sur un LOAEL de 720 mg.m^{-3} d'acétaldéhyde et sur un NOAEL de 270 mg.m^{-3}, correspondant à une **dégénerescence de l'épithélium olfactif** chez des rats Wistar (10 à 40 animaux par

groupe) exposés à des concentrations de 0, 273, 728, 910, 1820, 4004, 9100 mg.m^{-3}, 6 heures par jour, 5 jours par semaine pendant 4 semaines (Appelman *et al.*, 1982 ; 1986). En utilisant un modèle d'exposition continue, il est calculé une Benchmark concentration de 178 mg.m^{-3} puis une concentration équivalent pour l'Homme de 242 mg.m^{-3} (par application d'un facteur 1,36 Teeguarden *et al.*, 2008). Enfin l'exposition a été ajustée pour une exposition continue à 43,2 mg.m^{-3} (×6/24×5/7). Il a été appliqué un facteur d'incertitude de 300 (√10 pour l'utilisation d'une étude subchronique représentant 8 à 12 % de la vie, √10 pour l'extrapolation interespèce sans donnée, √10 pour les variations interindividuelles et 10 pour les possibilité d'exacerbation de l'asthme chez les enfants).

- **Expertise Ineris, 2011 : VTR = 140 µg.m^{-3} (OEHHA, 2008)**

Trois organismes (US EPA, Santé Canada et OEHHA) proposent des valeurs, tous les trois basent leur calcul sur les deux mêmes études sources Appelman et al., (1982) ; Appelman et al., (1986). La différence entre les raisonnements des trois organismes réside dans le choix des effets critiques, des valeurs critiques et dans les facteurs d'incertitude qui en résultent. L'US EPA propose à la fois un ajustement au temps et le calcul d'une concentration équivalente pour l'homme. Santé Canada propose une démarche par extrapolation. Dix sept ans après l'US EPA, l'OEHHA reprend la même démarche mais l'actualise en se basant sur le calcul d'une benchmark concentration. La démarche de l'OEHHA nous parait très conservatrice. C'est la valeur de l'OEHHA que l'INERIS propose de retenir.

3.4.2. Effets cancérigènes

- **EPA, 1991 : 2,2.10^{-6} (µg.m^{-3})$^{-1}$**

Cette valeur est basée sur l'étude de 420 rats mâles et 420 rats femelles Wistar exposés à 0, 750, 1500, 3000 ppm d'acétaldéhyde par voie respiratoire, 6 heures par jour, 5 jours par semaine, pendant 27 mois. Il est observé une augmentation de **l'incidence des tumeurs du tractus respiratoire**, des adenocarcinomes et des carcinomes des cellules de l'épithélium nasal (Woutersen et Appelman, 1984).

- **Santé Canada, 2000 : 86 mg.m^{-3}**

Santé Canada a établi une concentration tumorigène 5% (CT_{05}) qui représente la concentration pour laquelle une augmentation de 5% de l'incidence des cancers est observée. La CT05 est de 86 mg.m^{-3} d'après une étude de Woutersen *et al.* (1986) pour l'**incidence accrue d'adénocarcinomes et de carcinomes épidermoïdes nasaux** (combinées) chez des rats Wistar mâles exposés pendant une période allant jusqu'à 28 mois.

- **OEHHA, 2009 : 2,7.10^{-6} (µg.m^{-3})$^{-1}$**

Cette VTR a été déterminée à partir des données d'incidence de **tumeurs nasales** chez le rat exposés 6heures/jours et 5 jours/semaine provenant de l'étude (Woutersen *et al.*, 1986). Trois types de tumeurs nasales ont été observés. Un processus multi-étapes linéarisé, dépendant du temps a été utilisé.

- **OMS, 1995 : 11-65 µg.m^{-3}**

Comme les mécanismes d'induction des cancers ne sont pas clairement établis, l'OMS a également déterminé la concentration produisant un excès de risque vie entière de 10^{-5} pour **des tumeurs nasales**, d'après l'étude de Woutersen *et al.* (1986) qui a exposé des rats mâles et femelles 6heures/jours, 5 jours/semaine.

- **OMS-IPCS, 1995 : 300 µg.m^{-3}**

L'OMS a également fait comme hypothèse que l'acétaldéhyde était un cancérigène à seuil de dose. L'OMS a donc fixé une concentration tolérable de 300 µg.m^{-3} pour une induction des **cancers respiratoires**. Cette valeur est construite comme une VTR car elle s'appuie sur un NOEL de 275 mg.m^{-3} pour une irritation du tractus respiratoire chez des rats exposés pendant 4 semaines (Appelman *et al.*, 1986) auquel un facteur d'incertitude de 1000 a été appliqué (10 pour la variabilité interespèce, 10 pour la variabilité intraespèce et 10 pour la durée d'exposition moins longue que pour une étude chronique et des effets moins sévères que la cancérogénicité).

- **Expertise Ineris, 2011 : VTR = 2,2.10^{-6} (µg.m^{-3})$^{-1}$ (EPA, 1991)**

Deux organismes (US EPA et Santé Canada) proposent une valeur. Ils se basent tous les deux sur la même étude source rapportée dans deux articles différents Woutersen et al., (1984) et Woutersen et al., (1986). La démarche rapportée par l'US EPA nous paraît plus clairement décrite. C'est donc la valeur de l'US EPA que

l'INERIS propose de retenir. L'INERIS s'interroge sur la pertinence de cette VTR sans seuil en raison du mécanisme d'action.

4. Valeurs toxicologiques de référence par voie digestive

4.1. VTR aiguës

Il n'a pas été retrouvé de VTR aiguë dans la littérature consultée.

4.2. VTR intermédiaires

Il n'a pas été retrouvé de VTR intermédiaire dans la littérature consultée.

4.3. VTR chroniques

4.3.1. Effets non cancérigènes

Il n'a pas été recueilli de VTR pour les effets non cancérigènes par voie orale

4.3.2. Effets cancérigènes

- **OEHHA, 2005 : 1.10^{-2} $(mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$**

Les modalités d'obtention de cette VTR ne sont pas développées.
L'OEHHA a dérivé la VTR digestive sans seuil à partir de l'étude clé ayant servi à dériver la VTR respiratoire sans seuil. Pour cette étude, l'effet associé à la VTR respiratoire sans seuil est un effet local respiratoire (cancer nasal). La VTR digestive sans seuil ne peut donc pas être retenue pour des calculs de risques.

5. Choix des valeurs toxicologiques de référence

5.1. Choix des VTR selon la note DGS d'octobre 2014

D'après la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, il est recommandé de sélectionner la VTR proposée par l'un des organismes suivant : Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA.
Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données. A défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors cette VTR doit être retenue, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.
En l'absence d'expertise nationale, la VTR à retenir correspond à la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.
Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA est utilisée.

Acétaldéhyde **Choix des valeurs toxicologiques de référence selon la note DGS d'octobre 2014**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	470 µg.m^{-3}	1h	H	Bronchoconstriction	LOAEL = 142 mg.m^{-3}	300	OEHHA 2008 (Prieto *et al.,* 2000)
	8h	300 µg.m^{-3}	8h	A	Dégénérescence de l'épithélium olfactif	BMD = 178 mg.m^{-3}	300	OEHHA 2008 (Appelman et al., 1982, 1986)
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets non cancérigènes	140 µg.m^{-3}	-	A	Dégénérescence de l'épithélium olfactif	NOAEL = 273 mg.m^{-3}	300	Expertise Ineris, 2011 (OEHHA, 2008)
	Chronique – effets cancérigènes	2.2 10^{-6} (µg.m^{-3})$^{-1}$	-	A	Tumeurs du tractus respiratoire	-	-	Expertise Ineris, 2011 (EPA, 1991)
Digestive	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets non cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-

5.2. Choix raisonné des VTR

Lorsque plusieurs VTR sont disponibles pour une même voie et une même durée d'exposition, les VTR peuvent être sélectionnées selon des critères de choix raisonnés. Cette démarche repose sur des critères de choix scientifiques établis à partir des recommandations, entre autres, de l'InVS (2002), de l'Ineris (2003), de l'AFSSET (2007) et de Doornaert B. *et al.* (2006) :

- Adéquation des voies d'exposition,
- Adéquation des durées d'exposition,
- Adéquation de la forme chimique,
- Transparence de l'explication de l'élaboration de la VTR (facteurs de sécurité, nature et caractéristiques des effets observés…),
- Analyse de la qualité scientifique de la VTR,
- Pertinence des données humaines ou de la transposition chez l'homme à partir de données animales : Les études menées chez l'homme sont favorisées si elles sont de qualité égale aux études réalisées chez l'animal,
- Date de mise à jour de la VTR et de l'étude clef.

Le choix raisonné concerne les VTR pour lesquelles il n'existe pas encore d'expertise nationale, soit sur sa construction soit sur son choix (Anses, Ineris).

5.2.1. VTR aiguë respiratoire

- **VTR = 470 µg.m^{-3} sur 1h (OEHHA, 2008)**

L'OEHHA est le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.2. VTR 8h respiratoire

- **VTR = 300 µg.m^{-3} sur 8h (OEHHA, 2008)**

L'OEHHA est le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.3. VTR intermédiaires respiratoire

Il n'a pas été retrouvé de VTR intermédiaire pour cette voie d'exposition.

5.2.4. VTR chroniques respiratoire

- **Effets non cancérigènes : VTR = 140 µg.m^{-3} (Expertise Ineris, 2011)**

- **Effets cancérigènes : VTR = 2,7 10^{-6} (µg.m^{-3})$^{-1}$ (Expertise Ineris, 2011)**

5.2.5. VTR aiguës digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR aiguë pour cette voie d'exposition et cette durée d'exposition.

5.2.6. VTR intermédiaire digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR intermédiaire pour cette voie d'exposition et cette durée d'exposition.

5.2.7. VTR chronique digestive

- **Effets non cancérigènes**

Il n'a pas été retrouvé de VTR à seuil pour cette voie d'exposition et cette durée d'exposition.

- **Effets cancérigènes**

La VTR de l'OEHHA ne peut pas être retenue pour les calculs de risque sanitaire car elle est dérivée à partir d'une étude respiratoire pour un effet local respiratoire.

Acétaldéhyde **Choix des valeurs toxicologiques de référence selon la note DGS d'octobre 2014**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	470 µg.m^{-3}	1h	H	Bronchoconstriction	LOAEL = 142 mg.m^{-3}	300	OEHHA 2008 (Prieto *et al.,* 2000)
	8h	300 µg.m^{-3}	8h	A	Dégénérescence de l'épithélium olfactif	BMD = 178 mg.m^{-3}	300	OEHHA 2008 (Appelman et al., 1982, 1986)
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets non cancérigènes	140 µg.m^{-3}	-	A	Dégénérescence de l'épithélium olfactif	NOAEL = 273 mg.m^{-3}	300	Expertise Ineris, 2011 (OEHHA, 2008)
	Chronique – effets cancérigènes	2.2 10^{-6} (µg.m^{-3})$^{-1}$	-	A	Tumeurs du tractus respiratoire	-	-	Expertise Ineris, 2011 (EPA, 1991)
Digestive	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets non cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-

6. Valeurs d'exposition professionnelles

VME = 180 $mg.m^{-3}$ (INRS, 2008).

7. Bibliographie

Afsset, mars 2010. Valeurs toxicologiques de référence. Méthode de construction des VTR pour les substances chimiques cancérogènes, 100 p.

EPA (Environmental Protection Agency), 1991, Acetaldehyde (CASRN 75-07-0), http://www.epa.gov/ncea/iris/subst/0290.htm (consulté en décembre 2014).

Santé Canada, 2000, Acetaldehyde, Loi canadienne sur la protection de l'environnement. Liste des substances d'intérêt prioritaire. Rapport d'évaluation, 74 p (consulté en décembre 2014)

Ineris (Institut National de l'Environnement et des Risques Industriels), 2008, Acétaldéhyde, Fiche de données toxicologiques et environnementales, Ineris-DRC 07-83451-14535A, version N°2-3- 2011, 93 p.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), 2004, Fiche toxicologique FT120, Aldéhyde acétique, 6 p.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), 2012, Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France, ED 984, 32 p.

IPCS-Inchem (International Program on Chemical Safety), 1995, Environmental Health Criteria 167 Acetaldehyde, http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc167.htm (consulté en décembre 2014).

JOCE, 2008, regulations (EC) n°1278/2008 of the European parliament and of the council of 16 decembre 2008 on classification, labeling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing directives 67/548/EEC and 1999/45/EEC and amending regulation (EC) 1907/2006. Tableau 3.1 de l'annexe VI de CLP, 6e ATP (2014)

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Acute, 8-hour and Chronic Reference Exposure Levels (chRELs) as on December 18, 2008, http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2008/AppendixD1_final.pdf#page=5 (consulté en mars 2011).

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Air toxics hot spots risk assessment guideline. Chemical-specific summaries of the information used to derive unit risk and cancer potency values, http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2009/AppendixB.pdf (consulté en décembre 2014)

OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 2000, Air Quality Guidelines for Europe - 2nd édition, 288p.

RIVM (Rijksinstituut Voor Volksgezondheid), 2001, Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels.

Ammoniac (N° CAS 7664-41-7)

1. Généralités

1.1. Identification

L'ammoniac est un gaz incolore à odeur piquante, plus léger que l'air. Il se liquéfie facilement. Il est très soluble dans l'eau, la dissolution s'accompagne d'un dégagement gazeux. Les solutions obtenues sont alors appelées solutions d'ammoniaque (INRS, 2007).

1.2. Utilisation

L'ammoniac est utilisé essentiellement dans la fabrication d'engrais, mais également de pétroles et de carburants, dans le traitement des métaux et la synthèse organique, dans l'industrie du froid et des fibres textiles, dans les produits d'entretien et dans l'industrie du papier (INRS, 2007).

1.3. Sources d'exposition

L'ammoniac est présent naturellement dans l'environnement. Il a un rôle dans le cycle de l'azote entre les milieux aquatiques et terrestres et l'atmosphère. Il est donc à des concentrations faibles dans les milieux environnementaux. Localement, les activités humaines peuvent amener à des concentrations plus élevées. En France, l'agriculture et la sylviculture sont responsables de 97 % des émissions d'ammoniac, l'industrie manufacturière de 1 % et les transports routiers de 2 % (Ineris, 2009).

1.4. Concentrations et comportements environnementaux

L'ammoniac rentre dans le cycle de l'azote.
Dans l'air, l'ammoniac est majoritairement d'origine anthropique (fertilisation, élevage, eaux usées…) et partiellement d'origine naturelle (cycle de l'azote, dégradation de la matière organique). Une fois présent dans l'atmosphère, l'ammoniac peut réagir avec des gaz acides présents (H_2SO_4, HNO_3, HCl) et former des aérosols d'ammonium qui peuvent être lessivés de l'atmosphère par dépôt sec ou humide. Le temps de séjour dans l'atmosphère varie de 2,8 heures à 4 jours et est inférieur au temps de séjour des aérosols d'ammonium (7 à 19 jours). Ces brièvetés de temps de séjour s'expliquent par la rapidité de la conversion du NH_3 en particules d'ammonium et par la grande vitesse de dépôt sec de l'ammoniac (Ineris, 2009).
Dans l'eau, la volatilisation de l'ammoniac vers l'atmosphère est un processus majeur. Généralement l'ammoniac se transforme en autres composés azotés puisqu'il est un intermédiaire du cycle de l'azote. Dans l'eau il est présent sous forme ionisée (NH_4^+) et non ionisée (NH_3). L'ammoniac peut également être produit par les milieux aquatiques (sédiments) (Ineris, 2009).
Dans les sols, la principale source d'ammoniac est la dégradation aérobie de la matière organique et les déversements de fertilisants. Le temps de résidence de l'ammoniac est supposé court du fait de sa volatilisation vers l'atmosphère, de sa transformation par les micro-organismes en nitrites et nitrates (cycle de l'azote) et de son absorption par les plantes. L'ammoniac non ionisé est plus faiblement adsorbé sur les particules du sol que l'ammoniac ionisé. L'ammoniac n'est pas lessivé à travers les sols, sauf s'il est transformé en nitrate qui est plus facilement lessivable par les eaux de pluie (Ineris, 2009).
Dans les végétaux, il peut y avoir une absorption foliaire de l'ammoniac gazeux. Il semblerait que l'ammoniac ait un faible potentiel d'accumulation (Ineris, 2009).

Concentrations environnementales en ammoniac			
Milieu	Concentration	Caractéristique des mesures	Source
Air	zone rurale : 2-6 µg.m^{-3} zone urbaine : 5-25 µg.m^{-3}	synthèse des références IPCS	IPCS, 1986
	zone rurale : 1 µg.m^{-3} zone urbaine : 4-5 µg.m^{-3}	ammonium particulaire	Ineris, 2009
Eau	eau de surface < 0,18 ng.L^{-1}	synthèse des références IPCS	IPCS, 1986
Sol	Profondeur 1-10 cm : 1-5 mg.kg^{-1}	mesures réalisées au mois de mai, 4 années consécutives (Beauchamp *et al.*, 1982)	Ineris, 2009

1.5. Facteurs de conversion

1 ppm = 0,71 mg.m^{-3} (OEHHA, 1999)

2. Toxicité

2.1. Métabolisme

L'ammoniac est essentiellement absorbé par voie respiratoire. Au contact de l'humidité, l'ammoniac est transformé en ammoniaque, responsable de l'attaque caustique de la peau et des muqueuses. La plus grande partie de l'ammoniac inhalé est retenue (transformée en ammoniaque) au niveau des voies aériennes supérieures. L'absorption d'ions ammonium est certainement faible, bien que ce phénomène n'ait pas fait l'objet d'étude quelle que soit la voie d'exposition (respiratoire, digestive ou cutanée). Les ions sont transformés en urée et en glutamine et servent à la synthèse d'acides aminés. L'excrétion est essentiellement rénale et un peu sudorale, sous forme d'urée ou de dérivée urinaires de l'ammonium. L'excrétion peut également se faire dans l'air expiré (pour l'exposition par voie respiratoire).
L'ammoniac est produit également de façon endogène par l'intestin par dégradation microbienne des composés azotés (INRS, 2007 ; Ineris, 2009).

2.2. Toxicité aiguë

Le seuil olfactif de détection de l'ammoniac est très variable (de quelques dixièmes de ppm à plus de 100). Ce seuil est en moyenne de 32,6 mg.m^{-3} (46,8 ppm) avec une valeur minimale, en général, de 3,7 mg.m^{-3} (3,9 ppm) pour les individus les plus sensibles.
A de faibles concentrations, on observe de la toux, une pharyngite, une laryngite, une trachéo-bronchite, des nausées, des vomissements, une asthénie, des céphalées, une hypersalivation et éventuellement une bradycardie.
A des concentrations élevées, l'exposition aiguë à l'ammoniac se caractérise par une détresse respiratoire accompagnée de bronchospasmes et du développement d'un œdème. Il peut survenir un dysfonctionnement respiratoire caractérisé par toux, dyspnée et sifflements thoraciques. Les accidents mortels sont observés pour des expositions pendant 30 minutes à des concentrations de 1767 à 3181 mg.m^{-3} (Ineris, 2009).

2.3. Toxicité chronique

2.3.1. Effets systémiques

La toxicité chronique est peu documentée.
Une seule étude chez l'homme rapporte les effets d'une exposition chronique à l'ammoniac. Il s'agit d'une étude portant sur 52 ouvriers (uniquement des hommes) d'une usine de soude et sur 35 témoins, qui a évalué l'odorat, la prévalence des symptômes respiratoires (toux, bronchite, respiration sifflante), oculaires, irritatifs de la gorge et des paramètres de la fonction respiratoire, pour une exposition moyenne de 12,2 ans (Holness *et al.*, 1989). Les sujets ont été suivis le premier et le dernier jour d'une semaine de travail. Il n'y a pas de différence significative dans la prévalence des symptômes rapportés, mais les ouvriers exposés présentent une aggravation de leurs symptômes lors de l'exposition. Aucune relation entre l'exposition et l'aggravation des altérations de la fonction pulmonaire n'a été mise en évidence. Aucune association n'a été mise en évidence entre la durée d'exposition et la diminution de la fonction pulmonaire.

2.3.2. Effets cancérigènes

Il n'existe qu'une seule étude humaine sur une personne avec coexposition à de l'huile, ce qui ne permet pas d'attribuer les effets observés. Seules 2 études chez l'animal ont été recueillies, l'une n'a pas une durée d'exposition suffisante et l'autre ne porte pas sur une espèce adaptée à l'extrapolation pour l'homme (Ineris, 2009).
L'ammoniac n'a pas été classé comme cancérigène par l'union européenne.

Classements cancérigènes de l'ammoniac	
Classement	Organisme
-	Union européenne (JOCE, 2004)[1]
	Union européenne (JOCE, 2008)[2]

[1]Annexe I de la directive 67/548/CE
[2]Annexe VI du règlement CLP n°1278/2008

2.3.3. Effets génotoxiques

L'Union Européenne n'a pas classé comme mutagène l'ammoniac (JOCE, 2004 ; JOCE, 2008).
Une seule étude a étudié la génotoxicité de l'ammoniac chez l'homme (Yadav and Kaushik, 1997). L'étude a montré que les travailleurs exposés par rapport à un groupe témoin non exposé, avaient une augmentation de la fréquence des aberrations chromosomiques et des échanges des chromatides sœurs. Les études *in vitro* et *in vivo* mettent également en évidence un effet génotoxique de l'ammoniac ce qui laisse penser que l'ammoniac pourrait avoir des propriétés clastogène et mutagène (ATSDR, 2004).

2.3.4. Effets sur la reproduction et le développement

L'Union Européenne n'a pas classé comme reprotoxique l'ammoniac (JOCE, 2004 ; JOCE, 2008).
Il n'a pas été recueilli de donnée sur les effets de l'ammoniac sur la reproduction et le développement chez l'homme, pour la voie respiratoire ou orale. Une étude sur des cochons exposés à de l'ammoniac par inhalation n'a montré aucun effet sur la reproduction et le développement. Une étude sur des rats exposés par ingestion, *in utéro* et pendant la lactation, à de l'ammoniac, a montré une diminution de leurs poids à 120 jours (ATSDR, 2004).

3. Valeurs toxicologique de référence par voie respiratoire

3.1. VTR aiguës

- **ATSDR, 2004 : 1,7 ppm (1,2 mg.m^{-3}) / 1-14 jours**

Cette VTR a été établie à partir de l'étude de Verberk (1977) portant sur 16 volontaires, soumis à des concentrations de 50, 80, 110 ou 140 ppm pendant 2 heures. Il n'y avait pas de témoin soumis uniquement à de l'air non contaminé. Il a été retenu une dose critique (LOAEL) de 50 ppm pour des **irritations légères des yeux, du nez et au niveau du thorax**. L'ATSDR n'utilise pas d'ajustement sur 24 heures car les irritations observées dépendent des concentrations mais pas du temps d'exposition. Il a été appliqué un facteur d'incertitude de 30 (3 pour l'utilisation d'un LOAEL et 10 pour la variabilité humaine).

- **OEHHA, 1999 : 4,5 ppm (3,2 mg.m^{-3}) / 1 heure**

Cette VTR est basée sur 4 études en population humaine :

Industrial Biotest Laboratories (1973) : Étude de 10 sujets exposés à des concentrations de 23, 36, 51 et 95 mg.m^{-3} pendant 5 minutes

MacEwen *et al.* (1970) : Étude de 5 sujets exposés à 21 mg.m^{-3} et 6 sujets exposés à 36 mg.m^{-3} pendant 10 minutes
Silverman *et al.* (1949) : Étude de 7 sujets exposés à 355 mg.m^{-3} pendant 30 minutes
Verberk (1977) : Étude de 16 sujets exposés à des concentrations de 36, 57, 78 et 99 mg.m^{-3} pendant 2 heures.

Les effets critiques constatés sont des **irritations oculaire et respiratoire**. A partir des résultats des 4 études et d'une analyse probit log-normale, il est établi une BMC (benchmark concentration). La BMC0,5 est définie comme la limite basse de l'intervalle de confiance à 95 % de la concentration attendue pour produire une réponse de 5 %. Ainsi, la probabilité d'obtenir 5 % de réponse est de 20,1 ppm et la limite de confiance basse à 95 % de cette valeur est de 13,6 ppm. A cette BMC il est appliqué un facteur d'incertitude de 3 pour la variabilité intra-espèce.

- **Expertise Ineris, 2012 : 1200 µg.m^{-3} / 1-14 jours (ATSDR, 2004)**

De manière générale, les REL de l'OEHHA pour des expositions de 1 à 8 heures correspondent à des seuils accidentels et ne sont pas retenus par l'INERIS dans ces choix de VTR.
L'INERIS propose de retenir la valeur de 1,2 mg.m^{-3} pour une exposition aiguë à l'ammoniac par inhalation. Cette valeur est basée sur la valeur de l'ATSDR qui est la seule VTR disponible. L'étude source est une étude chez le volontaire sain, de bonne qualité. La construction de la VTR est claire et les facteurs d'incertitude appliqués de manière raisonnée.

3.2. VTR 8h

Il n'a pas été trouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

3.3. VTR intermédiaires

Il n'a pas été trouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

3.4. VTR chroniques

3.4.1. Effets non cancérigènes

- **EPA, 1991 : 100 µg.m^{-3}**

Cette valeur a été établie à partir d'une étude en milieu du travail, réalisée chez 52 ouvriers d'une usine de soude (moyenne d'âge 38,9 ans, durée d'exposition 12,2 ans) comparés à 31 ouvriers de magasins et de bureaux non exposés à la soude. Des concentrations d'exposition de 6,4 mg.m^{-3} ont été relevées par biomonitoring pour une durée de travail de 8,4 heures. A ces concentrations, il a été mis en évidence **une diminution non significative de la fonction pulmonaire et une modification symptomatologique subjective** (Holness *et al.*, 1989). Le NOAEL considéré est donc de 6,4 mg.m^{-3}. Cette valeur, calculée pour une population de travailleurs (volume ventilatoire de 10 m^{-3}.jour^{-1} et durée d'exposition de 5 jours par semaine), a été ajustée au débit respiratoire et à la durée d'exposition de la population générale (volume ventilatoire de 20 m^{-3}.jour^{-1} et durée d'exposition de 7 jours par semaine) à la valeur de 2,3 mg.m^{-3} comme suit :
NOAEL ajusté = 6,4 mg.m^{-3} x (MVho/MVh) x 5 jours/7 jours = 2,3 mg.m^{-3}
Avec - MVho = Volume ventilatoire humain considéré pour les travailleurs (« minute ventilatory volume for human in an occupational environment ») = 10 m^{-3}.jour^{-1}.
- MVh = volume ventilatoire humain considéré pour la population générale (« minute ventilatory volume for human ») = 20 m^{-3}.jour^{-1}.
La VTR a été obtenue par application d'un facteur de sécurité de 30 au NOAEL ajusté (10 pour la protection des sujets sensibles et 3 pour tenir compte des différences incluant le manque de données chroniques, la proximité entre le LOAEL et le NOAEL et le manque d'étude sur la toxicologie de la reproduction et du développement fœtale). La valeur de la VTR issue de ce calcul a été arrondie, par l'EPA, au chiffre significatif supérieur, il est donc présenté une VTR arrondie de 100 µg.m^{-3} alors que le calcul donne une VTR de 77 µg.m^{-3}.

- **ATSDR, 2004 : 0,1 ppm (71 µg.m^{-3})**

Cette valeur a été établie à partir d'une étude réalisée chez 52 travailleurs d'une usine de soude et 35 témoins (Holness *et al*, 1989). Les travailleurs ont été exposés à des concentrations de moins de 6,25 ppm, 6,25 à 12,5 ppm ou plus de 12,5 ppm pendant une moyenne de 12,2 ans, 8,4 heures par jours. Cette VTR est basée sur un NOAEL de 9,2 ppm (6,5 mg.m^{-3}) correspondant à la concentration moyenne d'exposition des travailleurs **en**

absence d'altération de la fonction pulmonaire. En effet, il n'a pas été trouvé d'association entre l'augmentation de la durée d'exposition et la diminution de la fonction pulmonaire. L'impact du niveau et de la durée d'exposition n'a pas pu être mis en évidence par manque de puissance statistique car il n'y avait que 8 travailleurs dans le groupe le plus exposé. Ce NOAEL a été ajusté pour tenir compte d'une exposition continue en population générale (24 H/24, 7 jours par semaine) :
NOAEL ajusté = 9,2 ppm x 8/24 heures x 5/7 jours = 2,2 ppm
Un facteur d'incertitude de 30 a été appliqué au NOAEL ajusté (10 pour la protection des individus sensibles et 3 pour le manque d'études concernant les éventuels effets sur la reproduction et le développement). La VTR ainsi obtenue a été arrondie, par l'ATSDR, au chiffre significatif supérieur, il est donc présenté une VTR arrondie de 0,1 ppm (soit 71 $\mu g.m^{-3}$ car 0,1x707=70,7 $\mu g.m^{-3}$) alors que le calcul donne une VTR de 0,07 ppm.

- **OEHHA, 2000 : 200 $\mu g.m^{-3}$**

Cette valeur a été établie à partir de l'étude d'Holness *et al.* (1989) décrite dans la VTR de l'EPA pour des **effets sur le système respiratoire**. Elle est supportée par l'étude de Broderson *et al.* (1976) sur des rats. Il est estimé un NOAEL de 9,2 ppm (6,5 $mg.m^{-3}$) et un NOAEL ajusté sur la durée d'exposition de 3 ppm (9,2 x 10/20 x 5/7, soit 2,1 $mg.m^{-3}$). Il est appliqué au NOAEL ajusté un facteur de sécurité de 10 pour la variabilité intra espèce. La VTR ainsi calculée de 230 $\mu g.m^{-3}$ a été arrondie par l'OEHHA au chiffre significatif le plus proche, à savoir 200 $\mu g.m^{-3}$. L'OEHHA considère qu'il n'est pas nécessaire d'y ajouter un facteur 3 pour manque de données.

- **Expertise Ineris, 2012 : 200 $\mu g.m^{-3}$ (OEHHA, 2000)**

Trois organismes proposent une valeur (ATSDR, OEHHA et US EPA) en se basant sur la même étude (Holness et al., 1989). Les différences dans le calcul résident au niveau de l'ajustement au temps et les facteurs d'incertitude retenus. Pour les ajustements au temps, l'US EPA préfère prendre en compte les volumes respiratoires ce qui est plus précis. Pour les facteurs d'incertitude, l'US EPA et l'ATSDR retiennent un facteur global de 30 pour tenir compte des différences de sensibilité dans l'espèce humaine et un facteur de 3 du fait de l'absence de données sur la reproduction. Ce dernier facteur n'est pas retenu par l'OEHHA et comme il ne parait pas justifié, c'est donc la valeur de l'OEHHA qui est retenue.

3.4.2. Effets cancérigènes

Il n'a pas été trouvé de VTR pour ce type d'effets et cette voie d'exposition.

4. Valeurs toxicologiques de référence par voie digestive

4.1. VTR aiguës

Il n'a pas été trouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

4.2. VTR intermédiaires

Il n'a pas été trouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

4.3. VTR chroniques

4.3.1. Effets non cancérigènes

Il n'a pas été trouvé de VTR pour ce type d'effets, cette voie et cette durée d'exposition.

4.3.2. Effets cancérigènes

Il n'a pas été trouvé de VTR pour ce type d'effets, cette voie et cette durée d'exposition.

5. Choix des valeurs toxicologiques de référence

5.1. Choix des VTR selon la note DGS d'ocotbre 2014

D'après la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les

évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, il est recommandé de sélectionner la VTR proposée par l'un des organismes suivant : Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA.
Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données. A défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors cette VTR doit être retenue, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.
En l'absence d'expertise nationale, la VTR à retenir correspond à la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.
Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA est utilisée.

Ammoniac **Choix des valeurs toxicologiques de référence selon la note DGE d'octobre 2014**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteur de référence)
Respiratoire	Aiguë	1200 µg.m^{-3}	1-14j	H	Irritations légères des yeux	LOAEL = 35,5 mg.m^{-3}	30	Expertise Ineris, 2011 (ATSDR, 2004)
	8h	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets non cancérigènes	200 µg.m^{-3}	-	H	Effets sur le système respiratoire	NOAEL = 6,4 mg.m^{-3}	10	Expertise Ineris, 2011 (OEHHA, 2000)
	Chronique – effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-
Digestive	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets non cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-

5.2. Choix raisonné des VTR

Lorsque plusieurs VTR sont disponibles pour une même voie et une même durée d'exposition, les VTR peuvent être sélectionnées selon des critères de choix raisonnés. Cette démarche repose sur des critères de choix scientifiques établis à partir des recommandations, entre autres, de l'InVS (2002), de l'Ineris (2003), de l'AFSSET (2007) et de Doornaert B. *et al.* (2006) :

- Adéquation des voies d'exposition,
- Adéquation des durées d'exposition,
- Adéquation de la forme chimique,
- Transparence de l'explication de l'élaboration de la VTR (facteurs de sécurité, nature et caractéristiques des effets observés…),
- Analyse de la qualité scientifique de la VTR,
- Pertinence des données humaines ou de la transposition chez l'homme à partir de données animales : Les études menées chez l'homme sont favorisées si elles sont de qualité égale aux études réalisées chez l'animal,
- Date de mise à jour de la VTR et de l'étude clef.

Le choix raisonné concerne les VTR pour lesquelles il n'existe pas encore d'expertise nationale, soit sur sa construction soit sur son choix (Anses, Ineris).

5.2.1. VTR aiguë respiratoire

- **VTR = 1200 µg.m^{-3} 1 / 14 j - Expertise Ineris, 2011 (ATSDR, 2004)**

5.2.2. VTR 8h respiratoire

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.3. VTR intermédiaires respiratoire

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.4. VTR chroniques respiratoire

- **Effets non cancérigènes : 200 µg.m^{-3} Expertise Ineris, 2011 (OEHHA, 2000)**
- **Effets cancérigènes**

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour ce type d'effets, cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.5. VTR aiguës digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.6. VTR intermédiaire digestive

- **Effets systémiques à seuil**

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.7. VTR chronique digestive

- **Effets non cancérigènes**

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour ce type d'effets, cette voie et cette durée d'exposition.

- **Effets cancérigènes**

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour ce type d'effet, cette voie et cette durée d'exposition.

Ammoniac **Choix raisonné des valeurs toxicologiques de référence**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteur de référence)
Respiratoire	Aiguë	1200 µg.m^{-3}	1-14j	H	Irritations légères des yeux	LOAEL = 35,5 mg.m^{-3}	30	Expertise Ineris, 2011 (ATSDR, 2004)
	8h	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets non cancérigènes	200 µg.m^{-3}	-	H	Effetrs sur le système respiratoire	NOAEL = 6,4 mg.m^{-3}	10	Expertise Ineris, 2011 (OEHHA, 2000)
	Chronique – effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-
Digestive	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets non cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-

6. Valeurs d'exposition professionnelles

VME = 7 $mg.m^{-3}$ (INRS, 2008)
VLCT = 14 $mg.m^{-3}$ (INRS, 2008)

7. Bibliographie

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Desease Registry), 2004, Toxicological Profile for Ammonia, http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp126.html (consulté en décembre 2014).

EPA (Environmental Protection Agency), 1991, Ammonia (CASRN 7664-41-7), http://www.epa.gov/iris/subst/0422.htm (consulté en août 2011).

Ineris (Institut national de l'environnement industriel et des risques), 2009, Ammoniac, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, Version 2012, 110 p.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), 2007, Fiche toxicologique FT16, Ammoniac et solutions aqueuses, 6 p.

IPCS-Inchem (International Program on Chemical Safety), 1986, Environmental Health Criteria 54 Ammonia, http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc54.htm#PartNumber:11 (consulté en décembre 2014).

JOCE, 2004 Commission directive 2004/73/EC, 29st ATP, Council Directive 67/548/EEC.

JOCE, 2008, regulations (EC) n°1278/2008 of the European parliament and of the council of 16 decembre 2008 on classification, labeling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing directives 67/548/EEC and 1999/45/EEC and amending regulation (EC) 1907/2006.

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Chronic Reference Exposure Levels and toxicity summaries using the previous version of the Hot Spots Risk Assessment guidelines (OEHHA 1999) http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2008/AppendixD3_final.pdf#page=19 (consulté en décembre 2014).

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Acute Reference Exposure Levels and toxicity summaries using the previous version of the Hot Spots Risk Assessment guidelines (OEHHA 1999), http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2008/AppendixD2_final.pdf#page=8 (consulté en décembre 2014).

Arsenic (N° CAS 7440-38-2) et ses dérivés inorganiques

1. Généralités

1.1. Identification

L'arsenic est un métal gris brillant, retrouvé sous la dénomination de « métaux lourds ». Il se présente sous forme d'un solide cristallisé. Il est naturellement souvent associé au soufre et au fer.
Les principaux minerais de l'arsenic dans la nature sont le mispickel (FeAsS), le réalgar (As_2S_2), l'orpiment (As_2S_3) et la loellingite (As_2Fe) (Ineris, 2010).

1.2. Utilisation

L'arsenic et ses composés sont utilisés dans la fabrication de pesticides (arseniate de plomb), raticides, fongicides, herbicides, dans l'industrie des colorants, en métallurgie (pour durcir le cuivre, l'or et le plomb), dans les batteries pour améliorer la résistance à la corrosion électrique (Ineris, 2006 ; INRS, 2006).

1.3. Sources d'exposition

L'arsenic a une origine à la fois anthropique et naturelle. Naturellement l'arsenic est essentiellement présent dans la croûte terrestre. Les 2 principales sources anthropiques sont les émissions industrielles et la combustion des produits fossiles (Ineris, 2010).

1.4. Concentrations et comportements environnementaux

Dans l'environnement, les formes oxydées les plus fréquentes sont les formes As III et As V.
Dans l'air, l'arsenic est présent essentiellement sous forme de particules inorganiques. L'arsenic n'est pas dégradé par photolyse, mais il peut être oxydé en As V.
Dans l'eau, la solubilité est variable en fonction du degré d'oxydation (As V plus soluble qu'As III). L'arsenic serait essentiellement présent sous forme inorganique).
Dans les sols, la mobilité de l'arsenic est assez limitée. Il existe essentiellement sous forme oxydée (formes inorganiques d'arsenites et d'arseniates).
Dans les végétaux, l'absorption d'arsenic se fait passivement par le flux hydrique. Les teneurs dans les racines sont plus importantes que dans les tiges et les feuilles. Parmi les plantes entrant dans l'alimentation humaine, les laitues présentent la plus forte capacité d'accumulation en arsenic.
Dans les aliments on trouve aussi bien les formes organiques qu'inorganiques d'arsenic. Les concentrations les plus élevées d'arsenic sont retrouvées préférentiellement dans le poisson et dans les mollusques et crustacés, mais comme il s'agit d'arsenic organique, ceci ne constitue pas une préoccupation à l'égard de la santé humaine (Santé Canada, 2008). En Europe, les aliments contribuant largement à l'exposition quotidienne à l'arsenic inorganique dans la population européenne générale sont les graines de céréales et les produits à base de céréales, suivies de l'alimentation destinée à des régimes alimentaires spécifiques, de l'eau en bouteille, du café et de la bière, des grains de riz et des produits à base de riz, du poisson et des légumes. Les enfants de moins de 3 ans sont les plus exposés à l'arsenic inorganique, environ 2 à 3 fois plus qu'un adulte (EFSA, 2009).
Dans son rapport d'étude, l'EFSA considère que la proportion d'arsenic inorganique dans l'arsenic total varie entre 50 et 100% pour l'ensemble des aliments en dehors des poissons et des produits de la mer. Ainsi, une proportion de 70% a été considérée comme représentative pour les pays européens (EFSA, 2009).

Concentrations environnementales en arsenic			
Milieu	Concentration	Caractéristique des mesures	Source
Air	zone rurale : <1-3 $ng.m^{-3}$ zone urbaine : 20-30 $ng.m^{-3}$ zone industrielle : 1-20 $ng.m^{-3}$	États-Unis	OMS, 2000 ATSDR, 2005
	0,5-0,8 $ng.m^{-3}$ (moyenne = 0,64 $ng.m^3$)	5 villes françaises (Le Havre, Rouen, Paris, Strasbourg, Colmar)	ADEME, 2000
Eau	< 10 $\mu g.L^{-1}$	-	OMS, 2000
	< 0,01 $mg.L^{-1}$	18000 relevés aux États-Unis en 1970	IPCS, 1981
Sol	0,2 à 40 $mg.kg^{-1}$	Sols non contaminés	OMS, 2000
	1 à 40 $mg.kg^{-1}$	Sols non contaminés	ATSDR, 2005
Aliments et eau	0,13 à 0,56 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$	100 000 données issues de 15 pays européen	EFSA, 2009

1.5. Facteurs de conversion

1 ppm = 2.21 $mg.m^{-3}$ (OEHHA, 2009)

2. Toxicité

2.1. Métabolisme

La principale voie d'absorption est la voie orale (80 à 90 %). L'absorption respiratoire et cutanée est également facile. L'arsenic est transporté par le sang vers le foie et les reins pour les composés trivalents, vers l'ensemble de l'organisme pour les composés pentavalents.
Les composés trivalents sont transformés en composés pentavalents ; l'élimination se fait par le rein (90% en 6 jours environ) surtout sous forme pentavalente mais également sous forme organique (méthylation). Poils et cheveux sont une autre voie d'élimination (INRS, 2006).
Apports alimentaires en arsenic : 45 $\mu g.j^{-1}$ en Belgique (OMS, 2000).
Apports tabagiques : 0,03–0,1 µg par cigarette (OMS, 2000).

2.2. Toxicité aiguë

L'exposition digestive massive amène à des signes digestifs. En deçà, on observe des atteintes hépatiques et rénales, une polynévrite et des troubles cutanés (mélanose, hyperpigmentation).
L'exposition respiratoire amène à une irritation du tractus respiratoire (nez, trachée, bronches) se traduisant par toux, dyspnée et douleurs thoraciques. Il est également possible d'observer une irritation des conjonctives.
L'exposition cutanée conduit à des signes neurologiques et d'irritation cutanée (INRS, 2006).

2.3. Toxicité chronique

La grande majorité des effets sont induits par les dérivés inorganiques de l'arsenic.

2.3.1. Effets systémiques

Des effets cutanés sont observés quelle que soit la voie d'exposition. Il s'agit d'hyperkératoses associées à une alternance de zones d'hyper et d'hypopigmentation sur la face, le cou et le dos.
Une atteinte du système nerveux (polynévrite sensitivo-motrice débutant aux membres inférieurs) est observée par exposition respiratoire ou digestive.

Une atteinte hématologique est observée avec anémie, neutropénie, thrombopénie uniquement pour une exposition par voie digestive.
Des effets cardiovasculaires et hépatiques sont également fréquemment décrits. Enfin, l'exposition à l'arsenic est récemment corrélée au diabète sucré (Ineris, 2010 ; INRS, 2006).

2.3.2. Effets cancérigènes

Plusieurs études rapportées par l'Ineris (2010) montrent une association entre :

- le cancer des voies respiratoires et l'exposition à l'arsenic inorganique par voie respiratoire. Cette association aurait été retrouvée par ingestion de composés arsenicaux.
- le cancer cutané et l'exposition à l'arsenic inorganique par voie digestive (essentiellement par ingestion d'eau).

D'autres localisations de cancers sont suspectées mais non encore confirmées.

Classements cancérigène de l'arsenic et ses dérivés	
Classement	Organisme
1	Union Européeen, (JOCE, 1998)[a,1]
1A	Union Européeen, (JOCE, 2008)[a,2]
1	CIRC (1987)
A	EPA (1998)
1	Santé Canada

[a] *pentaoxyde de di-arsenic et trioxyde de di-arsenic*
[1] Annexe I de la directive 67/548/CE
[2] Annexe VI du règlement CLP n°1278/2008

2.3.3. Effets génotoxiques

L'Union Européenne n'a pas classé l'arsenic et ses composés comme mutagène (JOCE, 1998 ; JOCE, 2008).
L'arsenic est une substance génotoxique in vitro et in vivo. Le mécanisme d'action génotoxique serait indirect (Ineris, 2010), ce qui en ferait un cancérigène à seuil de dose (Anses, 2010)

2.3.4. Effets sur la reproduction et le développement

L'Union Européenne n'a pas classé l'arsenic comme reprotoxique (JOCE, 1998 ; JOCE, 2008).
Des malformations à la naissance et des petits poids à la naissance sont suspectés, mais ces effets n'ont pas été confirmés.

3. Valeurs toxicologiques de référence par voie respiratoire

3.1. VTR aiguës

- **OEHHA, 2008 : 0,2 µg.m^{-3} / 4 heures**

Cette VTR est basée sur un LOAEL de 260 µg.m-3 de trioxyde d'arsenic (As2O3, converti en 197 µg As.m^{-3}), correspondant à une **diminution du poids fœtal des souriceaux** dont les mères ont été exposées par voie respiratoire les 9, 10, 11 et 12èmes jours de gestation (Nagymajtenyi et al., 1985). Il a été appliqué un facteur d'incertitude de 1000 à ce LOAEL (10 pour l'utilisation d'un LOAEL, 10 pour l'extrapolation de l'animal à l'Homme et 10 pour la variabilité humaine). Cette VTR protège contre des effets sévères. Il n'a pas été établi de VTR pour des effets plus modérés car les effets les plus sensibles sont reprotoxiques.

3.2. VTR 8h

- **OEHHA, 2008 : 0,015 µg.m^{-3} / 8 heures**

Cette VTR est basée sur les mêmes études qui ont servis à l'établissement de la VTR de 0,015 $\mu g.m^{-3}$ par l'OEHHA pour une exposition chronique en 2008 (cf. Valeurs toxicologiques de référence chroniques- Effets à seuil – voie respiratoire). Du fait de la faible clairance de l'arsenic qui rend son élimination lente de l'organisme (1/2 vie de 1 à 2 jours), l'OEHHA conclut qu'il y a finalement peu de différence entre une exposition chronique et une exposition répétée à l'arsenic. Cette valeur a été établie à partir d'une étude chez l'enfant associant l'exposition à l'arsenic à une **diminution des fonctions intellectuelles et à des effets délétères sur le développement neurocomportemental.**

3.3. VTR intermédiaires

Il n'a pas été retrouvé de VTR intermédiaire dans la littérature consultée.

3.4. VTR chroniques

3.4.1. Effets non cancérigènes

- **OEHHA, 2008 : 0,015 $\mu g.m^{-3}$**

Cette valeur a été établie à partir d'une étude chez l'enfant associant l'exposition à l'arsenic à une diminution des fonctions intellectuelles et à des **effets délétères sur le développement neurocomportemental** (Wasserman *et al.*, 2004 ; Tsai *et al.*, 2003). Un LOAEL ajusté de 0,23 $\mu g.m^{-3}$ a été établi sur une population de 201 enfants de 10 ans exposés en continu pendant 9,5 à 10,5 ans à de l'eau de boisson chargée en arsenic (LOAEL = 2,27 $\mu g.L^{-1}$). Un facteur d'incertitude de 30 a été appliqué (3 pour l'utilisation d'un LOAEL au lieu d'un NOAEL et 10 pour la variabilité humaine).

- **Expertise Ineris, 2010 : 0.015 $\mu g/m^3$ (OEHHA, 2008)**

La valeur proposée par l'OEHHA est une extrapolation à partir de la VTR établie pour la voie orale. Etant donné que la VTR établie pour la voie orale est de bonne qualité et est préconisée par l'INERIS, il est donc conseillé de la retenir dans le cas d'expositions chroniques par voie respiratoire.

3.4.2. Effets cancérigènes

- **EPA, 1998 : $4,3.10^{-3}$ $(\mu g.m^{-3})^{-1}$**

Cette valeur se base sur des études épidémiologiques sur des travailleurs américains chez lesquels il a été observé des **cancers pulmonaires** :
Brown and Chu, 1983 ; Lee-Feldstein, 1983 ; Higgins, 1982 : fonderie Anaconda (État du Montana) : ERU = $2,56.10^{-3}$ $(\mu g.m^{-3})^{-1}$.
Enterline and Marsh (1982) : fonderies ASARCO, Tacoma (Washington) : ERU= $7,19.10^{-3}$ $(\mu g.m^{-3})^{-1}$.
A partir des résultats de ces 4 études, il est calculé une moyenne géométrique intermédiaire pour chacun des sites, puis une moyenne géométrique finale à partir des 2 moyennes intermédiaires. L'EPA précise que l'ERU calculé ne doit pas être utilisé pour des concentrations dans l'air supérieures à 2 $\mu g.m^{-3}$.

- **OMS, 2000 : $1,5.10^{-3}$ $(\mu g.m^{-3})^{-1}$**

Cette valeur a été composée à partir d'une synthèse d'études épidémiologiques réalisée par Viren et Silvers (1994) et de résultats plus anciens portant sur des travailleurs chez qui il a été calculé un lien entre l'exposition à l'arsenic et le **cancer des poumons** :
La synthèse prend en compte les résultats des études américaines du Tacoma (État de Washington) mises à jour (ERU = $1,28.10^{-3}$ $(\mu g.m^{-3})^{-1}$) et suédoises (3619 travailleurs ; ERU = $0,89.10^{-3}$ $(\mu g.m^{-3})^{-1}$).
Les résultats américains plus anciens sont ceux du Montana ayant servi à établir l'ERU de l'EPA (ERU = $2,56.10^{-3}$ $(\mu g.m^{-3})^{-1}$) (Lee-Feldstein, 1983).

- **OEHHA, 2009 : $3,3.10^{-3}$ $(\mu g.m^{-3})^{-1}$**

Cette valeur est la limite supérieure de l'intervalle de confiance à 95 % calculée à partir des 3 groupes de travailleurs les moins exposés à l'arsenic (sur 4 groupes) de l'étude de Enterline *et al.,* (1987). 3 études épidémiologiques portant sur la **mortalité par cancer du poumon** chez les travailleurs exposés à l'arsenic ont été considérées pour ajuster le modèle de régression linéaire : Enterline *et al.,* (1987) (582 travailleurs exposés pendant 20 à 29 ans), Higgins *et al.,* (1985), and Lee-Feldstein (1986) (8045 travailleurs exposés pendant au moins 12 mois). Seules les données relatives aux non-fumeurs ont été considérées pour le calcul de cette VTR.

- **Santé Canada, 1992 : 7,8 $\mu g.m^{-3}$**

Cette valeur est une concentration tumorigène 5 % ($CT_{0,05}$) basée sur des études réalisées chez des travailleurs exposés à l'arsenic (Higgins *et al.*, 1986 ; Enterline *et al.,* 1987 ; Jarup *et al.*, 1989). Ces études ont montré une association entre l'exposition aux vapeurs d'arsenic et l'apparition de **cancers pulmonaires** et ont mis en évidence une relation dose effet servant à estimer la concentration induisant une augmentation de l'incidence des cancers de l'ordre de 5 %.

- **RIVM, 2001 : 1 µg.m^{-3}**

Cette valeur a été établie à partir d'une étude chez l'Homme associant le **cancer pulmonaire** à l'exposition à l'arsenic par voie respiratoire. Un LOAEC de 10 µg.m^{-3} a été établi pour de l'arsenic trivalent. Un facteur d'incertitude de 10 a été appliqué à ce LOAEC pour tenir compte des différences de sensibilité au sein de l'espèce humaine. Le RIVM propose l'utilisation de cette VTR pour les formes trivalentes et pentavalentes. Le RIVM ne précise pas les références de l'étude source ayant servi à établir cette VTR.

- **Expertise Ineris, 2010 : 4,3.10^{-3} (µg.m^{-3})$^{-1}$ (EPA, 1998)**

Dans le cas de la voie respiratoire, la méthode de construction utilisée par Santé Canada pour l'établissement de sa VTR n'est pas décrite en détail. Il est donc préférable de ne pas la retenir. L'ensemble des données épidémiologiques montre une relation entre la mortalité due aux cancers du poumon et l'exposition à l'arsenic. L'US EPA retient six études réalisées dans des fonderies situées aux Etats-Unis et l'OEHHA retient une étude menée sur 8 fonderies différentes, localisées aux Etats-Unis. Les fonderies étudiées étant souvent les mêmes. La VTR proposée par l'OEHHA est issue de données de 8 fonderies, analysées dans la même étude et de la même façon, mais seuls les résultats d'une seule fonderie ont été pris en compte. En ce qui concerne la VTR recommandée par l'US EPA, à partir d'études où des niveaux (élevés, moyens ou faibles) de concentrations d'arsenic ont été mentionnés, des excès de risque unitaire ont été calculés. Une moyenne géométrique a ensuite été réalisée pour déterminer l'excès de risque final. Cette méthode est plus appropriée que celle utilisée par l'OEHHA et l'INERIS préconise donc de retenir la VTR établie par l'US EPA de 4,3.10^{-3} (µg.m^{-3})$^{-1}$. Il est toutefois intéressant d'indiquer que les VTR élaborées par l'OEHHA et par l'US EPA sont très proches, du fait de la prise en compte des mêmes cohortes initiales. Le mécanisme d'action cancérigène de l'arsenic étant controversé, il est conseillé pour l'instant de retenir par précaution une VTR sans seuil pour les effets cancérigènes induits par l'arsenic.

4. Valeurs toxicologiques de référence par voie digestive

4.1. VTR aiguës

- **ATSDR, 2007 : 5 µg.kg^{-1}.j^{-1} / 1-14j**

Cette valeur est dérivée d'une étude sur des Japonais qui ont consommé de la sauce soja contaminée à l'arsenic, pendant 2-3 semaines (Mizuta *et al.*, 1956). Un LOAEL de 0,05 mg As.kg^{-1}.j^{-1} a été établit pour des **effets gastro-intestinaux** et **des œdèmes de la face**, auquel a été appliqué un facteur d'incertitude de 10 (10 pour l'utilisation d'un LOAEL et 1 pour la variabilité humaine).

4.2. VTR intermédiaires

Il n'a pas été retrouvé de VTR intermédiaire dans la littérature consultée.

4.3. VTR chroniques

4.3.1. Effets non cancérigènes

- **EPA, 1993 : 0,3 µg.kg^{-1}.j^{-1}**

Cette valeur a été établie à partir d'une étude chez l'Homme mettant en évidence **une hyperpigmentation, une kératose** et des possibles complications vasculaires (Tseng, 1977; Tseng *et al.*, 1968) pour un NOAEL de 9.10^{-3} mg.L^{-1} converti en 8.10^{-4} mg.kg^{-1}.j^{-1}. Un facteur d'incertitude de 3 a été appliqué pour tenir compte du manque de données sur la toxicité sur la reproduction et de la variabilité humaine.

- **ATSDR, 2007 : 0,3 µg.kg^{-1}.j^{-1}**

Cette valeur est issue des mêmes études que la RfD de l'US-EPA (Tseng 1977 ; Tseng *et al.*, 1968) et est basée sur un NOAEL de 0,8 µg As.kg^{-1}.j^{-1} pour des **effets dermiques**. Un facteur d'incertitude de 3 a été appliqué pour tenir compte de la variabilité intra-espèce.
Il est à noter qu'une étude récente a permis de mieux réévaluer les paramètres relatifs à la population exposée, et aux niveaux d'exposition (Schoof et Evans, 1998) ce qui a permis d'établir un nouveau NOAEL de

0,016 mg.kg^{-1}.j^{-1} pour des **lésions cutanées**. Mais ce nouveau NOAEL, plus solide, n'a pas été pris en compte dans la construction de la VTR.

- **OMS, 1994 : 2 µg.kg^{-1}.j^{-1}**

Cette valeur est une DHTP (dose hebdomadaire tolérable provisoire), de 15 µg/kg/semaine (soit 2,14 µg.kg^{-1}.j^{-1}) pour des **lésions cutanées** telles qu'une hyperpigmentation, ou des hyperkératoses. Cette VTR a été établie pour une exposition chronique par voie orale à l'arsenic inorganique. Des données épidémiologiques ont mis en évidence des intoxications à l'arsenic (arsenicisme) pour des concentrations dans l'eau de boisson supérieure ou égale à 1 000 µg.L^{-1}. Aussi, l'OMS a proposé de respecter une concentration de 100 µg.L^{-1}dans l'eau de boisson de l'Homme. A partir de cette valeur de 100 µg.L^{-1} et en considérant une consommation journalière d'eau de 1,5 L.j^{-1} et un poids corporel moyen adulte de 70 kg, le JECFA a déterminé la dose de 2 µg.kg^{-1} PC.j^{-1} (= 100 µg.L^{-1}x 1,5 L.j^{-1} / 70 kg).

- **EFSA, 2009 : entre 0.3 et 8 µg.kg^{-1}.j^{-1}**

En 2009, l'EFSA a remis en cause la dose hebdomadaire tolérable d'exposition de 15 µg/kg proposée par l'OMS (JECFA) dans la mesure où cette VTR se base sur une concentrations dans l'eau potable de 100 µg/L, or, des études plus récentes ont montré qu'à des niveaux d'exposition plus faibles, des effets sanitaires n'étaient pas exclus. En raison de l'incertitude relative au mode d'action de l'arsenic sur l'organisme (et bien que cette substance soit *a priori* indirectement génotoxique), le groupe de travail de l'EFSA ne considère pas pertinent de proposer une dose journalière d'exposition acceptable, en dessous de laquelle aucun effet sanitaire n'est attendu. Par ailleurs, l'agence précise qu'il n'existe pas de données permettant la prise en compte d'un grand nombre de composés de l'arsenic. L'EFSA propose toutefois un intervalle de confiance à 95% de la $BMDL_{01}$ (BMDL associée à une augmentation de 1% du risque) entre 0,3 et 8 µg/kg pc/j pour l'arsenic inorganique. Cet intervalle de $BMDL_{01}$ est associé à des **lésions de la peau, des cancers de la peau, de la vessie et du poumon**. Enfin, l'EFSA indique que les doses journalières d'exposition observées en Europe se situent dans l'intervalle de $BMDL_{01}$ proposé, aussi, le risque pour certaines populations n'est pas exclu.

- **RIVM, 2001 : 1 µg.kg^{-1}.j^{-1}**

Cette valeur a été établie pour une exposition chronique par voie orale pour des **lésions cutanées** (Baars *et al.*, 2001). Elle est issue de la dose tolérable hebdomadaire d'As inorganique de 15 µg.kg^{-1} de l'OMS, cette dernière étant elle-même issue d'un LOAEL chez l'Homme de 100 µg As.L^{-1} d'eau, en supposant une consommation de 1,5 L.j^{-1} (Baars *et al.*, 2001). Un facteur d'incertitude de 2 est appliqué pour tenir compte des incertitudes liées aux études épidémiologiques.

- **OEHHA, 2008 : 3,5.10^{-3} µg.kg^{-1}.j^{-1}**

Cette valeur a été établie à partir d'une étude chez l'enfant associant l'exposition à l'arsenic à une **diminution des fonctions intellectuelles et à des effets délétères sur le développement neurocomportemental** (Wasserman *et al.*, 2004 ; Tsai *et al.*, 2003). Un LOAEL 2,27 µg.L^{-1}a été établi sur une population de 201 enfants de 10 ans exposés en continu pendant 9,5 à 10,5 ans à de l'eau de boisson chargée en arsenic. Il a été utilisé un poids moyen de 21,9 kg et considéré une absorption de 100 %. Un facteur d'incertitude de 30 a été appliqué (3 pour l'utilisation d'un LOAEL au lieu d'un NOAEL et 10 pour la variabilité humaine).

- **Ineris, 2007 : 0.07 µg.kg^{-1}.j^{-1}**

Cette VTR repose sur une étude épidémiologique récente (Rahman et al, 2006) dans laquelle des **lésions cutanées** (hyperpigmentation, hypopigmentation et kératose) apparaissent pour des doses supérieures à 0,7 µg.kg-1.j-1. Dans cette étude, 504 personnes ont été retenues comme présentant des lésions cutanées liées à l'arsenic (après entretien, détermination de la consommation en eau, examen des lésions par des médecins généralistes puis par des dermatologues). L'âge, le sexe, l'éducation et le niveau d'habitation ont été pris en compte comme facteurs pouvant influencer l'exposition à l'arsenic. Les niveaux d'exposition sont < 10, 10-49, 50-149, 150-299, >299 µg.L-1 et pour chaque individu, l'exposition historique cumulée et l'exposition moyenne en arsenic ont été calculées. Un groupe de 1830 individus, âgés de plus de 4 ans, résidents de la région concernée, sélectionnés aléatoirement au sein de la base de données du Système de Surveillance de la Démographie et de la Santé, est considéré comme population témoin.
Pour chaque sexe, une relation dose-réponse significative entre l'exposition moyenne ou cumulée en arsenic et le risque de développer des lésions cutanées a été mise en évidence, la catégorie d'exposition la plus faible étant utilisée comme témoin. Les hommes présentent un risque accru ; à la plus forte d'exposition, les odd ratio sont de 9,56 (IC 95 % : 4,20-21,8) pour les hommes et de 6,88 (IC 95 % : 3,06-15,5) pour les femmes.
Le LOAEL, déterminé à partir de ces résultats, est de 10 µg.L-1. Par extrapolation, le NOAEL étant strictement inférieur à 10 µg.L-1, pourrait être fixé à 9 µg/L, puisque le groupe exposé à une concentration inférieure à 10

µg.L-1 ne présente pas d'augmentation significative des symptômes. Il faut noter que l'apport en arsenic via la nourriture n'a pas été pris en compte par les auteurs de cette étude.

NOAEL lésions cutanées = 9 µg.L-1 soit 0,7 µg.kg-1.j-1*
* hypothèses de calcul : poids moyen des habitants 50 kg, consommation moyenne d'eau 4 L par jour (Rahman et al., 2003)
A partir de ce NOAEL, un facteur d'incertitude de 10 a été appliqué (variabilité inter-humaine).

- **Expertise Ineris, 2010 : 0,45 µg.kg^{-1}.j^{-1} (FoBig, 2009)**

Les chercheurs du FoBiG ont dérivés leur TDI à partir d'une étude de transversale de plus de 10 000 personnes, dans laquelle les différences de **lésions cutanées** observées, en fonction du sexe et du statut nutritionel, ont été prises en compte dans l'élaboration de la relation dose/réponse. Une BMDL05 a de plus été calculée et prise comme point de départ à l'élaboration de la VTR. Cette VTR est donc la plus solide et la plus robuste de toutes les VTR disponibles. L'INERIS préconise donc de retenir cette VTR dans le cas d'une exposition chronique par voie orale.

4.3.2. Effets cancérigènes

- **EPA, 1998 : 1,5.10^{-3} (µg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$**

Cette valeur se base sur des études épidémiologiques dans des populations exposées à l'arsenic dans l'eau de boisson et chez lesquelles il a été observé une augmentation de la prévalence des **cancers cutanés** (Tseng *et al.*, 1968 ; Tseng, 1977). D'autres cancers (foie, reins, vessie) ont vu augmenter leur mortalité.

- **OEHHA, 2009 : 1,5.10^{-3} (µg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$**

Cette valeur est similaire à l'ERU proposé par l'US-EPA en 1998.

- **Santé Canada, 1992 : 18 µg.kg^{-1}.j^{-1}**

Cette valeur est une dose tolérable à 5 % ($DT_{0,05}$) fixée à partir du rapport de synthèse réalisé par l'US-EPA en 1988, se basant sur les études de Tseng (1977), Tseng *et al.,* (1968), ayant fourni les valeurs pour l'établissement d'une relation dose effet. L'effet critique retenu est le **cancer cutané**. Les teneurs en arsenic dans l'eau susceptibles d'induire une augmentation de l'incidence des cancers cutanés de 5 %, ont été estimées à 906 et 844 µg.L^{-1} pour les hommes et les femmes respectivement. En prenant une concentration de 840 µg.L^{-1}, la dose ingérée correspondante est de 18 µg.kg^{-1}.

- **Expertise Ineris, 2010 : 1,5.10^{-3} (µg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$ (OEHHA, 2009/US-EPA, 1998)**

L'OEHHA et l'US EPA proposent le même ERUo de 1,5 (mg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$. La valeur établie par Santé Canada présente des contradictions entre le texte explicatif et le tableau de valeurs utilisé. Ainsi, Santé Canada précise que le potentiel cancérigène de l'arsenic est 10 fois supérieur chez l'homme par rapport à la femme, mais que l'impact de l'âge sur ce potentiel est plus grand chez la femme. Ainsi, les TD0,05 sont similaires chez la femme et chez l'homme car les deux éléments se compenseraient. Mais, lorsque l'on regarde le tableau des valeurs, il apparaît que la femme est plus sensible que l'homme. L'INERIS préconise donc de retenir les valeurs de l'OEHHA et de l'US EPA, même si la consommation d'eau journalière chez la population taïwanaise prise en compte n'est pas la même pour l'élaboration de la VTR pour les effets à seuil et pour les effets sans seuil.

5. Choix des valeurs toxicologiques de référence

5.1. Choix des VTR selon la note DGS d'octobre 2014

D'après la note d'information *N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués*, il est recommandé de sélectionner la VTR proposée par l'un des organismes suivant : Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA.

Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données. A défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors cette VTR doit être retenue, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.

En l'absence d'expertise nationale, la VTR à retenir correspond à la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.
Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA est utilisée.

.

Arsenic **Choix des valeurs toxicologiques de référence selon la note d'information de la DGS d'octobre 2014**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	0,2 µg.m^{-3}	4h	A	Baisse du poids fœtal	LOAEL = 197 µg/m^{-3}	1000	OEHHA, 2008 (Nagymajtenyi *et al.*, 1985)
	8h	0,015 µg.m^{-3}	8h	H	Effets sur le développement neurocomportemental	LOAEL = 0,23 µg/m^{-3}	30	OEHHA, 2008 (Wasserman *et al.,* 2004 ; Tsai *et al.,* 2003)
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets non cancérigènes	0,015 µg.m^{-3}	-	H	Effets sur le développement neurocomportemental	LOAEL = 0,23 µg/m^{-3}	30	Expertise Ineris, 2010 (OEHHA, 2008)
	Chronique – effets cancérigènes	4.3 10^{-3} (µg.m^{-3})$^{-1}$	-	H	Cancer pulmonaire	-	-	Expertise Ineris, 2010 (US-EPA, 1998)
Digestive	Aiguë	5 µg.kg^{-1}.j^{-1}	1-14 j	H	Effets gastro-intestinaux et œdème de la face	LOAEL = 0,05 mg.kg^{-1}.j^{-1}	10	ATSDR, 2007 (Mizuta *et al.*, 1956)
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets non cancérigènes	0,45 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	H	Effets cutanés	-	5	Expertise Ineris, 2010 (FoBig, 2009)
	Chronique – effets cancérigènes	1,5.10^{-3} (µg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$	-	H	Cancer cutané	-	-	Expertise Ineris, 2010 (EPA, 1998)

5.2. Choix raisonné des VTR

Lorsque plusieurs VTR sont disponibles pour une même voie et une même durée d'exposition, les VTR peuvent être sélectionnées selon des critères de choix raisonnés. Cette démarche repose sur des critères de choix scientifiques établis à partir des recommandations, entre autres, de l'InVS (2002), de l'Ineris (2003), de l'AFSSET (2007) et de Doornaert B. *et al.,* (2006) :

- Adéquation des voies d'exposition,
- Adéquation des durées d'exposition,
- Adéquation de la forme chimique,
- Transparence de l'explication de l'élaboration de la VTR (facteurs de sécurité, nature et caractéristiques des effets observés…),
- Analyse de la qualité scientifique de la VTR,
- Pertinence des données humaines ou de la transposition chez l'homme à partir de données animales : Les études menées chez l'homme sont favorisées si elles sont de qualité égale aux études réalisées chez l'animal,
- Date de mise à jour de la VTR et de l'étude clef.

Le choix raisonné concerne les VTR pour lesquelles il n'existe pas encore d'expertise nationale, soit sur sa construction soit sur son choix (Anses, Ineris).

5.2.1. VTR aiguë respiratoire

- **VTR = 0,2 µg.m^{-3} sur 4h (OEHHA, 2008)**

Seule l'OEHHA a établie une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.2. VTR 8h respiratoire

- **VTR = 0,015 µg.m^{-3} sur 8h (OEHHA, 2008)**

Seule l'OEHHA a établie une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.3. VTR intermédiaires respiratoire

Il n'a pas été retrouvé de VTR intermédiaire pour cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.4. VTR chroniques respiratoire

- **Effets non cancérigènes : VTR = 0,015 µg.m^{-3} (Expertise Ineris, 2010)**

La VTR déduite de l'expertise de l'Ineris est conservée car il s'agit d'un choix raisonné se basant sur les critères énoncés plus haut.

5.2.5. VTR aiguës digestive

- **Effets sur le système digestif : VTR = 5 µg.kg^{-1}.j^{-1}(ATSDR, 2007)**

Seule l'ATSDR a établie une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.6. VTR intermédiaire digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR intermédiaire pour cette voie d'exposition.

5.2.7. VTR chronique digestive

- **Effets non cancérigènes : VTR = 0.45 µg.kg^{-1}.j^{-1} (Expertise Ineris, 2010)**

La VTR déduite de l'expertise de l'Ineris est conservée car il s'agit d'un choix raisonné se basant sur les critères énoncés plus haut.

- **Effets cancérigènes : VTR = 1,5.10^{-3} (µg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$ (Expertise Ineris, 2010)**

La VTR déduite de l'expertise de l'Ineris est conservée car il s'agit d'un choix raisonné se basant sur les critères énoncés plus haut.

Arsenic **Choix des valeurs toxicologiques de référence selon la note d'information de la DGS d'octobre 2014**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	0,2 µg.m^{-3}	4h	A	Baisse du poids fœtal	LOAEL = 197 µg/m^{-3}	1000	OEHHA, 2008 (Nagymajtenyi *et al.*, 1985)
	8h	0,015 µg.m^{-3}	8h	H	Effets sur le développement neurocomportemental	LOAEL = 0,23 µg/m^{-3}	30	OEHHA, 2008 (Wasserman *et al.,* 2004 ; Tsai *et al.,* 2003)
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets non cancérigènes	0,015 µg.m^{-3}	-	H	Effets sur le développement neurocomportemental	LOAEL = 0,23 µg/m^{-3}	30	Expertise Ineris, 2010 (OEHHA, 2008)
	Chronique – effets cancérigènes	4.3 10^{-3} (µg.m^{-3})$^{-1}$	-	H	Cancer pulmonaire	-	-	Expertise Ineris, 2010 (US-EPA, 1998)
Digestive	Aiguë	5 µg.kg^{-1}.j^{-1}	1-14 j	H	Effets gastro-intestinaux et œdème de la face	LOAEL = 0,05 mg.kg^{-1}.j^{-1}	10	ATSDR, 2007 (Mizuta *et al.*, 1956)
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets non cancérigènes	0,45 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	H	Effets cutanés	-	5	Expertise Ineris, 2010 (FoBig, 2009)
	Chronique – effets cancérigènes	1,5.10^{-3} (µg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$	-	H	Cancer cutané	-	-	Expertise Ineris, 2010 (EPA, 1998)

6. Valeurs d'exposition professionnelles

VME = 0,2 $mg.m^{-3}$ pour le trioxyde de diarsenic (INRS, 2008)

7. Bibliographie

ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie), 2000, Programme pilote 1999/2000 à partir des réseaux de surveillance de la qualité de l'air EMD, AIR NORMAND, AIRPPARIF/LCPP, ASPA, AIRMARAIX, AIRFOBEP.

Anses, mars 2010. Valeurs toxicologiques de référence. Méthode de construction des VTR pour les substances chimiques cancérogènes, 100 p.

Anses, février 2010, Valeurs toxicologiques de référence. Elaboration des valeurs toxicologiques de référence, 39 p.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2007, Toxicological Profile for Arsenic, http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp2.pdf (consulté le 29/08/13)

EFSA (Autorité européenne de sécurité des aliments)

http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/1351.pdf (consulté le 29/08/13)

EPA (Environmental Protection Agency), 1995, Arsenic, inorganic (CASRN 7440-38-2), http://www.epa.gov/iris/subst/0278.htm#carc (consulté en février 2011).

EPA (Environmental Protection Agency), 2009, Arsenic (CASRN 1327-53-3), Interim acute exposure guideline levels (AEGLs) for NAS/COT Subcommittee for AEFLs, 49 p. http://www.epa.gov/oppt/aegl/pubs/arsenictrioxide_interim_nd_dec2008_c.pdf

Santé Canada, 1993, L'arsenic et ses composes, Loi canadienne sur la protection de l'environnement. Liste des substances d'intérêt prioritaire. Rapport d'évaluation, 68 p.

Ineris (Institut National de l'Environnement et des Risques Industriels), 2007, Point sur les valeurs toxicologiques de référence (VTR) – juin 2007, N°DRC-07-86177-08805B, 43 p.

Ineris (Institut National de l'Environnement et des Risques Industriels), 2010, Arsenic et ses dérivés inorganiques, Fiche de données toxicologiques et environnementales, Ineris-DRC 09-103112-11453A, version N°4-avril 2010, 124 p.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), 2006, Fiche toxicologique N°192, Arsenic et composés minéraux, 6 p.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), juin 2008, Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France, ED 984, 23 p.

InVS (Institut de Veille Sanitaire). Valeurs toxicologiques de référence : méthodes d'élaboration. N. Bonvallot, F. Dor, 2002, 84p.

IPCS-Inchem (International Program on Chemical Safety), 1981, Environmental Health Criteria 18 Arsenic, http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc018.htm#SubSectionNumber:5.1.1 (consulté le 29/08/13)

JOCE, 1998, Commission directive 98/98/EC, 25ATP, Council Directive 67/548/EEC.

JOCE, 2008, regulations (EC) n°1278/2008 of the European parliament and of the council of 16 decembre 2008 on classification, labeling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing directives 67/548/EEC and 1999/45/EEC and amending regulation (EC) 1907/2006.

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Acute, 8-hour and Chronic Reference Exposure Levels (chRELs) as on December 18, 2008, http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2008/AppendixD1_final.pdf#page=68 (consulté le 29/08/13)

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Air toxics hot spots risk assessment guideline. Chemical-specific summaries of the information used to derive unit risk and cancer potency values, http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2009/AppendixB.pdf (consulté le 29/08/13)

OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 2000, Arsenic, Air Quality Guidelines for Europe - 2nd édition, 14 p. http://www.euro.who.int/document/aiq/6_1_arsenic.pdf (consulté le 29/08/13)

RIVM (Rijksinstituut Voor Volksgezondheid), 2001, Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels.

Santé Canada, Aliments et nutrition. http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/chem-chim/environ/arsenic-fra.php

Acroléine (N° CAS 107-02-8)

1. Généralités

1.1. Identification

L'acroléine est un liquide volatil, incolore d'odeur âcre et suffocant (INRS, 1999).

1.2. Utilisation

L'acroléine est utilisé comme intermédiaire de synthèse et comme produit biocide dans les lignes de fabrication et les eaux industrielles (INRS, 1999).

1.3. Sources d'exposition

L'acroléine a une origine à la fois anthropique et naturelle. Naturellement l'acroléine est produite dans les processus de fermentation. Certaines huiles essentielles de bois en contiennent. L'acroléine anthropique se dégage lors des processus de combustion et de chauffage des graisses animales ou végétales, des bois et des plastiques. Elle est présente dans les gaz d'échappement des moteurs automobiles et dans la fumée de cigarette (INRS, 1999 ; Santé Canada, 2000).

1.4. Concentrations et comportements environnementaux

L'acroléine persiste peu dans l'environnement (Santé Canada, 2000). Dans l'air, l'acétaldéhyde est transformé par différents mécanismes photochimiques (demi-vie = 10 à 60 heures) (IPCS, 2002).

Dans l'air, l'acroléine réagit avec les radicaux hydroxyles. Les demi-vies varient de quelques heures à moins de deux jours selon les sources (Santé Canada, 2000).

Dans l'eau, la demi-vie de l'acroléine est courte, compte-tenu de sa réactivité (moins de 100 heures dans les eaux de surfaces, moins de 56 jours dans les eaux souterraines) (Santé Canada, 2000). Il n'a pas été recueilli de concentrations moyennes récentes dans la littérature consultée.

Dans les sols, la demi-vie est de moins de 100 heures compte-tenu de la réactivité de l'acroléine (biodégradation, hydrolyse, sorption réversible) (Santé Canada, 2000). Il n'a pas été recueilli de concentrations moyennes récentes dans la littérature consultée.

Dans les végétaux, il n'a pas été recueilli de donnée sur le comportement de l'acroléine.
Dans les aliments, l'acroléine a été mesuré dans différentes huiles, lors du murissement de certains fruits et fromages, dans des légumes, de l'agneau, du caviar, du vin rouge etc. Cependant, exception faite des données portant sur l'huile végétale chauffée, l'affinage du fromage égyptien Domiati et les concentrations observées dans le vin rouge, aucune étude ne signale de concentrations d'acroléine supérieures à 1 $\mu g.g^{-1}$ dans des produits alimentaires provenant de différents pays.

Concentrations environnementales en acroléine

Milieu	Concentration	Caractéristique des mesures	Source
Air	zone rurale : 0,12 $\mu g.m^{-3}$ zone urbaine : 0,2 $\mu g.m^{-3}$	Etats-Unis, 1996	ATSDR, 2007

	1 µg.m^{-3}	Pays-Bas, 1985	IPCS, 1991
	zone rurale : < 0,1 µg.m^{-3} zone urbaine : < 0,2 µg.m^{-3} zone rurale, urbaine et suburbaine : 0,18 µg.m^{-3} (0,05-2,47 µg.m^{-3})	Canada, 189 à 1996	Santé Canada
Aliment	< 1 µg.g^{-1} (sauf huile végétale chauffée, certains types de fromages et vins rouge)	Différents pays	Santé Canada, 2000

1.5. Facteurs de conversion

1 ppm = 2,3 mg.m^{-3} (OEHHA, 2008)

2. Toxicité

2.1. Métabolisme

La population générale est exposée essentiellement par l'air. Une exposition par voie orale peut se produire suite à la consommation de boissons alcoolisées ou de denrées alimentaires chauffées (IPCS, 1991).
Le métabolisme est peu documenté. L'acroléine est détoxifiée par conjugaison avec le glutathion. Les métabolites sont excrétés dans les urines (ATSDR, 2007).

2.2. Toxicité aiguë

L'acroléine est un irritant respiratoire et muqueux (dyspnée, toux, expectoration) et un irritant cutané et oculaire.
Les intoxications par voie orale conduisent à des signes locaux d'irritation avec des lésions corrosives au niveau oculaire, respiratoire, cutané et digestif (INRS, 1999).

2.3. Toxicité chronique

Les effets d'une exposition chronique à l'acroléine n'ont pas été décrits chez l'Homme.

2.3.1. Effets systémiques

Les expérimentations animales ont montré une diminution du gain de poids, une diminution de la fonction respiratoire, des modifications pathologiques au niveau du nez, des voies respiratoires et des poumons (inflammation et hyperplasie) (IPCS, 1991).

2.3.2. Effets cancérigènes

Il n'y a pas d'étude humaine et les études animales sont insuffisantes pour statuer sur la cancérogénicité de l'acroléine.

Classements cancérigène de l'acroléine	
Classement	Organisme
3	CIRC (1995)

2.3.3. Effets génotoxiques

L'Union Européenne n'a pas étudié le caractère génotoxique de l'acroléine.
Aucune étude n'a étudié la génotoxicité de l'acroléine chez l'homme, quelle que soit la voie d'exposition. Les études *in vivo* ont montré que l'acroléine n'était pas mutagène (ATSDR, 2007).

2.3.4. Effets sur la reproduction et le développement

L'Union Européenne n'a pas étudié le caractère reprotoxique de l'acroléine.

Il n'y a pas d'étude humaine et les études animales sont insuffisantes pour renseigner sur les effets reprotoxiques de l'acroléine.

3. Valeurs toxicologiques de référence par voie respiratoire

3.1. VTR aiguës

- **ATSDR, 2007 : 6,9 µg.m^{-3} / 1-14 jours**

Cette VTR est basée sur un LOAEL de 690 µg.m^{-3} obtenu dans une étude sur 46 hommes et femmes exposés pendant 60 minutes à 690 µg.m^{-3} (Weber-Tschopp *et al.*, 1977). Les effets d'irritation des yeux, du nez et pulmonaires sont recueillis toutes les 5 minutes. Le score le plus élevé pour les **irritations du nez et des poumons** est atteint au bout de 40 minutes. Il est observé une diminution du taux respiratoire de 20 %. Une seule concentration a été testée et il n'y a pas de groupe témoin. Il est appliqué un facteur d'incertitude de 100 (10 pour l'utilisation d'un LOEAL et 10 pour la variabilité humaine).

- **OEHHA, 2008 : 2,5 µg.m^{-3} / 1 heure**

Cette VTR est basée sur un LOAEL de 138 µg.m^{-3} d'acroléine, correspondant à une **irritation oculaire subjective** de 36 personnes exposées une seule fois pendant 5 minutes par un filtre à charbon actif défraîchi (Darley *et al.*, 1960). Il a été appliqué un facteur d'incertitude de 60 à ce LOAEL (6 pour l'utilisation d'un LOAEL sur un effet modéré, 10 pour la possibilité d'exacerbation de l'asthme chez les enfants) pour obtenir une VTR de 2,3 µg.m^{-3}. Cette étude est supportée par l'étude de Weber-Tschopp *et al.* (1977) qui a exposé pendant 40 mn des volontaires à 2 concentrations d'acroléine (0 et 0,6 ppm). Un LOAEL de 0,07 ppm a été observé pour des irritations oculaires auquel a été appliqué un facteur d'incertitude de 60 (6 pour l'utilisation d'un NOAEL et 10 pour l'exacerbation d'asthme chez les enfants). La VTR calculée était de 2,7 µg.m$^{-3.}$ L'OEHHA a pris la moyenne géométrique de ces 2 valeurs pour estimer une VTR de 2,5 µg.m^{-3}.

3.2. VTR 8h

- **OEHHA, 2008 : 0,7 µg.m^{-3} / 8 heures**

Cette VTR est basée sur un LOAEL de 0,6 ppm (1,38 mg.m^{-3}) et un NOAEL de 0,2 ppm (0,46 mg.m^{-3}), correspondant à des **lésions de l'épithélium respiratoire** de 360 rats adultes Fisher-344 (Dorman *et al.*, 2008). Les rats ont été exposés de façon discontinue 6 heures par jour, 5 jours par semaine pendant 65 jours. Le NOAEL a été extrapolé pour une exposition continue à 0,16 mg.m^{-3} (0,46×6/24×5/7×20/10). Cette concentration a été ajustée pour une exposition humaine à 0,14 mg.m^{-3} (0,16×0,85). Il a été appliqué un facteur d'incertitude de 200 (√10 pour l'utilisation d'une étude subchronique, 2 pour l'utilisation d'un facteur d'ajustement à l'Homme analogue à d'autres substances chimiques, √10 pour le manque de donnée sur l'extrapolation inter-espèces et 10 pour l'exacerbation de l'asthme chez les enfants).

3.3. VTR intermédiaires

- **ATSDR, 2007 : 4.10^{-5} ppm (9,2 10^{-2} µg.m^{-3}) / 14-365 jours**

Cette valeur est dérivée de l'étude de Feron *et al.* (1978) menée sur des rats, hamsters et lapins exposés 6 heures par jour, 5 jours par semaine pendant 13 semaines à des concentrations d'acroléine de 0, 0,9, 3,2 ou 11 mg.m^{-3}. Un LOAEL de 0,4 ppm (0,9 mg.m^{-3}) est observé pour de **légères modifications histopathologiques nasale** des rats. Un LOAEL ajusté de 0,012 ppm a été calculé pour tenir compte d'une exposition continue et des différences allométriques entre l'espèce animale et l'Homme., auquel il a été appliqué un facteur d'incertitude de 300 (10 pour la variabilité au sein de l'espèce humaine, 10 pour l'utilisation d'un LOAEL au lieu d'un NOAEL et 3 pour l'extrapolation de données animales à l'homme).

3.4. VTR chroniques

3.4.1. Effets non cancérigènes

- **EPA, 2003 : 0,02 µg.m^{-3}**

Cette valeur a été obtenue à partir des résultats de l'étude de Feron *et al.* (1978) menée sur des rats, hamsters et lapins exposés 6 heures par jour, 5 jours par semaine pendant 13 semaines à des concentrations d'acroléine de 0, 0,9, 3,2 ou 11 mg.m^{-3}. De légères **modifications histopathologiques** ont été observées **dans la cavité nasale** d'un des 12 rats exposés à 0,4 ppm (0,9 mg.m^{-3}). Cette valeur a été considérée comme LOAEL et ajustée à une exposition continue selon le calcul suivant : 0,9 mg.m^{-3}x 6 heures/24 x 5 jours/7 = 0,16 mg.m^{-3}.

Cette concentration a ensuite été ajustée à 0.02 mg.m^{-3}pour tenir compte des différences allométriques entre l'espèce animale et l'Homme, selon le calcul suivant : $LOAEL_H = LOAEL_A \times (VA/SAA)/(VH/SAH)$
Avec :

$LOAEL_H$ = LOAEL chez l'Homme
$LOAEL_A$ = LOAEL chez l'animal ajusté sur la durée d'exposition
VA = taux de ventilation chez le rat = 0.20 m^3/j
SAA = aire de la région extra-thoracique des rats = 15 cm^2
VH = taux de ventilation chez l'Homme = 20 m^3/j
SAH = aire de la région extra-thoracique chez l'Homme = 200 cm^2

Il est appliqué un facteur d'incertitude de 1 000 (3 pour la transposition de l'animal à l'Homme, 10 pour la variabilité au sein de l'espèce humaine, 10 pour l'adaptation d'une étude subchronique à des résultats chroniques, 3 pour l'utilisation d'un LOAEL au lieu d'un NOAEL).
L'US-EPA a utilisé l'étude de Feron plutôt que celle de Cassee comme Santé Canada pour établir cette RfC pour plusieurs raisons : un nombre d'animaux testés plus important, une durée d'exposition plus longue, un test chez des espèces variées et chez les deux sexes, une meilleure caractérisation des effets et de la relation dose-réponse. L'US-EPA rapporte aussi que dans l'étude de Cassee ne sont pas discutés la persistance ou la réversibilité des changements histopathologiques dans le groupe exposé aux faibles doses pendant plus de 3 jours.

- **Santé Canada, 2000 : 0,4 µg.m^{-3}**

Santé Canada a établi une concentration admissible (CA) par inhalation de 0,4 µg.m^{-3} à partir d'une étude de Cassee *et al.*, 1996. Cette valeur est basée sur une Benchmark Concentration (BMC) de 0,14 mg.m^{-3} associée à une augmentation de **la fréquence des lésions de l'épithélium nasal** de 5% chez le rat Wistar mâle (5-6 animaux exposés / 19 témoins). Les animaux ont été exposés à 4 doses (0, 0,6, 1,5 ou 3,2 mg.m^{-3}), 6 heures par jour, pendant 3 jours. Un facteur de 6/24 (6 heures sur 24 heures) a été appliqué pour l'extrapolation d'une exposition intermittente à une exposition continue. Enfin un facteur de 100 a été appliqué : 10 pour tenir compte des variations inter espèces et 10 pour les variations intra-espèces. Santé Canada n'a pas jugé utile d'ajouter un facteur d'incertitude supplémentaire de 10 pour la durée d'exposition courte car il n'existe pas de preuve que la gravité des effets critiques s'accroît avec la durée d'exposition.

- **OMS-IPCS, 2002 : 0,4 µg.m^{-3}**

L'OMS a établi une concentration tolérable (« Tolerable Concentration » : TC) à partir de l'étude de Cassee *et al.*, 1996. Cette valeur est basée sur une Benchmark Concentration (BMC_{05}) de 0,14 mg.m^{-3} associée à une augmentation de **la fréquence des lésions de l'épithélium nasal** de 5% chez le rat Wistar mâle (5-6 animaux exposés / 19 témoins). Les animaux ont été exposés à 4 doses (0, 0,6, 1,5 ou 3,2 mg.m^{-3}), 6 heures par jour, pendant 3 jours. Un facteur de 6/24 (6 heures sur 24 heures) a été appliqué pour l'extrapolation d'une exposition intermittente à une exposition continue. Enfin un facteur de 100 a été appliqué : 10 pour tenir compte des variations inter espèces et 10 pour les variations intra-espèces.

- **OEHHA, 2008 : 0,35 µg.m^{-3}**

Cette VTR est établie à partir d'un LOAEL de 0,6 ppm (1,38 mg.m^{-3}) et d'un NOAEL de 0,2 ppm (0,46 mg.m^{-3}) établi chez 360 rats Fisher 344 adultes exposés 6 heures par jour, 5 jours par semaine pendant 65 jours (Dorman *et al.*, 2008). Il est observé des **lésions de l'épithélium respiratoire**. Le NOAEL est ajusté sur l'exposition (×6/24 ×5/7) à 0,08 mg.m^{-3} et pour une concentration humaine à 0,07 mg.m^{-3} (x0,85). Il est appliqué un facteur d'incertitude de 200 (√10 pour l'utilisation d'une exposition subchronique, 2 pour l'ajustement à la durée d'exposition par analogie avec d'autres molécules chimiques, √10 pour l'extrapolation interespèces sans donnée sur la toxicodynamie et 10 pour la possibilité d'exacerbation de l'asthme chez les enfants).

3.4.2. Effets cancérigènes

Il n'a pas été recueilli de VTR associées à ce type d'effets pour cette voie et cette durée d'exposition.

4. Valeurs toxicologiques de référence par voie digestive

4.1. VTR aiguës

Il n'a pas été retrouvé de VTR aiguë pour cette voie et cette durée d'exposition.

4.2. VTR intermédiaires

- **ATSDR, 2007 : 4 µg.kg^{-1}.j^{-1} / 14-365 jours**

La VTR est dérivée de l'étude du NTP (NTP, 2006) qui a porté sur des groupes de 10 rats par sexe et par doses d'exposition (0,75, 1,25, 2,5, 5 et 10 mg.kg^{-1}.j^{-1}) et des groupes de 10 souris par sexe et doses d'exposition (1,25, 2,5, 5, 10 et 20 mg.kg^{-1}.j^{-1}), gavés pendant 14 semaines. Une benchmark dose BMD10 de 0,36 mg.kg^{-1}.j^{-1} a été calculée pour des **desquamations épithéliales de l'estomac** de souris à laquelle il a été appliqué un facteur d'incertitude de 100 (10 pour la variabilité humaine et 10 pour l'extrapolation des données animales à l'homme).

4.3. VTR chroniques

4.3.1. Effets non cancérigènes

- **EPA, 2003 : 0,5 µg.kg^{-1}.j^{-1}**

En 2003, l'agence américaine a déterminé une VTR de 0,5 µg.kg^{-1}.j^{-1} pour une **diminution de la survie** observée sur des rats gavés dans une étude de Parent *et al.* (1992). Dans l'expérience menée, des doses d'acroléine de 0, 0,05, 0,5 ou 2,5 mg/kg ont été administrées quotidiennement par gavage d'eau à des rats Sprague-Dawley. Au bout de 2 ans d'exposition, une réduction de la survie statistiquement significative (basée sur 4 tests statistiques différents) a été notée pour le groupe exposé à la dose moyenne, et ceci a également été démontré pour le groupe exposé à la plus forte dose par 3 des 4 tests statistiques considérés. Aucune différence de survie n'a été observée chez les animaux du groupe exposé à la plus petite dose (0,05 mg.kg^{-1}.j^{-1}) comparativement aux cas-témoins. Aussi, la dose 0,05 mg.kg^{-1}.j^{-1} a été considérée comme NOAEL. Un facteur d'incertitude de 100 (10 pour la variabilité inter-espèces et 10 pour la variabilité intra-espèces) a été appliqué.

- **Santé Canada, 2000 : 7,5 µg.kg^{-1}.j^{-1} (provisoire)**

Santé Canada a utilisé les résultats préliminaires d'une étude plus récente (NTP, National Toxicology Programme, 1998) réalisée chez le rat par gavage d'acroléine en solution pendant 13 semaines pour établir une Concentration Admissible (CA) provisoire de 7,5 µg.kg^{-1}.j^{-1} pour des **lésions du système gastro-intestinal** (hyperplasie, nécrose, inflammation et hémorragie). Aucun effet nuisible n'a été mis en évidence à 0,15 mg/mL (NOAEL) soit une dose de 0,75 mg.kg^{-1}.j^{-1}. A partir de ce NOAEL a été calculé la CA en appliquant un facteur de sécurité de 100 (10 pour tenir compte des variations inter espèces et 10 pour les variations intra-espèces).

- **OMS-IPCS, 2002 : 7,5 µg.kg^{-1}.j^{-1} (provisoire)**

L'OMS a utilisé les résultats préliminaires d'une étude plus récente (NTP, National Toxicology Programme, 1998) réalisée chez le rat par gavage d'acroléine en solution pendant 13 semaines pour établir une concentration tolérable (« Tolerable Concentration » : TC) provisoire de 7,5 µg.kg^{-1}.j^{-1} pour des **lésions du système gastro-intestinal** (hyperplasie, nécrose, inflammation et hémorragie). Aucun effet néfaste n'a été mis en évidence à 0,15 mg/mL (NOAEL) soit une dose de 0,75 mg.kg^{-1}.j^{-1}. A partir de ce NOAEL a été calculé la TC en appliquant un facteur de sécurité de 100 (10 pour tenir compte des variations inter espèces et 10 pour les variations intra-espèces).

4.3.2. Effets sans seuil

Il n'a pas été retrouvé de VTR aiguë pour cette voie et cette durée d'exposition.

5. Choix des valeurs toxicologiques de référence

5.1. Choix des VTR selon la note DGS d'octobre 2014

D'après la note d'information *N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués*, il est recommandé de sélectionner la VTR proposée par l'un des organismes suivant : Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA.

Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données. A défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors cette VTR doit être retenue, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.
En l'absence d'expertise nationale, la VTR à retenir correspond à la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.
Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA est utilisée.

Acroléine **Choix des VTR selon la note DGS d'octobre 2014**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	6,9 µg.m^{-3}	1-14 j	H	Irritations du nez et des poumons	LOAEL = 690 µg.m^{-3}	100	ATSDR, 2007 (Weber-Tschopp *et al.*, 1977)
	8h	0,7 µg.m^{-3}	8h	A	Lésions de l'épithélium respiratoire	NOAEL = 0,14 mg.m^{-3}	200	OEHHA, 2008 (Dorman *et al.,* 2008)
	Intermédiaire	9,2 10^{-2} µg.m^{-3}	14 -365 j	A	Modifications histopathologiques nasales	LOAEL = 0,9 mg.m^{-3}	300	ATSDR, 2007 (Feron *et al.,* 1978)
	Chronique – effets non cancérigènes	0,02 µg.m^{-3}	-	A	Modifications histopathologiques nasales	LOAEL = 0,09 mg.m^{-3}	1000	EPA, 2003 (Feron *et al.,* 1978)
	Chronique – effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-
Digestive	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	0,004 mg.kg^{-1}.j^{-1}	14-365 j	A	Desquamations épithéliales de l'estomac	BMD10 = 0,36 mg.kg^{-1}.j^{-1}	100	ATSDR, 2007 (NTP, 2006)
	Chronique – effets non cancérigènes	0,5 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Diminution de la survie	NOAEL = 0,05 mg.kg^{-1}.j^{-1}	100	EPA, 2003 (Parent *et al.,* 1992)
	Chronique – effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-

5.2. Choix raisonné des VTR

Lorsque plusieurs VTR sont disponibles pour une même voie et une même durée d'exposition, les VTR peuvent être sélectionnées selon des critères de choix raisonnés. Cette démarche repose sur des critères de choix scientifiques établis à partir des recommandations, entre autres, de l'InVS (2002), de l'Ineris (2003), de l'AFSSET (2007) et de Doornaert B. *et al.,* (2006) :

- Adéquation des voies d'exposition,
- Adéquation des durées d'exposition,
- Adéquation de la forme chimique,
- Transparence de l'explication de l'élaboration de la VTR (facteurs de sécurité, nature et caractéristiques des effets observés…),
- Analyse de la qualité scientifique de la VTR,
- Pertinence des données humaines ou de la transposition chez l'homme à partir de données animales : Les études menées chez l'homme sont favorisées si elles sont de qualité égale aux études réalisées chez l'animal,
- Date de mise à jour de la VTR et de l'étude clef.

Le choix raisonné concerne les VTR pour lesquelles il n'existe pas encore d'expertise nationale, soit sur sa construction soit sur son choix (Anses, Ineris).

5.2.1. VTR aiguë respiratoire

- **Effets sur le système oculaire : 2,5 µg.m^{-3} sur 1h (OEHHA, 2008)**

La VTR de l'OEHHA est retenue car elle est basée sur 2 études clés, dont celle qui a servi à élaborer la VTR de l'ATSDR.

5.2.2. VTR 8h respiratoire

- **VTR = 0,7 µg.m^{-3} sur 8h (OEHHA, 2008)**

L'OEHHA est le seul organisme a proposé une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.3. VTR intermédiaires respiratoire

- **VTR = 9,2 10^{-2} µg.m^{-3} (ATSDR, 2007)**

L'ATSDR est le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.4. VTR chroniques respiratoire

- **Effets non cancérigènes (système respiratoire) : 0,35 µg.m^{-3} (OEHHA, 2008)**

La VTR de l'OEHHA est préférée aux VTR de l'EPA et de Santé Canada car l'étude princeps est beaucoup plus récente (2008). La revue de la littérature prend en compte les études utilisées par l'EPA et Santé Canada.

- **Effets cancérigènes**

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie d'exposition et cette durée d'exposition. A noter par ailleurs que l'acroléine n'est pas génotoxique, il s'agit donc d'une substance cancérigène à seuil de dose.

5.2.5. VTR aiguës digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR aiguë pour cette voie d'exposition et cette durée d'exposition.

5.2.6. VTR intermédiaire digestive

- **Effets systémique à seuil (système digestif) : 0,004 mg.kg^{-1}.j^{-1} (ATSDR, 2007)**

L'ATSDR est le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.7. VTR chronique digestive

- **Effets non cancérigènes (système digestif) : 7,5 µg.kg^{-1}.j^{-1} (Santé Canada, 2000 ; OMS-IPCS, 2002)**

Les VTR de Santé Canada et de l'OMS sont strictement identiques pour des effets sur le système digestif.

- **VTR : 0,5 µg.kg^{-1}.j^{-1} (EPA, 2003)**

Parmi les 3 VTR disponibles, 2 sont identiques et sont issues des mêmes études source. Les 2 VTR restantes sont jugées de qualité équivalente (tests effectués sur des animaux et étude princeps récentes). Par conséquent, la VTR la plus sévère est finalement retenue. Il s'agit de la VTR de 0.5 µg.kg^{-1}.j^{-1} proposée par l'EPA.

- **Effets cancérigènes**

Il n'a pas été retrouvé de VTR à seuil pour cette voie d'exposition et cette durée d'exposition. A noter par ailleurs que l'acroléine n'est pas génotoxique, il s'agit donc une substance cancérigène à seuil de dose.

Acroléine **Choix raisonné des valeurs toxicologiques de référence**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	6,9 µg.m^{-3}	1-14 j	H	Irritations du nez et des poumons	LOAEL = 690 µg..m^{-3}	100	ATSDR, 2007 (Weber-Tschopp *et al.*, 1977)
		2,5 µg.m^{-3}	1h	H	Irritations oculaires	LOAEL = 149,5 µg.m^{-3}	60	OEHHA, 2008 (Darley *et al.,* 1960 ; Weber-Tschopp *et al.*, 1977)
	8h	0,7 µg.m^{-3}	8h	A	Lésion de l'épithélium respiratoire	NOAEL = 0,46 µg.m^{-3}	200	OEHHA, 2008 (Dorman *et al.*, 2008)
	Intermédiaire	9,2 10^{-2} µg.m^{-3}	14 -365 j	A	Modifications histopathologiques nasales	LOAEL = 0,02 mg.m^{-3}	300	ATSDR, 2007 (Feron *et al.,* 1978)
	Chronique – effets non cancérigènes	0,35 µg.m^{-3}	-	A	Lésions de l'épithélium respiratoire	NOAEL = 0,07 mg.m^{-3}	200	OEHHA, 2008 (Dorman *et al.,* 2008)
	Chronique – effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-
Digestive	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	0,004 mg.kg^{-1}.j^{-1}	14-365 j	A	Desquamations épithéliales de l'estomac	BMD10 = 40 mg.kg^{-1}.j^{-1}	100	ATSDR, 2007 (NTP, 2006)
	Chronique – effets non cancérigènes	7,5 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Lésions du système gastro-intestinal	NOAEL = 0,75 mg.kg^{-1}.j^{-1}	100	Santé Canada, 2000 ; OMS-IPCS, 2002 (NTP, 1998)
		0,5 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Diminution de la survie	NOAEL = 0,05 mg.kg^{-1}.j^{-1}	100	EPA, 2003 (Parent *et al.,* 1992)
	Chronique – effets non cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-

6. Valeurs d'exposition professionnelles

VLE = 0,25 $mg.m^{-3}$ (INRS, 2008).

7. Bibliographie

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2007, Toxicological Profile for Acrolein, http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp124.html (consulté en mars 2011)

AIHA (American Industrial Hygiene Association). ERPG, 2010 Acrolein http://www.aiha.org/foundations/guidelinedevelopment/erpg/Pages/default.aspx?highlighting=ERPG (consulté en mars 2011)

EPA (Environmental Protection Agency), 2003, Acrolein (CASRN 107-02-8), http://www.epa.gov/ncea/iris/subst/0364.htm#carc (consulté en mars 2011)

EPA (Environmental Protection Agency), 2010, Acroléine (CASRN 107-02-8), Acute exposure Guidelines levels for selected airborne chemicals. Vol 8, 464 p (consulté en mars 2011)

Santé Canada, 2000, Acroléine, Loi canadienne sur la protection de l'environnement. Liste des substances d'intérêt prioritaire. Rapport d'évaluation, 68 p (consulté en mars 2011)

Ineris (Institut National de l'Environnement et des Risques Industriels), 2008, Seuils de toxicité aiguë. Acroléine, Rapport n°04DR191, 54 p.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), 1999, Fiche toxicologique FT57, Acroléine, 6 p.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), juin 2008, Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France, ED 984, 23 p.

IPCS-Inchem (International Program on Chemical Safety), 2002, Concise international chemical assessment document 43, Acrolein, http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad43.pdf (consulté en mars 2011).

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Acute, 8-hour and Chronic Reference Exposure Levels (chRELs) as on December 18, 2008, http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2008/AppendixD1_final.pdf#page=42 (consulté en mars 2011).

OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 2000, Air Quality Guidelines for Europe - 2nd édition, 288p.

RIVM (Rijksinstituut Voor Volksgezondheid), 2001, Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels.

Benzène (N° CAS 71-43-2)

1. Généralités

1.1. Identification

Le benzène est, à température et pression ambiante, un liquide incolore, à odeur aromatique. Il est extrêmement inflammable (INRS, 2004).

1.2. Utilisation

Le benzène est principalement utilisé pour produire de l'éthylbenzène servant à la synthèse du styrène destiné à la fabrication de matières plastiques et d'élastomères. Comme sous-produits du pétrole, il entre également dans la composition de l'essence pour automobile (caractéristiques antidétonantes dans l'essence sans plomb) (Ineris, 2006).

1.3. Sources d'exposition

Le benzène peut être d'origine naturelle (feux de forêt, activité volcanique) ou anthropique (gaz d'échappement, émanations lors du remplissage d'un réservoir automobile). La fabrication d'éthylbenzène, de cumène ou de cyclohexane peut amener à libérer du benzène dans l'atmosphère. La fumée de cigarette en contient (Ineris, 2006).

1.4. Concentrations et comportements environnementaux

Dans l'air, le benzène existe principalement sous forme gazeuse. Il est dégradé par les radicaux hydroxyls formés par réactions photochimiques.
Dans l'eau, le benzène est volatil. Il est également soluble et donc le benzène atmosphérique se redépose au sol par les précipitations.
Dans les sols, le benzène est mobile du fait de sa volatilité et de sa solubilité qui l'entraîne vers les eaux. La littérature rapporte donc peu de concentrations en benzène dans les sols.
Dans les végétaux le benzène proviendrait à la fois du sol (cresson, orge) et du transfert air-feuille.
Il n'y a pas d'accumulation et de bioamplification dans la chaîne alimentaire du benzène chez les organismes aquatiques ou terrestres.

Concentrations environnementales en benzène

Milieu	Concentration	Caractéristique des mesures	Source
Air	zone rurale éloignée : 0,5 µg.m^{-3} zone rurale : 1,5 µg.m^{-3} zone urbaine = zone suburbaine = intérieur : 5,8 µg.m^{-3}	concentrations médianes américaines de 1975 à 1985 sur 300 sites répartis dans 42 villes	OMS, 1993 ATSDR, 2005
	zones rurales < 1,2 µg.m^{-3} zones urbaines : 4,4 µg.m^{-3}	échantillons canadiens	Santé Canada, 1993
Eau	eaux de surfaces < 1 µg.L^{-1}	-	OMS, 1993
	eaux de surfaces < 1 µg.L^{-1} eaux non traitées < 2 µg.L^{-1}	échantillons canadiens	Santé Canada, 1993

1.5. Facteurs de conversion

1 ppm = 3,24 mg.m^{-3} (OEHHA, 1999)

2. Toxicité

2.1. Métabolisme

Le benzène pénètre dans l'organisme principalement par le tractus respiratoire. 50 % de la quantité inhalée est absorbée. Il se distribue largement dans l'organisme avec des concentrations préférentielles dans la moelle et les graisses. La métabolisation du benzène est hépatique et médullaire. Il est éliminé dans l'air expiré (10 à 50 %) et dans les urines (1 %).
Il n'est pas connu de pénétration par voie digestive chez l'Homme. D'après les études chez l'animal, l'absorption digestive serait complète.
L'exposition par absorption cutanée est secondaire (Ineris, 2006).

2.2. Toxicité aiguë

Par inhalation, l'exposition aiguë au benzène agit sur le système nerveux central. A faible dose, les manifestations sont une excitation, des troubles de la parole, des céphalées, des vertiges, des insomnies, des nausées, des paresthésies dans les mains et les pieds et de la fatigue. A de fortes doses, les manifestations sont une excitation puis une narcose (Ineris, 2006).

2.3. Toxicité chronique

2.3.1. Effets systémiques

Le benzène est hémotoxique (anémie, thrombopénie, lymphopénie, leucocytopénie, leucémie…) pour des expositions supérieures à 10 $mg.m^{-3}$ et immunotoxique.

2.3.2. Effets cancérigènes

Plus de 25 études ont rapporté une augmentation des taux de cancers suite à des expositions professionnelles au benzène. Il s'agit de leucémies (en particulier la leucémie aiguë myéloïde). D'autres affections du tissu hématopoïétique, tel que les lymphomes malins non hodgkiniens sont également associés significativement avec l'exposition au benzène.

Classements cancérigène du benzène	
Classement	Organisme
I	JOCE (2004)[1]
1A	JOCE (2008)[2]
I	CIRC (1987)
A	EPA (1998)
cancérigène pour l'Homme	Santé Canada (1991)

[1]Annexe I de la directive 67/548/CE
[2]Annexe VI du règlement CLP n°1278/2008

2.3.3. Effets génotoxiques

L'Union Européenne a classé le benzène comme mutagène de catégorie 2 (JOCE, 2004) ou mutagène pour les cellules germinales de catégorie 1B selon le règlement CLP (JOCE, 2008).
La génotoxicité du benzène a été étudiée de nombreuses fois. Le benzène n'induit pas de mutation génique sur les études *in vitro* mais plusieurs études *in vivo*, animales et humaines, ont mis en évidence des aberrations chromosomiques et des échanges de chromatides sœurs. Les données *in vivo* indiquent donc que le benzène est mutagène pour l'homme.

2.3.4. Effets sur la reproduction et le développement

L'Union Européenne n'a pas classé le benzène comme reprotoxique (JOCE, 2004 ; JOCE, 2008).
Le benzène passe la barrière placentaire et est retrouvé dans la moelle osseuse du fœtus. Les études sont contradictoires sur la possibilité que le benzène ait un effet sur la reproduction et le développement. Il n'a pas pu être établi de lien causal (Ineris, 2006).

3. Valeurs toxicologiques de référence par voie respiratoire

3.1. VTR aiguës

- **ATSDR, 2007 : 29 µg.m^{-3} / 1-14 jours**

Cette VTR est basée sur un LOAEL de 33 mg.m^{-3} pour des **effets immunologiques** chez des souris mâles C57BL/6J exposées à des concentrations de 0, 10,2, 31, 100, 301 ppm de benzène, 6 heures par jours pendant 6 jours (Rozen *et al.*, 1984). Le LOAEL a ensuite été ajusté à une exposition continue pour l'Homme à 8,3 mg.m^{-3}. Il y est appliqué un facteur d'incertitude de 300 (10 pour l'utilisation d'un LOAEL, 3 pour l'extrapolation de l'animal à l'Homme et 10 pour tenir compte des sensibilités individuelles).

- **OEHHA, 2014 : 27µg.m^{-3} / 1 heure**

Cette VTR est basée sur un LOAEL de 16 mg.m^{-3} pour **des effets toxiques sur les fœtus** (baisse du nombre de cellules rouge) chez des souris en gestation exposées 6 heures par jours pendant 10 jours (6ème au 15ème jours de gestation) à des concentrations de 0, 5, 10 ou 20 ppm de benzène (Keller and Snyder, 1988). Un facteur d'incertitude de 600 a été appliqué à ce LOAEL (3 pour l'utilisation d'un LOAEL, 6 pour la variabilité inter-espèce et 30 pour la variabilité intra-espèce).

3.2. VTR 8h

- **OEHHA, 2014 : 3 µg.m-^{3}**

Cette VTR a été établie à partir des résultats d'une étude chez une cohorte de 250 travailleurs d'une manufacture de chaussures exposés au benzène 8 heures par jour, 6 jours par semaine pendant une durée moyenne de 6,1 ans (Lan et al., 2004). Cette VTR est basée sur une BMCL0,5 de 0,476 ppm pour des effets hématologiques (sanguins) (diminution du nombre de globules rouges). Après ajustement de la durée d'exposition (0,476 x 10/20 x 6/7), la concentration équivalente humaine est de 0,204 ppm (660 µg.m-3). Un facteur de sécurité de 200 est appliqué (3 pour une durée d'exposition sub-chronique et 60 pour la variabilité intra-espèce). La VTR sur 8h est la même que la VTR chronique.

3.3. VTR intermédiaires

- **ATSDR, 2007 : 0,006 ppm (19,4 µg.m^{-3}) / 15 – 365 jours**

La VTR est basée sur l'étude de Rosenthal and Snyder (1987) qui ont exposé des souris mâle type C57B1/6 à 10, 30 ou 100 ppm de benzène, 6 heures par jour, 5 jours par semaine pendant 20 jours. Un LOAEL de 10 ppm est établi pour une **réaction lymphocytaire retardée**. Le LOAEL est ajusté pour une exposition continue (6h/24h et 5j/7j). Un LOAEL équivalent humain de 1,8 ppm est calculé auquel est appliqué un facteur d'incertitude de 300 (10 pour l'utilisation d'un LOAEL, 3 pour l'extrapolation de l'animal à l'homme et 10 pour la variabilité humaine).

3.4. VTR chroniques

3.4.1. Effets non cancérigènes

- **EPA, 2003 : 30 µg.m^{-3}**

Pour une exposition chronique, l'EPA a établi en avril 2003 une concentration de référence de 30 µg.m^{-3} à partir de la valeur limite la plus faible à 95 % de la Benchmark concentration low (BMCL) de 23 mg.m^{-3}, ajustée à une exposition continue, soit 8,2 mg.m^{-3}. Cette BMCL modélise la **baisse du nombre de lymphocytes dans le sang** de 44 travailleurs chinois (Shangaï) de plus de 44 ans exposés au benzène pendant au moins 6 mois par voie respiratoire et rapportée par l'étude de Rothman *et al.* (1996). Un facteur de sécurité de 300 a été appliqué (3 pour un facteur d'extrapolation à l'utilisation d'une BMD, 10 pour tenir compte des variations intra-espèces et protégr les populations sensibles, 3 pour l'extrapolation d'une exposition subchronique à une exposition chronique et 3 pour le manque de données).

- **ATSDR, 2007 : 9,72 µg.m^{-3}**

L'ATSDR a proposé, en 2007, une CAA de 0,003 ppm en s'appuyant sur l'apparition d'une hématotoxicité chez des travailleurs chinois d'une manufacture de chaussures, exposés pendant environ 6 ans (±2,9 ans) à de faibles niveaux de benzène, décrite dans l'étude (Lan *et al.*, 2004) : 250 travailleurs dont 2 tiers de femmes et 140 travailleurs témoins. Pour dériver sa VTR, l'ATSDR a utilisé une approche BMD (Benchmarck dose) car l'étude princeps n'identifiait pas de NOAEL, mais un LOAEL. La BMD estimé était de 0,1 ppm (0,324 mg.m^{-3}). L'effet critique défini est la **diminution du nombre de lymphocytes B**. Après ajustement à une exposition

continue (0,097 $mg.m^{-3}$ = 0,324 x 2/24 x 6/7), et application d'un facteur d'incertitude de 10 (pour la variabilité humaine), l'ATSDR obtient une VTR de 9,7 $\mu g.m^{-3}$ (0,003 ppm).

- **OEHHA, 2014 : 3 $\mu g.m^{-3}$**

Cette VTR a été établie à partir des résultats d'une étude chez une cohorte de 250 travailleurs d'une manufacture de chaussures exposés au benzène 8 heures par jour, 6 jours par semaine pendant une durée moyenne de 6,1 ans (Lan *et al.*, 2004). Cette VTR est basée sur une $BMCL_{0,5}$ de 0,476 ppm pour des effets hématologiques (sanguins) (**diminution du nombre de globules rouges**). Après ajustement de la durée d'exposition (0,476 x 10/20 x 6/7), la concentration équivalente humaine est de 0,204 ppm (660 $\mu g.m^{-3}$). Un facteur de sécurité de 200 est appliqué (3 pour une durée d'exposition sub-chronique et 60 pour la variabilité intra-espèce).

3.4.2. Effets cancérigènes

- **Anses, 2013 : 2,6 10^{-5} $(\mu g.m^{-3})^{-1}$**

L'Anses a élaboré une VTR sans seuil de dose à partir de la ré-analyse des données de la cohorte de travailleurs « Pliofilm » (Richardson, 2008). Ces travailleurs (n=748) ont été exposé au benzène de 1940 à 1949 et suivi jusqu'en 1981. La cohorte « Pliofilm » de l'Ohio constitue une base de données valable pour l'évaluation du risque de cancer chez l'Homme découlant d'une exposition au benzène. En effet, cette cohorte est celle qui a été le moins exposée en milieu de travail à d'autres substances potentiellement cancérogènes qui pourraient influer sur l'analyse du risque associé au benzène. De plus, les travailleurs de « Pliofilm » ont été exposés à un plus grand éventail de concentrations estimées de benzène que les travailleurs impliqués dans d'autres études de cohortes. Les études épidémiologiques fournissent des preuves significatives d'une association causale entre l'exposition au benzène et certaines leucémies (leucémie myéloblastique aigüe, leucémie aiguë lymphoblastique et leucémie myéloïde chronique). L'Anses retient donc comme effet critique l'augmentation de **l'incidence des leucémies**. La VTR cancérogène du benzène correspond à l'excès de risque unitaire (ERU) qui est égal au risque relatif moins 1 divisé par le niveau d'exposition et le facteur de conversion (1 ppm de benzène en exposition professionnelle est égale à 1,096 $mg.m^{-3}$ de benzène en exposition continue). Ainsi pour une exposition cumulée de 10 ppm-années au benzène, dans les 10 ans suivant la fin de l'exposition, l'excès de risque (RR) était de 1,19 avec un intervalle de confiance à 95% compris entre 1,10 et 1,29.

- **Santé Canada, 1993 : 15 $mg.m^{-3}$**

Santé Canada a établit une concentration tumorigène CT_{05} de 15 $mg.m^{-3}$ à partir de l'étude chez l'Homme (Rinsky *et al.*, 1987), pour le **risque de leucémies**.

- **EPA, 2000 : 2,2 à 7,8 10^{-6} $(\mu g.m^{-3})^{-1}$**

L'US-EPA propose en 2003 une VTR pour le **risque de leucémie** par la voie respiratoire allant de 2,2 à 7,8 10-6 $(\mu g.m^{-3})^{-1}$. Elle est dérivée d'une étude de cohorte professionnelle (travailleurs de Pliofilm, Rinsky *et al.* 1981, 1987) jugée plus valide que les nombreuses autres études épidémiologiques sur les effets cancérigènes du benzène en raison d'une grande spécificité de l'exposition (pas de co-exposition à d'autres cancérigènes). Elle présente aussi l'avantage d'inclure des niveaux d'exposition assez étendus. Le modèle d'extrapolation hautes doses / basses doses a été choisi après une étude ayant permis de tester 96 combinaisons de 4 facteurs les plus influents :

- le type de cancer considéré,
- l'utilisation d'un modèle additif ou multiplicatif,
- l'hypothèse d'une linéarité ou non de la relation dose réponse,
- Différentes méthodes d'estimation de l'exposition.

  Finalement, l'étendue de la VTR de l'US-EPA est dictée par le modèle linéaire à partir des différentes méthodes d'estimation de l'exposition. Selon l'US-EPA la qualité scientifique de cette VTR actualisée en 1998 n'est pas différente de celle établie provisoirement en 1985 à 8,1 10^{-6} $(\mu g.m^{-3})^{-1}$ (US-EPA, 2003).

- **OMS, 2000 : 4,4 à 7,5 10^{-6} $(\mu g.m^{-3})^{-1}$**

L'OMS s'appuie sur les mêmes études que l'US-EPA pour recommander une VTR de 4,4 à 7,5 10^{-6} $(\mu g.m^{-3})^{-1}$ correspondant au risque de **leucémie**. La différence entre les deux étendues de valeur vient d'un choix différent concernant la méthode d'estimation des expositions. L'OMS précise que la moyenne géométrique de 6 10^{-6} $(\mu g.m^{-3})^{-1}$ peut être utilisée (OMS, 2000).

- **RIVM, 2001 : 5.10^{-6} $(\mu g.m^{-3})^{-1}$**

Le RIVM utilise une valeur limite de 20 $\mu g.m^{-3}$ construite en 1999 par un groupe de travail européen qui correspond à un risque cancérigène de 10^{-4} (approche linéaire) vie entière. Cette concentration correspond à un excès de risque unitaire de 5.10^{-6} $(\mu g.m^{-3})^{-1}$. Les études ayant servi à la construction de cette VTR sont les mêmes que celles utilisées par l'US-EPA et par l'OMS (RIVM, 2001). Les effets considérés sont des **leucémies**.

- **OEHHA, 2009 : $2,9.10^{-5}$ $(\mu g.m^{-3})^{-1}$**

L'OEHHA a fixé un ERU de $2,9.10^{-5}$ $(\mu g.m^{-3})^{-1}$ à partir d'une étude chez des travailleurs exposés au benzène par inhalation et pour une incidence de cas de **leucémie** au sein de la cohorte étudiée (Rinsky *et al.* 1981). L'excès de risque a été calculé en utilisant des données chez l'animal et chez l'Homme pour l'estimation quantitative du risque (CDHS, 1984).

4. Valeurs toxicologiques de référence par voie digestive

4.1. VTR aiguës

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

4.2. VTR intermédiaires

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

4.3. VTR chroniques

4.3.1. Effets non cancérigènes

- **EPA, 2003 : 4 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$**

En avril 2003, l'US-EPA a aussi établi une RfD de 4 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ pour une **diminution du nombre de lymphocytes** à partir des résultats de l'étude de Rothman *et al* (1996). Cette VTR est basée sur la BMCL ajustée pour la voie orale soit une Benchmark dose (BMD) de 1,2 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$. Cette BMD a été appliquée d'un facteur de 300 (3 pour un facteur d'extrapolation à l'utilisation d'une BMD, 10 pour tenir compte des variations intra-espèces et protéger les populations sensibles, 3 pour l'extrapolation d'une exposition subchronique à une exposition chronique et 3 pour le manque de données.

- **ATSDR, 2007 : 0,5 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$**

Depuis 2007, l'ATSDR propose une VTR de 0,5 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ pour des expositions orales chroniques au benzène. Cette valeur s'appuie sur une extrapolation voie-à-voie réalisée à partir des résultats de l'étude (Lan *et al.*, 2004) sur l'hématotoxicité chez des travailleurs exposés à de faibles niveaux de benzène. Une analyse Benchmark dose (avec comme point critique, le **nombre de cellules B**) avait été réalisée sur cette étude épidémiologique portant sur 250 travailleurs (dont environ 2/3 de femmes) exposés au benzène dans deux fabriques de chaussures de Tianjin (Chine), et qui ont été comparés à un groupe témoins de 140 individus travaillant dans une fabrique de vêtements n'utilisant pas de benzène. L'extrapolation voie-à-voie a été réalisée à partir de la Benchmark concentration de 96 $\mu g.m^{-3}$, en considérant le poids moyen d'un adulte de 70 kg, un taux d'inhalation de 20 m^3/jour et un facteur de 0,5 pour tenir compte des différences de taux d'absorption du benzène par inhalation et par ingestion (respectivement de 50% contre 100%). Ceci conduit à une Benchmark dose de 14 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ (= 96 $\mu g.m^{-3}$ x 20 m^3/jour x 0,5 / 70 kg). Un facteur d'incertitude de 30 a ensuite été appliqué (3 pour l'extrapolation voie-à-voie et 10 pour la variabilité existant au sein de la population humaine).

4.3.2. Effets cancérigènes

- **EPA, 2000 : $1,5.10^{-5}$ et $5,5.10^{-5}$ $(\mu g.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$**

Le risque lié à l'ingestion d'eau n'a pas été évalué mais, sur la base des études épidémiologiques en milieu du travail (Rinsky et al., 1981, 1987; Paustenbach et al., 1993; Crump 1994; U.S. EPA, 1998; U.S. EPA, 1999), l'EPA a récemment proposé un ERU pour l'exposition orale par l'eau d'alimentation comprise entre $4,4.10^{-4}$ et $1,6.10^{-3}$ $(mg/L)^{-1}$ ou entre $1,5.10^{-2}$ et $5,5.10^{-2}$ $(mg/kg.j)^{-1}$. Celui-ci est établi par extrapolation des résultats pour la voie respiratoire pour un homme de 70 kg, un débit respiratoire de 20 m^3/j, un taux d'absorption par inhalation estimé à 50% de celui par voie orale. En utilisant ces valeurs, une concentration de 1 $\mu g.m^{-3}$ est extrapolée à une dose de 0,143 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ (=1 $\mu g.m^{-3}$ x 20 m^3/j x 50% / 70 kg). En divisant les valeurs de $2,2.10^{-6}$ et $7,8.10^{-6}$ $(\mu g.m^{-3})^{-1}$ par 0,143, on obtient les valeurs proposées pour le développement des **leucémies** par voie orale.

Cette valeur ne peut pas être utilisée pour des concentrations en benzène dans l'eau supérieures à 10 000 µg/L.

- **RIVM, 2001 : 3,3.10^{-5} (µg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$ (provisoire)**

Cette VTR est établie par dérivation de la VTR sans seuil pour la voie respiratoire (en utilisant une absorption par voie respiratoire de 50 % et une absorption par voie orale de 100 %). Les effets considérés sont des **leucémies**.

- **OEHHA, 2005 : 1,0.10^{-1} (µg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$**

L'OEHHA a dérivé la VTR digestive sans seuil à partir de l'étude clé ayant servi à dériver la VTR respiratoire sans seuil. Cette VTR a été établie à partir d'études épidémiologiques chez des travailleurs exposés au benzène par inhalation et pour une incidence de cas de **leucémie** au sein de la cohorte étudiée (Rinsky *et al.* 1981). L'excès de risque a été calculé en utilisant des données animales et humaines pour l'estimation quantitative du risque (CDHS, 1984). L'effet associé à la VTR inhalation n'étant pas un effet local, la VTR digestive sans seuil de l'OEHHA peut être utilisée en ERS.

5. Choix des valeurs toxicologiques de référence

5.1. Choix des VTR selon la note DGS d'octobre 2014

D'après la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, il est recommandé de sélectionner la VTR proposée par l'un des organismes suivant : Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA.
Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données. A défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors cette VTR doit être retenue, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.
En l'absence d'expertise nationale, la VTR à retenir correspond à la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.
Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA est utilisée.

Benzène **Choix des valeurs toxicologiques de référence selon la note DGS d'octobre 2014**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	29 µg.m^{-3}	1-14j	A	Effets immunologiques	LOAEL = 33 mg.m^{-3}	300	ATSDR, 2007 (Rozen *et al.,* 1984)
	8h	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	19,4 µg.m^{-3}	15-365 j	A	Réaction lymphocytaire retardée	LOAEL = 32,4 mg.m^{-3}	300	ATSDR, 2007 (Rosentehl et Snyder, 2007)
	Chronique – effets non cancérigènes	9,7 µg.m^{-3}	-	H	Baisse du nombre de lymphocytesB	BMC = 0,324 mg.m^{-3}	300	ATSDR, 2007 (Lans *et al*, 2004)
	Chronique – effets cancérigènes	2,6 10^{-5} (µg.m^{-3})$^{-1}$	-	H	Leucémie	-	-	Anses, 2014 (Richardson, 2008)
Digestive	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets non cancérigènes	0,5 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	H	Baisse du nombre de lymphocytes	BMC = 14 µg.kg^{-1}.j^{-1}	30	ATSDR, 2007 (Lans *et al*, 2004)
	Chronique – effets cancérigènes	1,5 10^{-2} à 5,5 10^{-2} (mg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$	-	H	Leucémie	-	-	EPA, 2000 (Rinsky *et al.*, 1981, 1987;)

5.2. Choix raisonné des VTR

Lorsque plusieurs VTR sont disponibles pour une même voie et une même durée d'exposition, les VTR peuvent être sélectionnées selon des critères de choix raisonnés. Cette démarche repose sur des critères de choix scientifiques établis à partir des recommandations, entre autres, de l'InVS (2002), de l'Ineris (2003), de l'AFSSET (2007) et de Doornaert B. *et al.* (2006) :

- Adéquation des voies d'exposition,
- Adéquation des durées d'exposition,
- Adéquation de la forme chimique,
- Transparence de l'explication de l'élaboration de la VTR (facteurs de sécurité, nature et caractéristiques des effets observés…),
- Analyse de la qualité scientifique de la VTR,
- Pertinence des données humaines ou de la transposition chez l'homme à partir de données animales : Les études menées chez l'homme sont favorisées si elles sont de qualité égale aux études réalisées chez l'animal,
- Date de mise à jour de la VTR et de l'étude clef.

Le choix raisonné concerne les VTR pour lesquelles il n'existe pas encore d'expertise nationale, soit sur sa construction soit sur son choix (Anses, Ineris).

5.2.1. VTR aiguë respiratoire

- **VTR = 27 µg.m^{-3} / 1h (OEHHA, 2014)**

Le VTR de l'OEHHA est retenue par rapport à celle de l'ATSDR, elle a été revue en 2014. D'autre part, les valeurs sont très proches.

5.2.2. VTR 8h respiratoire

- **VTR = 3 µg.m^{-3} / 8h (OEHHA, 2014)**

L'OEHHA est le seul organisme à proposer une VTR. Cette VTR est encore provisoire.

5.2.3. VTR intermédiaire respiratoire

- **VTR = 19,4 µg.m^{-3} / 15-365j (ATSDR, 2007)**

L'ATSDR est le seul organisme à proposer une VTR.

5.2.4. VTR chroniques respiratoire

- **Effets non cancérigènes : VTR = 3 µg.m^{-3} (OEHHA, 2014)**

L'Anses a émis un avis dans le cadre de l'établissement des valeurs guides dans l'air intérieur (VGAI) en 2008. Depuis, l'OEHHA a révisé sa VTR en 2014. L'expertise de l'Anses ne peut donc pas être suivie comme le recommande la note de la DGS d'octobre 2014. La VTR de l'EPA n'est pas retenue car elle est basée sur une étude clé plus ancienne que celle de l'ATSDR et de l'OEHHA. Ces 2 dernières VTR sont basées sur la même étude clé. La VTR de l'OEHHA est retenue car elle a été révisée en 2014.

- **Effets cancérigènes (système hématopoiëtique et immunologique) : 2,6 10^{-5} (µg.m^{-1})$^{-1}$ (Anses, 2014)**

Le choix raisonné concerne les VTR pour lesquelles il n'existe pas encore d'expertise nationale, soit sur sa construction soit sur son choix. L'expertise de l'Anses est doc retenue.

5.2.5. VTR aiguës digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie d'exposition et cette durée d'exposition.

5.2.6. VTR intermédiaire digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie d'exposition et cette durée d'exposition.

5.2.7. VTR chronique digestive

- **Effets non cancérigènes (système hématopoiëtique et immunologique) : 0,5 µg.kg^{-1}.j^{-1} (ATSDR, 2007)**

La VTR de l'ATSDR est préférée à celle de l'US-EPA car le nombre d'individus de l'étude princeps est plus important (240 versus 44), le nombre de groupes d'exposition est plus important (3 versus 2) et les concentrations d'exposition au benzène sont plus faibles.

- **Effets cancérigènes (système hématopoiëtique et immunologique) : 1,5 à 5,5 10^{-2} (mg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$ (EPA, 2000)**

La VTR de l'US-EPA est préférée à celle de l'OEHHA car elle dérive exclusivement de données épidémiologiques alors que celle de l'OEHHA est établie à partir de données animales et humaines.

Benzène **Choix raisonné des valeurs toxicologiques de référence**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	27 µg.m^{-3}	1h	A	Baisse du nombre de cellules rouge chez le fœtus	LOAEL = 16 mg.m^{-3}	600	OEHHA, 2014 (Keller and Snyder, 1988)
	8h	3 µg.m^{-3}	-	H	Effets hématologiques	BMCL = 1,5 mg.m^{-3}	200	OEHHA, 2014 (Lan *et al*, 2004)
	Intermédiaire	19,4 µg.m^{-3}	15-365 j	A	Réaction lymphocytaire retardée	LOAEL= 32,4 mg.m^{-3}	300	ATSDR, 2007 (Rosentehl et Snyder, 2007)
	Chronique – effets non cancérigènes	3 µg.m^{-3}	-	H	Diminution du nombre de lymphocytes B	BMD = 1542 µg.m^{-3}	200	OEHHA, 2014 (Lan *et al.*, 2004)
	Chronique – effets cancérigènes	2,6 10^{-5} (µg.m^{-3})$^{-1}$	-	H	Leucémie	-	-	Anses, 2014 (Richardson, 2008)
Digestive	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets non cancérigènes	0,5 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	H	Diminution du nombre de lymphocytes B	BMD = 96 µg.m^{-3}	30	ATSDR, 2007 (Lan *et al.*, 2004)
	Chronique – effets cancérigènes	1,5 à 5,5 10^{-2} (mg.kg^{-1}.j-1)$^{-1}$	-	H	Leucémie	-	-	EPA, 2000 (Rinsky *et al.,* 1981, 1987)

6. Valeurs d'exposition professionnelles

VME = 5 $mg.m^{-3}$ (INRS, 2008)
VLCT = 10 $mg.m^{-3}$ (INRS, 2008)

7. Bibliographie

Anses, 2014. Valeur toxicologique de reference cancérogène par inhgalation pour le benzene. Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective. 116 p.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Regsitry), 2007, Toxicological Profile for benzene, http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp3.html (consulté en mars 2011).

CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer), 2007, Évaluation globale de la cancérogénicité pour l'Homme, liste de tous les agents évalués à ce jour, http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/crthall.php (dernière consultation le 27/01/2009).

http://www.epa.gov/oppt/aegl/pubs/benzene_interim_dec_2008_v1.pdf (consulté en mars 2011).

EPA (Environmental Protection Agency), 2003, Benzen (CASRN 71-43-2), http://www.epa.gov/ncea/iris/subst/0276.htm#carc (consulté en mars 2011).

Santé Canada, 1993. Loi Canadienne sur la protection de l'environnement. Liste des substances d'intérêt prioritaire. Rapport d'évaluation. Benzène, 48 p.

Ineris (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques), 2006, Benzène, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, 74 p.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), 2004, Benzène, Fiche toxicologique N°49, 8 p.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), juin 2008, Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France, ED 984, 23 p.

InVS (Institut de Veille Sanitaire), 2002, Valeurs Toxicologiques de Référence : Méthodes d'élaboration, 84 p.

IPCS-Inchem, 1993, Environmental Health Criteria 150 Benzene, http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc150.htm (dernière consultation 27/01/09).

JOCE, 2004, Commission directive 2004/73/EC, 29ATP, Council Directive 67/548/EEC.

JOCE, 2008, regulations (EC) n°1278/2008 of the European parliament and of the council of 16 decembre 2008 on classification, labeling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing directives 67/548/EEC and 1999/45/EEC and amending regulation (EC) 1907/2006.

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Acute Reference Exposure Levels and toxicity summaries using the previous version of the Hot Spots Risk Assessment guidelines (OEHHA 1999) http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2008/AppendixD2_final.pdf#page=18 (consulté en décembre 2014).

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Chronic Reference Exposure Levels and toxicity summaries using the previous version of the Hot Spots Risk Assessment guidelines (OEHHA 1999) http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2008/AppendixD3_final.pdf#page=24 (consulté en décembre 2014)

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Air toxics hot spots risk assessment guideline. Chemical-specific summaries of the information used to derive unit risk and cancer potency values, http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2009/AppendixB.pdf (consulté en décembre 2014)

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Proposed Reference Exposure Levels (RELs) for benzene, http://www.oehha.ca.gov/air/chronic_rels/012214SRPRev_RELS.html

OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 2000, Air quality Guidelines for Europe, second edition, WHO Regional Publications, European Series, No. 91, 288 p.

RIVM (Rijksinstituut Voor Volksgezondheid), 2001, Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels.

1,3-butadiène (N° CAS 106-99-0)

1. Généralités

1.1. Identification

Le 1,3-butadiène est, à température et pression ambiante, un gaz incolore, à odeur légèrement aromatique (semblable à celle de l'essence automobile) détectable à partir de 4 $mg.m^{-3}$ (INRS, 2002). Il est extrêmement inflammable.

1.2. Utilisation

Le 1,3-butadiène est utilisé dans la fabrication des caoutchoucs synthétiques, des résines thermoplastiques, des émulsions de latex-styrène-1,3-butadiène (peinture et toilage des tapis et moquettes) et comme intermédiaire de fabrication du néoprène (INRS, 2002).

1.3. Sources d'exposition

Le 1,3-butadiène est le produit d'une combustion incomplète naturelle ou d'origine anthropique. Dans ce dernier cas, il est susceptible de se dégager lors des opérations de raffinage de pétrole, des pleins d'essence et de GPL, des gaz d'échappement et de la combustion des cigarettes (205 à 361 µg.cigarette-1) (OMS, 2000).

1.4. Concentrations et comportements environnementaux

Dans l'air, le 1,3-butadiène est sous forme gazeuse. Il est rapidement oxydé par les radicaux hydroxyls (demi-vie de 0,24 à 10 heures) (Santé Canada, 2000). L'air intérieur de locaux enfumés (10-20 µg.m-3 ; OMS, 2000) peut présenter des concentrations supérieures à l'air extérieur.

Dans l'eau, le principal processus de transformation du 1,3-butadiène est la volatilisation, puis la biodégradation et l'oxydation. La demi-vie dans l'eau varie de 4,2 à 28 jours (Santé Canada, 2000).

Dans les sols, le 1,3-butadiène est peu mobile. Il se volatilise rapidement et s'adsorbe peu. Il ne percole donc vraisemblablement pas jusqu'aux eaux souterraines. Sa demi-vie serait de 7 à 41,7 jours (Santé Canada, 2000).

Dans les végétaux : il n'a pas été retrouvé, dans la littérature consultée d'information sur le comportement et les concentrations en 1,3-butadiène dans les végétaux.

Concentrations environnementales en 1,3-butadiène

Milieu	Concentration	Caractéristique des mesures	Source
Air	zone urbaine : 2-20 $\mu g.m^{-3}$	-	OMS, 2000

zone rurale : 0,2 µg.m^{-3} zone suburbaine : 0,7 µg.m^{-3} zone urbaine : 0,6 µg.m^{-3}	2 échantillons 196 échantillons 385 échantillons entre 1970 et 1987 aux Etats-Unis	ATSDR, 2009
Moyenne zones urbaines, périurbaines et rurales : 0,3 µg.m^{-3}	9168 échantillons de 24H entre 1989 et 1996 dans 7 provinces canadiennes	Santé Canada, 2000

1.5. Facteurs de conversion

1ppm = 2,21 mg.m^{-3} (OEHHA, 2009)

2. Toxicité

2.1. Métabolisme

Le 1,3-butadiène pénètre dans l'organisme principalement par le tractus respiratoire. Il se distribue largement dans l'organisme. Il est éliminé sous forme de dioxyde de carbone dans l'air expiré et sous forme conjugué dans les urines (INRS, 2002).

2.2. Toxicité aiguë

Le 1,3-butadiène est faiblement toxique en exposition aiguë. L'organe cible, à fortes concentrations, est le système nerveux central.
Chez des volontaires exposés pendant 7 heures à des concentrations de 4,42 g.m^{-3}, il est observé une irritation moyenne des yeux, de la gorge et des voies respiratoires.
Après inhalation de concentrations supérieures à 22,1 g.m^{-3} les sujets présentent une toux, des signes d'ébriété et une sensation de fatigue. Ces signes peuvent s'accompagner de céphalées ou de flous visuels.
Le butadiène est peu irritant par contact cutané mais peu entraîner des brûlures par le froid (INRS, 2002).

2.3. Toxicité chronique

La toxicité chronique humaine est peu documentée.

2.3.1. Effets systémiques

Il est recensé des pathologies cardiaques, sanguines et pulmonaires chez les travailleurs exposés au 1,3-butadiène (ATSDR, 2009). Mais l'association de ces pathologies avec l'exposition au 1,3-butadiène est difficile étant donné que l'exposition est relative à un mélange de composés.

2.3.2. Effets cancérigènes

Le poids des données épidémiologiques et toxicologiques disponibles amène à considérer le butadiène comme très probablement cancérogène pour l'être humain et probablement génotoxique (Santé Canada, 2000) :

- Administré par inhalation, le butadiène est cancérogène pour les souris et les rats, provoquant l'apparition de tumeurs en de nombreux sièges, à toutes les concentrations éprouvées, dans toutes les études retrouvées. En outre, il est génotoxique pour les cellules somatiques et germinales des rongeurs.
- Une association entre l'exposition au butadiène en milieu de travail et la leucémie a été mise en évidence par plusieurs études épidémiologiques. Les plus récentes portent sur des travailleurs de caoutchouc synthétique aux Etats-Unis et au Canada. Dans l'industrie du butadiène monomère il est

également constaté une augmentation significative du nombre de cancers hématopoïétiques (INRS, 2002 ; Santé Canada, 2000).

Classements cancérigène du 1,3-butadiène	
Classement	Organisme
1	Union européenne (JOCE, 2001)[1]
1A	Union européenne (JOCE, 2008)[2]
1	CIRC (2008)
B2	EPA (2002)
Probablement cancérigène	Santé Canada (2000)

[1]Annexe I de la directive 67/548/CE
[2]Annexe VI du règlement CLP n°1278/2008

2.3.3. Effets génotoxiques

L'Union Européenne a classé le 1,3-butadiène comme mutagène de catégorie 2 (JOCE, 2001) et comme mutagène pour les cellules germinales de catégorie 1B (JOCE, 2008).

Selon certaines données concernant l'exposition professionnelle mais qui restent toutefois limitées, le 1,3-butadiène serait génotoxique pour l'Homme et provoquerait des lésions mutagènes et clastogènes dans les cellules somatiques (OMS-IPCS, 2001).

2.3.4. Effets sur la reproduction et le développement

L'Union Européenne n'a pas classé le 1,3-butadiène comme reprotoxique (JOCE, 2001 ; JOCE, 2008)).

Le 1,3-butadiène provoque des effets sur les gonades et les portées animales, mais on ne dispose pas de donnée relative à la reproduction humaine (INRS, 2002).

3. Valeurs toxicologiques de référence par voie respiratoire

3.1. VTR aiguës

- **OEHHA, 2013: 660 µg.m^{-3} (1h)**

La VTR est établie à partir d'une étude sur des souris CD-1 en gestation et leur descendance (Hackett *et al.,* 1987) exposés pendant 6h/j entre le 6ème et le 15ème jour de gestation, à des concentration de 0, 40, 200, ou 1000 ppm. Une $BMCL_{05}$ de 17,7 ppm (39,1 mg/m^3) a été déterminée pour **des effets sur le développement** (diminution du poids fœtal des mâles au 18ème jour de gestation), à partir duquel une $BMCL_{05}$eq humain de 29,7 ppm a été estimée à laquelle a été appliqué un facteur d'incertitude de 100 (3 pour la variabilité inter-espèce et 30 pour la variabilité intra-espèce).

3.2. VTR 8h

- **OEHHA, 2013: 9 µg.m^{-3} (8h)**

La VTR est établie à partir d'une étude sur des souris B6C3F1 (NTP *et al.,* 1993) exposés pendant 6h/j, 5j/semaine pendant 9 à 24 mois à des concentrations de 0, 6,25, 20, 62,5, 200 et 625 ppm. Une $BMCL_{05}$ de 1,01 ppm (2,23 mg/m^3) a été déterminée pour **des effets sur le développement** (augmentation des incidences des atrophies ovariennes). La $BMCL_{05}$ a été ajustée sur la durée d'exposition (1,01 ppm X 6/8 h/j) puis une $BMCL_{05}$eq humain a été estimée de 1,27 ppm à laquelle a été appliqué un facteur d'incertitude de 300 (10 pour la variabilité inter-espèce et 30 pour la variabilité intra-espèce).

3.3. VTR intermédiaires

3.4. VTR chroniques

3.4.1. Effets non cancérigènes

- **EPA, 2002 : 0,9 ppb (2 µg.m^{-3})**

Cette VTR a été établie à partir des résultats d'une étude d'exposition au 1,3-butadiène de souris B6C3F1, par voie respiratoire, pendant 2 ans (NTP, 1993). 70 souris femelles ont été exposées 6 heures par jour, 5 jours par semaine à des doses de 0, 6,25, 20, 62,5 et 200 ppm de 1,3-butadiène pendant plus de 103 semaines et 90 femelles ont été exposées à 625 ppm. L'effet le plus sensible et le plus reproductible dans tous les groupes exposés, retenu comme effet critique, est une **atrophie ovarienne**. Par ailleurs, il est à noter qu'il a également été observé des atrophies testiculaires chez les mâles mais essentiellement à des doses élevées. Les atrophies ovariennes ont été observées pour des expositions à 6,25 ppm (13,75 mg.m^{-3}). Cette concentration a été convertie en Benchmark concentration (BMC) pour une exposition continue :

BMC_{10} = 6,25 × 6/24 × 5/7 = 1,0 ppm

La BMC_{10} a été ensuite convertie en $BMCL_{10}$ (HEC) = 0,88 ppm

avec :

- BMCL10 = « Benchmark Concentration Level at 10 % incidence » = Niveau de concentration Benchmark pour 10 % d'incidence
- et HEC = « Human Equivalent Concentration » = Concentration équivalente chez l'homme

Il a été appliqué un facteur de sécurité de 1000 (3 pour l'extrapolation inter-espèce, 10 pour la variabilité intra-espèce, 3 pour le manque de donnée et 10 pour l'extrapolation à un niveau d'effet en dessous de 10 % (analogue à l'extrapolation d'un LOAEL à un NOAEL).

- **OEHHA, 2013 : 2 µg.m^{-3}**

Cette VTR a été établie à partir des résultats d'une étude sur des souris B6C3F1 (NTP, 1993) exposées par voie respiratoire à des concentrations de 0, 6,25, 20, 62,5, 200 et 625 ppm, 6 heures par jour, 5 jours par semaines pendant 9 à 24 mois. Une BMCL05 de 1,01 ppm a été déterminée pour des **effets sur le développement** (augmentation des incidences des atrophies ovariennes). La $BMCL_{05}$ a été ajustée sur la durée d'exposition (1,01 ppm X 6/24 h X 5/7 j) puis une $BMCL_{05}$eq humain a été estimée de 1,27 ppm à laquelle a été appliqué un facteur d'incertitude de 300 (10 pour la variabilité inter-espèce et 30 pour la variabilité intra-espèce).

3.4.2. Effets cancérigènes

- **EPA, 2002 : 3.10^{-5} (µg.m^{-3})$^{-1}$**

L'étude source ayant servi à construire cet ERU est une étude de cohorte portant sur 15 000 travailleurs d'une usine de production de caoutchouc utilisant du styrène et du 1,3-butadiène (Delzell *et al.*, 1995). L'effet observé est **l'incidence des leucémies**. L'exposition cumulée a été déterminée pour chaque poste, dans chaque lieu, chaque année. L'ERU de 3.10^{-5} (µg.m^{-3})$^{-1}$ a été établi à l'aide d'un modèle d'extrapolation linéaire du LEC_{01} (0,254 ppm). Le LEC_{01} est la limite inférieure de l'intervalle de confiance à 95 % de la concentration associée à une augmentation du risque de 1 %. Le LEC_{01} est lui même dérivé d'un modèle linéaire (RR=1+bx), mis en œuvre par Santé Canada, utilisant les données d'incidence des leucémies. « x » représente l'exposition cumulée en 1,3-butadiène en ppm-années. Il est opéré un ajustement sur l'exposition au styrène, sur l'âge, sur la période d'exposition et le nombre d'années depuis l'embauche. L'exposition a été ajustée à une exposition continue (240/365 jours) et sur un volume d'air respiré moyen (10/20 m^3). Il est appliqué un facteur d'ajustement de 2 pour tenir compte du fait que les leucémies chez l'homme sous-estiment les leucémies dans la population générale.

- **Santé Canada, 2000 : 1,7 mg.m^{-3}**

Santé Canada a calculé une concentration cancérigène TC_{01}, qui est la concentration tumorigène correspondant à une augmentation de 1 % de l'incidence du cancer ou de la mortalité due à ce dernier. Cette TC_{01} a été calculée à partir des résultats de l'étude épidémiologique de Delzell *et al.* (1995), déjà décrite dans les paragraphes précédents. Dans un premier temps, la relation entre l'exposition et le **décès par leucémie** a été modélisée au sein de la cohorte. Ensuite, il a été déterminé le TC_{01} en se référant au taux de mortalité dans la population canadienne. 4 modèles différents de relations exposition-réponse ont été testés. Comme pour les expositions à seuil, des ajustements ont été réalisés sur la durée d'exposition, l'âge et la race.

- **OEHHA, 2009 : 1,7.10^{-4} (µg.m^{-3})$^{-1}$**

Cet ERU a été établi à partir de l'étude de l'incidence de l'ensemble des tumeurs chez des rats et des souris. Ils ont été soumis à des doses de 0, 6,25, 20, 62,5, 200 et 625 ppm. Les animaux ont été sacrifiés à 40 et 65 semaines pour observer les lésions. Il a été observé des hémangiosarcomes au cœur, des lymphomes hématopoïétiques, des néoplasmes stomachaux, des néoplasmes bronchoalvéolaires et/ou des adenocarcinomes des glandes mammaires. L'effet le plus sensible retenu est les **néoplasmes alvéolaires et bronchiolaires** chez la souris femelle (Melnick *et al.*, 1990). Il est trouvé un potentiel cancérigène ajusté à l'homme de 4,4.10^{-6} à 3,6.10^{-4} (µg.m^{-3})$^{-1}$, correspondant aux résultats obtenus d'après les rats et les souris. L'OEHHA a finalement jugé les données sur les souris de meilleure qualité que les données obtenues sur les rats.

- **OMS-IPCS, 2001 : 1,7 mg.m^{-3}**

L'OMS a repris la monographie de Santé Canada.

- **Expertise Ineris, 2007 : 1,3 10^{-5} (µg/m^{3})$^{-1}$ (EPA, 2002)**

D'après l'expertise de l'Ineirs « la VTR proposée par l'OEHHA a été établie à partir d'une étude lenées chez la souris. Cette VTR n'est pas retenue en raison de la non cohérence entre les données humaines er animales sur les effets cancérog_ènes induits par le 1,3-butadiène. Le 1,3-butadiène est un cancérogène multi-site chez les animaux alors qu'il induit des tumeurs hématopoiétique chez l'homme. Les VTR de Santé Canada et de l'US-EPA ont été établies à partir de la même étude épidémiologique et du même modèle mathématique [….] Ainsi l'Ineris propose de retenir la démarche de construction suivie par l'US-EPA et de s'arrêter à l'étape 1 du calcul. Soit, une VTR de 1,3.10^{-5} (µg/m^{3})$^{-1}$ calculée pour l'augmentation de la mortalité par leucémies, sans application du facteur 2.

4. 4.Valeurs toxicologiques de référence par voie digestive

4.1. VTR aiguës

Il n'a pas été retrouvé de VTR aiguë dans la littérature consultée.

4.2. VTR intermédiaires

Il n'a pas été retrouvé de VTR aiguë dans la littérature consultée.

4.3. VTR chroniques

4.3.1. Effets non cancérigènes

Il n'a pas été retrouvé de VTR aiguë dans la littérature consultée.

4.3.2. Effets cancérigènes

- **OEHHA, 2009 : 6,0.10^{-1} (mg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$**

Les modalités d'obtention de cette VTR ne sont pas développées.
L'OEHHA a dérivé la VTR digestive sans seuil à partir de l'étude clé ayant servi à dériver la VTR respiratoire sans seuil. Pour cette étude, l'effet associé à la VTR respiratoire sans seuil est un effet local respiratoire (néoplasmes alvéolaires et bronchiolaires). La VTR digestive sans seuil ne peut donc pas être retenue pour des calculs de risques.

5. Choix des valeurs toxicologiques de référence

5.1. Choix des VTR selon la note DGS d'octobre 2014

D'après la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, il

est recommandé de sélectionner la VTR proposée par l'un des organismes suivant : Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA.
Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données. A défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors cette VTR doit être retenue, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.
En l'absence d'expertise nationale, la VTR à retenir correspond à la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.
Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA est utilisée.

1,3-butadiène **Choix des valeurs toxicologiques de référence selon la note DGS d'octobre 2014**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	660 µg.m^{-3}	1h	A	Diminution du poids des mâles au 18ème jour de gestation	$BMCL_{05}$=39,1 mg.m^{-3}	100	OEHHA, 2013 (Hackett et al, 1987)
	8h	9 µg.m^{-3}	8h	-	-	$BMCL_{05}$=2,2 mg.m^{-3}	300	OEHHA, 2013 (NTP et al, 1993)
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets non cancérigènes	2 µg.m^{-3}	-	A	Atrophie ovarienne	BMC = 13,75 mg.m^{-3}	1000	EPA, 2002 (NTP, 1993)
	Chronique – effets cancérigènes	1,3 10^{-5} (µg.m^{-3})$^{-1}$	-	H	Incidence des leucémies	-	-	Ineris, 2007 (EPA, 2002)
Digestive	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets non cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-

5.2. Choix raisonné des VTR

Lorsque plusieurs VTR sont disponibles pour une même voie et une même durée d'exposition, les VTR peuvent être sélectionnées selon des critères de choix raisonnés. Cette démarche repose sur des critères de choix scientifiques établis à partir des recommandations, entre autres, de l'InVS (2002), de l'Ineris (2003), de l'AFSSET (2007) et de Doornaert B. *et al.* (2006) :

- Adéquation des voies d'exposition,
- Adéquation des durées d'exposition,
- Adéquation de la forme chimique,
- Transparence de l'explication de l'élaboration de la VTR (facteurs de sécurité, nature et caractéristiques des effets observés…),
- Analyse de la qualité scientifique de la VTR,
- Pertinence des données humaines ou de la transposition chez l'homme à partir de données animales : Les études menées chez l'homme sont favorisées si elles sont de qualité égale aux études réalisées chez l'animal,
- Date de mise à jour de la VTR et de l'étude clef.

Le choix raisonné concerne les VTR pour lesquelles il n'existe pas encore d'expertise nationale, soit sur sa construction soit sur son choix (Anses, Ineris).

5.2.1. VTR aiguë respiratoire

- **Effets sur le système reproductif et développemental : VTR = 660 µg.m^{-3} (OEHHA, 2013)**

5.2.2. VTR 8h respiratoire

- **Effets sur le système reproductif et développemental : VTR = 9 µg.m^{-3} (OEHHA, 2013)**

5.2.3. VTR intermédiaires respiratoire

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.4. VTR chroniques respiratoire

- **Effets non cancérigènes : VTR = 2 µg.m^{-3} (EPA, 2002)**

La littérature fournit 2 VTR basée sur la même étude clé et la dérivation d'une BMC. Seul le facteur d'incertitude appliqué à la BMC varie. Sans critère toxicologique pour précis, nous retenons la VTR la plus contraignante à savoir celle de l'EPA.

- **Effets cancérigènes : VTR = 1,3 10^{-5} (µg.m^{-3})$^{-1}$ (Expertise Ineris, 2007 ; EPA, 2002)**

5.2.5. VTR aiguës digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR aiguë pour cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.6. VTR intermédiaire digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR aiguë pour cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.7. VTR chronique digestive

- **Effets non cancérigènes**

Il n'a pas été retrouvé de VTR aiguë pour cette voie et cette durée d'exposition.

- **Effets cancérigènes**

Il n'a pas été retrouvé de VTR aiguë pour cette voie et cette durée d'exposition.

1,3-butadiène Choix raisonné des valeurs toxicologiques de référence								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	660 µg.m^{-3}	1h	A	Diminution du poids des mâles au 18ème jour de gestation	$BMCL_{05}$=39,1 mg.m^{-3}	100	OEHHA, 2013 (Hackett et al, 1987)
	8h	9 µg.m^{-3}	8h	-	-	$BMCL_{05}$=2,2 mg.m^{-3}	300	OEHHA, 2013 (NTP et al, 1993)
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets non cancérigènes	2 µg.m^{-3}	-	A	Atrophie ovarienne	BMC = 13,75 mg.m^{-3}	1000	EPA, 2002 (NTP, 1993)
	Chronique – effets cancérigènes	1,3 10^{-5} (µg.m^{-3})$^{-1}$	-	H	Incidence des leucémies	-	-	Ineris, 2007 (EPA, 2002)
Digestive	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets non cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-

6. Valeurs d'exposition professionnelles

-

7. Bibliographie

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Regsitry), 2009, Toxicological Profile for 1,3-butadiene, http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp28.html (consulté en mai 2011).

CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer), 2008, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 97 (2008), 1,3-Butadiene, Ethylene Oxide and Vinyl Halides (Vinyl Fluoride, Vinyl Chloride and Vinyl Bromide), p 45-184, http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol97/mono97-6.pdf, (dernière consultation le 09/06/2009).

EPA (Environmental Protection Agency), 2002, 1,3-Butadiene (CASRN 106-99-0), http://www.epa.gov/ncea/iris/subst/0139.htm#quainhal (consulté en mai 2011).

Santé Canada, 2000, Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999). Liste des substances d'intérêt prioritaire. Rapport d'évaluation. 1,3-butadiène, 120 p.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), 2002, 1,3-butadiène, Fiche toxicologique N°241, 6 p.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), juin 2008, Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France, ED 984, 23 p.

Ineris. 2009. Point sur les valeurs toxicologiques de référence (VTR). Rapport d'étude 17/03/2009 ; 62p.

InVS (Institut de Veille Sanitaire), 2002, Valeurs Toxicologiques de Référence : Méthodes d'élaboration, 84 p.

IPCS-Inchem, 2001, Cicad, document 30. 1,3-butadiène : human health aspect. http://www.inchem.org/documents/cicads/cicads/cicad30.htm (consulté en mai 2011).

JOCE, 2001, Commission directive 2001/59/EC, 28ATP, Council Directive 67/548/EEC.

JOCE, 2008, regulations (EC) n°1278/2008 of the European parliament and of the council of 16 decembre 2008 on classification, labeling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing directives 67/548/EEC and 1999/45/EEC and amending regulation (EC) 1907/2006.

OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 2000, Air quality Guidelines for Europe, second edition, WHO Regional Publications, European Series, No. 91, 288 p.

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Individual acute, 8-hour and Chronic Reference Exposure Levels summaries, http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2008/AppendixD1_final.pdf#page=212 (consulté en juin 2015)

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Air toxics hot spots risk assessment guideline. Chemical-specific summaries of the information used to derive unit risk and cancer potency values, http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2009/AppendixB.pdf (consulté en mai 2011).

Chrome (N°7440-47-3) et ses composés

1. Généralités

1.1. Identification

Le chrome est un métal gris, dur, retrouvé sous la dénomination de « métaux lourds ». Il se présente sous forme d'un solide cristallisé qui n'existe pas à l'état natif.
Le minéral renfermant le plus de chrome est la chromite ($FeCr_2O_4$) (Ineris, 2005).

1.2. Utilisation

Le chrome entre dans la composition d'aciers inoxydables (pour l'industrie automobile et aérospatiale), d'aciers spéciaux et d'alliages (avec le cuivre en électricité). Il améliore la dureté des matériaux et leur résistance à la corrosion (Santé Canada, 1994).

1.3. Sources d'exposition

Le chrome n'existe pas à l'état natif. Les principales sources d'émissions de chrome dans l'atmosphère sont l'industrie chimique, la combustion de gaz naturel, d'huile et de charbon. Il peut y être ajouté les routes, les émissions de cimenteries et les industries utilisant du chrome (Ineris, 2005).

1.4. Concentrations et comportements environnementaux

Dans l'environnement, le chrome n'est pas à l'état élémentaire, mais sous le degré d'oxydation –II à +VI.
Dans l'air, le chrome est sous forme de fines particules. Il n'est pas volatil. Près des sources de combustion et de traitement du chrome, on s'attend à trouver des oxydes de chrome (III) et près des usines de transformation et de production de chromate on s'attend à trouver du chrome VI (Santé Canada, 1994).
Dans l'eau, le chrome VI est fortement soluble et le chrome III faiblement soluble (Ineris, 2005).
Dans les sols, le chrome se trouve essentiellement sous la forme +III et peu sous la forme +VI. Les formes chrome VI sont transformées en chrome III dans les sols et les sédiments. Le chrome III s'adsorbe plus que le chrome VI (Ineris, 2005).
Dans les végétaux, le chrome est retenu dans les racines et peu transféré dans les parties supérieures des plantes (ATSDR, 1994).

Concentrations environnementales en chrome			
Milieu	Concentration	Caractéristique des mesures	Source
Air	zone éloignée : 0-3 $ng.m^{-3}$ zone urbaine : 4-70 $ng.m^{-3}$ zone industrielle : 5-200 $ng.m^{-3}$	union européenne	OMS, 2000
	15 $ng.m^{-3}$	base de données américaine (1964)	IPCS, 1988
	zone rurale < 10 $ng.m^{-3}$ zone urbaine : 10 - 30 $ng.m^{-3}$	États-Unis	ATSDR, 1994
	3-9 $ng.m^{-3}$	12 villes canadiennes de 1987 à 1990	Santé Canada, 1994
	< 1 $ng.m^{-3}$	zone non urbaine canadienne	
Eau	1 – 10 $\mu g.L^{-1}$	eau de surface aux États-Unis	IPCS, 1988
	- rivières : <1-30 $\mu g.L^{-1}$ (médiane : 10 $\mu g.L^{-1}$) - lacs : < 5 $\mu g.L^{-1}$	États-Unis	ATSDR, 1994
	< 1 $\mu g.L^{-1}$	eau de surface et de mer non contaminées	Santé Canada, 1994
Sol	1 - 2000 $mg.kg^{-1}$ (moyenne : 37 $mg.kg^{-1}$	1319 sols américains non caractérisés	ATSDR, 1994
	53 $mg.kg^{-1}$	863 sols américains	IPCS, 1988
	< 2-691 $mg.kg^{-1}$ (médiane = 66,3 $mg.kg^{-1}$)	815 échantillons de sols français notoirement non contaminés	D. Baize (INRA), 2000
	10 – 100 $mg.kg^{-1}$	173 sites canadiens	Santé Canada, 1994

1.5. Facteurs de conversion

Non applicable pour les particules et les vapeurs.

2. Toxicité

2.1. Métabolisme

L'absorption pulmonaire du chrome VI est supérieure à l'absorption du chrome III. L'absorption intestinale est faible (0,5 à 2 %) car le chrome VI est réduit en chrome III dans l'estomac. La pénétration cutanée des chromes VI et III est faible.
La majorité du chrome VI absorbé est réduit, donc la majorité du chrome présent dans l'organisme est sous le degré +III. Il est distribué dans tout l'organisme.
Le chrome est éliminé par excrétion urinaire (demi-vie urinaire du chrome VI = 15-41 heures). 10 % du chrome est éliminé par voie biliaire.
Le chrome est un métal essentiel au métabolisme humain (Ineris, 2005).

2.2. Toxicité aiguë

L'ingestion massive de sels de chrome entraîne une inflammation massive du tube digestif suivie d'une nécrose. L'ingestion de fortes doses de chrome VI entraîne vertiges, sensation de soif, douleurs abdominales, diarrhée hémorragique. La dose létale de trioxyde de chrome est estimée à 1 à 3 g et 50 à 70 $mg.kg^{-1}$ de poids corporel pour les chromates.
Des cas mortels ont également été rapportés par exposition cutanée à des dérivés du chrome VI (Ineris, 2005).
Les effets de l'intoxication aiguë au chrome par voie respiratoire ne sont pas renseignés.

2.3. Toxicité chronique

2.3.1. Effets systémiques

L'exposition par inhalation aux composés du chrome III ou du chrome VI a pour cible le tractus respiratoire (épistaxis, rhinorrhée, irritation et démangeaisons nasales, atrophie de la muqueuse nasale, ulcérations et perforation du septum nasal, bronchite, pneumoconiose, diminution des fonctions pulmonaires et pneumonie).
L'exposition par voie orale aux composés solubles du chrome peut avoir un effet sensibilisant se traduisant par de l'asthme et des dermatites.
L'exposition cutanée amène à des dermites eczématiformes (éruptions localisées aux avant-bras) (Ineris, 2005).

2.3.2. Effets cancérigènes

De nombreuses études en milieu professionnel ont mis en évidence des excès de mortalité par cancer pulmonaire en lien avec une exposition au chrome VI (chromates, en particulier de calcium et de zinc) (Ineris, 2005).

Classements cancérigène du chrome et ses composés		
Composé	Classement	Organisme
composés du chrome VI	1	CIRC (1990)
	A	EPA (1998)
	1	Santé Canada (1994)
	2	Union Européenne (JOCE, 1996)[1]
	1B	Union européenne (JOCE, 2008)[2]
trioxyde de chrome	1	Union Européenne (JOCE, 2004)[1]
	1A	Union européenne (JOCE, 2008)[2]
composés du chrome III	3	CIRC (1990)
	D	EPA (1998)
	2	Union Européenne (JOCE, 2004)[1]
	1B	Union européenne (JOCE, 2008)[2]

[1]Annexe I de la directive 67/548/CE
[2]Annexe VI du règlement CLP n°1278/2008

2.3.3. Effets génotoxiques

L'Union Européenne a classé le trioxyde de chrome comme mutagène de catégorie 1B. Les autres composés du chrome n'ont pas été classés comme mutagène (JOCE, 2008).
Le chrome VI est génototoxique dans la majorité des études rapportées. La génotoxicité est dépendante de la solubilité du chrome et de la biodisponibilité de la cible. Les études en milieu professionnel, bien que l'exposition puisse être concomitante avec une autre substance potentiellement génotoxique, ont montré que le chrome VI induit des dommages à l'ADN, des aberrations chromosomiques, une augmentation des échanges de chromatides sœurs…. Ces résultats sont supportés par les résultats des études *in vivo* chez l'animal et *in vitro* sur différentes type de cellules (ATSDR, 2008).

2.3.4. Effets sur la reproduction et le développement

L'Union Européenne a classé le trioxyde de chrome comme reprotoxique de catégorie 2. Les autres composés du chrome n'ont pas été classés comme reprotoxique (JOCE 2008).
Les études disponibles ne permettent pas de conclure quant aux effets du chrome sur la reproduction ou le développement (Ineris, 2005).

3. Valeurs toxicologiques de référence par voie respiratoire

3.1. VTR aiguës

Il n'a pas été recueilli de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

3.2. VTR 8h

Il n'a pas été recueilli de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

3.3. VTR intermédiaires

- **ATSDR, 2012 : 5 µg.m^{-3} (chrome III particules insolubles)**

La VTR est établie à partir de l'étude de Derelanko *et al.* (1999) qui a porté sur des rats Wistars (15 par groupe) exposés à 0, 3, 10 et 30 mg.m^{-3} de chrome III, 6 heures/j, 5 jours / semaine pendant 13 semaines. Un LOAEL de 3 mg.m^{-3} de chrome III a été observé **pour une légère hyperplasie des cellules septales et une inflammation chroniques des poumons**. Un LOAEL équivalent humain de 0,43 mg.m^{-3} de chrome III a été calculé auquel a été appliqué un facteur d'incertitude de 90 (3 pour l'utilisation d'un NOAEL, 3 pour l'extrapolation de données animales à l'homme et 10 pour la variabilité humaine).

- **ATSDR, 2012 : 0,1 µg.m^{-3} (chrome III particules solubles)**

La VTR est établie à partir de l'étude de Derelanko *et al.* (1999) qui a porté sur des rats Wistars (15 par groupe) exposés à 0, 3, 10 et 30 mg.m^{-3} de chrome III, 6 heures/j, 5 jours / semaine pendant 13 semaines. Un LOAEL de 3 mg.m^{-3} de chrome III a été observé pour **des lésions nasales et du larynx**. Un LOAEL équivalent humain de 0,4 mg.m^{-3} de chrome III a été calculé auquel a été appliqué un facteur d'incertitude de 300 (10 pour l'utilisation d'un NOAEL, 3 pour l'extrapolation de données animales à l'homme et 10 pour la variabilité humaine).

- **ATSDR, 2012 : 5 10^{-3} µg.m^{-3} (chrome VI poussières d'aérosol)**

La VTR est établie à partir de l'étude de Lindberg *et al.* (1983) qui a porté sur 85 hommes et 19 femmes exposés sur leur lieu de travail à de l'acide chromique. Ils ont été comparés à un groupe de référence de 119 hommes qui n'étaient pas exposés au chrome. Un LOAEL de 0,002 mg.m^{-3} de chrome VI a été observé pour des effets **sur les voies respiratoires supérieures**. Un LOAEL ajusté de 0,005 mg.m^{-3} de chrome VI a été calculé pour une exposition continue (sur 24 heures et sur 7 jours) auquel a été appliqué un facteur d'incertitude de 100 (10 pour l'utilisation d'un LOAEL et 10 pour la variabilité humaine).

- **ATSDR, 2012 : 0,3 µg.m^{-3} (chrome VI particules)**

La VTR est établie à partir de l'étude de Glaser *et al.* (1990) qui a exposé des rats Wistars (30 par groupe) exposés à 0, 0,05, 0,1 0,2 et 0,4 mg.m^3 de chrome VI, 22 heures/j, 7 jours / semaine pendant 30 à 90 jours. Une BMC de 0,016 mg.m^{-3} de chrome VI a été observée pour une **altération des niveaux de lactate déshydrogénase dans le liquide bronchoalvéolaire**. Une BMC équivalent humain de 0,01 mg.m^{-3} de chrome VI a été calculée à laquelle a été appliqué un facteur d'incertitude de 30 (3 pour l'extrapolation de données animales à l'homme et 10 pour la variabilité humaine).

3.4. VTR chroniques

3.4.1. Effets non cancérigènes

- **EPA, 1998: 8 ng.m^{-3} (chrome VI aérosols)**

Cette VTR a été établie à partir d'une étude en milieu professionnel où des employés (n=100) étaient exposés à des vapeurs d'acide chromique et pour une exposition subchronique (Lindberg and Hedenstrierna., 1983). Cette valeur est basée sur un LOAEL de 2.10^{-3} mg.m^{-3}, **pour des atrophies du septum nasal,** extrapolé à une exposition continue de 7,14.10^{-4} mg.m^{-3} selon le calcul suivant :

$LOAEL_{exposition\ continue} = LOAEL \times (V_T/V_H) \times 5/7$

Avec $LOAEL_{exposition\ continue}$ = LOAEL ajusté pour une exposition 24H/24

V_T = taux de ventilation chez le travailleur pendant 8 heures de travail = 10 m^3/j

V_H = taux de ventilation pour une exposition continue de 24 heures = 20 m^3/j

Cette valeur a été divisée par un facteur de sécurité de 90 (3 pour l'extrapolation d'une exposition subchronique à une exposition chronique, 3 pour l'extrapolation d'un LOAEL à un NOAEL et 10 pour la variabilité humaine).

- **EPA, 1998: 0,1 µg.m^{-3} (chrome VI particules)**

Cette VTR est établie à partir des études de Glaser *et al.*, 1990 et Malsch *et al.*, 1994, qui ont porté sur l'exposition de rats au chrome VI. Cette valeur est établie pour une Benchmarck (limite inférieure de l'intervalle de confiance à 95 % correspondant à une variation relative de 10 % par rapport au groupe témoin) de 0,016 mg.m^{-3} pour la **présence de lactate déshydrogénase dans le liquide de lavage bronchoalvéolaire**. Une BMD ajustée de 0,034 µg.m^{-3} pour tenir compte des différences pharmacocinétiques de dépôt de particules dans le tractus respiratoire entre l'espèce humaine et les espèces animales testées (rat) a été calculée auquel un facteur d'incertitude de 300 a été appliqué (3 pour les différences pharmacocinétiques entre espèces, 10 pour l'extrapolation d'une exposition subchronique à une exposition chronique et 10 pour des variabilités au sein de l'espèce humaine).

- **RIVM, 2001: 60 µg.m^{-3} (chrome III)**

Le RIVM propose en 2001 une Concentration Tolérable dans l'Air (TCA) de 6.10^{-2} mg.m^{-3} pour une exposition au chrome III insoluble par inhalation (Baars *et al.*, 2001). Un NOAEC de 0,6 mg.m^{-3} a été rapporté pour une exposition par inhalation chez l'Homme. Des études utilisant des composés insolubles au chrome III ont abouti à des NOAEC d'environ 2 mg.m^{-3}. Les effets associés ne sont pas reportés (RIVM, 2001). D'après ces valeurs, le RIVM propose une TCA de 60 µg.m^{-3}. Un facteur d'incertitude de 10 est appliqué pour tenir compte des différences de sensibilité au sein de l'espèce humaine.

- **OEHHA, 2003: 0,2 µg.m^{-3} (composés solubles de chrome VI)**

Cette valeur est issue d'une étude expérimentale au cours de laquelle des rats ont été exposés par inhalation durant 90 jours (22h/j, 7j/semaine) à 0, 54, 109, 204 ou 403 µg Cr (IV).m^{-3} sous forme d'un aérosol de dichromate (Glaser *et al.,* 1990). Un LOAEL de 50 µg.m^{-3} a été établi pour les **effets pulmonaires (hyperplasie bronchoalvéolaire)** et une concentration repère 0,5 % (BMC_{05}) a été calculée à 12,5 µg.m^{-3}. Selon l'OEHHA une BMC équivaut à un NOAEL. Ajustée à une exposition continue, la BMC_{05} est de 11,46 µg.m^{-3} (12,5×22 h/24). La concentration équivalente chez l'Homme est de 24,47 µg.m^{-3}. Un facteur d'incertitude de 100 a été appliqué à la BMC_{05} ajustée (3 pour l'extrapolation des données à l'Homme, 10 pour tenir compte des variations de sensibilité au sein de l'espèce humaine et 3 pour l'extrapolation d'une durée subchronique à une durée chronique).

- **OEHHA, 2003: 0,002 µg.m^{-3} (oxyde de chrome CrO_3)**

Cette VTR a été établie à partir d'une étude en milieu professionnel où des employés (n=100 exposés) étaient exposés à des vapeurs d'acide chromique et pour une exposition subchronique (Lindberg and Hedenstrierna., 1983). Un LOAEL de 1,9 µg.m^{-3} a été établi pour **les effets sur le système respiratoire (ulcérations et perforations nasales, changements transitoires des fonctions pulmonaires)**. Un LOAEL ajusté pour une exposition continue de 0,68 µg.m^{-3} a été calculé auquel a été appliqué un facteur d'incertitude de 300 (3 pour l'utilisation d'un LOAEL au lieu d'un NOAEL, 10 pour tenir compte des différences de sensibilité au sein de l'espèce humaine et 10 pour la faible durée d'exposition moyenne des travailleurs).

- **OMS/IPCS, 2013: 0,005 µg.m^{-3} (trioxyde de chrome, CrO_3)**

Cette VTR (concentration tolérable) a été établie à partir d'une étude en milieu professionnel où des employés (n=100 exposés) étaient exposés à des vapeurs d'acide chromique et pour une exposition subchronique (Lindberg and Hedenstrierna., 1983). Un LOAEC de 2 µg.m^{-3} a été établi pour **les effets sur le système respiratoire (irritations nasales)**. Un LOAEC ajusté pour une exposition continue de 0,5 µg.m^{-3} (2 x 8/24 x 5/7) a été calculé auquel a été appliqué un facteur d'incertitude de 100 (10 pour l'extrapolation d'un LOAEC à un NOAEC et 10 pour la variabilité interindividuel).

- **OMS/IPCS, 2013: 0,03 µg.m^{-3} (sels de chrome VI)**

Cette VTR est établie à partir de l'étude de Glaser *et al.*, 1990 qui a porté sur l'exposition de rats au chrome VI. Cette valeur est établie pour une Benchmarck (limite inférieure de l'intervalle de confiance à 95 % correspondant à une variation relative de 10 % par rapport au groupe témoin) de 16 µg.m^{-3} pour la **présence de lactate déshydrogénase dans le liquide de lavage bronchoalvéolaire**. Une BMD ajustée de 10 µg.m^{-3} pour tenir compte des différences pharmacocinétiques de dépôt de particules dans le tractus respiratoire entre l'espèce humaine et les espèces animales testées (rat) a été calculée auquel un facteur d'incertitude de 300 a été appliqué (3 pour les différences pharmacocinétiques entre espèces, 10 pour l'extrapolation d'une exposition subchronique à une exposition chronique et 10 pour des variabilités au sein de l'espèce humaine).

- **ATSDR, 2012 : 5 10^{-3} µg.m^{-3} (chrome VI sous forme de poussières d'aérosol)**

La VTR est établie à partir de l'étude de Lindberg *et al.* (1983) qui a porté sur 85 hommes et 19 femmes exposés sur leur lieu de travail à de l'acide chromique. Ils ont été comparés à un groupe de référence de 119 hommes qui n'étaient pas exposés au chrome. Un LOAEL de 0,002 mg.m^{-3} de chrome VI a été observé pour des effets **sur les voies respiratoires supérieures**. Un LOAEL ajusté de 0,005 mg.m^{-3} de chrome VI a été calculé pour une exposition continue (sur 24 heures et sur 7 jours) auquel a été appliqué un facteur d'incertitude de 100 (10 pour l'utilisation d'un LOAEL et 10 pour la variabilité humaine).

- **Expertise Ineris, 2007 : 8.10^{-3} µg.m^{-3} (chrome VI aérosol – EPA, 1998)**
  0,1µg.m^{-3} (chrome VI particulaire – EPA, 1998)
  60 µg.m^{-3} (chrome III – RIVM, 2001)

Chrome VI Aérosol : l'ATSDR propose une VTR subchronique. Or dans l'étude clé retenue, la salariés ont été exposés pendant une moyenne de 2.5 ans et l'ATSDR considère que ces VTR sont applicable à partir d'un an d'exposition. Il est alors difficile de comprendre pourquoi l'ATSDR propose une VTR sub-chronique. De plus, l'ajustement d'une exposition discontinue à une exposition continue par les volumes d'air expiré parait plus scientifique que l'ajustement par les heures d'exposition. Ainsi, en 2007, l'Ineris conseille de retenir les valeurs de l'EPA et de l'OEHHA.
Chrome VI Particulaire : Pour une exposition chronique, l'Ineris conseille en 2007 de retenir la VTR de l'EPA parue en 1998.
Chrome III : Parmi les 6 bases de données, seule une VTR proposée par le RIVM est disponible

3.4.2. Effets cancérigènes

- **Santé Canada, 1993: 4,6.µg.m^{-3} (chrome total); 0,66 µg.m^{-3} (chrome VI)**

Santé Canada propose en 1993 une $CT_{0,05}$ de 4,6.10^{-3} mg.m^{-3} pour une exposition au chrome total et une $CT_{0,05}$ de 6,6.10^{-4} mg.m^{-3} pour une exposition au chrome VI par inhalation (Mancuso, 1975). Dans cette étude la mort par **cancer pulmonaire** est corrélée avec l'exposition aux dérivés solubles du chrome VI. A partir de la courbe dose réponse, la dose causant une augmentation de 5 % de l'incidence des tumeurs a été estimée à 4,6 µg.m^{-3} pour le chrome total. D'après une étude plus ancienne, on peut estimer les concentrations en chrome VI à 1/7 des concentrations totales en chrome. Ceci conduit à une $CT_{0,05}$ de 0,66 µg.m^{-3} (4,6 µg.m^{-3}/7) pour le chrome VI.

- **EPA, 1998: 1,2.10^{-2} (µg.m^{-3})$^{-1}$ (chrome VI)**

Cette valeur se base sur une étude de cohorte réalisée sur 332 salariés masculins employés entre 1931 à 1951 jusqu'en 1974 (Mancuso, 1975). L'exploitation des données jusqu'en 1993 a montré que sur les 283 employés décédés, 65 % sont décédés d'un **cancer pulmonaire** (23 % de l'ensemble des décès). Le taux de cancer pulmonaire a été relié à l'exposition au chrome total (Mancuso, 1997).

- **OMS, 2000: 4.10^{-2} (µg.m^{-3})$^{-1}$ (chrome VI)**

L'OMS a fixé en 2000 un ERU de 4.10^{-2} pour cette même exposition. Il s'agit de la moyenne géométrique des valeurs de risques comprises entre 1,1.10^{-2} et 13.10^{-2} estimées à partir de différentes études épidémiologiques, pour des **cancers pulmonaires** (Hayes *et al.*, 1979 ; Langard, 1980 ; Langard *et al.*, 1990).

- **OMS/IPCS, 2013: 4.10^{-2} (µg.m^{-3})$^{-1}$ (chrome VI)**

A partir de l'étude de Gibb et al, (2000) qui a porté sur des travailleurs exposés à du trioxyde de chrome, et en utilisant un modèle de régresssion linéaire de Poisson, en ajustant sur la durée d'exposition (pour passer d'une exposition professionnelle à une exposition environnementale), il est retrouvé un excès de rique pour le **cancer du poumon** de 4.10^{-2} pour une exposition à une concentration de 1 µg.m^{-3} de chrome VI.

- **OEHHA, 2005: 1,5.10^{-1} (µg.m^{-3})$^{-1}$ (chrome VI)**

L'OEHHA propose un ERU de 1,5.10^{-1} pour une exposition de 1 µg.m^{-3} au chrome hexavalent par inhalation. Cette valeur a été calculée à partir de l'étude de Mancuso, (1975), sur 332 travailleurs d'une usine embauchés entre 1931 et 1937. Une association entre le nombre de décès par **cancer du poumon** et l'exposition au chrome a été mise en évidence.

- **RIVM, 2001: 4,2.10^{-2} (µg.m^{-3})$^{-1}$ (chrome VI)**

Le RIVM a établi en 2001 un CR_{inhal} de 2,5.10^{-6} mg.m^{-3} pour une exposition au chrome VI par inhalation pour **un cancer pulmonaire** (Baars *et al.*, 2001). Cette valeur correspond à un excès de risque cancérigène de 1.10^{-4}.

Elle a été établie à partir d'un risque "vie entière" de 4.10^{-2} pour une exposition à 1 $\mu g.m^{-3}$, calculé d'après des études réalisées chez des travailleurs (Sloff *et al.*, 1990, OMS, 1994).

- **Expertise Ineris, 2007 : 4.10^{-2} $(\mu g.m^{-3})^{-1}$ (chrome VI – OMS, 2000)**

La VTR proposée par l'OMS a été calculée à partir de 3 études différentes (1979, 1980 et 1990), alors que celle recommandée par l'US-EPA est basée sur une seule étude de 1975. De plus, lors de la détermination de l'ERUi proposé par l'OMS, la concentration d'exposition au chrome hexavalent est prise en compte alors que la VTR proposée par l'US-EPA est calculée à partir de l'exposition au chrome total.

4. Valeurs toxicologiques de référence par voie digestive

4.1. VTR aiguës

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

4.2. VTR intermédiaires

- **ATSDR, 2012: 5 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ (chrome VI)**

La VTR est établie à partir de l'étude du NTP (2008) qui a exposé de jeunes rats mâles F344/N (50 par groupes) à des concentrations de 0, 14,3, 57,3, 172 et 516 mg de dichromate de sodium dihydraté/L dans de l'eau de boisson. Une BMC de 0,52 $mg(CrVI).kg^{-1}.j^{-1}$ pour une **anémie hypochronique** a été observée à laquelle a été appliqué un facteur d'incertitude de 100 (10 pour l'extrapolation de données animales à l'homme et 10 pour la variabilité humaine).

4.3. VTR chroniques

4.3.1. Effets non cancérigènes

- **EPA, 1998: 1500 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ (chrome III insoluble)**

Cette VTR a été établie pour une exposition chronique par voie orale aux sels insolubles de Cr (III) (oxydes de chrome et sulfate de chrome) à partir d'une étude expérimentale chez le rat (Ivankovic *et al.*, 1975). Il a été établi un NOAEL de 1,8 $mg.kg^{-1}$ pour l'oxyde chromique ce qui correspond à un NOAEL de $1,46.10^{3}$ $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ pour le chrome III. Il a été appliqué un facteur de sécurité de 1000 (10 pour l'extrapolation de données expérimentale à l'Homme, 10 pour tenir compte de la différence de sensibilité au sein de l'espèce humaine et 10 pour le manque de données en particulier chez les non rongeurs et sur la reproduction). L'étude sur laquelle s'appuie ce NOAEL (Ivankovic *et al.*, 1975) est réalisée chez des rats chez lesquels il n'a été **observé aucun effet** quelle que soit la dose appliquée aux rats dans l'expérimentation. Il est donc appliqué un facteur supplémentaire de 10 pour rendre compte du manque de données expérimentales disponibles.

- **EPA, 1998: 3 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ (sels solubles chrome VI)**

Cette valeur est basée sur un NOAEL de 2,5 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ chez le rat **(aucun effet observé)**, ajusté d'un facteur de sécurité de 900 (10 pour tenir compte des variabilités inter espèces, 10 pour tenir compte des différences de sensibilité au sein de l'espèce humaine et 3 pour compenser les extrapolations de durée de l'exposition. (MacKenzie *et al.,* 1958). Il est encore ajouté un facteur modificateur de 3 pour tenir compte des incertitudes soulevées par l'étude de Zhang et Li (1987) concernant les effets gastro-intestinaux consécutifs à l'exposition par l'eau de boisson dans une population résidentielle en Chine.

- **ATSDR, 2012: 0,9 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ (chrome VI)**

Cette valeur est basée sur une benchmark dose de 0,09 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ établi chez des souris B6C3F1 (50 souris par sexe et par groupe de dose) exposées pendant 2 ans à des concentrations de 0, 14,3, 57,3, 172 ou 516 mg de dichromate de sodium dihydraté par litre d'eau de boisson (NTP, 2008). L'effet mesuré est une **hyperplasie épithéliale du duodenum**. Il est appliqué un facteur d'incertitude de 100 (10 pour l'extrapolation de l'animal à l'Homme et 10 pour la variabilité humaine).

- **RIVM, 2001: 5 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ (chrome VI) / provisoire**

Le RIVM a établi en 2001 une TDI provisoire (Tolerable Daily Intake) de 5.10^{-3} $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ pour une exposition chronique au chrome VI par voie orale (Baars *et al.*, 2001). L'étude sur laquelle s'appuie cette valeur est réalisée chez des rats exposés au chrome VI (MacKenzie *et al.,* 1958). Un NOAEL de 2,4 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ a été défini pour le chrome VI. Un facteur d'incertitude de 500 est appliqué à ce NOAEL ajusté (10 pour l'extrapolation des

données expérimentales à l'Homme, 10 pour la différence de sensibilité au sein de l'espèce humaine et 5 pour tenir compte de la faible durée d'exposition).

- **RIVM, 2001: 5000 µg.kg^{-1}.j^{-1} (chrome III insoluble) et 5 µg.kg^{-1}.j^{-1} (chrome III soluble)**

Le RIVM a fixé aussi en 2001 une autre TDI de 5 mg.kg^{-1}.j^{-1} pour une exposition chronique par ingestion au chrome III insoluble et une TDI de 5.10^{-3} mg.kg^{-1}.j^{-1} pour une exposition chronique au chrome III soluble par voie orale. (Baars *et al.*, 2001). **Aucun effet critique** n'a été rapporté. Un NOAEL de 2040 mg.kg^{-1}.j^{-1} a été établi chez le rat après exposition à l'oxyde de chrome III (insoluble), un NOAEL de 3,6 mg.kg^{-1}.j^{-1} après exposition au chlorure de chrome III (peu soluble) et un NOAEL de 0,46 mg.kg^{-1}.j^{-1} après exposition à l'acétate de chrome III (très soluble). La toxicité des composés de chrome dépend de leur solubilité dans l'eau, elle est environ 1000 fois plus faible pour les composés insolubles du chrome III, une TDI de 5 mg.kg^{-1}.j^{-1} a donc été calculée pour les composés insolubles du chrome III (incluant le chrome métallique). Le NOAEL de 0,46 mg.kg^{-1}.j^{-1} a servi à calculer une TDI pour les composés solubles du chrome III. Un facteur d'incertitude de 100 a été appliqué à ces NOAEL (10 pour l'extrapolation des données expérimentales à l'Homme et 10 pour tenir compte des différences de sensibilité au sein de l'espèce humaine).
Le RIVM fait référence à la monographie de l'ATSDR de 1998 qui a depuis été mise à jour (2008).

- **OEHHA, 2003: 20 µg.kg^{-1}.j^{-1} (chrome VI soluble)**

L'OEHHA a établi en 2003 un REL de 2.10^{-2} mg.kg^{-1}.j^{-1} pour une exposition au chrome VI soluble (sauf CrO_3) par voie orale. Cette valeur est issue de la même étude que celle utilisée par l'US-EPA pour calculer sa RfD (MacKenzie *et al.,* 1958). Des rats ont été exposés au chrome VI dans l'eau de boisson durant 1 an. **Aucun effet** n'a été noté quelle que soit la dose. Un NOAEL de 2,4 mg.kg^{-1}.j^{-1} a été fixé. Un facteur d'incertitude de 100 a été appliqué (10 pour l'extrapolation de données à l'Homme, 10 pour tenir compte des différences de sensibilité au sein de l'espèce humaine).

- **OMS/IPCS, 2013: 0,9 µg.kg^{-1}.j^{-1} (chrome VI)**

Cette valeur est basée sur une benchmark dose de 0,094 mg.kg^{-1}.j^{-1} établi chez des souris B6C3F1 (50 souris par sexe et par groupe de dose) exposées pendant 2 ans à des concentrations de 0, 14,3, 57,3, 172 ou 516 mg de dichromate de sodium dihydraté par litre d'eau de boisson (NTP, 2008). L'effet mesuré est une **hyperplasie épithéliale du duodenum**. Il est appliqué un facteur d'incertitude de 100 (10 pour l'extrapolation de l'animal à l'Homme et 10 pour la variabilité humaine). Cette étude est supportée par l'étude de Gibb et al (2000) sur des travailleurs.

- **Expertise Ineris, 2007 : 3 µg.kg^{-1}.j^{-1} (chrome VI – EPA, 1998)**
  1500 µg.kg-1.j-1 (chrome III – EPA, 1998)

Chrome VI : La valeur du RIVM n'est pas retenue car il s'agit d'une valeur provisoire. Les valeurs proposées par l'US-EPA et l'OEHHA sont basées sur la même étude source. La différence réside dans le choix des facteurs d'incertitude qui sont appliqués. Par défaut, l'Ineris conseille de retenir la valeur la plus pénalisante entre ces 2 VTR.
Chrome III : L'Ineris recommande cette VTR car c'est la seule pour laquelle l'étude source est clairement rapportée ainsi que la démarche d'élaboration.

4.3.2. Effets cancérigènes

- **OEHHA, 2005: 4,2 10^{-1} (mg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$ (chrome VI)**

L'OEHHA a établi en 2002 un ERU de 0,42 pour une exposition de 1 mg.kg^{-1}.j^{-1} au chrome hexavalent par voie orale. Cette valeur a été calculée à partir d'une étude de cancérogenèse expérimentale chez la souris exposée à 1 mg de chrome VI par jour pendant deux ans. Chez les souris femelles, une augmentation significative de l'incidence des carcinomes stomacaux a été notée. Chez les deux sexes, une incidence plus élevée de tumeurs bénignes de l'estomac (papillomes et hyperkératomes) a également été observée. En utilisant un modèle multiétapes linéarisé, le risque a été estimé à 3,17.10^{-2} pour une exposition de 1 mg.kg^{-1}.j^{-1} chez la souris. L'extrapolation à l'Homme (poids moyen estimé à 70 kg) a été faite en calculant un facteur d'extrapolation de 13,1 (70 kg/0,031 kg (poids moyen estimé des souris))$^{1/3}$, ce qui donne un ERU de 0,42 (3,17.10^{-2}*13,1) pour des **tumeurs bénignes et malignes de l'estomac** observées chez la souris femelle..

- **Expertise Ineris, 2007 : 4,2 10^{-1} (mg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$ (chrome VI - OEHHA, 2005)**

Parmi les 6 bases de données, seule la VTR proposée par l'OEHHA est disponible.

5. Choix des valeurs toxicologiques de référence

5.1. Choix des VTR selon la circulaire

D'après la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, il est recommandé de sélectionner la VTR proposée par l'un des organismes suivant : Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA.

Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données. A défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors cette VTR doit être retenue, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.

En l'absence d'expertise nationale, la VTR à retenir correspond à la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.

Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA est utilisée.

Chrome **Choix des valeurs toxicologiques de référence selon la note DGS d'octobre 2014**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	8h	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire chrome VI (particules)	0,3 µg.m^{-3}	14-365j	A	Effets respiratoires	BMC = 0,016 mg.m^{-3}	30	ATSDR, 2012 (Glaser *et al.*, 1990)
	Intermédiaire chrome VI (poussières d'aérosols)	0.005 µg.m^{-3}	14-365j	H	Effets respiratoires	LOAEL = 0.002 mg.m^{-3}	100	ATSDR, 2012 (Lindberg et al., 1983)
	Intermédiaire chrome III (particules non solubles)	5 µg.m^{-3}	14-365j	A	Effets respiratoires	LOAEL = 0.43 mg.m^{-3}	300	ATSDR, 2012 (Derelanko et al., 1999)
	Intermédiaire chrome III (particules solubles)	0.1 µg.m^{-3}	14-365j	A	Effets respiratoires	LOAEL = 3 mg.m^{-3}	300	ATSDR, 2012 (Derelanko et al., 1999)
	Chronique chrome VI – effets non cancérigènes (particules)	0,1 µg.m^{-3}	-	A	Effets respiratoires	BMD= 0,016 µg.m^{-3}	300	Expertise Ineris, 2007 (EPA, 1998)
	Chronique chrome III – effets non cancérigènes (particules)	60 µg.m^{-3}	-	H	Aucun effet reporté	NOAEC= 0,6 mg.m^{-3}	10	Expertise Ineris, 2007 (RIVM, 2001)
	Chronique chrome VI – effets cancérigènes	4 10^{-2} (µg.m^{-3})$^{-1}$	-	H	Cancer pulmonaire	-	-	Expertise Ineris, 2007 (OMS, 2000)
Digestive	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire chrome VI	5 µg.kg^{-1}.j^{-1}	14-365j	A	Anémie hypochronique	BMC = 0,52 mg.kg^{-1}.j^{-1}	100	ATSDR, 2012 (NTP, 2008)
	Chronique chrome VI – effets non cancérigènes	0.9 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	hyperplasie épithéliale du duodenum	BMD= 0.09 mg.kg^{-1}.j^{-1}	100	ATSDR, 2012 (NTP, 2008)
	Chronique chrome III – effets non cancérigènes	1500 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Aucun effet observé	NOAEL= 1.8 mg.kg^{-1}.j^{-1}	1000	Expertise Ineris, 2007 (EPA, 1998)
	Chronique chrome VI – effets cancérigènes	4,2 10^{-4} (µg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$	-	A	Tumeurs bénignes et malignes de l'estomac	-	-	Expertise Ineris, 2007 (OEHHA, 2005)

5.2. Choix raisonné des VTR

Lorsque plusieurs VTR sont disponibles pour une même voie et une même durée d'exposition, les VTR peuvent être sélectionnées selon des critères de choix raisonnés. Cette démarche repose sur des critères de choix scientifiques établis à partir des recommandations, entre autres, de l'InVS (2002), de l'Ineris (2003), de l'AFSSET (2007) et de Doornaert B. *et al.* (2006) :

- Adéquation des voies d'exposition,
- Adéquation des durées d'exposition,
- Adéquation de la forme chimique,
- Transparence de l'explication de l'élaboration de la VTR (facteurs de sécurité, nature et caractéristiques des effets observés…),
- Analyse de la qualité scientifique de la VTR,
- Pertinence des données humaines ou de la transposition chez l'homme à partir de données animales : Les études menées chez l'homme sont favorisées si elles sont de qualité égale aux études réalisées chez l'animal,
- Date de mise à jour de la VTR et de l'étude clef.

Le choix raisonné concerne les VTR pour lesquelles il n'existe pas encore d'expertise nationale, soit sur sa construction soit sur son choix (Anses, Ineris).

5.2.1. VTR aiguë respiratoire

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie d'exposition et cette durée d'exposition.

5.2.2. VTR 8h respiratoire

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie d'exposition et cette durée d'exposition.

5.2.3. VTR intermédiaire respiratoire

- **VTR = 0,3 µg.m^{-3} (ATSDR, 2012 - Cr VI particules)**
- **VTR = 0.005 µg.m^{-3} (ATSDR, 2012 - Cr VI poussières d'aérosols)**
- **VTR = 5 µg.m^{-3} (ATSDR, 2012 - Cr III particules)**
- **VTR = 0.1 µg.m^{-3} (ATSDR, 2012 - Cr III poussières d'aérosols)**

L'ATSDR est le seul organisme à proposer une VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.4. VTR chroniques respiratoire

- **Effets non cancérigènes :**
  - **VTR = 0,1 µg.m^{-3} (Expertise Ineris, 2007 - Cr VI particules - EPA, 1998)**
  - **VTR = 60 µg.m^{-3} (Expertise Ineris, 2007 - Cr III particules – RIVM, 2001)**

- **Effets cancérigènes :**
  - **VTR = 0.04 (µg.m^{-3})$^{-1}$ (Expertise Ineris, 2007 - Cr VI - EPA, 1998)**

5.2.5. VTR aiguës digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie d'exposition et cette durée d'exposition.

5.2.6. VTR intermédiaire digestive

- **VTR = 5 µg.kg^{-1}.j^{-1} (ATSDR, 2012 - chrome VI)**

L'ATSDR est le seul organisme à proposer une VTR pour cette voie et cette durée d'exposition et cette forme de chrome.

5.2.7. VTR chronique digestive

- **Effets non cancérigènes :**
  - **VTR = 0.9 µg.kg^{-1}.j^{-1} (ATSDR, 2012/OMS, 2013 - chrome VI)**

L'ATSDR et l'OMS proposent une même VTR basée sur une même étude princeps qui estime une VTR à partir d'une BMD. Cette VTR est préférée aux VTR de l'EPA et de l'OEHHA car basée sur une étude source plus récente (2008 vs 1958). A noter par ailleurs qu'elle repose sur l'absence d'un effet observé contrairement aux VTR de l'EPA et de l'OEHHA qui propose une VTR sans avoir observé le moindre effet critique.

- **Effets cancérigènes :**
  - **VTR = 4,2 10^{-4} ($\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$)$^{-1}$ (OEHHA, 2005) (chrome VI)**

L'OEHHA est le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

Chrome **Choix raisonné des valeurs toxicologiques de référence**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	8h	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire chrome VI (particules)	0,3 µg.m^{-3}	14-365j	A	Effets respiratoires	BMC = 0,016 mg.m^{-3}	30	ATSDR, 2012 (Glaser *et al.*, 1990)
	Intermédiaire chrome VI (poussières d'aérosols)	0.005 µg.m^{-3}	14-365j	H	Effets respiratoires	LOAEL = 0.002 mg.m^{-3}	100	ATSDR, 2012 (Lindberg et al., 1983)
	Intermédiaire chrome III (particules non solubles)	5 µg.m^{-3}	14-365j	A	Effets respiratoires	LOAEL = 0.43 mg.m^{-3}	300	ATSDR, 2012 (Derelanko et al., 1999)
	Intermédiaire chrome III (particules solubles)	0.1 µg.m^{-3}	14-365j	A	Effets respiratoires	LOAEL = 3 mg.m^{-3}	300	ATSDR, 2012 (Derelanko et al., 1999)
	Chronique chrome VI – effets non cancérigènes (particules)	0,1 µg.m^{-3}	-	A	Effets respiratoires	BMD= 0,016 µg.m^{-3}	300	Expertise Ineris, 2007 (EPA, 1998)
	Chronique chrome III – effets non cancérigènes (particules)	60 µg.m^{-3}	-	H	Aucun effet reporté	NOAEC= 0,6 mg.m^{-3}	10	Expertise Ineris, 2007 (RIVM, 2001)
	Chronique chrome VI – effets cancérigènes	4 10^{-2} (µg.m^{-3})$^{-1}$	-	H	Cancer pulmonaire	-	-	Expertise OMS, 2007 (OMS, 2000)
Digestive	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire chrome VI	5 µg.kg^{-1}.j^{-1}	14-365j	A	Anémie hypochronique	BMC = 0,52 mg.kg^{-1}.j^{-1}	100	ATSDR, 2012 (NTP, 2008)
	Chronique chrome VI – effets non cancérigènes	0.9 µg.kg^{-1}.j^{-1}		A	hyperplasie épithéliale du duodenum	BMD= 0.09 mg.kg^{-1}.j^{-1}	100	ATSDR, 2012 (NTP, 2008)
	Chronique chrome III – effets non cancérigènes	1500 µg.kg^{-1}.j^{-1}		A	Aucun effet observé	NOAEL= 1.8 mg.kg^{-1}.j^{-1}	1000	Expertise Ineris, 2007 (EPA, 1998)
	Chronique chrome VI – effets cancérigènes	4,2 10^{-4} (µg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$		A	Tumeurs bénignes et malignes de l'estomac	-		Expertise Ineris, 2007 (OEHHA, 2005)

6. Valeurs d'exposition professionnelles

Composés du chrome VI, trioxyde de chrome (en chrome) : VME = 0,05 $mg.m^{-3}$ (INRS, 2008)
Chrome métal : VME = 0,5 $mg.m^{-3}$ (INRS, 2008)
Métal chrome, composés de chrome inorganique (II) et composés de chrome inorganiques insolubles (III) : VME = 2 $mg.m^{-3}$ (INRS, 2008)

7. Bibliographie

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2008, Toxicological Profile for Chromium, http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp7-c8.pdf.

CIRC (Centre international de recherché sur le cancer), http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsAlphaOrder.pdf

Denis Baise, INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), 2000, Teneurs totales en "métaux lourds" dans les sols français : Résultats généraux du programme ASPITET, Courrier de l'environnement n°39.

EPA (Environmental Protection Agency), 1998, Chrome VI (CASRN 18540-29-9), http://www.epa.gov/iris/subst/0144.htm.

EPA (Environmental Protection Agency), 1998, Chrome III, insoluble salts (CASRN 16065-83-1), http://www.epa.gov/iris/subst/0028.htm.

Santé Canada, 1994, Composés du chrome hexavalent, Loi canadienne sur la protection de l'environnement. Liste des substances d'intérêt prioritaire. Rapport d'évaluation, 72 p.

Ineris (Institut National de l'Environnement et des Risques Industriels), 2007, Point sur les valeurs toxicologiques de référence (VTR) – juin 2007, N°DRC-07-86177-08805B, 43 p.

Ineris (Institut National de l'Environnement et des Risques Industriels), 2005, Chrome et ses dérivés, Fiche de données toxicologiques et environnementales, Ineris –DRC-01-05590-00DF253.doc, Version N°2-4-février 05, 80 p.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), juin 2008, Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France, ED 984, 23 p.

IPCS-Inchem (International Program on Chemical Safety), 1988, Environmental Health Criteria 61 Chromium, http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc61.htm.

JOCE, 1996, Commission directive 96/54/EC, 22ATP, Council Directive 67/548/EEC.

JOCE, 2004, Commission directive 2004/73/EC, 29ATP, Council Directive 67/548/EEC.

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Chronic Reference Exposure Levels and toxicity summaries using the previous version of the Hot Spots Risk Assessment guidelines (OEHHA 1999), http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2008/AppendixD3_final.pdf#page=138

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Air toxics hot spots risk assessment guideline. Chemical-specific summaries of the information used to derive unit risk and cancer potency values, http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2009/AppendixB.pdf

OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 2000, Air Quality Guidelines for Europe - 2nd édition, 14 p. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf.

OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 2013, Concise International Chemical Assessment Document 78, inorganic chromium (VI) compound, http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/cicad_78.pdf?ua=1

RIVM (Rijksinstituut Voor Volksgezondheid), 2001, Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels.

Ethylbenzène (N° CAS 100-41-4)

1. Généralités

1.1. Identification

L'éthylbenzène est un liquide incolore à température et pression ambiante. Son seuil de détection serait de 2 $mg.m^{-3}$ dans l'air et de 138 $mg.L^{-1}$ dans l'eau à 15°C (IPCS, 1996). L'éthylbenzène est une substance organique volatile (Santé Canada, 2005).

1.2. Utilisation

L'éthylbenzène est principalement utilisé dans la fabrication du styrène (lui-même utilisé dans la production de polystyrène, matières plastiques et caoutchoucs synthétiques). Il est utilisé comme solvant pour les peintures et les laques. Il est utilisé comme intermédiaire chimique. Il entre dans la composition de l'essence automobile (rôle antidétonant) (Ineris, 2005).

1.3. Sources d'exposition

L'éthylbenzène émis dans l'environnement provient essentiellement des émissions du trafic automobile ou d'émissions lors de sa production ou de ses utilisations industrielles (Ineris, 2005). L'éthylbenzène est présent naturellement dans le pétrole brut et les huiles de pétrole (Santé Canada, 2005).

1.4. Concentrations et comportements environnementaux

Dans l'air, l'éthylbenzène est uniquement sous forme gazeuse. Il est dégradé par réactions avec les radicaux hydroxyls (complètement en 2,9 jours).
Dans l'eau, l'éthylbenzène peut s'adsorber sur les particules. Il se volatilise à partir de l'eau de surface.
Dans les sols, la mobilité de l'éthylbenzène est modérée.
Dans les végétaux : il n'a pas été retrouvé, dans la littérature consultée d'information sur le comportement et les concentrations de l'éthylbenzène dans les végétaux.

Concentrations environnementales en éthylbenzène

Milieu	Concentration	Caractéristique des mesures	Source
Air	zone rurale < 2 $\mu g.m^{-3}$ zone urbaine : 0,74-100 $\mu g.m^{-3}$	Synthèse de la littérature	IPCS, 1996

	médiane : 1,1 µg.m^{-3}	8723 échantillons dans 93 sites américains (Kelly *et al.*, 1994)	ATSDR, 2007
	zone éloignée : 0,7 µg.m^{-3} zone rurale : 0,06 µg.m^{-3} zone urbaine et suburbaine : 2,7 µg.m^{-3}	médiane de 6 sites médiane de 122 sites médiane de 886 sites urbains et 1532 sites suburbains américains en 1980	ATSDR, 2007
Eau	eau de surface en zone non industrielle < 0,1 µg.L^{-1} eau souterraine en zone non industrielle < 0,1 µg.L^{-1}	synthèse de la littérature	IPCS, 1996
	eau de surface < 5 µg.L^{-1}	médiane de 1100 échantillons américains de 1980 à 1982	ATSDR, 2007
Sol	sédiments de zone non industrielle < 0,5 µg.kg^{-1}	synthèse de la littérature	IPCS, 1996
	sédiments : 5 µg.kg^{-1}	médiane sites américains de 1980 à 1982	ATSDR, 2007

1.5. Facteurs de conversion

1 ppm = 4,35 mg.m^{-3} (OEHHA, 2000)

2. Toxicité

2.1. Métabolisme

Les principales voies d'exposition humaine à l'éthylbenzène sont les voies respiratoire et cutanée. Environ la moitié de l'éthylbenzène inspiré est absorbé. Environ 5 % est éliminé par expiration, inchangé, le reste est métabolisé en acides mendéliques (Ineris, 2005).

2.2. Toxicité aiguë

A partir de 442 à 882 mg.m^{-3}, il est rapporté que les vapeurs d'éthylbenzène peuvent provoquer une irritation des yeux, du nez et des muqueuses. Des concentrations plus élevées peuvent provoquer une dépression du système nerveux central et des atteintes hépatiques et rénales (Ineris, 2005 ; IPCS, 1996).
Il n'y a pas d'étude sur les effets digestifs et cutanés de l'éthylbenzène en toxicité aiguë (Ineris, 2005).

2.3. Toxicité chronique

2.3.1. Effets systémiques

Aucune étude chez l'homme ne permet actuellement de décrire les effets de l'éthylbenzène, quelle que soit la voie d'exposition (Ineris, 2005).
Chez l'animal, les organes cibles de l'éthylbenzène après une exposition chronique par voie respiratoire sont le foie (augmentation du poids du foie et activation du métabolisme hépatique) et les reins (augmentation du poids des reins) (Ineris, 2005).

2.3.2. Effets cancérigènes

Il n'a pas été trouvé d'association entre l'exposition par voie respiratoire à l'éthylbenzène et le cancer. L'exposition par voie digestive et cutanée n'a pas été étudiée (Ineris, 2005).

Classements cancérigènes de l'éthylbenzène	
Classement	Organisme
2B	CIRC (2000)
D	EPA (1991)

[1]Annexe I de la directive 67/548/CE
[2]Annexe VI du règlement CLP n°1278/2008

2.3.3. Effets génotoxiques

L'Union Européenne n'a pas classé l'éthylbenzène comme génotoxique (JOCE, 1993 ; JOCE, 2008).
En général, les résultats disponibles sur les études de génotoxicité *in vivo* et *in vitro* suggèrent que l'éthylbenzène n'est pas génotoxique. Quelques études montrent des résultats positifs mais la signification de ces résultats positifs n'est pas connue (ATSDR, 2010).

2.3.4. Effets sur la reproduction et le développement

L'Union Européenne n'a pas classé l'éthylbenzène comme reprotoxique (JOCE, 1993 ; JOCE ; 2008).
Aucune étude sur l'homme n'est disponible dans la littérature consultée, quelle que soit la voie d'exposition. (Ineris, 2005).

3. Valeurs toxicologiques de référence par voie respiratoire

3.1. VTR aiguës

- **ATSDR, 2010 : 5 ppm (22 mg.m^{-3}) / 1-14 j**

La VTR est établie à partir des résultats de l'étude de Cappaert *et al.* (2000). L'étude porte sur l'exposition de rats Wag/Rij (8 rats par groupe, sans séparation des sexes) à des concentrations de 0, 300, 400 ou 550 ppm d'éthylbenzène (pureté à 99 %), 8 heures par jour pendant 5 jours. Le poids des animaux est mesuré chaque semaine. 3 à 6 semaines après la dernière exposition, il est réalisé différentes mesures acoustiques (mesure du produit de distorsion des émissions oto-acoustiques, mesure du potentiel d'action, comptage de cellules ciliées). Une BMDL de 81,10 µmol.L^{-1} correspondant à la concentration moyenne d'éthylbenzène mesurée dans le sang a servi à établir la VTR. Le modèle de Hill a permis de convertir la dose interne d'éthylbenzène en concentration équivalente humaine soit 154,26 ppm (671,03 mg.m^{-3}). L'effet critique observé correspondant à une **détérioration significative des niveaux d'audition** mesurés par le potentiel d'action. Il a été appliqué un facteur d'incertitude de 30 (3 pour l'extrapolation de l'animal à l'homme avec des ajustements dosimétriques et 10 pour la variabilité humaine).

3.2. VTR 8h

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

3.3. VTR intermédiaires

- **ATSDR, 2010 : 2 ppm (9 mg.m^{-3}) / 15-365j**

La VTR est établie à partir des résultats de l'étude de Gagnaire *et al.* (2007). L'étude porte sur l'exposition de rats Sprague-Dawley (14 rats par niveau d'exposition) à des concentrations de 0, 200, 400, 600 ou 8000 ppm d'éthylbenzène (pureté à 99 %), 6 heures par jour, 6 jours par semaine pendant 13 semaines. Une BMDL de 19,94 µmol.L^{-1} correspondant à la concentration moyenne d'éthylbenzène mesurée dans le sang a servi à établir la VTR. Le modèle PBPK a permis de convertir la dose interne d'éthylbenzène en concentration équivalente humaine soit 63,64 ppm (276,83 mg.m^{-3}). L'effet critique observé correspondant à une **détérioration significative des niveaux d'audition**. Il a été appliqué un facteur d'incertitude de 30 (3 pour l'extrapolation de l'animal à l'homme avec des ajustements dosimétriques et 10 pour la variabilité humaine).

3.4. VTR chroniques

3.4.1. Effets non cancérigènes

- **EPA, 1991 : 1 mg.m^{-3}**

Cette VTR est établie à partir des études d'Andrew *et al*. (1981) et Hardin *et al*. (1981). Les expérimentations ont porté sur des rats Wistar (n=78-107 par concentration) et des lapins blancs de Nouvelle-Zélande (n= 29-30 par concentration) exposés 6 à 7 heures par jour, 7 jours par semaine durant 1 à 19 jours et 1 à 24 jours de gestation respectivement, à des concentrations de 0, 100 ou 1000 ppm (434 ou 4342 mg.m^{-3}) (Andrew *et al*.,

1981). Les animaux sont sacrifiés 1 jour avant le terme (21 jours pour les rats et 30 jours pour les lapins). Il est effectué un examen histopathologique des organes maternels et du fœtus. Un NOAEL de 434 mg.m^{-3} est déterminé chez les lapins. Cette valeur est considérée également comme le NOAEL équivalent pour l'homme étant donné que les valeurs expiratoires ne sont pas connues pour le lapin (facteur 1 par défaut). Un LOAEL de 1000 ppm (434 mg.m^{-3}) a été déterminé chez les rats pour **des retards du développement chez le fœtus**. Il est appliqué au NOAEL de 434 mg.m^{-3} un facteur d'incertitude 300 (3 pour la conversion interespèces, 10 pour la protection des individus particulièrement sensibles et 10 pour l'absence de reproduction multigénérationnelle et pour l'absence d'étude chronique).

- **ATSDR, 2010 : 0,06 ppm (0,3 mg.m^{-3})**

Cette VTR est établie à partir d'une étude du NTP (1999). Elle porte sur des rats F344/N et des souris B6C3F1 (50 animaux par sexe et par dose) exposés à des concentrations de 0, 75, 250 ou 750 ppm d'éthylbenzène par voie respiratoire, 5 jours par semaine, 6 heures par jour pendant 104 semaines pour les rats et pendant 103 semaines pour les souris. Les animaux sont examinés mensuellement. Les animaux survivants sont tués et leurs organes examinés. Il n'est pas établi de NOAEL. Il est établi un LOAEL de 75 ppm (326 mg.m^{-3}) et un LOAEL ajusté de 17,45 ppm (75 mg.m^{-3}) pour une **augmentation significative de néphropathies sévères** chez les rats femelles après 2 ans d'exposition. Il est appliqué au LOAEL ajusté un facteur d'incertitude de 300 (10 pour l'utilisation d'un LOAEL, 3 pour l'extrapolation de l'animal à l'homme avec des ajustements dosimétriques et 10 pour la variabilité humaine).

- **IPCS, 1996 : 22 mg.m^{-3}**

L'IPCS propose une valeur guide établie à partir d'un NOEL de 2150 mg.m^{-3} et d'un facteur d'incertitude de 100 (10 pour la variabilité interespèces, 5 pour la variabilité intraespèces et 2 pour le manque de données sur la toxicité chronique). L'IPCS précise que le NOAEL (dose n'entraînant pas d'effet délétère) est plus élevé que la dose la plus forte testée (1000 ppm). En effet, **l'augmentation du poids du foie** associée au NOEL n'a pas d'effet histopathologique. La description de ces éléments nous amène à penser que l'IPCS doit s'appuyer sur les résultats de l'étude d'Andrew *et al.* (1981).

- **RIVM, 2001 : 770 µg.m^{-3}**

Cette VTR s'appuie sur les résultats de l'étude de cancérogénicité NTP (1999) sur les rats et les souris. Les effets critiques sont des **effets hépatiques et rénaux.** Le NOAEL déterminé pour établir la VTR est issue d'une étude subchronique du NTP de 1992 car le NOAEL déterminé lors de l'étude du NTP de 1999 est plus élevé (430 mg.m^{-3} versus 1075 mg.m^{-3}). L'extrapolation à une exposition continue (24 heures par jour, 7 jours par semaine) aboutit à une concentration de 77 mg.m^{-3}. A cette concentration il est appliqué un facteur d'incertitude de 100 (10 pour l'extrapolation interespèces et 10 pour l'extrapolation intraespèces).

- **OEHHA, 2000 : 2 mg.m^{-3}**

Cette VTR est établie à partir de l'étude NTP (1999) présentée plus haut et sur l'étude de Chan *et al.* (1998). La VTR est établie à partir du NOAEL expérimental de 75 ppm pour des effets critiques de **néphrotoxicité, de réduction du poids du corps chez les rats, d'hyperplasie de la glande pituitaire, d'altération et de nécrose des cellules hépatiques** chez la souris. Il est ensuite calculé un NOAEL moyen expérimental de 13 ppm (56,6 mg.m^{-3}) et un NOAEL équivalent chez l'homme de 13 ppm également (rapport par défaut de 1 pour les effets systémiques du gaz chez les 2 espèces, animale et humaine). A ce NOAEL il est appliqué un facteur d'incertitude de 30 (10 pour la variabilité intraespèce et 3 pour la variabilité interespèce).

3.4.2. Effets cancérigènes

- **OEHHA, 2009 : 2,5.10^{-6} (µg.m^{-3})$^{-1}$**

Cette VTR a été établie à partir des données de **tumeurs rénales** chez le rat mâle (NTP, 1999). L'étude a été décrite précédemment pour les effets à seuil. Il est utilisé un modèle linéaire multi-étapes et des méthodes de benchmark doses.

4. 4.Valeurs toxicologiques de référence par voie digestive

4.1. VTR aiguës

Il n'a pas été retrouvé de VTR aiguë dans la littérature consultée.

4.2. VTR intermédiaires

- **ATSDR, 2010 : 0,4 mg.kg^{-1}.j^{-1} / 15-365j**

La VTR est établie à partir des résultats de l'étude de Mellert *et al.* (2007). L'étude porte sur l'exposition de rats Winstar (10 rats mâle et 10 rats femelle par niveau d'exposition) à des concentrations de 0, 75, 250, 750 mg.kg^{-1}.j^{-1} d'éthylbenzène pendant 13 semaines. Un NOAEL de 75 mg.kg^{-1}.j^{-1} et un LOAEL de 250 mg.kg^{-1}.j^{-1} ont été établi pour des **effets hépatiques**. Une BMDL de 6,61 µmol.L^{-1} correspondant à la concentration moyenne d'éthylbenzène mesurée dans le sang a servi à établir la VTR. Le modèle log-logistique a permis de convertir la dose interne d'éthylbenzène en concentration équivalente humaine soit 10,68 mg.kg^{-1}.j^{-1}. L'effet critique observé correspondant à des effets hépatiques. Il a été appliqué un facteur d'incertitude de 30 (3 pour l'extrapolation de l'animal à l'homme avec des ajustements dosimétriques et 10 pour la variabilité humaine).

4.3. VTR chroniques

4.3.1. Effets non cancérigènes

- **EPA, 1991 : 100 µg.kg^{-1}.j^{-1}**

Cette valeur a été établie à partir des résultats de l'étude de Wolf *et al.* (1956). Cette étude porte sur des rats femelles albinos (n=10 / dose et 20 contrôles) exposés par gavage pendant 182 jours à des doses de 13,6, 136, 408 ou 680 mg.kg^{-1}.j^{-1} d'éthylbenzène dans de l'huile d'olive pendant 5 jours par semaine. Les effets recherchés portent sur la croissance, la mortalité, l'apparence et le comportement, des paramètres hématologiques, la concentration de l'urée dans le sang, le poids moyen des organes et du corps, des paramètres histopathologiques et des comptages dans la moelle osseuse. Il a été déterminé un NOEL de 136 mg.kg^{-1}.j^{-1} associé à des **modifications histologiques du foie et des reins**. Il a été appliqué au NOEL ajusté de 97,1 mg.kg^{-1}.j^{-1} un facteur d'incertitude de 1000 (10 pour la variabilité intraespèce, 10 pour la variabilité interespèce et 10 pour l'extrapolation de données subchroniques à des effets chroniques).

- **RIVM, 2001 : 100 µg.kg^{-1}.j^{-1}**

Cette VTR s'appuie sur la VTR précédemment établie par le RIVM (1991) et l'intégralité de l'explication de l'obtention de la VTR n'est donc pas reprise dans la monographie de 2001. La VTR a été établie à partir d'un NOAEL ajusté de 97 mg.kg^{-1}.j^{-1} (l'ajustement porte sur l'extension des résultats de 5 jours par semaine à 7 jours par semaine) auquel il est appliqué un facteur d'incertitude de 1000. L'étude clef n'est pas reprécisée dans cette mise à jour.

4.3.2. Effets cancérigènes

- **OEHHA, 2009 : 1,1.10^{-2} (mg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$**

Cette VTR a été établie à partir des données de tumeurs rénales chez le rat mâle (NTP, 1999). L'étude a été décrite précédemment pour les effets à seuil. Le potentiel cancérogène est basé sur des modèles PPBK (estimation de doses internes). La dose interne par voie respiratoire est équivalente pour la voie orale selon les hypotheses que 100% de la dose orale est absorbée et métabolisée, pour des faibles concentrations. Pour dériver la VTR sans seuil orale, la VTR sans seuil respiratoire est multipliée par le poids moyen (70 kg) et divisée par le taux respiratoire (20 m3/j).

5. Choix des valeurs toxicologiques de référence

5.1. Choix des VTR selon la note DGS d'octobre 2014

D'après la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, il est recommandé de sélectionner la VTR proposée par l'un des organismes suivant : Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA.

Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données. A défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors cette VTR doit être retenue, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.

En l'absence d'expertise nationale, la VTR à retenir correspond à la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.

Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA est utilisée.

Ethylbenzène **Choix des valeurs toxicologiques de référence selon la note DGS d'octobre 2014**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	22 $mg.m^{-3}$	1-14j	A	Détérioration des niveaux auditifs	BMDL = 671 $mg.m^{-3}$	30	ATSDR, 2010 (Cappaert *et al.,* 2000)
	8h	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	9 $mg.m^{-3}$	15-365j	A	Détérioration des niveaux auditifs	BMDL = 277 $mg.m^{-3}$	30	ATSDR, 2010 (Gagnaire *et al.,* 2007)
	Chronique – effets non cancérigènes	0,3 $mg.m^{-3}$	-	A	augmentation significative de néphropathies sévères	LOAEL = 326 $mg.m^{-3}$	300	ATSDR, 2010 (NTP, 1999)
	Chronique – effets cancérigènes	2,5 10^{-6} $(\mu g.m^{-3})^{-1}$	-	A	Tumeurs rénales	-	-	OEHHA, 2009 (NTP, 1999)
Digestive	Aiguë							
	Intermédiaire	0,4 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$	15-365j	A	Effets hépatiques	BMDL = 10,68 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$	30	ATSDR, 2010 (Mellert *et al.,* 2007)
	Chronique – effets non cancérigènes	100 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$	-	A	Effets hépatiques et rénaux	NOEL = 136 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$	1000	EPA, 1991 (Wolf *et al.,* 1956)
	Chronique – effets cancérigènes							

5.2. Choix raisonné des VTR

Lorsque plusieurs VTR sont disponibles pour une même voie et une même durée d'exposition, les VTR peuvent être sélectionnées selon des critères de choix raisonnés. Cette démarche repose sur des critères de choix scientifiques établis à partir des recommandations, entre autres, de l'InVS (2002), de l'Ineris (2003), de l'AFSSET (2007) et de Doornaert B. *et al.* (2006) :

- Adéquation des voies d'exposition,
- Adéquation des durées d'exposition,
- Adéquation de la forme chimique,
- Transparence de l'explication de l'élaboration de la VTR (facteurs de sécurité, nature et caractéristiques des effets observés…),
- Analyse de la qualité scientifique de la VTR,
- Pertinence des données humaines ou de la transposition chez l'homme à partir de données animales : Les études menées chez l'homme sont favorisées si elles sont de qualité égale aux études réalisées chez l'animal,
- Date de mise à jour de la VTR et de l'étude clef.

Le choix raisonné concerne les VTR pour lesquelles il n'existe pas encore d'expertise nationale, soit sur sa construction soit sur son choix (Anses, Ineris).

5.2.1. VTR aiguë respiratoire

- **VTR = 22 mg.m^{-3} (ATSDR, 2010)**

L'ATSDR est le seul organisme à proposer une VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.2. VTR 8h respiratoire

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.3. VTR intermédiaires respiratoire

- **VTR = 9 mg.m^{-3} (ATSDR, 2010)**

L'ATSDR est le seul organisme à proposer une VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.4. VTR chroniques respiratoire

- **Effets non cancérigènes : VTR = 0,3 mg.m^{-3} (ATSDR, 2010)**

La littérature fournit 3 VTR. La VTR du RIVM est écartée car le développement de la VTR n'est pas donné dans la dernière version (2001). Les VTR de l'ATSDR et de l'OEHHA sont basées sur l'étude du NTP (1999). L'ATSDR et l'OEHHA ne rapportent pas les mêmes LOAEL pour la même étude. L'ATSDR utilise le LOAEL (ne décrit pas de NOAEL) et un facteur d'incertitude de 300 alors que l'OEHHA utilise un NOAEL moyen pour le groupe et un facteur d'incertitude de 30. L'obtention du NOAEL moyen du groupe n'est pas décrite. Il est donc choisi de retenir la VTR de l'ATSDR dont le mode d'obtention est mieux expliqué.

- **Effets cancérigènes : VTR = 2,5 10^{-6} (µg.m^{-3})$^{-1}$ (OEHHA, 2009)**

L'OEHHA est le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.5. VTR aiguës digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR aiguë pour cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.6. VTR intermédiaire digestive

- **VTR = 0,4 mg.kg^{-1}.j^{-1} (ATSDR, 2010)**

L'ATSDR est le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.7. VTR chronique digestive

- **Effets non cancérigènes : VTR = 100 µg.kg^{-1}.j^{-1} (EPA, 1991)**

L'étude clé et l'effet critique associés à la VTR du RIVM (2001) ne sont pas citées. L'EPA est donc le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

- **Effets cancérigènes : VTR = 1,1 10^{-2} (mg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$ (OEHHA, 2009)**

L'OEHHA est le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

Ethylbenzène **Choix raisonné des valeurs toxicologiques de référence**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	22 $mg.m^{-3}$	1-14j	A	Détérioration des niveaux auditifs	BMDL = 671 $mg.m^{-3}$	30	ATSDR, 2010 (Cappaert *et al.,* 2000)
	8h	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	9 $mg.m^{-3}$	15-365j	A	Détérioration des niveaux auditifs	BMDL = 326 $mg.m^{-3}$	30	ATSDR, 2010 (Gagnaire *et al.,* 2007)
	Chronique – effets non cancérigènes	0,3 $mg.m^{-3}$	-	A	Augmentation des néphropathies	LOAEL = 75 $mg.m^{-3}$	300	ATSDR, 2010 (NTP, 1999)
	Chronique – effets cancérigènes	2,5 10^{-6} $(\mu g.m^{-3})^{-1}$	-	A	Tumeurs rénales	-	-	OEHHA, 2009 (NTP, 1999)
Digestive	Aiguë	0,4 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$	15-365j	A	Effets hépatiques	BMDL = 10,68 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$	30	ATSDR, 2010 (Mellert *et al.,* 2007)
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – effets non cancérigènes	100 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$	-	A	Effets hépatiques	NOEL = 136 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$	1000	EPA, 1991 (Wolf *et al.,* 1956)
	Chronique – effets cancérigènes	1,1 10^{-2} $(mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$	-	A	Tumeurs rénales	-	-	OEHHA, 2009 (NTP, 1999)

6. Valeurs d'exposition professionnelles

VME = 88,4 mg.m-3 pour (INRS, 2008)

VLCT = 442 mg.m-3 pour (INRS, 2008)

7. Bibliographie

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Regsitry), 2010, Toxicological Profile for Ethylbenzene, http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp110.pdf (consulté en juin 2011).

CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer), 2007, Evaluation globale de la cancérogénicité pour l'homme, liste de tous les agents évalués à ce jour, http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsAlphaOrder.pdf (dernière consultation le 14/05/2010).

EPA (Environmental Protection Agency), 1991, ethylbenzene (CASRN 100-41-4), http://www.epa.gov/ncea/iris/subst/0051.htm (consulté en juin 2011).

Ineris (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques), 2005, Ethylbenzène, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, 54 p.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), 2007, Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France, ED984 Aide-Mémoire Technique, 23 p.

IPCS-Inchem, 1996, Environmental Health Criteria 186 Ethylbenzene, http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc186.htm#PartNumber:1 (consulté en juin 2011).

JOCE, 1993, Commission directive 93/72/EC, 19st ATP, Council Directive 67/548/EEC.

JOCE, 2008, regulations (EC) n°1278/2008 of the European parliament and of the council of 16 decembre 2008 on classification, labeling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing directives 67/548/EEC and 1999/45/EEC and amending regulation (EC) 1907/2006.

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Chronic Reference Exposure Levels and toxicity summaries using the previous version of the Hot Spots Risk Assessment guidelines (OEHHA 1999) http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2008/AppendixD3_final.pdf#page=208 (consulté en juin 2011).

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Air toxics hot spots risk assessment guideline. Chemical-specific summaries of the information used to derive unit risk and cancer potency values, http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2009/AppendixB.pdf (consulté en juin 2011).

RIVM (Rijksinstituut Voor Volksgezondheid), 2001, Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels, http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/711701025.pdf (consulté en juin 2011).

Santé Canada, 2005, Ethylbenzène. N°CAS : 100-41-4, Rapport sur l'état des connaissances scientifiques sous-jacentes à une évaluation préalable des effets sur la santé, 17 p, http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/contaminants/ethylbenzene/ethylbenzene-fra.pdf (consulté en juin 2011).

Formaldéhyde (N° CAS 50-00-0)

1. Généralités

1.1. Identification

Le formaldéhyde est un gaz incolore, d'odeur piquante et suffocante dans les conditions ambiantes habituelles (Ineris, 2010 ; INRS, 2008).

1.2. Utilisation

Le formadéhyde est principalement utilisé comme intermédiaire de synthèse dans la fabrication des résines pour l'industrie du bois, du papier, du textile, des matériaux plastiques, des matériaux isolants, des peintures et des colles. Il est également utilisé comme intermédiaire de synthèse pour de nombreux produits chimiques et pour les engrais. Le formaldéhyde est utilisé comme agent biocide dans les produits ménagers, alimentaires, cosmétiques, médicaux (Ineris, 2010 ; INRS, 2008).

1.3. Sources d'exposition

Le formaldéhyde a une origine à la fois anthropique (majoritaire) et naturelle. Naturellement le formaldéhyde est formé dans la troposphère par oxydation des hydrocarbures émis par les végétaux. La principale source anthropique est l'émission des échappements non catalysés des automobiles (Ineris, 2010).

1.4. Concentrations et comportements environnementaux

Dans l'air, le formaldéhyde est très volatil, sauf quand il est en solution aqueuse (à cause de sa solubilité dans l'eau).
Dans l'eau, le formaldéhyde est extrêmement soluble. Il n'a pas été recueilli de concentrations de bruit de fond dans ce milieu dans la littérature consultée.
Dans les sols, le formaldéhyde est très mobile. Il n'a pas été recueilli de concentrations de bruit de fond dans ce milieu dans la littérature consultée.
Dans les végétaux et les aliments, la concentration du formaldéhyde n'est pas documentée.

Concentrations environnementales en formaldéhyde

Milieu	Concentration	Caractéristique des mesures	Source
Air	1-20 µg.m^{-3}	-	OMS, 2000
	air lavé après la pluie : 0,05 µg.m^{-3}	Allemagne, 1982	
	zone éloignée : 0,6 µg.m^{-3} (0,05-2,3 µg.m^{-3})	Autriche, 1982	IPCS, 1989
	zone rurale : 1,5 µg.m^{-3} (0,1-4,5 µg.m^{-3})	Allemagne, 1982	
	zone éloignée : 0,246 µg.m^{-3}	États-Unis, 1998	ATSDR, 1999
	zone rurale : < 0,05- 9,88 µg.m^{-3}		
	zone suburbaine : < 0,05- 12,03 µg.m^{-3}	Canada, 1989 à 1998	Santé Canada, 2001
	zone urbaine : < 0,05-27,5 µg.m^{-3}		

1.5. Facteurs de conversion

1 ppm = 1,24 mg.m^{-3} (OEHHA, 2008)

2. Toxicité

2.1. Métabolisme

La principale voie d'absorption est la respiratoire. Par inhalation, 98 % du formaldéhyde se dépose au niveau de la muqueuse nasale (Ineris, 2010). Il est rapidement métabolisé en formiate et dioxyde de carbone et peut être incorporé dans le métabolisme normal (INRS, 2008). Par ingestion, le formaldéhyde est rapidement absorbé au niveau du tractus gastro-intestinal. Il subit ensuite les mêmes transformations que par voie respiratoire. Le taux d'absorption cutanée serait faible.

2.2. Toxicité aiguë

Le formaldéhyde inhalé est un irritant pour les yeux, le nez et la gorge à de faibles concentrations (0,25 à 2 $mg.m^{-3}$). Par voie orale, il peut être à l'origine de troubles respiratoires importants et de lésions viscérales. Le formaldéhyde est faiblement irritant pour la peau pour des concentrations faibles mais est fortement corrosif à des concentrations élevées (Ineris, 2010).

2.3. Toxicité chronique

2.3.1. Effets systémiques

Le formaldéhyde est, par voie respiratoire, un irritant des voies aériennes supérieures. Il provoque des lésions de l'épithélium nasal. Il est observé une destruction des cellules ciliées et la prolifération de cellules hyperplasiques. Les enfants ont une sensibilité exacerbée au formaldéhyde (diminution de la fonction respiratoire, augmentation de la fréquence d'apparition de l'asthme et de bronchites (Ineris, 2010).
Le formaldéhyde est un irritant de contact (Ineris, 2010).

2.3.2. Effets cancérigènes

Le formaldéhyde est à l'origine du cancer du nasopharynx chez l'homme. Il existe également une forte suspicion de causalité entre l'exposition professionnelle au formaldéhyde et l'apparition de la leucémie. Le formaldéhyde pourrait également avoir un rôle dans l'apparition du cancer pulmonaire.

Classements cancérigène du formaldéhyde	
Classement	Organisme
3	Union européenne (JOCE, 1996)[1]
2	Union européenne (JOCE, 2008)[2]
1	CIRC (2004)
B1	EPA (1991)

2.3.3. Effets génotoxiques

L'Union Européenne n'a pas classé le formaldéhyde comme mutagène (JOCE, 1996 ; JOCE, 2008).
Les études in vivo et in vitro montrent que le formaldéhyde semble être un génotoxique direct au niveau du site de contact et pour des concentrations élevées (Ineris, 2010). Mais le mécanisme de génotoxicité n'est pas encore complètement élucidé. Et les données dose-réponse pour les effets cancérigènes sont peu nombreuses. Finalement la communauté scientifique est donc encore partagée entre les approches à seuil et sans seuil pour le risque de cancer lié à l'exposition au formaldéhyde. En France, l'Anses (Afsset, 2008) suit la position de la BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung) pour une approche à seuil, Santé Canada reste sur une approche sans seuil.

2.3.4. Effets sur la reproduction et le développement

L'Union Européenne n'a pas classé le formaldéhyde comme reprotoxique (JOCE, 1996 ; JOCE, 2008)).
Il existe quelques données humaines sur l'association entre l'exposition au formaldéhyde et des effets sur la reproduction et le développement. Les données disponibles ne permettent pas de conclure, quelque soit la voie d'exposition, à un effet du formaldéhyde sur la reproduction ou le développement (OEHHA, 2008).

3. Valeurs toxicologiques de référence par voie respiratoire

3.1. VTR aiguës

- **ATSDR, 1999 : 0,04 ppm (49,2 $\mu g.m^{-3}$) / 1-14 jours**

Cette VTR est basée sur un LOAEL de 0,492 $mg.m^{-3}$ pour une **irritation nasale et oculaire** chez des personnes exposées (1 groupe de 10 personnes ayant une hypersensibilité cutanée au formaldéhyde et un groupe de 11 personnes non hypersensibles) pendant 2 heures à 0 et 0,5 $mg.m^{-3}$ de formaldéhyde (Pazdrak *et*

al., 1993). Un facteur d'incertitude de 10 est appliqué (3 pour l'utilisation d'un LOAEL car les symptômes observés sont bénins et réversibles et 3 pour la variabilité humaine car l'étude inclut un groupe hypersensible). L'Afsset précise que cette VTR est valable dès 2 heures d'exposition.

- **OEHHA, 2008 : 55 µg.m^{-3} / 1 heure**

Cette VTR est basée sur un LOAEL de 1,24 mg.m-^{3} de formaldéhyde, un NOAEL de 620 µg.m-^{3} et une benchmark concentration de 546 µg.m^{-3}, correspondant à une **irritation oculaire modérée** de 19 personnes non asthmatiques et non-fumeur exposées entièrement une seule fois pendant 3 heures à des concentrations de 625 µg.m-3 et 3,72 mg.m-3 (Kulle et al., 1987). Il a été appliqué un facteur d'incertitude de 10 à la benchmark concentration correspondant à l'exacerbation de l'asthme chez l'enfant.

- **Expertise Anses, 2008 : 55 µg.m^{-3} / 1 heure (OEHHA, 2008) et 50 µg.m^{-3} /1-14j (ATSDR, 1999)**

Les VTR à seuil proposées sont toutes pertinentes et du même ordre de grandeur pour chacune des durées d'exposition. Aussi, il est décidé de conserver les deux VTR aiguës et les deux VTR chroniques de l'ATSDR et de l'OEHHA pour conduire l'évaluation des risques.

- **Expertise Ineris, 2010 : 50 µg.m^{-3} /1-14j (ATSDR, 1999)**

D'après l'Ineris, une seule VTR est proposée pour une exposition aiguë.

3.2. VTR 8h

- **OEHHA, 2008 : 9 µg.m^{-3} / 8 heures**

Cette VTR est basée sur un LOAEL moyen de 0,26 mg.m^{-3} de formaldéhyde (de 0,05 à 0,6 mg.m^{-3} dans le groupe exposé), un NOAEL moyen de 90 µg.m^{-3} (dans le groupe témoin de travailleurs), correspondant à une **obstruction nasale et un inconfort, une diminution du passage de l'air et une irritation oculaire** de 66 travailleurs d'une installation chimique exposés 8 heures par jour, 5 jours par semaine pendant 10 ans en moyenne (de 1 à 36 ans) (Wilhelmsson and Holmstrom, 1992). Il a été appliqué un facteur d'incertitude de 10 au NOAEL correspondant à l'exacerbation de l'asthme chez l'enfant.

3.3. VTR intermédiaires

- **ATSDR, 1999 : 0,03 ppm (37,2 µg.m^{-3}) / 15 – 365 jours**

La VTR est basée sur l'étude de Rusch *et al.*, (1983) qui ont exposé 4 groupes de singes Cynomolgus (6 mâles par groupe) à 0, 0,19, 0,98 et 2,95 ppm de formaldéhyde 22 heures/j, 7 jours/semaine pendant 26 semaines. **Des irritations nasopharyngées et des lésions de l'épithélium nasal** ont été retrouvées dans le groupe exposé à 2,95 ppm. Aucun symptôme n'a été observé dans le groupe exposé à 0,98 ppm. Cette valeur a donc été retenue comme NOAEL auquel a été appliqué un facteur d'incertitude de 30 (3 pour l'extrapolation des données animales à l'homme et 10 pour la variabilité humaine).

- **Expertise Anses, 2008 : 40 µg.m^{-3} / 15-365j (ATSDR, 1999)**

L'ATSDR est le seul organisme à proposer une VTR sub-chronique.

- **Expertise Ineris, 2010 : 40 µg.m^{-3} / 15-365j (ATSDR, 1999)**

L'ATSDR est le seul organisme à proposer une VTR sub-chronique.

3.4. VTR chroniques

3.4.1. Effets non cancérigènes

- **ATSDR, 1999 : 0,008 ppm (9,9 µg.m^{-3})**

Cette référence est basée sur la valeur du niveau du plus petit effet délétère observé (LOAEL) de 0,3 mg.m^{-3}, auquel est appliqué un facteur de sécurité de 30 (3 pour l'utilisation d'un LOAEL à la place d'un NOAEL et 10 pour la variabilité de sensibilité au sein de l'espèce humaine). Ce LOAEL correspond à des **changements histologiques des tissus du nez** observés en milieu professionnel (Holmstrom *et al.*, 1989). Il s'agit de 70

travailleurs de l'industrie chimique exposés à 300 µg.m^{-3} pendant 9 ans et 100 travailleurs d'une usine de fournitures, en contact avec des panneaux de particules et composants de colles exposés à 250 µg.m^{-3} (fournitures) et à 1-2 mg.m^{-3} pendant 9 ans. Ils ont été comparés à une population témoin de 36 employés de bureau (exposés à 90 µg.m^{-3}).

- **Santé Canada, 2001 : 120 µg.m^{-3}**

Santé Canada n'a pas établi de « tolerable concentrations » (TC) pour le formaldéhyde. Cependant, les données issues des études animales et des études épidémiologiques étaient suffisantes pour montrer que le formaldéhyde était un irritant pour les yeux, le nez et la gorge à des concentrations faibles. Seule une très faible proportion de la population éprouve des **symptômes d'irritation** après une exposition à une concentration inférieure ou égale à 0,1 ppm (120 µg.m^{-3}). Il s'agit d'une concentration inférieure à celles qui réduisent la clairance mucociliaire dans la portion antérieure de la cavité nasale dans les études cliniques disponibles réalisées chez des volontaires humains et induisant des effets histopathologiques dans l'épithélium nasal dans études transversales de travailleurs exposés.

- **OEHHA, 2008 : 9 µg.m^{-3}**

Cette VTR est établie à partir d'un LOAEL moyen de 0,26 mg.m^{-3} (de 0,05 à 0,6 mg.m^{-3}) décrit dans le groupe exposé et d'un NOAEL moyen de 0,09 mg.m^{-3} décrit dans le groupe contrôle, **pour une obstruction nasale et un inconfort, un inconfort lié à une diminution du passage de l'air et une irritation oculaire** chez 66 travailleurs d'une usine chimique (production de formaldéhyde) exposés 8 heures par jours, 5 jours par semaine pendant en moyenne 10 ans (1 à 36 ans), à des concentrations de 260 µg.m^{-3} (Wilhelmsson and Holmstrom, 1992). Ils ont été comparés à une population témoin de 36 employés de bureau (exposés à 90 µg.m^{-3}). Le NOAEL n'a pas été ajusté pour la durée d'exposition. Il a été appliqué un facteur d'incertitude de 10 pour l'exacerbation possible de l'asthme chez les enfants.

- **Expertise Anses, 2008 : 3 µg.m^{-3} (OEHHA, 1999) et 10 µg.m^{-3} (ATSDR, 1999)**

Les VTR à seuil proposées sont toutes pertinentes et du même ordre de grandeur pour chacune des durées d'exposition. Aussi, il est décidé de conserver les deux VTR aiguës et les deux VTR chroniques de l'ATSDR et de l'OEHHA pour conduire l'évaluation des risques. A noter que la VTR de l'OEHHA de 1999 n'existe plus. Elle ne sera donc pas retenue.

- **Expertise Ineris, 2010 : 9 µg.m^{-3} (OEHHA, 2008)**

2 VTR sont proposées, celle de l'ATSDR n'est pas retenue car la dose de référence proposée est un LOAEC alors que l'OEHHA propose un NOAEC.

3.4.2. Effets cancérigènes

- **EPA, 1991 : 1,3.10^{-5} (µg.m^{-3})$^{-1}$**

Cette valeur s'appuie sur l'étude princeps de Kerns *et al.* (1983), portant sur l'incidence de **tumeurs nasales** malignes chez des rats Fisher 344 mâles, exposés par inhalation à différentes concentrations de 0, 2, 5,6, 14,3 ppm de formaldéhyde 6 heures par jour, 5 jours par semaine pendant deux ans.

- **Santé Canada, 2001 : 2,3.10^{-10} (1,2 µg.m^{-3}) à 2,7.10^{-8} (120 µg.m^{-3}) / 9,5 mg.m^{-3} (soit 5,3 10^{-6} (µg/m^{3})$^{-1}$).**

Santé Canada a publié en 2000 une évaluation de la carcinogénicité du formaldéhyde à partir d'un modèle biologique dans l'optique de tenir compte d'autant de données biologiques que possible. Les résultats de la modélisation indiquent que les expositions sont de l'ordre des niveaux environnementaux (1,2 à 120 µg.m^{-3}) et le risque additionnel de **cancer des voies respiratoires supérieures** chez les non fumeurs associé à cette exposition pendant 80 ans est de 2,3.10^{-10} à 2,7.10$^{-8.}$ Cette valeur est fondée sur l'incidence des épithéliomes nasaux chez des rats exposés pendant 2 ans (Monticello *et al.*, 1996) avec un modèle de croissance clonale à deux niveaux (CIIT, 1999).

Pour comparer à la méthode classique utilisée pour l'établissement des substances prioritaires au Canada, Santé Canada a également établi une concentration tumorigène 5% (TC05) pour une augmentation de 5% de

l'incidence des **tumeurs nasales** chez le rat (Monticello *et al.,* 1996). La TC05 est de 9,5 $mg.m^{-3}$ (soit 5,3 10^{-6} $(\mu g/m^3)^{-1}$).

- **OEHHA, 2005 : 6,0.10^{-6} $(\mu g.m^{-3})^{-1}$**

Cette valeur est basée sur des études de l'incidence de **carcinomes squameux nasal** chez le rat (Kerns *et al.*, 1983 ; US-EPA, 1987).

- **Expertise Ineris, 2010 : 5,3 10^{-6} $(\mu g.m^{-3})^{-1}$ (Santé Canada, 2000)**

3 valeurs sont recensées. Celles de l'US-EPA et de l'OEHHA sont basées sur la même étude clé. Celle de Santé Canada est issue d'une étude plus récente, elle est donc retenue. D'autre part, l'incidence des tumeurs observées dans cette étude est la plus marquée.

- **Expertise Anses, 2008 : -**

Pour le choix des VTR par voie aérienne, il semble plus pertinent de retenir les effets locaux comme effets critiques précurseurs d'effets plus sévères en particulier des cancers. Cela revient à sélectionner les VTR à seuil pour une durée d'exposition aiguë et chronique. Ainsi, les excès de risque unitaire élaborés par l'OEHHA, Santé Canada et l'US EPA ne sont pas retenus pour ce travail.

4. Valeurs toxicologiques de référence par voie digestive

4.1. VTR aiguës

Il n'a pas été retrouvé de VTR aiguë pour cette voie et cette durée d'exposition.

4.2. VTR intermédiaires

- **ATSDR, 1999 : 300 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$**

Cette valeur s'appuie sur l'étude de Til *et al.*, (1988b) qui a exposé des rats mâles et femelles à 0, 5, 25 et 125 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ de formaldéhyde dans de l'eau de boisson pendant 4 semaines. La dose de 25 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ a été considérée comme un NOAEL pour des effets gastro-intestinaux auquel a été appliqué un facteur d'incertitude de 100 (10 pour l'extrapolation des données animales à l'homme et 10 pour la variabilité humaine).

- **Expertise Anses, 2008 : 0,3 mg/kg/j / 15-365j (ATSDR, 1999)**

L'ATSDR est le seul organisme à proposer une VTR sub-chronique.

4.3. VTR chroniques

4.3.1. Effets non cancérigènes

- **EPA, 1990 : 200 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$**

L'US-EPA (1990) s'est appuyé sur l'étude « Two-year drinking water study of formaldehyde in rats » de Til *et al.* (1989) pour déterminer une VTR de 200 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$. Dans l'étude princeps (Til *et al.*, 1989), le formaldéhyde a été administré quotidiennement via l'eau de boisson à des rats Wistar (70/sexe/dose) jusqu'à 24 mois aux doses moyennes de 0, 1.2, 15, ou 82 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ pour les mâles et 0, 1,8, 21, ou 109 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ pour les femelles. Jusqu'à 10 rats/sexe/dose ont été sacrifiés et examinés après 12 mois et 18 mois de traitement. Un NOAEL de 15 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ a été déterminé pour une **diminution du gain de poids et des effets histopathologiques dans le tractus gastro-intestinal**. A cette valeur, un facteur d'incertitude de 100 (pour tenir compte des variabilités inter- et intra-espèces) a été appliqué pour obtenir la VTR proposée.

- **ATSDR, 1999 : 200 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$**

L'ATSDR (1999) propose la même VTR par voie orale que l'US-EPA : 200 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$. La démarche utilisée pour l'établissement de cette valeur est similaire à celle suivie par l'US-EPA et elle fait référence à la même étude de Til *et al.* (1989) avec l'utilisation du NOAEL de 15 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ et d'un facteur d'incertitude de 100 (10 pour l'extrapolation de l'animal à l'Homme, 10 pour la variabilité au sein de la population).

- **Santé Canada, 2001 : 2,6 $mg.L^{-1}$**

Santé Canada a établit une « tolerable concentration » à partir de l'étude d'exposition par ingestion *via* de l'eau de boisson de rat (Til *et al.*, 1989). Un NOEL de 260 $mg.L^{-1}$ a été observé pour des **changements histologiques dans le tractus gastro-intestinal** des rats auquel a été appliqué un facteur d'incertitude de 100 (10 pour la variabilité inter espèce et 10 pour la variabilité intra espèce).

- **OMS, 2005 : 150 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$**

L'OMS a dérivé sa VTR de l'étude de Til et al (1989). Un NOAEL de 15 mg/kg/j a été observé pour des irritations de l'estoomac, auquel a été appliqué un facteur d'incertitude de 100.

- **Expertise Anses, 2008 : 150 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ (OMS, 2005)**

Concernant les VTR, celle de Santé Canada n'est pas suffisamment détaillée et n'est pas adaptée à l'ensemble de la population générale (non rapportée au poids corporel, mais à la consommation d'eau). La VTR de l'OMS est du même ordre de grandeur que celles de l'US EPA et de l'ATSDR. De plus, elle est cohérente avec les données recueillies par l'Afssaps qui a identifié un NOAEL à 10 mg.kg-1.j-1à partir d'une étude de cancérogenèse chez le rat proche du NOAEL retenu par l'OMS pour la construction de la VTR (15 mg.kg-1.j-1). En retenant ce NOAEL proposé par l'Afssaps, la VTR calculée est donc du même ordre de grandeur que celle proposée par l'OMS (0,15 mg.kg-1.j-1).

- **Expertise Ineris, 2010 : 150 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ (OMS, 2005)**

4 VTR sont proposées, toutes basées sur l'étude de Til et al (1989) et sont toutes équivalentes. La valeur de l'OMS a été retenue car il s'agit de la valeur la plus récente et la plus pénalisante (car non arrondie).

4.3.2. Effets cancérigènes

- **OEHHA, 2005 : $2,1.10^{-2}$ $(mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$**

Les modalités d'obtention de cette VTR ne sont pas développées.
L'OEHHA a dérivé la VTR digestive sans seuil à partir de l'étude clée ayant servi à dériver la VTR respiratoire sans seuil. Pour cette étude, l'effet associé à la VTR respiratoire sans seuil est un effet local respiratoire (cancer nasal). La VTR digestive sans seuil ne peut donc pas être retenue pour des calculs de risques.

5. Choix des valeurs toxicologiques de référence

5.1. Choix des VTR selon la note DGS d'octobre 2014

D'après la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, il est recommandé de sélectionner la VTR proposée par l'un des organismes suivant : Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA.
Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données. A défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors cette VTR doit être retenue, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.
En l'absence d'expertise nationale, la VTR à retenir correspond à la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.
Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA est utilisée.

Formaldéhyde **Choix des valeurs toxicologiques de référence selon la note DGS d'octobre 2014**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	50 µg.m^{-3}	1-14j	H	Irritations nasales et oculaires	LOAEL = 0,49 mg.m^{-3}	10	Expertise Anses, 2008 (ATSDR, 1999)
		55 µg.m^{-3}	1h	H	Irritation oculaire	BMC = 546 µg.m^{-3}	10	Expertise Anses, 2008 (OEHHA, 2008)
	8h	9 µg.m^{-3}	8h	H	Obstruction nasale	NOAEL = 0,09 mg.m^{-3}	10	OEHHA, 2008 (Wilhelmsson and Holmstron, 1992)
	Intermédiaire	40 µg.m^{-3}	15 à 365 j	A	Irritations nasopharyngées et lésions de l'épithélium nasale	NOAEL = 1,21 mg.m^{-3}	30	Expertise Anses, 2008 (ATSDR, 1999)
	Chronique – effets non cancérigènes	10 µg.m^{-3}	-	H	Changement histologique des tissus du nez	LOAEL = 0,3 mg.m^{-3}	30	Expertise Anses, 2008 (ATSDR, 1999)
	Chronique – effets cancérigènes	5,3 10^{-6} (µg/m^3)$^{-1}$)	-	-	Tumeurs nasales	-	-	Expertise Ineris, 2010 (Santé Canada, 2000)
Digestive	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	300 µg.kg^{-1}.j^{-1}	15 à 365 j	A	Effets gastro-intestinaux	NOAEL = 25 mg.kg^{-1}.j^{-1}	100	Expertise Anses, 2008 (ATSDR, 1999)
	Chronique – effets non cancérigènes	150 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Effets gastro-intestinaux	NOAEL = 15 mg.kg^{-1}.j^{-1}	100	Expertise Anses, 2008 (OMS, 2005)
	Chronique – effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-

5.2. Choix raisonné des VTR

Lorsque plusieurs VTR sont disponibles pour une même voie et une même durée d'exposition, les VTR peuvent être sélectionnées selon des critères de choix raisonnés. Cette démarche repose sur des critères de choix scientifiques établis à partir des recommandations, entre autres, de l'InVS (2002), de l'Ineris (2003), de l'AFSSET (2007) et de Doornaert B. *et al.* (2006) :

- Adéquation des voies d'exposition,
- Adéquation des durées d'exposition,
- Adéquation de la forme chimique,
- Transparence de l'explication de l'élaboration de la VTR (facteurs de sécurité, nature et caractéristiques des effets observés…),
- Analyse de la qualité scientifique de la VTR,
- Pertinence des données humaines ou de la transposition chez l'homme à partir de données animales : Les études menées chez l'homme sont favorisées si elles sont de qualité égale aux études réalisées chez l'animal,
- Date de mise à jour de la VTR et de l'étude clef.

Le choix raisonné concerne les VTR pour lesquelles il n'existe pas encore d'expertise nationale, soit sur sa construction soit sur son choix (Anses, Ineris).

5.2.1. VTR aiguë respiratoire

- **VTR = 50 µg.m^{-3} / 1-14j et 55 µg/m3 / 1h (Expertise Anses, 2008)**

5.2.2. VTR 8h respiratoire

- **VTR = 9 µg.m^{-3} / 8h (OEHHA, 2008)**

L'OEHHA est le seul organisme à proposer une VTR.

5.2.3. VTR intermédiaire respiratoire

- **VTR = 40 µg.m^{-3} / 15-365j (Expertise Anses, 2008; ATSDR, 1999)**

5.2.4. VTR chroniques respiratoire

- **Effets non cancérigènes : VTR = 10 µg.m^{-3} (Expertise Anses, 2008 ; ATSDR, 1999)**
- **Effets cancérigènes : 5,3 10^{-6} (µg.m^{-1})$^{-1}$ (Expertise Ineris, 2010 ; Santé Canada, 2000)**

5.2.5. VTR aiguës digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie d'exposition et cette durée d'exposition.

5.2.6. VTR intermédiaire digestive

- **VTR = 300 µg.kg-^{1}.j^{-1} / 8h (Expertise Anses, 2008 ; ATSDR, 1999)**

5.2.7. VTR chronique digestive

- **Effets non cancérigènes : VTR = 150 µg/kg/j (Expertise Anses, 2008 ; OMS, 2005)**
- **Effets cancérigènes :**

Formaldéhyde **Choix raisonné des valeurs toxicologiques de référence**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	50 µg.m^{-3}	1-14j	H	Irritations nasales et oculaires	LOAEL = 0,49 mg.m^{-3}	10	Expertise Anses, 2008 (ATSDR, 1999)
		55 µg.m^{-3}	1h	H	Irritation oculaire	BMC = 546 µg.m^{-3}	10	Expertise Anses, 2008 (OEHHA, 2008)
	8h	9 µg.m^{-3}	8h	H	Obstruction nasale	NOAEL = 0,09 mg.m^{-3}	10	OEHHA, 2008 (Wilhelmsson and Holmstron, 1992)
	Intermédiaire	40 µg.m^{-3}	15 à 365 j	A	Irritations nasopharyngées et lésions de l'épithélium nasale	NOAEL = 1,21 mg.m^{-3}	30	Expertise Anses, 2008 (ATSDR, 1999)
	Chronique – effets non cancérigènes	10 µg.m^{-3}	-	H	Changement histologique des tissus du nez	LOAEL = 0,3 mg.m^{-3}	30	Expertise Anses, 2008 (ATSDR, 1999)
	Chronique – effets cancérigènes	5,3 10^{-6} (µg/m^3)$^{-1}$)	-	-	Tumeurs nasales	-	-	Expertise Ineris, 2010 (Santé Canada, 2000)
Digestive	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	300 µg.kg^{-1}.j^{-1}	15 à 365 j	A	Effets gastro-intestinaux	NOAEL = 25 mg.kg^{-1}.j^{-1}	100	Expertise Anses, 2008 (ATSDR, 1999)
	Chronique – effets non cancérigènes	150 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Effets gastro-intestinaux	NOAEL = 15 mg.kg^{-1}.j^{-1}	100	Expertise Anses, 2008 (OMS, 2005)
	Chronique – effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-

6. Valeurs d'exposition professionnelles

VME = 0,5 ppm (INRS, 2008)
VLCT = 1 ppm (INRS, 2008)

7. Bibliographie

Afsset (Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail), 2007, Valeurs guides de qualité d'air intérieur. Le formaldéhyde, 78 p.

Afsset (Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail), 2008, Risques sanitaires liés à la présence de formaldéhyde dans les environnements intérieurs et extérieurs Toxicité du formaldéhyde. État des connaissances sur la caractérisation des dangers et choix des valeurs toxicologiques de référence, 88 p.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1999, Toxicological Profile for Formaldehyde, http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp111.html (consulté en décembre 2014).

EPA (Environmental Protection Agency), 1991, Formaldéhyde (CASRN 50-00-0), http://www.epa.gov/ncea/iris/subst/0419.htm (consulté en décembre 2014).

Santé Canada, 2001, Formaldéhyde, Loi canadienne sur la protection de l'environnement. Liste des substances d'intérêt prioritaire. Rapport d'évaluation, 123 p.

Ineris (Institut National de l'Environnement et des Risques Industriels), 2010, Formaldéhyde, Fiche de données toxicologiques et environnementales, Ineris-DRC-10-109974-00925A, version N°4 février 2010, 79 p.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), 2008, Fiche toxicologique FT7, Aldéhyde formique et solutions aqueuses, 12 p.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), juin 2012, Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France, ED 984, 32 p.

IPCS-Inchem (International Program on Chemical Safety), 1989, Environmental Health Criteria 89 Formaldéhyde, http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc89.htm (consulté le 27/01/09).

JOCE, 1996, Commission directive 1996/54/EC, 22ATP, Council Directive 67/548/EEC.

JOCE, 2008, regulations (EC) n°1278/2008 of the European parliament and of the council of 16 decembre 2008 on classification, labeling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing directives 67/548/EEC and 1999/45/EEC and amending regulation (EC) 1907/2006.

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Acute, 8-hour and Chronic Reference Exposure Levels (chRELs) as on December 18, 2008, http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2008/AppendixD1_final.pdf#page=128 (consulté en décembre 2014).

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Air toxics hot spots risk assessment guideline. Chemical-specific summaries of the information used to derive unit risk and cancer potency values, http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2009/AppendixB.pdf (consulté en décembre 2014).

OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 2000, Air Quality Guidelines for Europe - 2nd édition, 288p.

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

1. Généralités

1.1. Identification

Les HAP sont des substances organiques constituées d'atomes de carbone et d'hydrogène formant au moins 2 anneaux aromatiques condensés. Les HAP purs sont des solides cristallins colorés (Santé Canada, 1994).

1.2. Utilisation

Les HAP sont utilisés comme intermédiaire dans la préparation d'acide phtalique et du chlorure de polyvinyle et de divers plastifiants (naphtalène), de pigments (acénaphtène, pyrène), de colorants (anthracène, fluoranthène) et de pesticides (phénanthrène) (IPCS, 1998).

1.3. Sources d'exposition

Les HAP naturels ou anthropiques sont essentiellement produits au cours de la combustion ou la pyrolyse de matières organiques :

- lors d'opérations sur la houille, le pétrole brut et le gaz naturel, y compris la conversion de la houille, le raffinage du pétrole et la production de noirs de carbone, de créosote, de goudron de houille et de bitume,
- lors de la production d'aluminium, de fer et d'acier dans les ateliers d'aciéries et de fonderies,
- lors de la génération calorifique des centrales thermiques, des chauffages domestiques et de la cuisine,
- dans le brûlage des déchets,
- dans la circulation automobile,
- dans la fumée de cigarette (IPCS, 1998).

Les sources anthropiques constituent la principale source d'émission de HAP. Les sources d'émission naturelles sont les incendies, les éruptions volcaniques…

1.4. Concentrations et comportements environnementaux

Les HAP sont présents dans l'environnement sous forme de mélanges complexes.
Dans l'air, les HAP s'adsorbent sur les particules de matière (d'autant plus que leur poids moléculaire est élevé). Ils ne sont pas volatils. Ils sont transformés par oxydation (demi-vie de 0,4 à 68 heures) et hydroxylation avec l'ozone.
Dans l'eau, les HAP pénètrent par dépôt à partir de l'atmosphère. Ils sont peu solubles dans l'eau. Ils sédiment avec les particules sur lesquelles ils sont adsorbés et persistent dans les sédiments (demi-vie de moins d'un jour à plusieurs années) ou ils se volatilisent (surtout les plus légers).
Dans les sols, les HAP pénètrent par dépôt à partir de l'atmosphère. Ils sont dégradés par l'activité microbienne ou transportés par écoulement superficiel avec les particules sur lesquelles ils sont adsorbés.
Dans les végétaux l'absorption de HAP à partir de l'atmosphère est supérieure à l'absorption racinaire. Les plantes à larges feuilles sont donc plus contaminées que les plantes à feuilles étroites. En général les parties externes de la plantes sont plus contaminées que les tissus internes car les HAP migrent peu dans la plante (Santé Canada, 1994).

Concentrations environnementales en HAP totaux			
Milieu	Concentration	Caractéristique des mesures	Source
Air	zone urbaine : 18,3 ng.m^{-3}	moyennes mensuelles de 5 stations de 4 réseaux de surveillance de la qualité de l'air (AIRMARAIX, AIRPARIF, ARME LM, ATMO Poitou-Charentes) octobre 2001 à septembre 2003	Ineris, 2003
	zone rurale : 10,0 ng.m^{-3}	écart des moyennes de 62 échantillons d'une ville canadienne (1988-1989)	Santé Canada, 1994
	zone urbaine : 20,41-89,3 ng.m^{-3}	Moyenne de 180 échantillons dans 6 villes canadiennes (1981-1990)	
	zone éloignée : 0,004-0,03 ng.m^{-3}	synthèse de la littérature	IPCS, 1998
Eau	eau de rivière : < 0,8-1 ng.L^{-1} – 3,6 ng.L^{-1}	écart des moyennes de plus de 51 échantillons de 5 rivières canadiennes (1987-1993)	Santé Canada, 1994
	eau de rrivière < 50 ng.L^{-1}		
	eau souterraine : 0,02-1,8 ng.L^{-1}	synthèse de la littérature	IPCS, 1998
Sol	zone non polluée : 5-100 µg.kg^{-1}	synthèse de la littérature	IPCS, 1998

1.5. Facteurs de conversion

1 ppm = 5,24 mg.m^{-3} pour le naphtalène (ATSDR, 2005)
1 ppm = 10,3 mg.m^{-3} pour le benzo[a]pyrène (OEHHA, 2005)

2. Toxicité

2.1. Métabolisme

Les HAP sont absorbés au niveau pulmonaire, digestif et cutané. Les principales voies d'exposition en population générale sont digestive (alimentaire) et respiratoire, en particulier lors de la consommation de tabac.
Quelle que soit la voie d'administration, les HAP se répartissent dans tous les organes avec une préférence pour les tissus riches en lipides. En général, les HAP sont époxydés et leur métabolisation amène à une détoxification, excepté certains époxy-diols qui ont la capacité de se lier à l'ADN et d'enclencher un processus de cancérogenèse. La métabolisation et la détoxification sont plus lentes suite à l'exposition par voie pulmonaire que suite à l'exposition par voie digestive.
Les métabolites sont excrétés dans les urines et les matières fécales. Les conjugués excrétés dans la bile peuvent être réabsorbés au niveau intestinal.

2.2. Toxicité aiguë

L'application cutanée d'anthracène, de fluoranthène et de phénanthrène provoque des réactions cutanées spécifiques et le benzo[a]pyrène provoque de verrues de nature néoplasique.
Les effets du naphtalène par ingestion sont connus en exposition aiguë accidentelle. La dose létale est de 5 à 15 g pour un adulte et de 2 g sur 2 jours pour un enfant. Après contact cutané ou ingestion, l'intoxication se caractérise par une anémie hémolytique (pouvant traverser la barrière fœtale) (IPCS, 1998).

2.3. Toxicité chronique

2.3.1. Effets systémiques

Dans des études portant sur des travailleurs de l'industrie de l'aluminium, il a été observé des symptômes asthmatiformes, des anomalies de la fonction pulmonaire et des bronchites chroniques. Chez des ouvriers de fours à coke, il a été observé une diminution des taux d'immunoglobulines sériques et une dépression des fonctions immunitaires. Par ailleurs il a été rapporté des cas de cataractes pour l'exposition pendant 5 ans au naphtalène (IPCS, 1998).

2.3.2. Effets cancérigènes

Les études chez l'Homme ne portent que sur des populations de travailleurs exposés à un mélange de HAP et à d'autres composés. Il n'est donc pas possible à partir de ces études de connaître la toxicité individuelle des HAP pour des concentrations environnementales.
Chez les animaux, l'exposition dermique est à l'origine de tumeurs. Les études à partir d'expositions respiratoire et digestive sont trop limitées pour en tirer des conclusions.
Actuellement le poumon est la principale localisation de l'exposition aux HAP. Les cancers cutanés sont devenus plus rares suite aux progrès de l'hygiène individuelle.
IPCS (1992) estime que 1/10 000 à 1/100 000 personne va faire au cours de sa vie un cancer dû à l'exposition ambiante au benzo[a]pyrène.

Classements cancérigènes des HAP*		
Composé	Classement	Organisme
Acénaphtène (n°CAS 83-32-9)	3	CIRC (2010)
Acénaphtylène (n°CAS 208-96-8)	D	EPA (1986)
Anthracène (n°CAS 120-12-7)	3	CIRC (2010)
	D	EPA (1986)
Benzo[a]anthracène (n°CAS 56-55-3)	2	Union européenne (JOCE, 1998)[1]
	1B	Union européenne (JOCE, 2008)[2]
	2B	CIRC (2010)
	B2	EPA (1986)
Benzo[a]pyrène (n°50-32-8)	2	Union européenne (JOCE, 2004)[1]
	1B	Union européenne (JOCE, 2008)[2]
	1	CIRC (en préparation)
	B2	EPA (1986)
	II	Santé Canada (1994)
Benzo[b]fluoranthène (n°CAS 205-99-2)	2B	CIRC (2010)
	B2	EPA (1986)
	II	Santé Canada (1994)
	2	Union européenne (JOCE, 2000)[1]
	1B	Union européenne (JOCE, 2008)[2]
Benzo[k]fluoranthène (n°CAS 207-08-9)	2	Union européenne (JOCE, 1998)[1]
	1B	Union européenne (JOCE, 2008)[2]
	2B	CIRC (2010)
	B2	EPA (1986)
	II	Santé Canada (1994)
Benzo[g,h,i]pérylène (n°CAS 191-24-2)	3	CIRC (2010)
	D	EPA (1986)
Chrysène (n°CAS 218-01-9)	B2	EPA (1986)
	2	Union Européenne (JOCE, 2004)[1]
	1B	Union européenne (JOCE, 2008)[2]

Classements cancérigènes des HAP*

Composé	Classement	Organisme
Coronène (n°CAS 191-07-1)	3	CIRC (1987)
Cyclopenta[c,d]pyrène (n°CAS 27208-37-3)	2A	CIRC (2010)
Dibenzo[a,h]anthracène (n°CAS 53-70-3)	2	Union européenne (JOCE, 2004)[1]
	1B	Union européenne (JOCE, 2008)[2]
	2A	CIRC (2010)
	B2	EPA (1986)
Fluoranthène (n°CAS 206-44-0)	3	CIRC (2010)
	D	EPA (1986)
Fluorène (n°CAS 86-73-7)	3	CIRC (2010)
	D	EPA (1986)
Indeno[1,2,3-cd]pyrène (n°CAS 193-39-5)	2B	CIRC (2010)
	B2	EPA (1986)
	II	Santé Canada (1994)
Naphtalène (n°CAS 91-20-3)	3	Union européenne (JOCE, 2004)[1]
	2	Union européenne (JOCE, 2008)[2]
	2B	CIRC (2002)
	C	EPA (1986)
Phénanthrène (n°CAS 85-01-8)	3	CIRC (2010)
	D	EPA (1986)
Pyrène (n°CAS 129-00-0)	3	CIRC (2010)
	D	EPA (1986)

* HAP pour lesquels l'Ineris a défini des FET à partir de ceux proposés par Nisbet et LaGoy (1992).
[1]Annexe I de la directive 67/548/CE
[2]Annexe VI du règlement CLP n°1278/2008

2.3.3. Effets génotoxiques

L'Union Européenne n'a pas étudié le caractère génotoxique de/du : l'acénaphtène, l'acénaphtylène, l'anthracène, benzo[g,h,i]pérylène, coronène, cyclopenta[c,d]pyrène, dibenzo[a,c]anthracène, fluoranthène, fluorène, l'indeno[1,2,3-c,d]pyrène, phénanthrène et pyrène.

L'Union Européenne n'a pas classé comme mutagène le benzo[a]anthracène (JOCE, 1998 ; JOCE, 2008), le benzo[k]fluoranthène (JOCE, 1998 ; JOCE, 2008), le benzo[b]fluoranthène (JOCE, 2000 ; JOCE, 2008), le dibenzo[a,h]anthracène (JOCE, 2004), le naphtalène (JOCE, 2004 ; JOCE, 2008).

L'Union Européenne a classé le benzo[a]pyrène comme mutagène de classe 2 (JOCE, 2004) ou mutagène pour les cellules germinales de classe 1B (JOCE, 2008) et le chrysène comme mutagène de classe 3 (JOCE, 2004) et mutagène pour les cellules germinales de classe 2 (JOCE, 2008).

En 1983, le Circ indiquait que le benzo[a]pyrène, le benzo[b]fluoranthène, le benzo[k]fluoranthène et l'indeno[1,2,3-c,d]pyrène ont un potentiel génotoxique tant dans les systèmes *in vitro* qu'*in vivo* (Santé Canada, 1993). L'ensemble des résultats de génotoxicité semble montrer que le naphtalène n'est pas mutagène aussi bien sur les cellules procaryotes qu'eucaryotes (Ineris, 2011).

2.3.4. Effets sur la reproduction et le développement

L'Union Européenne n'a pas étudié le caractère reprotoxique de/du : l'acénaphtène, l'acénaphtylène, l'anthracène, , benzo[g,h,i]pérylène, coronène, cyclopenta[c,d]pyrène, dibenzo[a,c]anthracène, fluoranthène, fluorène, l'indeno[1,2,3-c,d]pyrène, phénanthrène et pyrène.
L'Union Européenne n'a pas classé comme reprotoxique le benzo[a]anthracène (JOCE, 1998 ; JOCE, 2008), le benzo[k]fluoranthène (JOCE, 1998 ; JOCE, 2008), le benzo[b]fluoranthène (JOCE, 2000 ; JOCE, 2008), le

dibenzo[a,h]anthracène (JOCE, 2004 ; JOCE, 2008), le naphtalène (JOCE, 2004 ; JOCE, 2008), le chrysène (JOCE, 2004 ; JOCE, 2008).
L'Union Européenne a classé le benzo[a]pyrène comme reprotoxique de classe 2 (JOCE, 2004) et comme toxique pour la reproduction de classe 1B (JOCE, 2008).

3. Valeurs toxicologique de référence par voie respiratoire

3.1. VTR aiguës

Il n'a pas été trouvé de VTR aiguë pour cette voie et cette durée d'exposition.

3.2. VTR 8h

Il n'a pas été trouvé de VTR intermédiaire pour cette voie et cette durée d'exposition.

3.3. VTR intermédiaires

Il n'a pas été trouvé de VTR intermédiaire pour cette voie et cette durée d'exposition.

3.4. VTR chroniques

3.4.1. Effets non cancérigènes

Le naphtalène est le seul HAP pour lequel il a été recueilli une VTR chronique à seuil pour la voie respiratoire dans la littérature consultée.

- **EPA, 1998 : 3 µg.m^{-3} (naphtalène)**

Cette valeur a été établie à partir d'une étude du National Toxicology Programm (1992) portant sur 75 souris des 2 sexes exposées à des concentrations de naphtalène de 0, 52 et 157 mg.m^{-3}, 6 heures par jours, 5 jours par semaine pendant 103 semaines. Pour une concentration de 52 mg.m^{-3} (LOAEL), il a été observé des effets nasaux (hyperplasie de l'épithélium respiratoire et métaplasie de l'épithélium olfactif). La concentration humaine équivalente est ajustée comme suit : LOAEL ajusté = LOAEL × (6h/24 h) × (5j/7j) = 9,3 mg.m^{-3}. Il est appliqué au LOAEL ajusté un facteur d'incertitude de 3000 (10 pour l'extrapolation inter-espèces, 10 pour l'extrapolation d'un LOAEL à un NOAEL, 10 pour la variabilité humaine et 3 pour l'insuffisance de données en particulier sur la toxicité sur la reproduction de la seconde génération et le manque de données sur l'inhalation chronique chez d'autres espèces).

- **ATSDR, 2005 : 3,7 µg.m^{-3} (naphtalène)**

L'ATSDR propose, depuis 2005, une VTR de 0,0007 ppm (soit environ 3,7 µg.m^{-3}) en s'appuyant sur les résultats de 3 études menées sur des souris et/ou des rats (Abdo *et al.* 2001 ; NTP. 1992 ; NTP, 2000). Chez ces animaux, l'inhalation de naphtalène a entraîné l'augmentation de l'incidence de lésions néoplasiques et non néoplasiques, au niveau des poumons et au niveau nasal. Un LOAEL de 10 ppm a été proposé pour les deux espèces et les deux sexes pour les lésions non néoplasiques de l'épithélium nasal olfactif et de l'épithélium respiratoire. Des ajustements pour une exposition continue ont aboutit à un LOAEL de 1,8 ppm, convertit en une concentration équivalente humaine de 0,2 ppm. Puis un facteur d'incertitude de 300 a été appliqué (10 pour l'utilisation d'un LOAEL plutôt que d'un NOAEL, 3 pour l'extrapolation de animal à l'Homme et 10 pour la variabilité intra-espèces).

- **OEHHA, 2000 : 9 µg.m^{-3} (naphtalène)**

Cette valeur a été établie à partir de l'étude princeps du NTP de 1992, menée chez des souris exposées à des vapeurs de naphtalène durant 6 heures/jour, 5 jour/semaine pendant 104 semaines. Un LOAEL de 10 ppm a été déterminé pour des lésions nasales (inflammation chronique, métaplasie de l'épithélium olfactif) et pulmonaire (hyperplasie de l'épithélium respiratoire). Il a été appliqué un facteur d'incertitude de 1 000 (10 pour l'utilisation d'un LOAEL, 10 pour la variabilité inter-espèces et 10 pour la variabilité intra-espèces).

- **Expertise Ineris, 2010 : 3 µg.m^{-3} (EPA, 1998) (naphtalène)**

3 organismes proposent des VTR, l'US-EPA, l'ATSDR et l'OEHHA. Les valeurs reposent sur la même étude clé, le même effet critique et le même LOAEL. Les trois organismes proposent un ajustement pour tenir compte de la durée d'exposition de l'étude. En revanche, seuls l'US-EPA et l'ATSDR calculent un équivalent de concentration pour l'homme. La valeur de l'ATSDR étant plus récente, la démarche est détaillée. Mais le

facteur d'extrapolation de 3 semble un peu faible et celui de 10 retenu par l'US-EPA semble plus adapté. L'INERIS propose donc de retenir la valeur de l'US-EPA.

- **Anses, 2013 : 37 µg.m^{-3} (naphtalène)**

Cette VTR est élaborée à partir de l'étude du NTP (2000) qui a exposé des rats et des souris à des concentrations de 0, 52, 157 et 314 mg.m^{-3} de naphtalène, 6 h/j, 5j/semaine pendant 2 ans. Un LOAEC de 52 mg.m^{-3} a été retenu pour des **lésions de l'épithélium respiratoire et olfactif** chez les rats F344. Un LOAEC ajusté de 9,3 mg.m^{-3} a été calculé pour la prise en compte d'un ajustement temporel (52 x 6/24 x 5/7) auquel a été appliqué un facteur d'incertitude de 250 (2,5 pour la variabilité inter-espèce, 10 pour la variabilité inter-individuelle et 10 pour l'utilisation d'un LOAEC. La VTR calculé est donc de **37 µg.m^{-3}**.

3.4.2. Effets cancérigènes

Pour les effets sans seuil, deux approches permettent d'établir des VTR pour les HAP :

1- L'approche par utilisation des facteurs d'équivalence toxique (FET) : La VTR (ERU) de chaque composé est établie en référence à la VTR d'un HAP de référence, le BaP selon l'hypothèse que l'organe cible et l'activité toxique sont identiques pour tous les HAP. Pratiquement, la VTR sans seuil d'un HAP est calculée en affectant à la VTR du benzo[a]pyrène (BaP) un facteur d'équivalence toxique (FET), propre à chaque HAP. Cette approche permet de tenir compte de l'ensemble des HAP présents dans un mélange. Les FET sont ceux proposés par l'Ineris à partir des FET de Nisbert et LaGoy (1992). Sur la base de cette méthode des FET, l'OEHHA propose des VTR pour des effets sans seuil pour certains HAP. Ces VTR établies à partir des FET ne seront pas présentées dans ce document qui ne porte que sur les VTR issues d'études spécifiques à un HAP.

Substances	FET	Voie respiratoire VTR(BaP) = 1,1 10^{-3} (µg.m^{-3})$^{-1}$ ERU respiratoire	Substances	FET	Voie respiratoire VTR(BaP) = 1,1 10^{-3} (µg.m^{-3})$^{-1}$ ERU respiratoire
Acénaphtène	0,001	1,10 10^{-6}	Cyclopenta[c,d]pyrène	0,1	1,10 10^{-4}
Acénaphtylène	0,001	1,10 10^{-6}	Dibenzo[a,c]anthracène	0,1	1,10 10^{-4}
Anthracène	0,01	1,10 10^{-5}	Dibenzo[a,h]anthracène	1	1,10 10^{-3}
Benzo[a]anthracène	0,1	1,10 10^{-4}	Fluoranthène	0,001	1,10 10^{-6}
Benzo[a]pyrène	1	1,10 10^{-3}	Fluorène	0,001	1,10 10^{-6}
Benzo[b]fluoranthène	0,1	1,10 10^{-4}	Indeno[1,2,3-cd]pyrène	0,1	1,10 10^{-4}
Benzo[g,h,i]pérylène	0,01	1,10 10^{-5}	Naphtalène	0,001	1,10 10^{-6}
Benzo[k]fluoranthène	0,1	1,10 10^{-4}	Phénanthrène	0,001	1,10 10^{-6}
Chrysène	0,01	1,10 10^{-5}	Pyrène	0,001	1,10 10^{-6}
Coronène	0,001	1,10 10^{-6}			

L'ERU du (BaP) retenu pour le calcul de l'ERU respiratoire des autres HAP est celui de l'OEHHA (2009). Cet ERU est le même que se soit pour le choix de la VTR selon la circulaire ou selon un choix raisonné (la VTR de

Santé Canada n'est pas exploitable sous la forme proposée et la VTR de l'OMS représente un mélange de HAP de cockerie).

2- L'approche consistant à rechercher dans la littérature les VTR sans seuil pour chacun des HAP, comme c'est réalisé pour l'ensemble des substances étudiées. Cette approche permet de recueillir des VTR spécifiques à la substance étudiée (la VTR est établie pour la substance testée). Mais les HAP pour lesquels il n'a pas été établi de VTR sans seuil ne peuvent pas être étudiés. Les VTR retrouvées dans la littérature et spécifiques à un HAP sont présentées ci-dessous.

- **Santé Canada, 1993 : 1 600 µg.m^{-3} (benzo[a]pyrène)**

Santé Canada a établi une $CT_{0,05}$ (Concentration Tolerable susceptible d'induire une augmentation de l'incidence des tumeurs de 5 %) de 1,6 mg.m^{-3} à partir d'un modèle multistade des **tumeurs des voies respiratoires** chez des hamsters dorés syriens (Thyssen et al.; 1981).

- **Santé Canada, 1993 : 26 700 mg.m^{-3} (benzo[b]fluoranthène)**

Santé Canada a établi une $CT_{0,05}$ (Concentration Tolerable susceptible d'induire une augmentation de l'incidence des tumeurs de 5 %) de 26,7 mg.m^{-3} à partir de l'étude de Deutsch-Wenzel *et al.* (1983) qui a montré une relation exposition-réponse dans le cas des carcinomes épidermoïdes et des sarcomes pléomorphes chez des rats Osborne-Mendel femelles auxquels il a été administré une HAP par implantation pulmonaire (soit du B(a)P, soit du benzo[b]fluoranthène (BbF), soit du benzo[k]fluoranthène (BkF), soit du benzo[j]fluoranthène (BjF), soit de l'indeno[1,2,3-c,d]pyrène et soit de l'anthrathène). Deutsch-Wenzel *et al.*(1983) ont évalué le pouvoir cancérogène des HAP choisis en utilisant un modèle multistade de la formation des tumeurs (**les carcinomes épidermoïdes**) chez des rats Osborne-Mendel exposés à chacun des HAP et des rats témoins exposés au solvant servant de véhicule des HAP. Les valeurs étaient basées sur la dose qui provoquait une augmentation de 5 % du taux des tumeurs concernées dans chaque cas.

- **Santé Canada, 1993 : 40 0000 µg.m^{-3} (benzo[k]fluoranthène)**

Santé Canada a également établi une $CT_{0,05}$ de 40,0 mg.m^{-3} à partir de l'étude de Deutsch-Wenzel *et al.* (1983) pour des **carcinomes épidermoïdes**.

- **Santé Canada, 1993 : 13 300 µg.m^{-3} (indeno[1,2,3-c,d]pyrène)**

Santé Canada a également établi une $CT_{0,05}$ de 13,3 mg.m^{-3} à partir de l'étude de Deutsch-Wenzel *et al.* (1983) pour des **carcinomes épidermoïdes**.

- **OEHHA, 2009 : 1,1 10^{-3} (µg.m^{-3})$^{-1}$ (benzo[a]pyrène)**

Cette valeur a été établie à partir de l'étude de Thyssen *et al.* (1981) portant sur des hamsters mâles exposés à des concentrations de 2,2 ; 9,5 ; 46,5 mg.m^{-3} de benzo[a]pyrène pendant 96 semaines. Il a été observé une augmentation dose-dépendante des **tumeurs du tractus respiratoire** pour les 2 concentrations les plus élevées. Mais seule la concentration de 9,5 mg.m^{-3} a été retenue étant donné la mortalité précoce liée à la concentration la plus élevée. Il a été utilisé un modèle multiétape linéarisé. Les données utilisées pour estimer les doses d'exposition sont les suivantes :

Taux d'inhalation : 0,063

Poids : 0,12 kg

Il est ensuite appliqué un facteur de correction de surface entre les 2 espèces (homme et hamster) de $(70/0,1)^{1/3}$.

- **OEHHA, 2009 : 1,2.10^{-3} (µg.m^{-3})$^{-1}$ (dibenzo[a,h]anthracène)**

Cette valeur a été déterminée pour l'incidence de **carcinomes alvéolaires** chez la souris exposée par voie orale au Dibenzo[a,h]anthracène (Snell et Stewart, 1962). Un ERU pour l'exposition par voie respiratoire a été dérivé d'un ERU oral avec l'hypothèse que l'absorption du Dibenzo[a,h]anthracène et son pouvoir cancérigène sont similaires pour les voies orale et respiratoire, (poids moyen considéré de 70 kg et volume respiratoire journalier de 20 m^3).

- **OEHHA, 2009 : 3,4.10^{-5} (µg.m^{-3})$^{-1}$ (naphthalene)**

Cette valeur a été déterminée à partir d'une étude chez des rats mâles et femelles exposés 6,2 heures par jour, 5 jours par semaine pendant 105 semaines (NTP, 2000). Il a été mesuré une augmentation de l'incidence des **adénomes de l'épithélium respiratoire nasal et des neuroblastomes de l'épithélium olfactif.**

- **OMS, 2000 : 8,7 10^{-2} ($\mu g.m^{-3}$)$^{-1}$ (benzo[a]pyrène)**

Cette valeur a été déterminée à partir de données humaines (travailleurs d'une cokerie) (US-EPA, 1994) et correspond à une augmentation de l'incidence des **cancers du poumon** dans la population exposée. L'OMS a d'abord calculé, en utilisant un modèle linéaire multi-étapes, un excès de risque individuel pour la vie entière associé à une exposition continue à 1 $\mu g.m^{-3}$ de la fraction soluble dans le benzène des particules présentes dans les émissions de fours à coke (ancienne méthode de mesure globale des 'goudrons' dans les particules de cokeries). Cette valeur a été estimée à $6{,}2.10^{-4}$ ($\mu g.m^{-3}$)$^{-1}$. En utilisant le benzo[a]pyrène comme indicateur du mélange de HAP présent dans les émissions de fours à coke et en tenant compte qu'il y a 0,71 % de benzo[a]pyrène dans la fraction soluble dans le benzène, un ERU pour le benzo[a]pyrène, considéré comme un indicateur des HAP présents dans l'air, a été estimé par l'OMS à $8{,}7.10^{-2}$ ($\mu g.m^{-3}$)$^{-1}$. Il faut noter que cet ERU a été établi à partir d'une étude dans laquelle les travailleurs ont été exposés à un mélange de HAP et non à du benzo[a]pyrène pur. De plus, lors de l'établissement de cet ERU, seules les particules solubles dans le benzène ont été prises en considération et l'hypothèse selon laquelle 0,71 % de benzo[a]pyrène sont présents dans la fraction soluble dans le benzène conduit à une surestimation du potentiel cancérigène du benzo[a]pyrène.
Bien que cet ERU ait été calculé pour le B(a)P à partir d'un mélange d'HAP et que théoriquement le niveau de risque donné soit le reflet du risque de l'ensemble du mélange, l'OMS utilise ce niveau de risque pour recalculer un risque pour les autres hydrocarbures aromatiques polycycliques, après application d'un facteur d'équivalent toxique. L'OMS signale de plus qu'une évaluation du B(a)P seul sous-estime probablement le potentiel cancérigène d'un mélange d'HAP en raison de l'apparition concomitante de substances aussi cancérigènes.

- **Expertise Ineris, 2004 : $1.1.10^{-3}$ ($\mu g.m^{-3}$)$^{-1}$ (benzo[a]pyrène) (OEHHA, 2003/2009)**

L'ERUi de $1{,}1.10^{-3}$ $(\mu g/m3)^{-1}$ proposé par l'OEHHA est spécifique du benzo[a]pyrène. Alors que le second ERUi disponible, proposé par l'OMS, a été établi pour des effets liés à une exposition à un mélange de cokerie, le benzo[a]pyrène étant alors considéré comme un indicateur d'un mélange de HAPs issu d'une cokerie (Doornaert et Pichard, 2003).

- **Expertise Ineris, 2010 : $3{,}4.10^{-5}$ ($\mu g.m^{-3}$)$^{-1}$ (naphtalène) (OEHHA, 2005)**

Cette valeur est basée sur la seule VTR disponible, celle de l'OEHHA. Toutefois, cette dernière étant obtenue par dérivation de la VTR inhalation *[note Numtech, par ingestion]*, elle est retenue par défaut.

- **Anses, 2013 : $5.6.10^{-6}$ ($\mu g.m^{-3}$)$^{-1}$ (naphtalène)**

Cette VTR est élaborée à partir de l'étude du NTP (2000). La limite inférieure de l'intervalle de confiance de la BMC a été retenue comme point de départ pour l'élaboration de l'ERU ($BMC_{10\%}L_{90\%}$ = 99,6 $mg.m^{-3}$). Un ajustement temporel a abouti à une $BMC_{10\%}L_{90\%}$ ajustée de 17,8 $mg.m^{-3}$ pour une **augmentation des neuroblastomes de l'épithélium olfactif** chez le rat femelle. Après extrapolation linéaire à l'origine, un ERU de **$5{,}6\ 10^{-3}$ ($mg.m^{-3}$)$^{-1}$** a été calculé.

4. Valeurs toxicologiques de référence par voie digestive

4.1. VTR aiguës

- **ATSDR, 2005 : 600 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ / 1-14 j (naphtalène)**

La VTR est établie à partir de l'étude du NTP (1991) qui a exposé des groupes de 25 à 26 rats femelles Sprague-Dawley en gestation à des doses de 0, 50, 150 et 450 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ par gavage pendant 6 à 16 jours. Un LOAEL de 50 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ a été estimé pour des **effets cliniques transitoires de toxicité** chez la mère auquel il a été appliqué un facteur d'incertitude de 90 (3 pour l'utilisation d'un LOAEL, 3 pour la variabilité humaine et 10 pour l'extrapolation des données animales à l'homme).

- **Expertise Ineris (2010) : 600 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ / 1-14 j (naphtalène) (ATSDR, 2005)**

Cette valeur est basée sur la seule VTR disponible, celle de l'ATSDR.

4.2. VTR intermédiaires

- **ATSDR, 1995 : 600 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ / 15-365 j (acénaphtène)**

La VTR a été établie à partir de l'étude de l'EPA (1989) portant sur 4 groupes de souris (20 par sexe et par groupe) exposées à 0, 175, 350 et 700 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ d'anthracène par gavage pendant 13 semaines. Un LOAEL de 175 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ a été estimé pour des effets sur le foie auquel a été appliqué un facteur d'incertitude de 300 (3 pour l'utilisation d'un LOAEL, 10 pour l'extrapolation des données animales à l'homme et 10 pour la variabilité humaine).

- **ATSDR, 1995 : 400 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$/ 15-365 j (fluoranthène)**

La VTR a été établie à partir de l'étude de l'EPA (1988) portant sur 4 groupes de souris (20 par sexe et par groupe) exposées à 0, 125, 250 et 500 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ de fluoranthène par gavage pendant 13 semaines. Un LOAEL de 125 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ a été estimé pour des effets sur le foie auquel a été appliqué un facteur d'incertitude de 300 (3 pour l'utilisation d'un LOAEL, 10 pour l'extrapolation des données animales à l'homme et 10 pour la variabilité humaine).

- **ATSDR, 1995 : 400 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$/ 15-365 j (fluorène)**

La VTR a été établie à partir de l'étude de l'EPA (1989) portant sur 4 groupes de souris (20 par sexe et par groupe) exposées à 0, 125, 250 et 500 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ de fluorène par gavage pendant 13 semaines. Un LOAEL de 125 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ a été estimé pour des effets sur le foie auquel a été appliqué un facteur d'incertitude de 300 (3 pour l'utilisation d'un LOAEL, 10 pour l'extrapolation des données animales à l'homme et 10 pour la variabilité humaine).

- **ATSDR, 1995 : 10 000 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$/ 15-365 j (anthracène)**

La VTR a été établie à partir de l'étude de l'EPA (1989) portant sur 4 groupes de souris (20 par sexe et par groupe) exposées à 0, 250, 500 et 1000 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ d'anthracène par gavage pendant 13 semaines. Un NOAEL de 1000 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ a été estimé pour une absence d'effets sur le foie auquel a été appliqué un facteur d'incertitude de 100 (10 pour l'extrapolation des données animales à l'homme et 10 pour la variabilité humaine).

- **ATSDR, 2005 : 600 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$/ 15-365 j (naphtalène)**

Cette valeur a été déterminée à partir d'une étude ayant porté sur le gavage de rats à des doses de 50, 150 ou 450 mg / kg / jour de naphtalène entre le 6ème et le 15ème jour de gestation. Cette étude a été choisie pour la détermination de la MRL aiguë par voie orale (NTP, 1991), laquelle a ensuite été adoptée par l'ATSDR comme représentative d'une MRL intermédiaire pour l'ingestion de naphtalène. Les effets observés à la dose la plus faible ont été **une respiration lente et une léthargie**. En raison de la nature transitoire de ces observations et l'absence de tout autre effet, l'exposition à 50 mg / kg / jour a été assimilée à une LOAEL. À 150 et 450 mg / kg / jour, les signes cliniques de toxicité ont été plus persistants et ont été accompagnées d'une diminution sévère du gain de poids au cours de la période d'exposition (31 et 53%, respectivement, comparativement aux témoins). Aucun effet lié à l'exposition du fœtus n'a été trouvé dans l'un des groupes de rats exposés par rapport aux témoins.
La MRL a été calculée à partir du LOAEL minimal de 50 mg / kg / jour en utilisant un facteur d'incertitude de 90 (3 pour l'utilisation d'un LOAEL, 10 pour l'extrapolation inter-espèce, et 3 pour la variabilité humaine). L'application de ce coefficient d'incertitude conduit à la détermination d'un MRL de 600 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$.

- **Expertise Ineris (2010) : 600 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ / 14-365 j (naphtalène) (ATSDR, 2005)**

Cette valeur est basée sur la seule VTR disponible, celle de l'ATSDR. Il faut cependant noter que cette valeur est basée sur une étude aiguë et sur une population sensible et que le facteur d'incertitude appliqué ne prend pas en compte la courte durée d'exposition.

4.3. VTR chroniques

4.3.1. Effets non cancérigènes

- **EPA, 1994 : 60 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ (acénaphtène)**

Cette valeur a été établie à partir d'une étude de l'EPA (1989) portant sur 40 souris des 2 sexes exposées à des doses d'acénaphtène de 0, 175, 350, 700 $mg.kg^{-1}$, pendant 13 semaines. Pour une concentration de 350 $mg.k^{-1}.j^{-1}$ (LOAEL), il a été observé une **hépatotoxicité** (changement du poids du foie et hypertrophie cellulaire). Le NOAEL est de 175 $mg.k^{-1}.j^{-1}$.
Il est appliqué au NOAEL un facteur d'incertitude de 3000 (10 pour l'extrapolation inter-espèces, 10 pour l'extrapolation d'une durée d'exposition subchronique à chronique, 10 pour la variabilité humaine et 3 pour le manque de données sur une autre espèce et le manque de données sur les effets sur le développement et la reproduction).

Il est à noter qu'à partir de la même étude l'ATSDR (1995) a dérivé une VTR de 600 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ pour une exposition intermédiaire.

- **EPA, 1993 : 300 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ (anthracène)**

Cette valeur a été établie à partir d'une étude de l'EPA (1989) portant sur 20 souris des 2 sexes exposées à des doses d'anthracène de 0, 250, 500, 1000 $mg.kg^{-1}$, pendant 13 semaines. Il n'a pas été établi de LOAEL (**pas d'effet observé**), le NOAEL est la dose la plus élevée testée, soit 1000 $mg.k^{-1}.j^{-1}$.
Il est appliqué au NOAEL un facteur d'incertitude de 3000 (10 pour l'extrapolation inter-espèces, 10 pour la variabilité humaine et 30 pour l'extrapolation d'une durée d'exposition subchronique à chronique et pour le manque de données sur une autre espèce et le manque de données sur les effets sur le développement et la reproduction).

- **RIVM, 2001 : 40 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ (anthracène)**

Le RIVM se base sur des informations recueillies auprès de l'organisation CONCAWE (CONservation of Clean Air and Water in Europe), la TPHCWG (US Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group) et l'ATSDR (US Agency for toxic substances and disease Registry). La synthèse de la littérature du RIVM conclut que des TDI peuvent être proposées à partir du nombre d'atomes de carbone contenus dans la molécule de HAP : pour une molécule contenant entre 9 et 16 atomes de carbone, la TDI proposée est de 40 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ et 30 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ pour les molécules contenant entre 16 et 35 atomes de carbone. L'effet associé à la TDI n'est pas précisé dans le document du RIVM.

- **RIVM, 2001 : 30 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ (benzo(ghi)pérylène)**

Le RIVM se base sur des informations recueillies auprès de l'organisation CONCAWE (CONservation of Clean Air and Water in Europe), la TPHCWG (US Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group) et l'ATSDR (US Agency for toxic substances and disease Registry). La synthèse de la littérature du RIVM conclut que des TDI peuvent être proposées à partir du nombre d'atomes de carbone contenus dans la molécule de HAP : pour une molécule contenant entre 9 et 16 atomes de carbone, la TDI proposée est de 40 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ et 30 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ pour les molécules contenant entre 16 et 35 atomes de carbone. L'effet associé à la TDI n'est pas précisé dans le document du RIVM.

- **EPA, 1993 : 40 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ (fluoranthène)**

Cette valeur a été établie à partir d'une étude de l'EPA (1988) portant sur 40 souris des 2 sexes exposées à des doses de fluoranthène de 0, 125, 250, 500 $mg.kg^{-1}$, pendant 13 semaines. Pour une concentration de 250 $mg.k^{-1}.j^{-1}$ (LOAEL), il a été observé une **néphropathie**, une augmentation du **poids du foie**, une altération **hématologique** et des effets cliniques. Le NOAEL est de 125 $mg.k^{-1}.j^{-1}$.
Il est appliqué au NOAEL un facteur d'incertitude de 3000 (10 pour l'extrapolation inter-espèces, 10 pour la variabilité humaine et 30 pour l'extrapolation d'une durée d'exposition subchronique à chronique et pour le manque de données sur une autre espèce et le manque de données sur les effets sur le développement et la reproduction).

- **EPA, 1990 : 40 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ (fluorène)**

Cette valeur a été établie à partir d'une étude de l'EPA (1989) portant sur 50 souris des 2 sexes exposées à des doses de fluorène de 0, 125, 250, 500 $mg.kg^{-1}$, pendant 13 semaines. Pour une concentration de 250 $mg.k^{-1}.j^{-1}$ (LOAEL), il a été observé des **effets hématologiques** (diminution du nombre de globules rouges, du volume de cellules et de la concentration en hémoglobine). Le NOAEL est de 125 $mg.k^{-1}.j^{-1}$.
Il est appliqué au NOAEL un facteur d'incertitude de 3000 (10 pour l'extrapolation inter-espèces, 10 pour l'extrapolation d'une durée d'exposition subchronique à chronique, 10 pour la variabilité humaine et 3 pour le manque de données sur une autre espèce et le manque de données sur les effets sur le développement et la reproduction).

- **RIVM, 2001 : 40 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ (fluorène)**

Le RIVM se base sur des informations recueillies auprès de l'organisation CONCAWE (CONservation of Clean Air and Water in Europe), la TPHCWG (US Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group) et l'ATSDR (US Agency for toxic substances and disease Registry). La synthèse de la littérature du RIVM conclut que des TDI peuvent être proposées à partir du nombre d'atomes de carbone contenus dans la molécule de HAP : pour une molécule contenant entre 9 et 16 atomes de carbone, la TDI proposée est de 40 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ et 30 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ pour les molécules contenant entre 16 et 35 atomes de carbone. L'effet associé à la TDI n'est pas précisé dans le document du RIVM.

- **RIVM, 2001 : 40 µg.kg^{-1}.j^{-1} (phénanthrène)**

Le RIVM se base sur des informations recueillies auprès de l'organisation CONCAWE (CONservation of Clean Air and Water in Europe), la TPHCWG (US Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group) et l'ATSDR (US Agency for toxic substances and disease Registry). La synthèse de la littérature du RIVM conclut que des TDI peuvent être proposées à partir du nombre d'atomes de carbone contenus dans la molécule de HAP : pour une molécule contenant entre 9 et 16 atomes de carbone, la TDI proposée est de 40 µg.kg^{-1}.j^{-1} et 30 µg.kg^{-1}.j^{-1} pour les molécules contenant entre 16 et 35 atomes de carbone. L'effet associé à la TDI n'est pas précisé dans le document du RIVM.

- **EPA, 1993 : 30 µg.kg^{-1}.j^{-1} (pyrène)**

Cette valeur a été établie à partir d'une étude de l'EPA (1989) portant sur 40 souris des 2 sexes exposées à des doses de pyrène de 0, 75, 125, 250 mg.kg^{-1}, pendant 13 semaines. Pour une concentration de 125 mg.k^{-1}.j^{-1} (LOAEL), il a été observé des **effets rénaux** (pathologies tubulaires, baisse du poids des reins). Le NOAEL est de 75 mg.k^{-1}.j^{-1}.

Il est appliqué au NOAEL un facteur d'incertitude de 3000 (10 pour l'extrapolation inter-espèces, 10 pour l'extrapolation d'une durée d'exposition subchronique à chronique, 10 pour la variabilité humaine et 3 pour le manque de données sur une autre espèce et le manque de données sur les effets sur le développement et la reproduction).

- **EPA, 1998 : 20 µg.kg^{-1}.j^{-1} (naphtalène)**

Cette valeur a été établie à partir d'une étude du Battelle's Colombus Laboratories (1980) portant sur 20 rats des 2 sexes exposés à des doses de naphtalène de 0, 25, 50, 100, 200, 400 mg.kg^{-1}, 5 jours par semaine pendant 13 semaines. Pour une concentration de 200 mg.k^{-1}.j^{-1} (LOAEL), il a été observé une **baisse du poids** des rats males de plus de 10 % par rapport au groupe témoin. Le NOAEL est de 100 mg.kg^{-1}.j^{-1}.

La dose humaine équivalente est ajustée comme suit :

NOAEL ajusté = NOAEL × (5j/7j) = 71 mg.m^{-3}

Il est appliqué au NOAEL ajusté un facteur d'incertitude de 3000 (10 pour l'extrapolation inter-espèces, 10 pour l'extrapolation d'une durée d'exposition subchronique à chronique, 10 pour la variabilité humaine et 3 pour l'insuffisance de données sur l'exposition chronique et sur la toxicité sur la reproduction de la seconde génération).

- **RIVM, 2001 : 40 µg.kg^{-1}.j^{-1} (naphtalène)**

Le RIVM se base sur des informations recueillies auprès de l'organisation CONCAWE (CONservation of Clean Air and Water in Europe), la TPHCWG (US Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group) et l'ATSDR (US Agency for toxic substances and disease Registry). La synthèse de la littérature du RIVM conclut que des TDI peuvent être proposées à partir du nombre d'atomes de carbone contenus dans la molécule de HAP : pour une molécule contenant entre 9 et 16 atomes de carbone, la TDI proposée est de 40 µg.kg^{-1}.j^{-1} et 30 µg.kg^{-1}.j^{-1} pour les molécules contenant entre 16 et 35 atomes de carbone. L'effet associé à la TDI n'est pas précisé dans le document du RIVM.

- **Expertise Ineris (2010) : 20 µg.kg^{-1}.j^{-1} (naphtalène) (EPA, 1998)**

Deux organismes proposent des valeurs, l'US-EPA et le RIVM. Celle de l'US-EPA est basée sur une étude de bonne qualité mais pour une durée d'exposition subchronique. De plus, un manque de données a contraint l'US-EPA à prendre un facteur d'incertitude total de 3000. Celle développée par le RIVM repose sur une démarche générique pour les hydrocarbures aromatiques comportant de 10 à 16 carbones et qui sont considérés comme cancérigènes ; cette démarche n'est donc pas spécifique au naphtalène. Les valeurs déterminées par les deux organismes s'avèrent très proches. En l'absence de données complémentaires, l'Ineris propose de retenir la valeur de l'US-EPA qui est plus spécifique. Ce choix est conforté par la valeur du RIVM. Enfin, cette valeur est la plus pénalisante.

- **EPA, 2003 : 4 µg.kg^{-1}.j^{-1} (2-méthylnaphtalène)**

Cette RfD est basée sur une étude de Murata (Murata et al. 1997) portant sur des souris B6C3F1 qui ont été exposées à des doses comprises entre 0 et 113,8 mg/kg/jour pour les mâles et de 0 à 107,6 mg/kg/jour pour les femelles. La survie et la consommation de nourriture n'ont pas été affectées par l'exposition. Les poids corporels moyens finaux ont diminué de 7,5 et 4,5 % chez les mâles et les femelles à dose élevée. Ces modifications ne sont pas considérées comme biologiquement significatives. Les tissus examinés étaient cerveau, le cœur, le rein, le foie, le poumon, le pancréas, les glandes salivaires , la rate , les testicules , les glandes surrénales, les os, les yeux, les glandes de Harder, les glandes mammaires, de l'ovaire, la vésicule séminale, le muscle squelettique (principaux muscles constituant l'ensemble des muscles striés), la peau, le petit

et grand intestin, la moelle épinière, l'estomac, la trachée, l'utérus et le vagin. Finalement, seule l'incidence des adénomes du poumon chez les groupes de souris mâles exposées à 54.3 mg/kg/jour était significativement différente de l'incidence chez le groupe témoin.
Les résultats obtenus pour l'isomère du méthylnaphtalène, le 1-méthylnaphtalène, permet par analogie d'attribuer comme effet critique une protéinose alvéolaire pulmonaire au RfD du 2-méthylnaphtalène. Une BMD_{05} de 4,5 mg/kg/jour a été choisie comme point de départ pour dériver le MRL, et plus précisément sa limite inférieure à 95% estimée à 3,5 mg/kg/jour ($BMDL_{05}$). Le point de départ a été divisé par un facteur d'incertitude de 1000 (10 pour l'extrapolation de l'animal à l'homme, 10 pour la variabilité humaine et 10 pour les lacunes observées dans les données disponibles associées à cette étude) pour estimer le RfD à 0,004 mg/kg/jour.

- **ATSDR, 2005 : 70 µg.kg^{-1}.j^{-1} (1-methylnaphtalène)**

La MRL pour le 1- méthylnaphtalène a été dérivée d'une étude de 81 semaines sur des souris (50 mâles et 50 souris femelles) et des doses d'exposition comprises entre 0, 71,6 (mâles), 75,1 (femelles) ,140.2 (mâles) ou 143.7 (femelles) mg/kg/jour (Murata et al., 1993). Les quantités d'aliments consommées, les signes cliniques et le poids corporel ont été déterminées tout au long de l'étude. A la fin des 81 semaines, des échantillons de sang ont été prélevés et les animaux ont été sacrifiés. Le poids des organes a été déterminé et un examen histologique (exploration de la structure des organismes, des rapports constitutifs et fonctionnels entre leurs éléments fonctionnels, ainsi que du renouvellement des tissus) a été effectué sur les tissus, les tumeurs ont été identifiées et caractérisées. Les paramètres hématologiques et biochimiques ont été évalués à partir des échantillons de sang.
Dans les 2 groupes de souris exposées, une incidence accrue de protéinose alvéolaire pulmonaire (accumulation d'une substance lipoprotéinacée dans les espaces aériens distaux) a été observée. Chez les mâles, une augmentation significative des adénomes pulmonaires a été observée. Un LOAEL de 71,6 mg/kg/jour pour une protéinose alvéolaire pulmonaire chez la souris femelle a été utilisé pour le calcul de la MRL. Un facteur d'incertitude de 1000 a été appliqué au LOAEL pour l'estimation du MRL (10 pour l'utilisation d'un LOAEL, 10 pour l'extrapolation des animaux aux humains et 10 pour la variabilité humaine).

- **ATSDR, 2005 : 40 µg.kg^{-1}.j^{-1} (2-methylnaphtalène)**

Cette MRL est basée sur la même étude que celle utilisée pour l'établissmeent de la RfD par l'EPA, à savoir l'étude de Murata (Murata et al. 1997). La seule différence réside dans l'attribution d'un facteur d'incertitude de 100 par l'ATSDR contre 1000 par l'EPA. L'ATSDR considère uniquement l'incertitude associée à l'estrapolation de l'animal à l'homme et 10 pour la variabilité pour l'espèce humaine. Ce facteur d'incertitude conduit à l'obtention d'un MRL à 0,04 mg/kg/jour.

4.3.2. Effets cancérigènes

1- L'approche par utilisation des facteurs d'équivalence toxique (FET) : La VTR (ERU) de chaque composé est établie en référence à la VTR d'un HAP de référence, le BaP selon l'hypothèse que l'organe cible et l'activité toxique sont identiques pour tous les HAP. Pratiquement, la VTR sans seuil d'un HAP est calculée en affectant à la VTR du benzo[a]pyrène (BaP) un facteur d'équivalence toxique (FET), propre à chaque HAP. Cette approche permet de tenir compte de l'ensemble des HAP présents dans un mélange. Les FET sont ceux proposés par l'Ineris à partir des FET de Nisbert et LaGoy (1992). Sur la base de cette méthode des FET, le RIVM et l'OEHHA propose des VTR pour des effets sans seuil pour certains HAP. Ces VTR établies à partir des FET ne seront pas présentées dans ce document qui ne porte que sur les VTR issues d'études spécifiques à un HAP.

Substances	FET	Voie orale ERU (BaP) = 7,3 (mg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$	Voie orale ERU(BaP) = 0,2 (mg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$
		ERU orale Choix circulaire	ERU orale Choix raisonné
Acénaphtène	0,001	0,0073	0,0002
Acénaphtylène	0,001	0,0073	0,0002
Anthracène	0,01	0,073	0,002
Benzo[a]anthracène	0,1	0,73	0,02

Benzo[a]pyrène	1	7,3	0,2
Benzo[b]fluoranthène	0,1	0,73	0,02
Benzo[g,h,i]pérylène	0,01	0,073	0,002
Benzo[k]fluoranthène	0,1	0,73	0,02
Chrysène	0,01	0,073	0,002
Coronène	0,001	0,0073	0,0002
Cyclopenta[c,d]pyrène	0,1	0,73	0,02
Dibenzo[a,c]anthracène	0,1	0,73	0,02
Dibenzo[a,h]anthracène	1	7,3	0,2
Fluoranthène	0,001	0,0073	0,0002
Fluorène	0,001	0,0073	0,0002
Indeno[1,2,3-cd]pyrène	0,1	0,73	0,02
Naphtalène	0,001	0,0073	0,0002
Phénanthrène	0,001	0,0073	0,0002
Pyrène	0,001	0,0073	0,0002

L'ERU du (BaP) retenu pour le calcul de l'ERU oral des autres HAP est :
- pour le choix circulaire, celui de l'EPA (1994)
- pour le choix raisonné, celui du RIVM (2001)

2- Les VTR retrouvées dans la littérature et spécifiques à un HAP sont présentées ci-dessous.

- **EPA, 1994 : 7,3 $(mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$ (benzo[a]pyrène)**

Cette valeur a été établie à partir de la moyenne géométrique de 4 VTR (de 4,5 à 11,7 $(mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$) obtenues par différentes modélisations.
La première étude, de Neal et Rigdon (1967), porte sur 9 à 73 souris (sexes non précisés) exposées à des doses de benzo[a]pyrène de 0, 10, 103, 206, 309, 412, 463, 515, 772, 1030 et 2060 $mg.kg^{-1}$, pendant 1 à 197 jours. A partir de 206 $mg.kg^{-1}$, il a été observé des cancers de l'estomac antérieur.
La deuxième étude, de Rabstein *et al.* (1973), permet de préciser l'incidence des cancers pour chacun des 2 sexes.
La troisième étude, de Brune *et al.* (1981), porte sur 32 rats mâles et femelles exposés à des doses de benzo[a]pyrène de 6 ou 39 $mg.kg^{-1}$, tous les 9 jours ou 5 fois par semaine. Il a été observé une augmentation de l'incidence des cancers de l'estomac, de l'œsophage et du larynx.
La quatrième étude, de l'EPA (1991), permet de prendre en compte l'exposition partielle de la vie entière.
Cette VTR correspond aux recommandations de la circulaire du 30 mai 2006 mais ne correspond pas à la VTR recommandée par l'Ineris. L'Ineris critique l'utilisation d'une moyenne géométrique à partir de résultats disparates calculés en utilisant des modèles mathématiques différents.

- **RIVM, 2001 : 0,2 $(mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$ (benzo[a]pyrène)**

Cette valeur a été établie à partir d'une étude de Kroese *et al.* (1999) portant sur des rats exposés à des doses de benzo[a]pyrène de 3, 10, 30 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$, 5 jours par semaine, pendant 2 ans. Il a été observé un développement de cancers dose-dépendant essentiellement dans le foie et l'estomac, mais également des sarcomes des tissus mous dans l'œsophage, sur la peau et les glandes mammaires et des tumeurs du canal auditif, de la peau, de la cavité orale, du petit intestin et des reins. Les auteurs ont utilisé une approche linéaire sans seuil pour établir un excès de risque de cancer de 1/1 000 000 pour une exposition à 5 ng. $kg^{-1}.j^{-1}$. Cette VTR est recommandée par l'Ineris (2003).

- **OEHHA, 2009 : 1,2 10^{-1} $(mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$ (benzo[a]pyrène)**

Cette valeur est issue des données d'une étude de cancérogenèse réalisée chez la souris, exposée au benzo[a]pyrène via l'alimentation durant 4 à 6 mois, à des doses de 50 à 250 mg/kg de nourriture (Neal and Rigdon, 1967). Les animaux ont développé des tumeurs gastriques (papillomes et carcinomes).

- **Expertise Ineris, 2004 : 2.10^{-4} ($\mu g.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$ (RIVM, 2001) (benzo[a]pyrène)**

La valeur de l'US EPA n'a pas été retenue car elle correspond à une moyenne géométrique de 4 ERUo obtenus à partir de 3 études différentes avec l'utilisation de 4 modèles mathématiques différents. La VTR proposée par l'OEHHA n'a pas été retenue car elle a été élaborée à partir d'une étude relativement ancienne (Neal et Rigdon, 1967) et de qualité moindre que celle prise en compte pour l'élaboration la VTR proposée par le RIVM. De plus, cette étude n'a pas été réalisée sur 2 ans comme l'indique les lignes directrices de l'OCDE pour étudier les effets cancérogènes. Le RIVM se base sur une étude de cancérogenèse sur 2 ans (Kroese et al., 2001). Cette VTR a également été retenue par l'Afssa dans un avis du 29 juillet 2003 (Doornaert et Pichard, 2003).

- **OEHHA, 2009 : $1,2.10^{-1}$ ($mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$ (naphtalène)**

Les modalités d'obtention de cette VTR ne sont pas développées.
L'OEHHA a dérivé la VTR digestive sans seuil à partir de l'étude clé ayant servi à dériver la VTR respiratoire sans seuil. Pour cette étude, l'effet associé à la VTR respiratoire sans seuil est un effet local respiratoire (cancer nasal). La VTR digestive sans seuil ne peut donc pas être retenue pour des calculs de risques.

- **Expertise Ineris, 2010 : $1,2.10^{-4}$ ($\mu g.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$ (RIVM, 2001) (naphtalène)**

Cette valeur est basée sur la seule VTR disponible, celle de l'OEHHA.

5. Choix des valeurs toxicologiques de référence

5.1. Choix des VTR selon la note DGS d'octobre 2014

D'après la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, il est recommandé de sélectionner la VTR proposée par l'un des organismes suivant : Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA.
Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données. A défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors cette VTR doit être retenue, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.
En l'absence d'expertise nationale, la VTR à retenir correspond à la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.
Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA est utilisée.

HAP
Choix des valeurs toxicologiques de référence selon la note DGS d'octobre 2014

Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs d référence)
Respiratoire	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	8h	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets non cancérigènes naphtalène	37 µg.m^{-3}	-	A	lésions de l'épithélium respiratoire et olfactif	LOAEC = 52 mg.m^{-3}	250	Anses, 2013 (NTP, 2000)
	Chronique – Effets cancérigènes							
	Benzo[a]pyrène	1,1 10^{-3} (µg.m^{-3})$^{-1}$	-	A	Tumeurs du tractus respiratoire	-	-	Expertise Ineris, 2004 (OEHHA,
	Dibenzo[a,h]anthracène	1,2 10^{-3} (µg.m^{-3})$^{-1}$	-	A	Carcinomes alvéolaires	-	-	OEHHA, 2009 (Snell et Stewart, 1962)
	Naphtalène	5.6 10^{-6} (µg.m^{-3})$^{-1}$	-	A	neuroblastomes de l'épithélium olfactif	-	-	Anses, 2013 (NTP, 2000)

HAP
Choix des valeurs toxicologiques de référence selon la note DGS d'ocotbre 2014

Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur (mg/kg/j)	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Digestive	Aiguë							
	Naphtalène	600 µg.kg^{-1}.j^{-1}	1-14j	A	Toxicité chez la mère en gestation	LOAEL = 50	90	Expertise Ineris, 2010 ATSDR, 2005 (NTP, 1991)
	Intermédiaire							
	Naphtalène	600 µg.kg^{-1}.j^{-1}	15-365j	A	Respiration lente et léthargie	LOAEL = 50	90	Expertise Ineris, 2010 ATSDR, 2005 (NTP, 1991)
	Acénaphtène	600 µg.kg^{-1}.j^{-}	15-365j	A	Effets hépatiques	LOAEL = 175	300	ATSDR, 1995 (EPA, 1989)
	Fluoranthène	400 µg.kg^{-1}.j^{-}	15-365j	A	Effets hépatiques	LOAEL = 125	300	ATSDR, 1995 (EPA, 1988)
	Fluorène	400 µg.kg^{-1}.j^{-}	15-365j	A	Effets hépatiques	LOAEL = 125	300	ATSDR, 1995 (EPA, 1989)
	Anthracène	10 00 µg.kg^{-1}.j^{-}	15-365j	A	Effets hépatiques	LOAEL = 1000	100	ATSDR, 1995 (EPA, 1989)
	Chronique – Effets non cancérigènes							
	Acénaphtène	60 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Effets hépatiques	NOAEL = 175	3000	EPA, 1994 (EPA, 1989)
	Anthracène	300 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Effets hépatiques	NOAEL = 1000	3000	EPA, 1993 (EPA, 1989)
	Benzo(ghi)pérylène	30 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	nd	nd	nd	nd	RIVM, 2001
	Fluoranthène	40 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Effets hépatiques Effets rénaux Effets hématologiques	NOAEL = 125	3000	EPA, 1993 (EPA, 1988)
	Fluorène	40 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Effets hématologiques	NOAEL = 125	3000	EPA, 1990 (EPA, 1989)
	Pyrène	30 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Effets rénaux	NOAEL = 75	3000	EPA, 1993 (EPA, 1989)
	Phénanthrène	40 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	nd	nd	nd	nd	RIVM, 2001
	Naphtalène	20 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Baisse du poids	NOAEL = 100	3000	Expertise Ineris, 2010 EPA, 1998 (Battelle's colombus Laboratories, 1980)
	1-méthylnaphtalène	70 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Protéinose alvéolaire pulmonaire	LOAEL = 71,6	100	ATSDR, 2005 (Murata et al., 1993)
	2-méthylnaphtalène	40 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Protéinose alvéolaire pulmonaire	BMDL05 = 3,5	100	ATSDR, 2005 (Murata et al. 1997)
	Chronique – Effets cancérigènes							
	Benzo[a]pyrène	2.10^{-4} (µg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$	-	A	Cancers de l'estomac	-	-	Expertise Ineris, 2004 (RIVM, 2001)
	Naphtalène	1,2 10^{-4} (µg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$	-	A	Adénomes et neuroblastomes de l'épithélium nasal			Expertise Ineris, 2010 (OEHHA, 2005)

5.2. Choix raisonné des VTR

Lorsque plusieurs VTR sont disponibles pour une même voie et une même durée d'exposition, les VTR peuvent être sélectionnées selon des critères de choix raisonnés. Cette démarche repose sur des critères de choix scientifiques établis à partir des recommandations, entre autres, de l'InVS (2002), de l'Ineris (2003), de l'AFSSET (2007) et de Doornaert B. *et al.* (2006) :

- Adéquation des voies d'exposition,
- Adéquation des durées d'exposition,
- Adéquation de la forme chimique,
- Transparence de l'explication de l'élaboration de la VTR (facteurs de sécurité, nature et caractéristiques des effets observés…),
- Analyse de la qualité scientifique de la VTR,
- Pertinence des données humaines ou de la transposition chez l'homme à partir de données animales : Les études menées chez l'homme sont favorisées si elles sont de qualité égale aux études réalisées chez l'animal,
- Date de mise à jour de la VTR et de l'étude clef.

Le choix raisonné concerne les VTR pour lesquelles il n'existe pas encore d'expertise nationale, soit sur sa construction soit sur son choix (Anses, Ineris).

5.2.1. VTR aiguë respiratoire

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.2. VTR 8h respiratoire

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.3. VTR intermédiaires respiratoire

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.4. VTR chroniques respiratoire

- **Effets non cancérigènes : 37 µg.m^{-3} (ANSES, 2013) - Naphtalène**

La VTR de l'Anses est retenue en priorité, car ayant fait l'objet d'une expertise de la part d'un organisme de référence en France.

- **Effets cancérigènes : 1,1 10^{-3} (µg.m^{-3})$^{-1}$ Expertise Ineris, 2004 (OEHHA, 2003/2009) – Benzo[a]pyrène**

La VTR de Santé Canada ne peut pas être retenue car c'est une concentration et non un excès de risque unitaire et la VTR de l'OMS a été établi pour un mélange de cockerie. Le benzo[a]pyrène est alors considéré comme un indicateur d'un mélange de HAP issus d'une cockerie.

- **Effets cancérigènes (système respiratoire) : 1,2 10^{-3} (µg.m^{-3})$^{-1}$ (OEHHA, 2009) – Dibenzo[a,h]anthracène**

L'OEHHA est le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

- **Effets cancérigènes (système respiratoire) : 5,6 10^{-6} (µg.m^{-3})$^{-1}$ (ANSES, 2013) – Naphtalène**

La VTR de l'Anses est retenue en priorité, car ayant fait l'objet d'une expertise de la part d'un organisme de référence en France.

5.2.5. VTR aiguës digestive

- **VTR = 600 µg.kg^{-1}.j^{-1} / 1-14j Expertise Ineris, 2010 (ATSDR, 2005) - Naphtalène**

L'ATSDR est le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.6. VTR intermédiaire digestive

- **VTR = 600 µg.kg^{-1}.j^{-1} / 15-365j (ATSDR, 1995) - Acénaphtène**

L'ATSDR est le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

- **VTR = 400 µg.kg^{-1}.j^{-1} / 15-365j (ATSDR, 1995) - Fluoranthène**

L'ATSDR est le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

- **VTR = 400 µg.kg^{-1}.j^{-1} / 15-365j (ATSDR, 1995) - Fluorène**

L'ATSDR est le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

- **VTR = 10 000 µg.kg^{-1}.j^{-1} / 15-365j (ATSDR, 1995) - Anthracène**

L'ATSDR est le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

- **VTR = 600 µg.kg^{-1}.j^{-1} / 15-365j Expertise Ineris 2010 (ATSDR, 2005) - Naphtalène**

L'ATSDR est le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.7. VTR chronique digestive

- **Effets non cancérigènes : 60 µg.kg^{-1}.j^{-1} (EPA, 1994) - Acénaphtène**

L'EPA est le seul organisme à proposer une VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

- **Effets non cancérigènes : 300 µg.kg^{-1}.j^{-1} (EPA, 1993) - Anthracène**

L'EPA et le RIVM proposent une VTR pour l'anthracène, cette voie et cette durée d'exposition. La VTR du RIVM n'est pas retenue car expliquée moins clairement que celle de l'EPA (absence d'uinformation sur l'effet critique associé à la TDI)

- **Effets non cancérigènes : 40 µg.kg^{-1}.j^{-1} (EPA, 1994) - Fluoranthène**

L'EPA est le seul organisme à proposer une VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

- **Effets non cancérigènes : 40 µg.kg^{-1}.j^{-1} (EPA, 1990) - Fluorène**

L'EPA et le RIVM proposent une VTR pour le fluorène, cette voie et cette durée d'exposition. Les 2 VTR sont identiques, par conséquent, aucun choix n'est nécessaire à effectuer.

- **Effets non cancérigènes : 40 µg.kg^{-1}.j^{-1} (RIVM, 2001) – Phénanthrène**

Le RIVM est le seul organisme à proposer une VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

- **Effets non cancérigènes : 30 µg.kg^{-1}.j^{-1} (EPA, 1993) – Pyrène**

L'EPA est le seul organisme à proposer une VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

- **Effets non cancérigènes : 20 µg.kg^{-1}.j^{-1} Expertise Ineris 2010 (EPA, 1998) - Naphtalène**

L'EPA et le RIVM proposent une VTR pour le naphtalène, cette voie et cette durée d'exposition. La VTR du RIVM n'est pas retenue car expliquée moins clairement que celle de l'EPA (absence d'uinformation sur l'effet critique associé à la TDI)

- **Effets cancérigènes : 2.10^{-4} (µg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$ Expertise Ineris, 2004 (RIVM, 2001) – Benzo[a]pyrène**

Avis des organismes publics français : L'Ineris a réalisé un choix approfondi de VTR sans seuil pour le benzo[a]pyrène en 2003 (mis à jour en 2006) en faveur de la VTR du RIVM. La VTR de l'EPA est écartée car c'est une moyenne géométrique de 4 ERU de 3 études différentes avec 4 modèles mathématiques différents. La VTR de l'OEHHA est écartée car élaborée à partir d'une étude ancienne (1967), de qualité moindre que celle du RIVM et sur une durée de moins de 2 ans (contrairement aux lignes directrices de l'OCDE sur l'étude des

effets cancérigènes). Le RIVM se base sur une étude récente (2001) de cancérogenèse sur 2 ans. Cette VTR est également retenue par l'Afssa dans un avis du 29/07/03.
Choix : Les arguments de l'Ineris sont suivis pour retenir la VTR du RIVM (étude la plus récente (1999) et modèle simple d'extrapolation) car ils ont réalisés une expertise approfondie.

- **Effets cancérigènes : $1{,}2.10^{-4}$ $(\mu g.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$ Expertise Ineris, 2010 (OEHHA, 2005) – Naphtalène**

Les arguments de l'Ineris sont suivis pour retenir la VTR de l'OEHHA.

HAP
Choix raisonné des valeurs toxicologiques de référence

Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs d référence)
Respiratoire	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	8h	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets non cancérigènes naphtalène	37 µg.m^{-3}	-	A	lésions de l'épithélium respiratoire et olfactif	LOAEC = 52 mg.m^{-3}	250	Anses, 2013 (NTP, 2000)
	Chronique – Effets cancérigènes							
	Benzo[a]pyrène	1,1 10^{-3} (µg.m^{-3})$^{-1}$	-	A	Tumeurs du tractus respiratoire	-	-	Expertise Ineris, 2004 (OEHHA,
	Dibenzo[a,h]anthracène	1,2 10^{-3} (µg.m^{-3})$^{-1}$	-	A	Carcinomes alvéolaires	-	-	OEHHA, 2009 (Snell et Stewart, 1962)
	Naphtalène	5.6 10^{-6} (µg.m^{-3})$^{-1}$	-	A	neuroblastomes de l'épithélium olfactif	-	-	Anses, 2013 (NTP, 2000)

HAP
Choix raisonné des valeurs toxicologiques de référence

Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur (mg/kg/j)	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Digestive	Aiguë							
	Naphtalène	600 µg.kg^{-1}.j^{-1}	1-14j	A	Toxicité chez la mère en gestation	LOAEL = 50	90	Expertise Ineris 2010 ATSDR, 2005 (NTP, 1991)
	Intermédiaire							
	Naphtalène	600 µg.kg^{-1}.j^{-1}	15-365j	A	Respiration lente et léthargie	LOAEL = 50	90	Expertise Ineris 2010 ATSDR, 2005 (NTP, 1991)
	Acénaphtène	600 µg.kg^{-1}.j^{-}	15-365j	A	Effets hépatiques	LOAEL = 175	300	ATSDR, 1995 (EPA, 1989)
	Fluoranthène	400 µg.kg^{-1}.j^{-}	15-365j	A	Effets hépatiques	LOAEL = 125	300	ATSDR, 1995 (EPA, 1988)
	Fluorène	400 µg.kg^{-1}.j^{-}	15-365j	A	Effets hépatiques	LOAEL = 125	300	ATSDR, 1995 (EPA, 1989)
	Anthracène	10 00 µg.kg^{-1}.j^{-}	15-365j	A	Effets hépatiques	LOAEL = 1000	100	ATSDR, 1995 (EPA, 1989)
	Chronique – Effets non cancérigènes							
	Acénaphtène	60 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Effets hépatiques	NOAEL = 175	3000	EPA, 1994 (EPA, 1989)
	Anthracène	300 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Effets hépatiques	NOAEL = 1000	3000	EPA, 1993 (EPA, 1989)
	Benzo(ghi)pérylène	30 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	nd	nd	nd	nd	RIVM, 2001
	Fluoranthène	40 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Effets hépatiques Effets rénaux Effets hématologiques	NOAEL = 125	3000	EPA, 1993 (EPA, 1988)
	Fluorène	40 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Effets hématologiques	NOAEL = 125	3000	EPA, 1990 (EPA, 1989)
	Pyrène	30 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Effets rénaux	NOAEL = 75	3000	EPA, 1993 (EPA, 1989)
	Phénanthrène	40 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	nd	nd	nd	nd	RIVM, 2001
	Naphtalène	20 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Baisse du poids	NOAEL = 100	3000	Expertise Ineris 2010 EPA, 1998 (Battelle's colombus Laboratories, 1980)
	1-méthylnaphtalène	70 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Protéinose alvéolaire pulmonaire	LOAEL = 71,6	100	ATSDR, 2005 (Murata et al., 1993)
	2-méthylnaphtalène	40 µg.kg^{-1}.j^{-1}	-	A	Protéinose alvéolaire pulmonaire	BMDL05 = 3,5	100	ATSDR, 2005 (Murata et al. 1997)
	Chronique – Effets cancérigènes							
	Benzo[a]pyrène	2.10^{-4} (µg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$	-	A	Cancers de l'estomac	-	-	Expertise Ineris, 2004 (RIVM, 2001)
	Naphtalène	1,2.10^{-4} (µg.kg^{-1}.j^{-1})$^{-1}$		A	Adénomes et neuroblastomes de l'épithélium nasal			Expertise Ineris, 2010 (OEHHA, 2005)

6. Valeurs d'exposition professionnelles

Naphtalène : 50 $mg.m^{-3}$ (INRS, 2008)
Ensemble des hydrocarbures en C6-C12 (vapeurs) : 1000 $mg.m^{-3}$ (INRS, 2008)
Hydrocarbures benzéniques en C9-C12 (vapeurs) : 150 $mg.m^{-3}$ (INRS, 2008)

7. Bibliographie

ANSES, 2013, Valeur toxicologique de reference par inhalation pour le naphthalene - Avis de l'Anses, Rapport d'expertise collective, 86 p.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Regsitry), 1995, Toxicological Profile for polycyclic aromatic hydrocarbons, 487 p, http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp69.pdf (consulté en juillet 2011)

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Regsitry), 2005, Toxicological Profile for naphtalene, 347 p, http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp67.pdf (consulté en juillet 2011)

EPA (Environmental Protection Agency), Benzo [a]pyrene (BaP) http://www.epa.gov/ncea/iris/subst/0136.htm (consulté en juillet 2011).

EPA (Environmental Protection Agency), Naphtalène, http://www.epa.gov/iris/subst/0436.htm (consulté en juillet 2011).

EPA (Environmental Protection Agency), Acénaphtène, http://www.epa.gov/iris/subst/0442.htm (consulté en juillet 2011).

EPA (Environmental Protection Agency), 1998, Anthracène, http://www.epa.gov/iris/subst/0434.htm (consulté en juillet 2011).

EPA (Environmental Protection Agency), Benzo[a]pyrène, http://www.epa.gov/iris/subst/0136.htm (consulté en juillet 2011).

EPA (Environmental Protection Agency), Fluoranthène, http://www.epa.gov/iris/subst/0444.htm (consulté en juillet 2011).

EPA (Environmental Protection Agency), Fluorène, http://www.epa.gov/iris/subst/0435.htm (consulté en juillet 2011).

EPA (Environmental Protection Agency), Pyrène, http://www.epa.gov/iris/subst/0445.htm (consulté en juillet 2011).

Santé Canada, 1994, Hydrocarbures aromatiques polycycliques, Liste des substances d'intérêt prioritaire. Rapport d'évaluation, 76 p.

Ineris (Institut National de l'Environnement et des Risques Industriels), 2007, Point sur les valeurs toxicologiques de référence (VTR) – juin 2007, N°DRC-07-86177-08805B, 43 p.

Ineris (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques), 2003 mis à jour 2006, Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs), Evaluation de la relation dose-réponse pour les effets cancérigènes : Approche substance par substance et approche par mélanges, 64 p.

Ineris (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques), 2003, Programme pilote national de surveillance des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air, Ineris –DRC/AIRE-03-45568 (I)-Ele-n°876v2, 36 p.

Ineris (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques), 2011, fiche toxicologique du naphtalène –DRC-10-109974-0032A, mars 2011, 79p.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), juin 2008, Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France, ED 984, 23 p.

IPCS-Inchem (International Programm on chemical Safety), Polycyclic aromatic hydrocarbons, selected non heterocyclic, Environmental Health Criteria 202, http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc202.htm (consulté le 07/01/09).

JOCE, 1998, Commission directive 98/73/EC, 24st ATP, Council Directive 67/548/EEC

JOCE, 2000, Commission directive 2000/32/EC, 26st ATP, Council Directive 67/548/EEC

JOCE, 2004, Commission directive 2004/73/EC, 29st ATP, Council Directive 67/548/EEC

JOCE, 2008, regulations (EC) n°1278/2008 of the European parliament and of the council of 16 decembre 2008 on classification, labeling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing directives 67/548/EEC and 1999/45/EEC and amending regulation (EC) 1907/2006.

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Air toxics hot spots risk assessment guideline. Chemical-specific summaries of the information used to derive unit risk and cancer potency values, http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2009/AppendixB.pdf (consulté en juillet 2011)

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Chronic Reference Exposure Levels and toxicity summaries using the previous version of the Hot Spots Risk Assessment guidelines (OEHHA 1999) http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2008/AppendixD3_final.pdf#page=413 (consulté en juillet 2011)

RIVM (Rijksinstituut Voor Volksgezondheid), 2001, Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels.

Nickel (N° CAS 7440-02-0) et ses composés

1. Généralités

1.1. Identification

Le nickel est un métal blanc-bleuâtre, malléable, retrouvé sous la dénomination de « métaux lourds ».
Les principaux composés du nickel sont le nickel tetracarbonyle, qui est un liquide, l'acétate de nickel ($Ni(CH_3CO_2)_2$), le chlorure de nickel ($NiCl_2$), nitrate de nickel ($Ni(NO_3)_2$), oxyde de nickel (NiO), sulfate de nickel ($NiSO_4$) et sous-sulfure de nickel (Ni_3S_2) qui sont des solides.

1.2. Utilisation

Le nickel est utilisé dans la production d'aciers inoxydables et de métaux spéciaux en améliorant la résistance à la corrosion et à la chaleur. Il est également utilisé dans la production d'alliages non ferreux (avec le cuivre, le chrome, l'aluminium…) pour la fabrication de pièces de monnaies, d'ustensiles de ménages et de cuisine (Ineris, 2006 ; INRS, 1992).

1.3. Sources d'exposition

Le nickel a une origine à la fois anthropique et naturelle (OMS, 2000). Les principales sources anthropiques sont la combustion de charbon ou de fuel, l'incinération des déchets, l'épandage des boues d'épuration, l'extraction et la production de nickel, la fabrication de l'acier, le nickelage et les fonderies de plomb.

1.4. Concentrations et comportements environnementaux

Dans l'air, le nickel est présent sous forme d'aérosol particulaire (OMS, 1991). Les particules anthropiques sont en général de diamètre inférieur (0,1-2 µm) aux particules naturelles (2-10 µm) (Santé Canada, 1994).
Dans l'eau, le nickel est relativement mobile. Il est transporté sous forme de particule ou sous forme dissoute. Le pH, le potentiel d'oxydoréduction, la force ionique, le type et la concentration des ligands organiques et inorganiques et la présence de surfaces solides pour l'adsorption sont autant de paramètres qui peuvent influer sur le transport, le devenir et la biodisponibilité du nickel en eau douce et en eau de mer (Santé Canada, 1994).
Dans les sols, selon le type de sol et sa spéciation, le nickel peut présenter une forte mobilité parvenir jusqu'aux eaux souterraines, rivières ou lacs.
Dans les végétaux, ce sont principalement les racines qui fixent le nickel à partir de celui présent dans le sol. La bioamplification dans la chaîne alimentaire serait limitée aux organismes aquatiques. Les animaux régulent la teneur en nickel dans leurs tissus (Santé Canada, 1994).
Dans les aliments, une enquête au Canada a montré que des concentrations de nickel étaient retrouvées dans de nombreux aliments : produits laitiers, viande et volaille, poisson, fruits, céréales… (Santé Canada, 1994).

Concentrations environnementales en nickel			
Milieu	Concentration	Caractéristique des mesures	Source
Air	10-50 et 9-60 ng.m^{-3} 13 ng.m^{-3}	villes d'Europe 30 villes américaines entre 1970 et 1974	OMS, 2000
	zone éloignée : 0,1-3 ng.m^{-3}	-	IPCS, 1991
	zone éloignée : 0,01-60 ng.m^{-3} zone rurale : 0,6-78 ng.m^{-3} zone urbaine : 1-328 ng.m^{-3}	villes américaines	ATSDR, 2005
	4-8 ng.m^{-3} (moyenne = 6 ng.m^{3})	5 villes françaises (Le Havre, Rouen, Paris, Strasbourg, Colmar)	ADEME, 2000
Eau	< 2 µg.L^{-1}	-	OMS, 2000 ; IPCS, 1991
	Eau douce : 2-10 µg.L^{-1}	-	IPCS, 1991
	Lacs et rivières : 0,5-6 µg.L^{-1} Eaux souterraines : 0,5-6 µg.L^{-1}	États-Unis	ATSDR, 2005
Sol	3-1000 mg.kg^{-1}	Sols agricoles américains	OMS, 2000
	28,4-568 mg.kg^{-1}	États-Unis	ATSDR, 2005
	< 2 -478 mg.kg^{-1} (médiane = 31 mg.kg^{-1})	815 échantillons de sols français notoirement non contaminés	D. Baize (INRA), 2000

1.5. Facteurs de conversion

1 ppm = 1,4 mg.m^{-3} pour le nickel (OEHHA, 2008)

2. Toxicité

2.1. Métabolisme

L'absorption respiratoire est plus importante que l'absorption digestive. L'absorption cutanée est également faible mais les effets sont importants (dermite de contact). Les composés solubles sont plus facilement absorbés par le tractus respiratoire. Le sulfate de nickel est plus absorbé dans l'eau de boisson que dans la nourriture.
Le nickel absorbé est éliminé par voie urinaire et le nickel ingéré non absorbé est éliminé par les fécès sous forme inchangée (Ineris, 2006 : INRS, 1991).
Dans les produits alimentaires les concentrations sont en général inférieures à 0,5 mg.kg^{-1} de matière fraîche. Dans une cigarette les concentrations en nickel sont de 50 à 575 ng/cigarette (IPCS, 1992).

2.2. Toxicité aiguë

La dermite de contact est l'effet le plus fréquent survenant par exposition cutanée au nickel.
L'intoxication aiguë par voie orale provoque des troubles digestifs (nausées, vomissements, diarrhée, douleurs abdominales), des céphalées et une asthénie. Ces signes régressent à l'arrêt de l'exposition.

2.3. Toxicité chronique

2.3.1. Effets systémiques

Le principal organe cible de l'exposition respiratoire est le système respiratoire (bronchite chronique, emphysème, diminution de la capacité vitale). Des cas d'asthme ont été décrits.
Par voie cutanée, il est observé des allergies de contact dont la fréquence est plus élevée chez les femmes que chez les hommes.

Les effets du nickel par voie orale n'ont été montrés que chez l'animal (effets respiratoires, hématologiques, rénaux, hépatiques…) (Ineris, 2006).

2.3.2. Effets cancérigènes

Les études chez l'Homme (cohortes de travailleurs) ont montré une augmentation des cancers du poumon et du nez (Ineris, 2006).

Classements cancérigène du nickel		
Composé	Classement	Organisme
Nickel métallique et alliage	3	CIRC (1990)
	VI	Santé Canada
	3	Union européenne (JOCE, 2009a)[1]
	2	Union européenne (JOCE, 2009b)[2b]
Composés du nickel	1	CIRC (1990)
	1	Santé Canada
Carbonate et sulfate de nickel	1	Union européenne (JOCE,2008a)[1]
	1A	Union européenne (JOCE, 2008b)[2]
	B2	EPA (1991)
Sulfure de nickel,	1	EPA (1991)
	1	Union européenne (JOCE, 2009a)[1]
	1A	Union européenne (JOCE, 2009b)[2]
	1	Santé Canada

[1]Annexe I modifiée de la directive 67/548/CE
[2]Annexe VI modifiée du règlement CLP n°1278/2008

2.3.3. Effets génotoxiques

L'Union Européenne a classé le carbonate de nickel et le sulfate de nickel comme mutagène de catégorie 3 (JOCE, 2008a) et comme mutagène pour les cellules germinales de catégorie 2 (JOCE, 2008b) et le sulfure de nickel comme mutagène de catégorie 3 (JOCE, 2009a) et comme mutagène pour les cellules germinales de catégorie 2 (JOCE, 2009b). La 31ème adaptation au progrès technique de la directive 67/548/ECC ECC ou la 1ère adaptation au progrès technique du règlement CLP n°1278/2008 porte sur de nombreux composés du nickel. Il est nécessaire de s'y référer pour connaître le classement des autres substances.

En général, les études portant sur la détermination de la génotoxicité du nickel ont montré qu'une exposition à ce composé n'induisait pas de mutation génétique dans les cellules non mammifères bien que certaines études en aient mises en évidence. Pour les cellules mammifères, il a été observé une augmentation des mutations sur les gènes (OEHHA, 2011).

2.3.4. Effets sur la reproduction et le développement

L'Union Européenne a classé le carbonate de nickel et le sulfate de nickel comme reprotoxique de catégorie 2 (JOCE, 2008a) et comme toxique pour la reproduction de catégorie 1B (JOCE, 2008b). La 31ème adaptation du progrès technique de la directive 67/548/ECC ou la 1ère adaptation au progrès technique du règlement CLP n°1278/2008 porte sur de nombreux composés du nickel. Il est nécessaire de s'y référer pour connaître le classement des autres substances.

Les études sur des travailleurs exposés à des composés du nickel par inhalation suggèrent une augmentation de l'incidence des avortements spontanés chez les femmes exposées et des effets toxiques sur les spermatozoïdes chez les hommes. Aucune étude animale par inhalation n'a été identifiée mais les études par voie orale ont

montré une toxicité sur les spermatozoïdes chez les souris et les rats et une augmentation significative de la mortalité périnatale (OEHHA, 2011l).

3. Valeurs toxicologiques de référence par voie respiratoire

3.1. VTR aiguës

- **OEHHA, 2012 : 0,2 µgNi/m^3 / 1 h**

Cette VTR est basée sur l'étude de Graham *et al* (1978) (et supportée par l'étude d'Adkins et al (1985)) qui a exposé des souris femelles (14 à 29 par groupe) à des concentrations de 0, 100, 250, 375 et 490 µgNi.m^{-3} sous forme de $NiCl_2$. Une BMD de 165 µgNi.m^{-3} a été observé pour **une baisse de la réponse immunitaire**. Une BMDL ajustée sur la durée d'exposition, de 233 µg.m^{-3}, a été calculée auquel a été appliqué un facteur d'incertitude de 1000.

3.2. VTR 8h

- **OEHHA, 2012 : 0,06 µgNi/m^3**

Cette VTR est basée sur l'étude du NTP (1994) qui a exposé des rats males et femelles à des concentrations de 0, 0,3, 0,06 et 0,11 µgNi.m^{-3} sous forme de $NiSO_4$, 6h/j, 5j/semaine pendant 16j à 24 mois. Un NOAEL de 30 µgNi.m^{-3} a été observé pour **des lésions pulmonaires non cancéreuses**. Un NOAEL ajusté sur la durée d'exposition, de 5,7 µgNi.m^{-3}, a été calculée auquel a été appliqué un facteur d'incertitude de 100 ;

3.3. VTR intermédiaires

- **ATSDR, 2005 : 0,2 µg.m^{-3} / 15 – 365 jours**

Cette valeur a été établie à partir d'une étude chez des rats males et femelles exposés 6 heures/j, 5jours/semaine pendant 13 semaines à des concentrations de 0,12, 0,25, 0,5, 1 et 0,2 mg.m^{-3} de sulfate de nickel hexahydraté (NTP, 1996), soit des concentrations en nickel de 0,03, 0,06, 0,11, 0,22 et 0,44 mgNi.m^{-3}. Il a été établi un NOAEL de 0,06 mgNi.m^{-3} pour une **inflammation chronique active des poumons**. Il a été ajusté pour une exposition chronique ($NOAEL_{ADJ}$) et pour un dépôt pulmonaire humain ($NOAEL_{HEC}$) :

$NOAEL_{ADJ}$= 0,06 mg.m^{-3} x 6 heures/24 heures x 5 j/7 j = 0,011 mgNi.m^{-3}

$NOAEL_{HEC}$ = $NOAEL_{ADJ}$ x RDDR = 0,011 mg.m^{-3} x 0,474 = 0,0052 mgNi.m^{-3}

Avec RDDR = ratio de la dose déposée localement calculé avec un logiciel de l'EPA à partir de la taille des particules (2,11 µm), de la déviation standard (2,7), du poids corporel (70 kg), du volume minute (13 L) et de la surface pulmonaire (54 m^2) chez l'Homme et du poids corporel (0,124 kg), du volume minute (101,3 mL) et de la surface pulmonaire (0,34 m^2) chez le rat femelle.

Il a ensuite été appliqué un facteur d'incertitude de 30 (3 pour l'extrapolation de l'animal à l'Homme et 10 pour la variabilité humaine).

3.4. VTR chroniques

3.4.1. Effets non cancérigènes

- **ATSDR, 2005 : 0,09 µg.m^{-3}**

Cette valeur a été établie à partir d'une étude chez des rats males et femelles exposés 6 heures/j, 5jours/semaine pendant 2 ans à des concentrations de 0,12, 0,25 et 0,2 mg.m^{-3} de sulfate de nickel hexahydraté (NTP, 1996), soit des concentrations en nickel de 0,03, 0,06 et 0,11 mgNi.m^{-3}. Il a été établi un NOAEL de 0,03 mgNi.m^{-3} pour une **inflammation chronique active et une fibrose des poumons**. Il a été ajusté pour une exposition chronique ($NOAEL_{ADJ}$) et pour un dépôt pulmonaire humain ($NOAEL_{HEC}$) :

$NOAEL_{ADJ}$= 0,03 mg.m^{-3} x 6 heures/24 heures x 5 j/7 j = 0,0054 mgNi.m^{-3}

$NOAEL_{HEC}$ = $NOAEL_{ADJ}$ x RDDR = 0,0054 mg.m^{-3} x 0,506 = 0,0027 mgNi.m^{-3}

Avec RDDR = ratio de la dose déposée localement calculé avec un logiciel de l'EPA à partir de la taille des particules (2,5 µm), de la déviation standard (2,38), du poids corporel (70 kg), du volume minute (13 L) et de la surface pulmonaire (54 m^2) chez l'Homme et du poids corporel (0,229 kg), du volume minute (167,3 mL) et de la surface pulmonaire (0,34 m^2) chez le rat femelle.

Il a ensuite été appliqué un facteur d'incertitude de 30 (3 pour l'extrapolation de l'animal à l'Homme et 10 pour la variabilité humaine).

- **OEHHA, 2012 : 0,014 µg.m^{-3} (nickel et ses composés excepté l'oxyde de nickel)**

L'OEHHA a fixé un REL (Reference Exposure Level) de 0,014 µgNi.m^{-3} pour une exposition chronique par inhalation au nickel et à ses composés excepté l'oxyde de nickel. Cette valeur est issue d'une étude expérimentale réalisée chez des rats exposés (NTP 1994). Une BMD de 0,030 µg de Ni.m^{-3} a été établi pour des effets sur le **système respiratoire (protéinose alvéolaire).** En ajustant à l'Homme, on obtient une concentration de 1,4 µg Ni.m^{-3} auquel est appliqué un facteur d'incertitude de 100 (3 pour la variabilité interspécifique et 30 pour la variabilité intraspécifique.

- **OEHHA, 2012 : 0,02 µgNiO.m^{-3} (oxyde de nickel)**

Cette valeur est issue de la même étude expérimentale que précédemment (NTP, 1994). Une BMD05 de 117 µgNiO.m^{-3} a été établie pour des **inflammations pulmonaires.** Cette BMD a été ajustée à l'Homme (2 µg NiO.m^{-3}), et il a été appliqué un facteur d'incertitude de 100 (3 pour la variabilité inter espèce et 30 pour la variabilité intra espèce).

- **RIVM, 2001 : 0,05 µg.m^{-3} (nickel et ses composés)**

Cette valeur a été établie à partir d'un NOAEL de 30 µg.m^{-3} pour des **effets sur le système respiratoire** chez des rats et d'un NOAEL ajusté sur la durée d'exposition de 5 µg.m^{-3}. Un facteur d'incertitude de 100 est appliqué pour tenir compte de l'extrapolation intra- et inter-espèce.

- **Santé Canada, 1993 : 0,018 µg.m^{-3} (nickel métallique et disulfure de trinickel)**

Santé Canada a établi en 1993 une TC (Tolerable Concentration) de 1,8.10^{-2} µg.m^{-3} pour une exposition chronique par inhalation pour le nickel métallique et pour le sous sulfate de nickel respectivement chez des lapins exposés 6 heures par jour, 5 jours par semaine pendant 8 mois, et chez des rats/souris (Johansson *et al.,* 1983) et (Benson *et al.,* 1990 ; Dunnick *et al.,* 1989). Un LOEL chez les lapins et les rats et un NOEL chez les souris de 0,1 mg.kg^{-1}.j^{-1} a été observé pour des **effets sur les macrophages alvéolaires et des réactions inflammatoires pulmonaires**. En l'extrapolant à l'Homme, on obtient une concentration de 0,018 mg.kg^{-1}.j^{-1} (LOEL*5j/7*6h/24). Un facteur d'incertitude de 1000 a été appliqué à ce NOEL ajusté (10 pour l'extrapolation de données animales à des données humaines, 10 pour tenir compte des populations sensibles au sein de l'espèce humaine et 10 pour l'utilisation d'un LOEL chez les rats et les lapins au lieu d'un NOEL).

- **Santé Canada, 1993 : 0,02 µg.m^{-3} (oxyde de nickel)**

Santé Canada a établi en 1993 une TC de 2,5.10^{-5} mg.m^{-3} pour une exposition chronique par inhalation à l'oxyde de nickel chez des rats (Spiegelberg *et al.,* 1984). Un LOEL de 0,02 mg.kg^{-1}.j^{-1} a été appliqué pour **une augmentation des granulocytes et des lymphocytes dans les poumons et une augmentation de la taille et du nombre des macrophages**. Un facteur d'incertitude de 1000 a été appliqué (10 pour l'extrapolation de données animales à des données humaines, 10 pour tenir compte des populations sensibles au sein de l'espèce humaine et 10 pour l'utilisation d'un LOEL chez le rat au lieu d'un NOEL).

- **Santé Canada, 1993 : 3,5.10^{-3} µg.m^{-3} (sulfate de nickel et autres composés solubles du nickel)**

Santé Canada a proposé en 1993 une autre TC de 3,5.10^{-3} µg.m^{-3} pour une exposition chronique par inhalation au sulfate de nickel et autres composés solubles du nickel chez des rats (Dunnick *et al.,* 1989). Un LOEL de 0,02 mg.kg^{-1}.j^{-1} a été appliqué pour des **effets critiques sur les poumons**. Ce LOEL a été ajusté 0,0035 mg.kg^{-1}.j^{-1} (LOELx5j/7x6h/24). Un facteur d'incertitude de 1000 a été appliqué (10 pour l'extrapolation de données animales à des données humaines, 10 pour tenir compte des populations sensibles au sein de l'espèce humaine et 10 pour l'utilisation d'un LOEL au lieu d'un NOEL).

- **Expertise Ineris, 2007 : 0.1 µg.m^{-3} (OEHHA, 2005) oxyde de nickel et 0.09 µg.m^{-3} (ATSDR, 2005) autres composés du nickel**

L'ATSDR et le RIVM ont déterminé des VTR pour les différents composés du nickel, excepté l'oxyde du nickel. L'OEHHA est le seul organisme à proposer deux VTR, une pour l'oxyde de nickel (à partir de l'étude NTP, 1996b) et une pour tous les autres composés du nickel. La VTR établie pour l'oxyde de nickel est donc préconisée dans le cas où cette forme de nickel est considérée.

Dans les autres cas, les trois organismes se basent sur la même étude (NTP, 1996a), les mêmes effets et donc la même NOAEC de départ (0,03 mg Ni/m^3). L'ATSDR et l'OEHHA utilisent un facteur d'incertitude de 10 pour la variabilité au sein de la population humaine et un facteur d'incertitude de 3 seulement pour l'extrapolation des données animales à l'homme. Ce facteur affiné a été retenu car ces organismes tiennent

compte de la différence de déposition des particules de nickel dans les poumons entre l'homme et l'animal (RDDR) afin d'estimer une concentration équivalente chez l'homme (NOAECHEC). Les RDDRs déterminés par l'ATSDR et l'OEHHA ne sont pas les mêmes, probablement par la prise en compte de poids moyen des animaux différents Le RIVM ne passe pas par cette étape d'estimation de la concentration équivalente chez l'homme et applique donc directement un facteur d'incertitude de 100.
Compte tenu de ces différents modes de calcul, il nous semble préférable de retenir la VTR proposée par l'ATSDR, même si elle n'est pas la plus pénalisante.

3.4.2. Effets cancérigènes

- **EPA, 1991 : 2,4.10^{-4} (µg.m^{-3})$^{-1}$ (poussières de raffinerie de nickel)**

Cette valeur se base sur plusieurs études épidémiologiques dans différents pays associant l'exposition aux poussières de nickel à des **cancers pulmonaire et nasal** (Enterline and Marsh, 1982 ; Chovil *et al.*, 1981 ; Peto *et al.*, 1984 ; Magnus *et al.*, 1982). Les études animales montrent également le développement de cancers par exposition respiratoire au nickel.

- **EPA, 1991 : 4,8.10^{-4} (µg.m^{-3})$^{-1}$ (sous-sulfure de nickel)**

L'US-EPA a aussi fixé en 1991 un ERU pour le sous sulfure de nickel à 4,8.10^{-4} pour un **cancer pulmonaire**. Cette valeur est calculée à partir de la précédente en admettant que le nickel est présent dans les poussières sous forme de sous sulfure de nickel à hauteur de 50 %.

- **OEHHA, 2005 : 2,6.10^{-4} (µg.m^{-3})$^{-1}$ (nickel et ses composés)**

L'OEHHA a fixé un ERU de 2,6.10^{-4} (µg.m^{-3})$^{-1}$ pour un **cancer pulmonaire** après exposition au nickel et ses composés à partir d'une étude chez des travailleurs exposés au nickel par inhalation dans des raffineries (Chovil *et al.,* 1981; Roberts *et al.,* 1983 ; Muir *et al.,* 1984)

- **OMS, 2000 : 3,8.10^{-4} (µg.m^{-3})$^{-1}$ (nickel)**

Cette valeur s'appuie sur les résultats de l'étude la plus récente en milieu professionnel (Andersen, 1992 ; Andersen *et al.*, 1996) menée parmi des ouvriers norvégiens exposés durant près de 20 ans aux poussières de nickel (OMS, 2000). L'effet critique est le **cancer pulmonaire**.

- **Santé Canada, 1993 : 70 µg.m^{-3} (composés solubles du nickel principalement le sulfate de nickel et le chlorure de nickel)**

La concentration tumorigène 5% a été établie à partir à partir de deux cohortes de travailleurs norvégiens et canadiens pour une mortalité par **cancer pulmonaire** (Doll *et al.,* 1990).

- **Santé Canada, 1993 : 40 µg.m^{-3} (nickel oxygéné, sulfuré et soluble combiné)**

La concentration tumorigène 5% a été établie à partir à partir de deux cohortes de travailleurs norvégiens et canadiens pour une mortalité par **cancer pulmonaire** (Doll *et al.,* 1990).

- **Expertise Ineris, 2007 : 3.8.10^{-4} (µg.m^{-3})$^{-1}$ (OMS, 2000)**

L'Ineris indique que la VTR est la seule disponible en 2007 pour le nickel dans les 3 bases de données. Les autres VTR étant proposées pour des spéciations particulières.

4. Valeurs toxicologiques de référence par voie digestive

4.1. VTR aiguës

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

4.2. VTR intermédiaires

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

4.3. VTR chroniques

4.3.1. Effets non cancérigènes

- **EPA, 1996 : 20 µg.kg^{-1}.j^{-1} (sels solubles de nickel)**

Cette valeur a été établie à partir d'une étude chez des rats exposés pendant 2 ans à une alimentation en sels solubles de nickel à des concentrations de 0 à 125 mg.kg^{-1} PC.j^{-1} (Ambrose *et al.*, 1976). Il a été établi un NOAEL de 5 mg.kg^{-1}.j^{-1}, pour **une baisse du poids corporel et des organes (cœur, foie)**, auquel il a été appliqué un facteur d'incertitude de 300 (10 pour l'extrapolation interespèces, 10 pour la variabilité humaine et 3 pour inadéquation des études sur la reproduction).

- **Santé Canada, 1993 : 1,3 µg.kg^{-1}.j^{-1} (chlorure de nickel)**

Santé Canada a proposé en 1993 une TDI (Tolerable Daily Intake) de 1,3.10^{-3} mg.kg^{-1}.j^{-1} pour une exposition chronique par ingestion d'eau au chlorure de nickel chez des rats femelles (Smith *et al.,* 1993). Un LOAEL de 1,3 mg.kg^{-1}.j^{-1} a été fixé pour des **effets sur la reproduction**. Un facteur d'incertitude de 1000 a été appliqué (10 pour l'extrapolation de données animales à l'Homme, 10 pour tenir compte des populations sensibles au sein de l'espèce humaine et 10 pour l'utilisation d'un LOAEL chez le rat au lieu d'un NOAEL).

- **Santé Canada, 1993 : 50 µg.kg^{-1}.j^{-1} (sulfate de nickel)**

Santé Canada a établi la même année en 1993 une autre TDI de 5.10^{-2} mg.kg^{-1}.j^{-1} pour une exposition chronique par ingestion d'eau au sulfate de nickel (Ambrose *et al.,* 1976). Cette valeur a été fixée à partir d'une étude réalisée chez des rats pour une **augmentation du poids du cœur mais une baisse du poids du foie**. Un NOEL de 5 mg.kg^{-1}.j^{-1} a été calculé. Un facteur d'incertitude de 100 a été appliqué (10 pour l'extrapolation de données animales à des données humaines, 10 pour tenir compte des populations sensibles).

- **RIVM, 2001 : 50 µg.kg^{-1}.j^{-1} (sels solubles de nickel)**

Le RIVM propose une VTR de 50 µg.kg^{-1}.j^{-1} pour les **effets non cancérigènes** liés à l'ingestion de sulfate de nickel à partir d'expérimentations animales chez les rats. L'étude clé n'est pas citée. La VTR est établie sur la base d'un NOAEL de 5 mg.kg^{-1}.j^{-1} auquel est appliqué un facteur d'incertitude 100 (10 pour la variabilité intra espèce et 10 pour la variabilité inter espèce).

- **OEHHA, 2012 : 11µg.kg^{-1}.j^{-1} (nickel et composés du nickel)**

Cette valeur a été établie à partir d'une étude chez des rats (NiPERA, 2000, supportée par l'étude de Smith *et al*, 1993) exposés par gavage d'eau pendant 70 semaines à des concentrations en nickel de 0, 10, 20, 30, 50 et 75 mg.kg^{-1}j^{-1}. Il a été établi un NOAEL de 1,12 mg.kg^{-1}.j^{-1}, pour **une mortalité périnatale sur 2 générations**, auquel il a été appliqué un facteur d'incertitude de 100 (10 pour la variabilité interespèces, 10 pour la variabilité humaine).

- **OMS, 2004 : 12 µg.kg^{-1}.j^{-1} (chlorure de nickel)**

L'OMS (2004) propose une VTR de 12 µg.kg^{-1}.j^{-1} à partir des résultats de l'étude (Nielsen *et al.*, 1999) dans laquelle un LOAEL de 12 µg.kg^{-1}.j^{-1} a été déterminé à partir d'un test de provocation par voie orale pratiqué chez des patients (poids = 60 kg ; consommation d'eau = 2 L.j^{-1}) mis pendant 48 heures à la diète avant ingestion d'eau chargée en nickel et ayant développé une **réaction eczémateuse**. Le test de provocation par voie orale est l'examen de référence pour authentifier une allergie alimentaire. Il a été considéré que l'alimentation en eau apportait 20 % de la dose journalière en nickel. Aucun facteur d'incertitude n'a été appliqué.

- **Expertise Ineris, 2007 : 20 µg.kg^{-1}.j^{-1} (US-EPA, 1996)**

Les 2 VTR disponibles dans les 3 bases ont été établies à partir de la même étude clé, seuls les facteurs d'incertitude diffèrent. L'OMS prend en compte un facteur de 1000 et l'US EPA un facteur de 300. L'OMS applique un facteur de 10 pour compenser le manque d'études adéquates en toxicité chronique et en

reprotoxicité et pour le peu d'études en cancérogenèse, alors que l'US EPA retient un facteur de 3. Selon l'Ineris, le facteur 3 apparaît suffisant.

4.3.2. Effets cancérigènes

- **OEHHA, 2009 : $9{,}1.10^{-1}$ $(mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$ (nickel et composés du nickel)**

Les modalités d'obtention de cette VTR ne sont pas développées.
L'OEHHA a dérivé la VTR digestive sans seuil à partir de l'étude clé ayant servi à dériver la VTR respiratoire sans seuil. Pour cette étude, l'effet associé à la VTR respiratoire sans seuil est un effet local respiratoire (cancer pulmonaire). La VTR digestive sans seuil ne peut donc pas être retenue pour des calculs de risques.

5. Choix des valeurs toxicologiques de référence

5.1. Choix des VTR selon la circulaire

D'après la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, il est recommandé de sélectionner la VTR proposée par l'un des organismes suivant : Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA.
Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données. A défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors cette VTR doit être retenue, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.
En l'absence d'expertise nationale, la VTR à retenir correspond à la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.
Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA est utilisée.

Nickel et ses composés **Choix des valeurs toxicologiques de référence selon la note DGS d'octobre 2014**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	0,2 µg.m^{-3}	1h	A	Baisse de la réponse immunitaire	BMDL = 165 µgNi.m^{-3}	1000	OEHHA, 2012 (Graham *et al.,* 1978)
	8h	0,06 µg.m^{-3}	8h	A	Lésions pulmonaires non cancéreuses	NOAEL = 30 µgNi.m^{-3}	100	OEHHA, 2012 (NTP, 1994)
	Intermédiaire	0,2 µg.m^{-3}	15-365 j	A	Inflammation chronique active	NOAEL = 0,06 mgNi.m^{-3}	30	ATSDR, 2005 (NTP, 1996)
	Chronique – Effets non cancérigènes	0,09 µg.m^{-3}	-	A	Inflammation chronique active et fibrose des poumons	NOAEL = 0,03 mgNi.m^{-3}	30	Expertise Ineris, 2007 (ATSDR, 2005)
	Chronique – Effets non cancérigènes (oxyde de nickel)	0.02 µg.m^{-3}	-	A	Inflammation pulmonaire	BMD05 de 117 µgNiO.m^{-3}	100	OEHHA, 2012
	Chronique – Effets cancérigènes	3,8 10^{-4} (µg.m^{-3})$^{-1}$	-	H	Cancer pulmonaire	-	-	Expertise Ineris, 2007 (OMS, 2000)
Digestive	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets non cancérigènes	20 µg.kg^{-1}.j^{-1} (Sels solubles, sulfate de nickel)	-	A	Baisse du poids corporel et du poids des organes	NOAEL = 5 mg.kg^{-1}.j^{-1}	300	Expertise Ineris, 2007 (EPA, 1996)
	Chronique – Effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-

5.2. Choix raisonné des VTR

Lorsque plusieurs VTR sont disponibles pour une même voie et une même durée d'exposition, les VTR peuvent être sélectionnées selon des critères de choix raisonnés. Cette démarche repose sur des critères de choix scientifiques établis à partir des recommandations, entre autres, de l'InVS (2002), de l'Ineris (2003), de l'AFSSET (2007) et de Doornaert B. *et al.* (2006) :

- Adéquation des voies d'exposition,
- Adéquation des durées d'exposition,
- Adéquation de la forme chimique,
- Transparence de l'explication de l'élaboration de la VTR (facteurs de sécurité, nature et caractéristiques des effets observés…),
- Analyse de la qualité scientifique de la VTR,
- Pertinence des données humaines ou de la transposition chez l'homme à partir de données animales : Les études menées chez l'homme sont favorisées si elles sont de qualité égale aux études réalisées chez l'animal,
- Date de mise à jour de la VTR et de l'étude clef.

Le choix raisonné concerne les VTR pour lesquelles il n'existe pas encore d'expertise nationale, soit sur sa construction soit sur son choix (Anses, Ineris).

5.2.1. VTR aiguë respiratoire

- **VTR = 0,2 µg.m^{-3} / 1h (OEHHA, 2012)**

L'OEHHA est le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.2. VTR 8h respiratoire

- **VTR = 0,06 µg.m^{-3} (OEHHA, 2012)**

L'OEHHA est le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.3. VTR intermédiaire respiratoire

- **VTR = 0,2 µg.m^{-3} / 15-365j (ATSDR, 2005)**

L'ATSDR est le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.4. VTR chroniques respiratoire

- **Effets non cancérigènes : 0,02 µg.m^{-3} (OEHHA, 2012) oxyde de nickel**

Il existe 2 VTR associées à l'inhalation d'oxyde de nickel : celle de l'OEHHA et de santé Canada. Elles sont identiques, par conséquent, un choix n'est pas nécessaire entre ces 2 organismes.

- **Effets non cancérigènes : 0,09 µg.m^{-3} Expertise Ineris, 2007 (ATSDR, 2005) autres composés du nickel**

- **Effets cancérigènes : 3,8 10^{-4} Expertise Ineris, 2007 (OMS, 2000)**

5.2.5. VTR aiguës digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie d'exposition et cette durée d'exposition.

5.2.6. VTR intermédiaire digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie d'exposition et cette durée d'exposition.

5.2.7. VTR chronique digestive

- **Effets non cancérigènes : 20 µg.kg^{-1}.j^{-1} Expertise Ineris, 2007 (EPA, 1996) sels solubles de nickel et sulfate de nickel**

- **Effets cancérigène**

La VTR de l'OEHHA ne peut pas être retenue pour les calculs de risque sanitaire car elle est dérivée à partir d'une étude respiratoire pour un effet local respiratoire.

Nickel et ses composés
Choix raisonné des valeurs toxicologiques de référence

Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	0,2 µg.m^{-3}	1h	A	Baisse de la réponse immunitaire	BMDL = 165 µgNi.m^{-3}	1000	OEHHA, 2012 (Graham *et al.,* 1978)
	8h	0,06 µg.m^{-3}	8h	A	Lésions pulmonaires non cancéreuses	NOAEL = 30 µgNi.m^{-3}	100	OEHHA, 2012 (NTP, 1994)
	Intermédiaire	0,2 µg.m^{-3}	15-365 j	A	Inflammation chronique active	NOAEL = 0,06 mgNi.m^{-3}	30	ATSDR, 2005 (NTP, 1996)
	Chronique – Effets non cancérigènes	0,09 µg.m^{-3}	-	A	Inflammation chronique active et fibrose des poumons	NOAEL = 0,03 mgNi.m^{-3}	30	Expertise Ineris, 2007 (ATSDR, 2005)
	Chronique – Effets non cancérigènes (oxyde de nickel)	0.02 µg.m^{-3}	-	A	Inflammation pulmonaire	BMD05 = 117 µgNiO.m^{-3}	100	OEHHA, 2012
	Chronique – Effets cancérigènes	3,8 10^{-4} (µg.m^{-3})$^{-1}$	-	H	Cancer pulmonaire	-	-	Expertise Ineris, 2007 (OMS, 2000)
Digestive	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets non cancérigènes	20 µg.kg^{-1}.j^{-1} (Sels solubles, sulfate de nickel)	-	A	Baisse du poids corporel et du poids des organes	NOAEL = 5 mg.kg^{-1}.j^{-1}	300	Expertise Ineris, 2007 (EPA, 1996)
	Chronique – Effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-

6. Valeurs d'exposition professionnelles

Carbonate de nickel, dihydroxyde de nickel, disulfure de trinickel, nickel métal, oxyde de nickel, sulfure de nickel, trioxyde de nickel : VME = 1 $mg.m^{-3}$ (INRS, 2008)
Sulfate de nickel : VME = 0,1 $mg.m^{-3}$ (INRS, 2008)
Tetracarbonyle de nickel : VME = 0,12 $mg.m^{-3}$ (INRS, 2008)

7. Bibliographie

ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie), 2000, Programme pilote 1999/2000 à partir des réseaux de surveillance de la qualité de l'air EMD, AIR NORMAND, AIRPPARIF/LCPP, ASPA, AIRMARAIX, AIRFOBEP.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2005, Toxicological Profile for Nickel, http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp15.pdf (consulté en avril 2011).

Denis Baise, INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), 2000, Teneurs totales en "métaux lourds" dans les sols français : Résultats généraux du programme ASPITET, Courrier de l'environnement n°39.

EPA (Environmental Protection Agency), 1987, Nickel refinery dust (NO CASRN), http://www.epa.gov/iris/subst/0272.htm#carc (consulté le 06/01/09).

Santé Canada, 1994, Le nickel et ses composes, Loi canadienne sur la protection de l'environnement. Liste des substances d'intérêt prioritaire. Rapport d'évaluation, 101 p.

Ineris (Institut National de l'Environnement et des Risques Industriels), 2007, Point sur les valeurs toxicologiques de référence (VTR) – juin 2007, N°DRC-07-86177-08805B, 43 p.

Ineris (Institut National de l'Environnement et des Risques Industriels), 2006, Nickel et ses dérivés, Fiche de données toxicologiques et environnementales, Ineris –DRC-02-25590-02DF44.doc, Version N°1-2 juillet 2006, 71 p.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), 1992, Fiche toxicologique N°68, Nickel et composés minéraux, 6 p.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), juin 2008, Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France, ED 984, 23 p.

IPCS-Inchem (International Program on Chemical Safety), 1991, Environmental Health Criteria 108 Nickel, http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc108.htm (consulté en avril 2011).

JOCE, 2009a, Commission directive 2009/2/EC, 31ATP, Council Directive 67/548/EEC.

JOCE, 2008a, Commission directive 2008/58/EC, 30ATP, Council Directive 67/548/EEC.

JOCE, 2008b, regulations (EC) n°1278/2008 of the European parliament and of the council of 16 decembre 2008 on classification, labeling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing directives 67/548/EEC and 1999/45/EEC and amending regulation (EC) 1907/2006.

JOCE, 2009b, règlement CE 970/2009 de la commission du 10 août 2009 modifiant aux fins de son adaptations au progrès technique le règlement 1272/2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges.

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Acute Reference Exposure Levels and toxicity summaries using the previous version of the Hot Spots Risk Assessment guidelines (OEHHA 1999) http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2008/AppendixD2_final.pdf#page=193 (consulté en avril 2011)

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Chronic Reference Exposure Levels and toxicity summaries using the previous version of the Hot Spots Risk Assessment guidelines (OEHHA 1999), http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2008/AppendixD3_final.pdf#page=420 (consulté en avril 2011)

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), 2012, Nickel reference exposure levels, Nickel and nickel compound, final. http://www.oehha.ca.gov/air/chronic_rels/032312CREL.html (consulté en mars 2012).

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), 2005, Air toxics Hot Spots Program Risk Assessment Guidelines, Part II Technical support document for describing available cancer potency factors, http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/pdf/TSDNov2002.pdf (consulté en avril 2011).

OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 2005, Nickel in drinking water, WHO/SDE/WSH/05.08/55 http://www.who.int/water_sanitation_health/gdwqrevision/nickel2005.pdf (consulté en avril 2011).

RIVM (Rijksinstituut Voor Volksgezondheid), 2001, Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels.

Oxydes d'azote

1. Généralités

1.1. Identification

Les oxydes d'azote comprennent le monoxyde d'azote (NO), le dioxyde d'azote (NO_2) et le tetraoxyde de diazote (N_2O_4). Ce sont des liquides et des gaz au-delà de 20 °C. Entre 11°C et 158°C, le dioxyde d'azote et le tetraoxyde de diazote sont en mélange dans des proportions fonction de la température. Ce mélange est appelé peroxyde d'azote (Ineris, 2005).

1.2. Utilisation

Le monoxyde d'azote est utilisé dans la fabrication d'acide nitrique, pour le blanchiment de la rayonne, comme stabilisant pour le propylène et l'éther de méthyle et comme médicament à usage humain.
Le peroxyde d'azote est utilisé comme agent de nitration, d'oxydation et comme comburant en particulier dans les combustibles pour les fusées (Ineris, 2005).

1.3. Sources d'exposition

Les oxydes d'azote ont une origine à la fois anthropique et naturelle. Les principales sources anthropiques sont la combustion de combustibles fossiles (charbon, fioul, gaz naturel) et les échappements automobiles (en particulier les véhicules diesel). Les sources naturelles sont constituées par les émissions volcaniques et les orages (Ineris, 2005).

1.4. Concentrations et comportements environnementaux

Les concentrations en oxydes d'azote dans l'air sont très liées aux concentrations en poussières. Les oxydes d'azote sont donc un bon indicateur de la pollution atmosphérique en particulier d'origine automobile.
Dans l'air, à température ambiante, le monoxyde d'azote, instable, réagit avec l'oxygène pour donner du dioxyde d'azote. Dans l'air le dioxyde d'azote est présent sous forme gazeuse. Il réagit avec les radicaux hydroxyles et subit des réactions photochimiques conduisant à la formation d'ozone (demi-vie de 35 heures). Des études récentes ont montré que la variabilité spatiale du NO_2 était certainement plus importante que pour d'autres polluants liés à la circulation routière.
Dans l'eau, le dioxyde d'azote réagit pour donner de l'acide nitrique.
Dans les sols humides, le dioxyde d'azote réagit pour donner de l'acide nitrique.
Dans les végétaux, l'absorption dominante est par les feuilles. La métabolisation est rapide. Il n'y a pas d'accumulation du dioxyde d'azote dans les végétaux (Ineris, 2005).

Concentrations environnementales en oxydes d'azote			
Milieu	Concentration	Caractéristique des mesures	Source
Air	zone urbaine : 20-90 µg.m^{-3}	synthèse internationale	OMS, 2005
	NO_2 : 29 µg.m^{-3}	Moyenne en 2003 dans 60 stations urbaines françaises	MEDD, 2003
	NO : 12 µg.m^{-3}	Moyenne en 2003 dans 62 stations urbaines françaises	

1.5. Facteurs de conversion

1 ppm = 1.88 mg/m³ (OEHHA, 2008)

2. Toxicité

2.1. Métabolisme

La principale voie d'exposition est respiratoire. 70 à 90 % du dioxyde d'azote et 85 à 92 % du monoxyde d'azote inhalé est absorbé par le tractus respiratoire. Une portion importante (jusqu'à 50 % en expérimentation animale) est rejeté par expiration par le nasopharynx. Les 2 oxydes d'azote ont une action pulmonaire.
Le monoxyde d'azote se lie au fer de l'hémoglobine ou de certaines enzymes.
Le dioxyde d'azote est un oxydant. Il est transformé en acide nitrique, puis en ions nitrites dans la circulation sanguine et induit, comme le monoxyde d'azote la formation de méthémoglobine (OMS, 2006 ; Ineris, 2005)

2.2. Toxicité aiguë

Le monoxyde et le dioxyde d'azote sont des irritants des voies respiratoires. L'intoxication est décrite en 3 phases :

- irritations des muqueuses oculaires et respiratoires se manifestant par larmoiements, toux, dyspnée, nausées. Cette phase régresse rapidement à l'arrêt de l'exposition.
- Rémission asymptomatique de 6 à 24 heures.
- Œdème pulmonaire et détresse respiratoire accompagnés de toux, dyspnée et fièvre pouvant être déclenchés à l'effort (Ineris, 2005).

Des études expérimentales chez l'Homme ont rapporté des effets aigus sur la santé après exposition pendant 1 heure à des concentrations dépassant 500 $\mu g.m^{-3}$. Bien que la concentration minimale de NO_2 montrant un effet direct sur la fonction pulmonaire des asthmatiques soit de 560 $\mu g.m^{-3}$, les études sur la réactivité bronchique laissent à penser qu'elle augmente pour des concentrations supérieures ou égales à 200 $\mu g.m^{-3}$ (OMS, 2006).

2.3. Toxicité chronique

2.3.1. Effets systémiques

Le monoxyde d'azote a des effets respiratoires et hématologiques (action toxique au niveau des plaquettes et formation de méthémoglobine).
Le dioxyde d'azote : Les études de cohorte suggèrent une association entre l'exposition au dioxyde d'azote (concentrations au domicile) et l'incidence de l'asthme chez l'enfant. Des symptômes de toux et de bronchite se trouvent également augmentés. Il est également rapporté des atteintes de la fonction pulmonaire chez les enfants (5 fois plus de valeurs inférieures aux 80 % prédit) qui persistent dans la vie adulte.
Il est difficile de dissocier les effets du dioxyde d'azote de ceux d'autres polluants présents dans les mêmes lieux d'exposition (particules ultra-fines, oxyde nitreux, particules, benzène).

2.3.2. Effets cancérigènes

Les études présentées par l'OMS (2006) suggèrent une association entre l'exposition à la pollution du trafic et les cancers chez l'enfant et les cancers pulmonaires chez l'adulte. Mais ces associations ne sont pas attribuées spécifiquement au dioxyde d'azote car, dans le trafic automobile, il est en présence d'autres substances comme les particules diesel et les HAP (OMS, 2006).

Classements cancérigène des oxydes d'azote	
Classement	Organisme
-	-

2.3.3. Effets génotoxiques

L'Union Européenne n'a pas étudié le caractère mutagène des oxydes d'azote.

2.3.4. Effets sur la reproduction et le développement

L'Union Européenne n'a pas étudié le caractère reprotoxique des oxydes d'azote.
La pollution de l'air est associée à la naissance de bébés à petits poids, à des retards de croissance intra-utérine, à des naissances avant-terme et à une mortalité périnatale. Ces effets sont liés à la pollution d'origine automobile sans que le dioxyde d'azote ait été incriminé individuellement (OMS, 2006).

3. Valeurs toxicologiques de référence par voie respiratoire

3.1. VTR aiguës

- **OMS, 2005 : 200 µg.m^{-3} (NO_2) pour 1 heure**

En se basant sur de petits changements de la fonction pulmonaire (**baisse de 5% du volume expiratoire maximum seconde (VEMS)**) et sur la réactivité bronchique d'asthmatiques et de bronchiteux chroniques, un LOAEL de 0,36 à 0,56 mg.m^{-3} est fixé (parmi les études considérées Avol *et al.*, 1989 ; Roger *et al.*, 1990). Une marge de sécurité de 50% est proposée en raison des incertitudes statistiques liées à une étude et des résultats d'une méta-analyse mettant en évidence un seuil inférieur à 0,36 mg.m^{-3}.

- **OEHHA, 2008 : 470 µg.m^{-3} (NO_2) pour 1 heure**

Cette VTR concerne les personnes sensibles (notamment les asthmatiques), et l'effet critique associé est **l'augmentation de la réactivité bronchique**. Un facteur d'incertitude de 1 a été appliqué au NOAEL de 0,25 ppm considéré pour déterminer la VTR proposée. Pour proposer cette VTR, l'OEHHA s'appuie sur les résultats d'un grand nombre d'études. Plusieurs études d'expositions aiguës sur des sujets asthmatiques montrent une augmentation de la réactivité des voies respiratoires en réponse à des concentrations en NO_2 comprises entre 0,25 et 0,50 ppm (0,47 et 0,9 mg/m³) : Bauer *et al.* (1986), Mohsenin (1987). D'autres études indiquent une absence de réactivité des voies respiratoires chez les asthmatiques à ces concentrations (Rubinstein *et al.*, 1990; Avol *et al.*, 1988; Roger *et al.*, 1990). Des études additionnelles d'expositions sur des asthmatiques montrent une augmentation de réactivité non-spécifique des voies respiratoires suite à une exposition inférieure ou égale à 0,25 ppm (0,47 mg/m³) de NO_2. D'autres investigations ne reportent aucune augmentation de réactivité des voies respiratoires chez les asthmatiques exposés au NO_2 pour des concentrations inférieures ou égales à 0,25 ppm (0,47 mg/m³) (Hazucha *et al.*, 1983; Jorres *et al.*, 1991). Les résultats de ces études suggèrent qu'un sous-groupe sensible d'asthmatiques présentant une augmentation de réactivité des voies respiratoires suite à une exposition au NO_2 peut être présent dans la population générale, et qu'il contribue à l'obtention de l'étendue des réponses observées suite à l'inhalation de NO_2 (Utell, 1989).

3.2. VTR intermédiaires

Il n'a pas été retrouvé de VTR intermédiaire pour cette voie et cette durée d'exposition.

3.3. VTR intermédiaires

Il n'a pas été retrouvé de VTR intermédiaire pour cette voie et cette durée d'exposition.

3.4. VTR chroniques

3.4.1. Effets non cancérigènes

- **OMS, 2006 : 40 µg.m^{-3}**

La VG ne repose pas encore sur une base solide. Elle a été établie sachant que la pollution extérieure, dont fait partie le dioxyde d'azote, est associée à des effets sanitaires. Il a été montré que les symptômes bronchitiques des enfants asthmatiques augmentent et que les fonctions pulmonaires des enfants baissent en lien avec les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote. Les études d'exposition en air intérieur ont confirmé l'impact des concentrations en dioxyde d'azote sur la santé des enfants.
Cependant, des études récentes rapportent des effets respiratoires chez des nourrissons pour des concentrations en NO_2 inférieures à 40 µg.m^{-3}, même si, là encore, le NO_2 est associé à d'autres polluants. Ces études inciteraient à un abaissement de la VTR, cependant, les effets observés n'ont pas pu être attribués au NO_2 proprement dit.
Cette VTR est aussi un indicateur de pollution d'un mélange plus complexe qui n'est pas aussi couramment mesuré que le dioxyde d'azote.

3.4.2. Effets cancérigènes

Il n'a pas été recueilli de VTR pour cette voie d'exposition et ce type d'effets.

4. Valeurs toxicologiques de référence par voie digestive

4.1. VTR aiguës

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

4.2. VTR intermédiaires

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

4.3. VTR chroniques

4.3.1. Effets non cancérigènes

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et ce type d'effets.

4.3.2. Effets cancérigènes

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et ce type d'effets.

5. Choix des valeurs toxicologiques de référence

5.1. Choix des VTR selon la note DGS d'octobre 2014

D'après la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, il est recommandé de sélectionner la VTR proposée par l'un des organismes suivant : Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA.
Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données. A défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors cette VTR doit être retenue, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.
En l'absence d'expertise nationale, la VTR à retenir correspond à la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.
Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA est utilisée.

Dioxyde d'azote **Choix des valeurs toxicologiques de référence selon la note DGS d'octobre 2014**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	200 µg.m^{-3}	1h	H	Diminution du VEMS	LOAEL= 0,36 - 0,56 mg.m^{-3}	50% (marge de sécurité)	OMS, 2005 (Avol *et al.*, 1989; Roger *et al.*, 1990)
	8h	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets non cancérigènes	40 µg.m-^{32}	-	H	Effets respiratoires	-	-	OMS, 2006 (-)
	Chronique – Effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-
Digestif	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets non cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-

5.2. Choix raisonné des VTR

Lorsque plusieurs VTR sont disponibles pour une même voie et une même durée d'exposition, les VTR peuvent être sélectionnées selon des critères de choix raisonnés. Cette démarche repose sur des critères de choix scientifiques établis à partir des recommandations, entre autres, de l'InVS (2002), de l'Ineris (2003), de l'AFSSET (2007) et de Doornaert B. *et al.* (2006) :

- Adéquation des voies d'exposition,
- Adéquation des durées d'exposition,
- Adéquation de la forme chimique,
- Transparence de l'explication de l'élaboration de la VTR (facteurs de sécurité, nature et caractéristiques des effets observés…),
- Analyse de la qualité scientifique de la VTR,
- Pertinence des données humaines ou de la transposition chez l'homme à partir de données animales : Les études menées chez l'homme sont favorisées si elles sont de qualité égale aux études réalisées chez l'animal,
- Date de mise à jour de la VTR et de l'étude clef.

Le choix raisonné concerne les VTR pour lesquelles il n'existe pas encore d'expertise nationale, soit sur sa construction soit sur son choix (Anses, Ineris).

5.2.1. VTR aiguë respiratoire

- **Effets sur le système respiratoire : 200 µg.m^{-3} (OMS, 2005)**

Les VTR de l'OMS et de l'OEHHA sont établies à partir d'études humaines de la même époque. Étant donné la difficulté à hiérarchiser ces 2 VTR il est proposé de retenir la plus sévère, celle de l'OMS de 200 µg.$^{m-3}$.

5.2.2. VTR 8h respiratoire

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie d'exposition et cette durée d'exposition.

5.2.3. VTR intermédiaires respiratoire

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie d'exposition et cette durée d'exposition.

5.2.4. VTR chroniques respiratoire

- **Effets non cancérigènes (système respiratoire): 40 µg.m^{-3} (OMS, 2006)**

L'OMS est le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet et cette voie d'exposition.

- **Effets cancérigènes**

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie d'exposition et ce type d'effets.

5.2.5. VTR aiguës digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie d'exposition et cette durée d'exposition.

5.2.6. VTR intermédiaire digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie d'exposition et cette durée d'exposition.

5.2.7. VTR chronique digestive

- **Effets non cancérigènes**

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie d'exposition et et ce type d'effets.

- **Effets cancérigènes**

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie d'exposition et ce type d'effets.

Dioxyde d'azote **Choix raisonné des valeurs toxicologiques de référence**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	200 µg.m^{-3}	1h	H	Diminution du VEMS	LOAEL= 0,36 - 0,56 mg.m^{-3}	50% (marge de sécurité)	OMS, 2005 (Avol *et al.,* 1989; Roger *et al.*, 1990)
	8h	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets non cancérigènes	40 µg.m-^{32}	-	H	Effets respiratoires	-	-	OMS, 2006 (-)
	Chronique – Effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-
Digestif	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets non cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-

6. Valeurs d'exposition professionnelles

Oxyde d'azote : VME = 30 $mg.m^{-3}$ (INRS, 2008)
Dioxyde d'azote : VLCT = 6 $mg.m^{-3}$ (INRS, 2008)

7. Bibliographie

Ineris (Institut National de l'Environnement et des Risques Industriels), 2004, Seuils de toxicité aiguë. Dioxydes d'azote (NO_2), 50 p.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), juin 2008, Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France, ED 984, 23 p.

IPCS-Inchem (International Program on Chemical Safety), 1977, Environmental Health Criteria 4 Oxides of nitrogen, http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc004.htm (consulté le 15/01/09).

OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment), Acute Reference Exposure Levels and toxicity summaries using the previous version of the Hot Spots Risk Assessment guidelines (OEHHA 1999) http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2008/AppendixD2_final.pdf#page=209 (consulté en mars 2011).

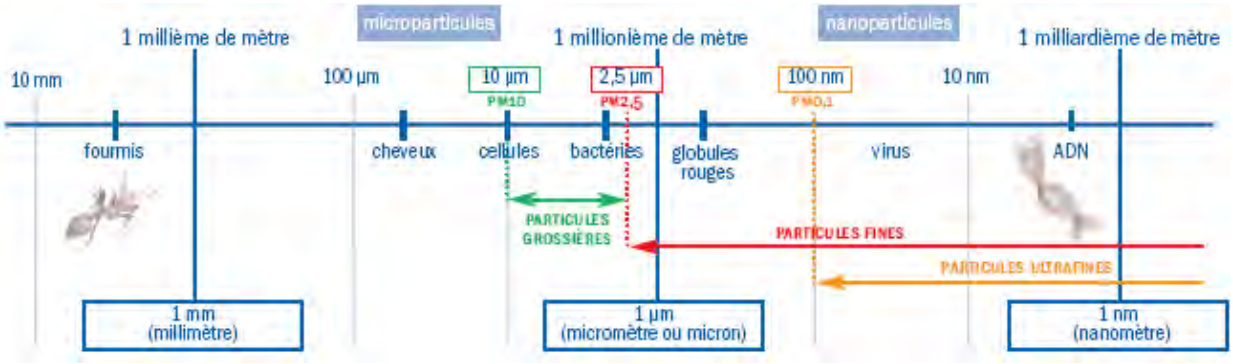
OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 2006, Air Quality Guidelines. Global update 2005, 496 p, http://www.euro.who.int/Document/E90038.pdf (consulté en mars 2011).

Poussières

1. Généralités

1.1. Identification

Les particules sont des aérosols, des cendres, des suies ou des particules minérales qui ne sont pas définies en fonction de leur composition chimique, mais en fonction de leur taille. Elles peuvent comprendre un large éventail d'espèces chimiques (sulfates, nitrates, ammonium, chlorure de sodium, carbone, matière minérale, métaux, eau…).



Taille et définition des particules (AIRPARIF, 2007)

Les microparticules (de la taille du micromètre = 1 million de fois plus petit qu'un mètre) sont mesurées dans l'air pour les PM_{10} et les $PM_{2,5}$:

- Les PM_{10} (particules de taille inférieure à 10 µm)
- Les $PM_{2,5}$ (particules de taille inférieure à 2,5 µm) = particules fines

Les nanoparticules (de la taille du nanomètre = 1 milliard de fois plus petit qu'un mètre) = particules ultra-fines. Elles sont liées aux émissions à partir des nouvelles technologies. Elles ne seront donc pas prises en compte dans cette étude.

1.2. Utilisation

Sans objet.

1.3. Sources d'exposition

Les particules proviennent de sources naturelles (sel de mer, éruption volcanique, feu de forêt, érosion éolienne des sols…) et anthropiques. Les PM_{10} proviennent des activités industrielles (36 % des émissions), du chauffage domestique (21 %) et de l'agriculture (29 %). Les $PM_{2,5}$ proviennent principalement de la combustion du bois de chauffage (34 % des émissions) et des véhicules diesels (14 %) (CITEPA, 2007). Les particules les plus grossières (> 2 µm) ont, en général, pour origine des processus mécaniques naturels. Les particules de 0,1 à 2 µm sont issues de la condensation de vapeurs sur des particules existantes. Les particules inférieures à 0,1 µm résultent de la condensation de vapeurs chaudes durant les processus de combustion à haute température (Santé Canada, 2000).

1.4. Concentrations et comportements environnementaux

Dans l'air, les particules les plus grosses (> 2 µm) sédimentent par gravité en quelques heurs à quelques jours. Elles contribuent peu aux concentrations mais fortement à la masse. Les particules de 0,1 à 2 µm peuvent séjourner dans l'atmosphère de plusieurs jours à plusieurs semaines. Elles sont éliminées de l'atmosphère par dépôt sec ou lessivage (élimine 80 à 90 % des particules de l'atmosphère). Les particules les plus fines (< 0,1 µm) ont des mouvements aléatoires et de coagulation dans lesquels elles entre en collision pour former de plus grosses particules. Elles séjournent donc peu dans l'atmosphère (Santé Canada, 2000).

Concentrations dans l'air en poussières			
Milieu	Concentration	Caractéristique des mesures	Source
PM_{10}	23,1 µg.m^{-3}	moyenne de 60 villes françaises en 2003	MEDD, 2003
	zones urbaines nord-européenne = 20 µg.m^{-3}	parmi 28 sites européens, hiver 1993-1994	OMS, 2005
	zone éloignée : 4-11 µg.m^{-3}	Amérique du nord	Santé Canada, 2000
	station urbaine : 11-42 µg.m^{-3} station rurale : 11- 17 µg.m^{-3}	Canada, 1980 à 1990	
$PM_{2,5}$	15,2 µg.m^{-3}	moyenne de 15 villes françaises en 2003	MEDD, 2003
	zone éloignée : 1-5 µg.m^{-3}	Amérique du nord	Santé Canada, 2000
	station urbaine : 6,9-20,2 µg.m^{-3} station rurale : 7- 10,5 µg.m^{-3}	Canada, 1980 à 1990	

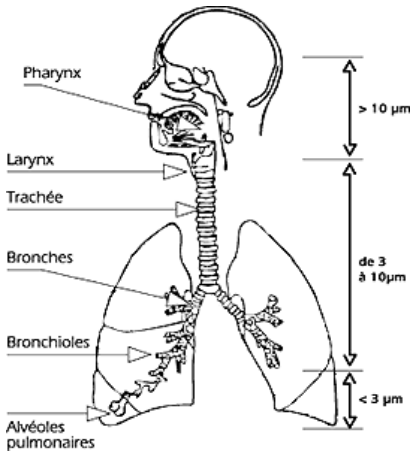
1.5. Facteurs de conversion

Sans objet

2. Toxicité

2.1. Métabolisme

Plus les particules sont petites plus elles pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire.



Pénétration dans l'appareil respiratoire des particules en fonction de leur taille

L'élimination des particules arrêtées dans la partie supérieure du tractus respiratoire s'effectue mécaniquement (mouchage, essuyage, éternuement, déglutition du mucus ou expectoration). Elle peut prendre jusqu'à plusieurs jours. L'élimination des particules de la région trachéale s'effectue par transport muco-ciliaire vers les tractus gastro-intestinal en environ 24 heures, mais il est observé des rétentions plus longues. L'élimination des particules pulmonaires insolubles est rapide par phagocytose et transport muco-ciliaire.

2.2. Toxicité aiguë

Effets sur la mortalité : Démontrés dans des études longitudinales fondées sur l'analyse chronologique des associations entre les variations journalières des concentrations ambiantes et les variations quotidiennes des effets sur la santé (43 analyses dans 20 villes sur différents continents). La relation est linéaire ou curviligne selon les études (1 pente forte aux faibles concentrations puis une pente plus faible aux fortes concentrations). L'augmentation du risque de mortalité que présentent les $PM_{2,5}$ est environ deux fois plus grande que celle pour les PM_{10}. Les adultes et les enfants soufrant de maladies respiratoires ont des risques accrus.

Hospitalisations et visites d'urgence : Il a été observé une association significative entre l'exposition aux PM_{10} ou aux $PM_{2,5}$ et l'hospitalisation pour troubles respiratoires ou cardiaques.
Diminution de la fonction pulmonaire, restriction d'activités se traduisant par de l'absentéisme (études de cohorte à court et long terme, transversale et chronologique).
Les effets sont observés de 24 heures à quelques jours après l'augmentation des concentrations ambiantes (Santé Canada, 2000).

2.3. Toxicité chronique

2.3.1. Effets systémiques

Augmentation de la mortalité, des symptômes de maladies respiratoires, diminution de la fonction et de la capacité pulmonaire chez les enfants et augmentation des cas de bronchite chronique et d'asthme chez certains adultes (Santé Canada, 2000).
Dans l'Union Européenne, l'exposition aux $PM_{2,5}$ produites par les activités humaines réduit en moyenne l'espérance de vie de 8,6 mois (OMS, 2006).

2.3.2. Effets cancérigènes

Il n'existe pas de concentration en poussières en dessous de laquelle il n'ait pas été constaté une augmentation de la mortalité. Il a été constaté une augmentation des cancers pulmonaires dans des études transversales en association avec une exposition aux PM_{10} et aux $PM_{2,5}$.

Classement cancérigène des poussières	
Classement	Organisme
-	-

2.3.3. Effets génotoxiques

L'Union Européenne n'a pas étudié le caractère mutagène des poussières.

Aucune étude n'a été retrouvée dans la littérature portant sur la génotoxicité des poussières.

2.3.4. Effets sur la reproduction et le développement

L'Union Européenne n'a pas étudié le caractère reprotoxique des poussières.

Aucune étude n'a été retrouvée dans la littérature portant sur la reprotixicité des poussières.

3. Valeurs toxicologique de référence par voie respiratoire

3.1. VTR aiguës

Aucune VTR associée à cette voie et cette durée d'exposition n'est disponible dans la littérature, toutefois, une valeur guide aiguë est proposée par l'OMS :

- **OMS, 2005 : $PM_{2,5}$ = 25 µg.m^{-3} et PM_{10} = 50 µg.m^{-3} (moyenne sur 24h)**

Ces valeurs guides traduisent le rapport existant entre les distributions des moyennes sur 24h et les concentrations moyennes annuelles.

3.2. VTR 8h

Il n'a pas été trouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

3.3. VTR intermédiaires

Il n'a pas été trouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

3.4. VTR chroniques

Aucune VTR associée à ce type d'exposition n'est disponible dans la littérature, toutefois, une valeur guide chronique est proposée par l'OMS :

- **OMS, 2005 : $PM_{2,5}$ = 10 µg.m^{-3} et PM_{10} = 20 µg.m^{-3} (moyenne annuelle)**

La valeur guide annuelle moyenne de 10 µg.m^{-3} pour les $PM_{2,5}$ a été choisie à partir de l'extrémité inférieure de la plage sur laquelle des effets significatifs sur la survie ont été observés dans l'étude de l'American Cancer Society (ACS) (Pope C.A. *et al*., 2002). L'adoption d'une valeur guide à ce niveau, accorde un poids important aux études d'exposition sur le long terme utilisant les données de l'ACS et de 6 villes (Krewski D. *et al*., 2000, Jerret M. et al., Dockery D.W. *et al*., Pope C.A. *et al*., 1995, 2000). Dans ces études, des associations robustes ont été signalées entre l'exposition à long terme aux $PM_{2,5}$ et la mortalité. La moyenne historique en $PM_{2,5}$ était de 18 µg.m^{-3} (11.0-29.6 µg.m^{-3}) dans l'étude des six villes et 20 µg.m^{-3} (9.0-33.5 µg.m^{-3}) dans l'étude de l'ACS. Dans l'étude de l'ACS, l'incertitude statistique liée aux risques devient manifeste à des concentrations d'environ 13 µg.m^{-3}. En dessous de cette valeur la limite de confiance s'élargit puisque les concentrations sont relativement éloignées de la moyenne. Dans l'étude de Dockery *et al.*, les risques à long terme sont semblables dans les villes aux concentrations les plus basses de $PM_{2,5}$ (11 et 12,5 µg.m^{-3}). L'augmentation du risque est significative pour des concentrations en $PM_{2,5}$ de 14,9 µg.m^{-3} (effets probables de 11 à 15 µg.m^{-3}). Par conséquent, une concentration annuelle de 10 µg.m^{-3} serait inférieure à la moyenne amenant aux effets indiqués dans la documentation disponible. Bien que les effets néfastes sur la santé ne peuvent pas être entièrement exclus même en dessous de ce niveau, la valeur guide de l'OMS constitue un niveau qui se révèle être réalisable dans les pays développés, tout en permettant de réduire de façon efficace les risques pour la santé.

4. Valeurs toxicologiques de référence par voie digestive

4.1. VTR aiguës

Il n'a pas été trouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

4.2. VTR intermédiaires

Il n'a pas été trouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

4.3. VTR chroniques

4.3.1. Effets non cancérigènes

Il n'a pas été trouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

4.3.2. Effets cancérigènes

Il n'a pas été retrouvé de VTR associée à ce type d'effets dans la littérature consultée.

5. Choix des valeurs toxicologiques de référence

5.1. Choix des VTR selon la note DGS d'octobre 2014

D'après la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, il est recommandé de sélectionner la VTR proposée par l'un des organismes suivant : Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA.
Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données. A défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors cette VTR doit être retenue, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.

En l'absence d'expertise nationale, la VTR à retenir correspond à la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.
Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA est utilisée.

Poussières **Choix des valeurs toxicologiques de référence selon la note DGS d'octobre 2014**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë							
	$PM_{2.5}$	25 µg.m^{-3}	24h	H	Effets sur la mortalité	-	-	OMS, 2005
	PM_{10}	50 µg.m^{-3}	24h	H	application d'un facteur 0,5 (valeur urbaine dans les pays développés) aux concentrations de PM2,5	-	-	OMS, 2005 (Katsouyanni et al., 2001 ; Samet et al., 2000 ; Cohen et al., 2004 ; HEI International Oversight Committee, 2004)
	8h	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets non cancérigènes							
	$PM_{2.5}$	10 µg.m^{-3}	-	H	Baisse de l'espérance de vie	-	-	OMS, 2005
	PM_{10}	20 µg.m^{-3}	-	H	Baisse de l'espérance de vie	-	-	OMS, 2005
	Chronique – Effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-
Digestive	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets non cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-

5.2. Choix raisonné des VTR

Lorsque plusieurs VTR sont disponibles pour une même voie et une même durée d'exposition, les VTR peuvent être sélectionnées selon des critères de choix raisonnés. Cette démarche repose sur des critères de choix scientifiques établis à partir des recommandations, entre autres, de l'InVS (2002), de l'Ineris (2003), de l'AFSSET (2007) et de Doornaert B. *et al.* (2006) :

- Adéquation des voies d'exposition,
- Adéquation des durées d'exposition,
- Adéquation de la forme chimique,
- Transparence de l'explication de l'élaboration de la VTR (facteurs de sécurité, nature et caractéristiques des effets observés…),
- Analyse de la qualité scientifique de la VTR,
- Pertinence des données humaines ou de la transposition chez l'homme à partir de données animales : Les études menées chez l'homme sont favorisées si elles sont de qualité égale aux études réalisées chez l'animal,
- Date de mise à jour de la VTR et de l'étude clef.

Le choix raisonné concerne les VTR pour lesquelles il n'existe pas encore d'expertise nationale, soit sur sa construction soit sur son choix (Anses, Ineris).

5.2.1. VTR aiguë respiratoire

Aucune VTR associée à ce type d'exposition n'est disponible dans la littérature, toutefois, une valeur guide aiguë est proposée par l'OMS, par conséquent, c'est elle qui est retenue :

- **Effets sur le système respiratoire : $PM_{2.5}$ = 25 µg.m^{-3} et PM_{10} = 50 µg.m^{-3} / 24h (OMS, 2005)**

L'OMS est le seul organisme à proposer une VG pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.2. VTR 8h respiratoire

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.3. VTR intermédiaires respiratoire

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.4. VTR chroniques respiratoire

Aucune VTR associée à ce type d'exposition n'est disponible dans la littérature, toutefois, une valeur guide chronique est proposée par l'OMS, par conséquent, c'est elle qui est retenue :

- **Effets sur le système respiratoire : $PM_{2.5}$ = 10 µg.m^{-3} et PM_{10} = 20 µg.m^{-3} / 24h (OMS, 2005)**

L'OMS est le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet, cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.5. VTR aiguës digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.6. VTR intermédiaire digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

5.2.7. VTR chronique digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour cette voie et cette durée d'exposition.

Poussières **Choix raisonné des valeurs toxicologiques de référence**									
Voie d'exposition	Durée d'exposition	Nom de la VTR	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë								
	$PM_{2.5}$	VG	25 µg.m^{-3}	24h	H	Effets sur la mortalité	-	-	OMS, 2005 (Katsouyanni et al., 2001 ; Samet et al., 2000 ; Cohen et al., 2004 ; HEI International Oversight Committee, 2004)
	PM_{10}	VG	50 µg.m^{-3}	24h	H	application d'un facteur 0,5 (valeur urbaine dans les pays développés) aux concentrations de PM2,5	-	-	
	8h	-	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets non cancérigènes								
	$PM_{2.5}$	VG	10 µg.m^{-3}	-	H	Baisse de l'espérance de vie	-	-	OMS, 2005
	PM_{10}	VG	20 µg.m^{-3}	-	H	Baisse de l'espérance de vie	-	-	OMS, 2005
	Chronique – Effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-	-
Digestive	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets non cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-	-

6. Valeurs d'exposition professionnelles

Poussières inhalables réputées sans effet spécifique : VME = 10 $mg.m^{-3}$ (INRS, 2008)
Poussières alvéolaires réputées sans effet spécifique : VME = 5 $mg.m^{-3}$ (INRS, 2008)

7. Bibliographie

AIRPARIF Actualité, 2007, n°30, 8 p.

CITEPA, 2007, http://www.citepa.org/publications/Inventaires.htm (consulté le 25/09/2007).

Santé Canada, 2000, Particules inhalables de 10 microns ou moins, Loi canadienne sur la protection de l'environnement. Liste des substances d'intérêt prioritaire. Rapport d'évaluation, 88 p.

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), juin 2008, Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France, ED 984, 23 p.

OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 2006, Air Quality guidelines. Global Update 2005, http://www.euro.who.int/Document/E90038.pdf (consulté en juillet 2011).

Propionaldéhyde (N° CAS 123-38-6)

1. Généralités

1.1. Identification

Le propionaldéhyde est un liquide incolore, d'odeur fruitée (proche de l'acétaldéhyde) et suffocante (EPA, 2008 ; HSDB, 2009).

1.2. Utilisation

Le propionaldéhyde est utilisé dans la fabrication d'acide propionique, de polyvinyls et autres plastiques. Il est utilisé dans la synthèse de caoutchoucs chimiques, de désinfectants et de préservatifs (EPA, 2008 ; HSDB, 2009).

1.3. Sources d'exposition

Le propionaldéhyde présent dans l'environnement est essentiellement émis par la combustion de bois, d'essence, de diesel et de polyéthylène. On retrouve également du propionaldéhyde dans la fumée de cigarettes et dans les émissions d'incinérateurs de déchets (EPA, 2008). Le propionaldéhyde peut être émis naturellement par certains arbres (HSDB, 2009).

1.4. Concentrations et comportements environnementaux

Dans l'environnement, le propionaldéhyde est présent sous forme gazeuse (EPA, 2008).
Dans l'air, le propionaldéhyde est dégradé par réactions photochimiques en radicaux hydroxyls. Sa demi-vie est de 19,6 heures (EPA, 2008).
Dans l'eau, le propionaldéhyde est rapidement dégradé dans les eaux usées. Son potentiel de bioconcentration dans les organismes aquatiques est faible. Il est un des 18 composés organiques les plus fréquemment rencontrés dans l'eau potable des 10 villes américaines les plus surveillées (EPA, 2008). Le propionaldéhyde n'est pas décrit comme s'adsorbant dans les sédiments (HSDB, 2009).
Dans les sols, le propionaldéhyde est très mobile. Le principal phénomène de transformation est la volatilisation. Il est également décrit des phénomènes de dégradation en anaérobie (HSDB, 2009).
Dans les végétaux, il n'a pas été trouvé d'information sur le comportement et les concentrations du propionaldéhyde.

Concentrations environnementales en propionaldéhyde

Milieu	Concentration	Caractéristique des mesures	Source
Air	-zone urbaine : 0,2 à 16 µg.m^{-3} -zone de trafic : 33 µg.m^{-3}	-Mexico (publication en 2003) -Épisodes de pollution à Los Angeles	EPA, 2008
Eau	-	-	-
Sols	-	-	-

1.5. Facteurs de conversion

1 ppm = 2,38 mg.m^{-3} (EPA, 2008)

2. Toxicité

2.1. Métabolisme

Il n'a pas été recueilli d'information sur l'absorption du propionaldéhyde par voie orale. La principale voie d'absorption est la voie respiratoire. Le taux de rétention du propionaldéhyde sur l'ensemble du tractus respiratoire a été évalué, chez l'animal, à hauteur de 70 -80 %.

La distribution du propionaldéhyde n'a pas été étudiée. Du fait de ses propriétés à traverser les membranes cellulaires il doit pouvoir se distribuer dans bon nombre de liquides biologiques. Le propionaldéhyde est oxydé en acide propionique. L'élimination n'a pas non plus été étudiée (EPA, 2008).

2.2. Toxicité aiguë

Il a été retrouvé peu d'éléments sur les effets aigus du propionaldéhyde dans la littérature consultée.
Par voie respiratoire, HSDB (2009) rapporte une étude humaine où il aurait été observé des irritations oculaires et du tractus respiratoire supérieur, pour des concentrations de 14 à 16 $mg.m^{-3}$. Le HSDB ne précise pas les autres caractéristiques de l'étude (nombre de sujets exposés, durée d'exposition associée à ces concentrations…).
Chez des rats exposés 6 heures par jour pendant 6 jours à des concentrations de 3094 $mg.m^{-3}$ il a été constaté une modification des cellules hépatiques. Une autre expérience sur des souris a déterminé une baisse du taux respiratoire de 50 % pour une exposition de 2000 à 5000 $mg.m^{-3}$ selon les individus et les espèces de souris (EPA, 2008).
D'autres effets comme l'augmentation de la pression artérielle, ont été montrés dans des études uniques, sur des animaux (EPA, 2008).
Par voie orale, il n'a pas été retrouvé d'étude, dans la littérature consultée, sur les effets associés à l'ingestion de propionaldéhyde.
Par voie cutanée, HSDB (2009) rapporte une étude humaine où l'exposition de 12 volontaires à des patchs de propionaldéhyde pendant 5 minutes aurait provoqué des érythèmes.

2.3. Toxicité chronique

Les effets recueillis dans la littérature consultée portent sur l'exposition par voie respiratoire. L'exposition par voie orale n'est pas documentée et ne semble pas appropriée pour le propionaldéhyde. Les études disponibles porteraient plutôt sur des expositions aiguës. Il n'a pas été identifié d'étude portant sur des expositions chroniques, que ce soit chez l'homme ou chez l'animal.

2.3.1. Effets systémiques

On peut retenir les effets définis pour une exposition aiguë d'irritations oculaire et respiratoire (HSDB, 2009).

2.3.2. Effets cancérigènes

Il n'a pas été retrouvé d'information dans la littérature consultée.

2.3.3. Effets génotoxiques

L'Union Européenne n'a pas classé le propionaldéhyde comme mutagène (JOCE 2009).

2.3.4. Effets sur la reproduction et le développement

Peu d'études portent sur les effets sur la reproduction et le développement de l'exposition au propionaldéhyde. L'EPA (2008) présente 2 études sur des rats qui montrent une baisse du poids fœtal pour l'une mais pas d'effet sur la descendance pour l'autre.
L'Union Européenne n'a pas classé le propionaldéhyde comme mutagène (JOCE 2009).

3. Valeurs toxicologiques de référence par voie respiratoire

3.1. VTR aiguës

Aucune VTR aiguë associée à cette substance n'a été retrouvée dans la littérature consultée.

3.2. VTR sur 8 heures

Il n'a pas été retrouvé de VTR sur 8h dans la littérature consultée.

3.3. VTR intermédiaire

Il n'a pas été retrouvé de VTR intermédiaire dans la littérature consultée.

3.4. VTR chroniques

3.4.1. Effets non cancérigènes

- **EPA, 2008 : 8 µg.m^{-3}**

Cette valeur a été établie à partir d'une étude d'Union Carbide (1993). L'étude portait sur des rats mâles et femelles exposés à des concentrations de 0, 357, 1,785, or 3,570 mg.m^{-3} (15 rats/groupe), 6 heures par jour, 7 jours par semaine, pendant 2 fois 2 semaines. Il a été observé des signes d'atrophie de l'épithélium olfactif pour les concentrations les plus élevées. Il n'a pas été observé d'effet sur la descendance des femelles. Il a été déterminé une $BMCL_{10\ HEC}$ de 8 mg.m^{-3} pour des modifications histologiques de 10 % sur l'épithélium olfactif. A cette concentration il est appliqué un facteur d'incertitude arrondi de 1000 (3 pour l'extrapolation inter-espèces, 10 pour la variabilité intra-espèce, 10 pour l'ajustement du subchronique au chronique et 3 pour la parcimonie de donnée).

3.4.2. Effets cancérigènes

Il n'a pas été retrouvé de VTR pour des effets sans seuil dans la littérature consultée.

4. Valeurs toxicologiques de référence par voie digestive

4.1. VTR aiguës

Il n'a pas été retrouvé de VTR aiguë dans la littérature consultée.

4.2. VTR intermédiaires

Il n'a pas été retrouvé de VTR intermédiaire dans la littérature consultée.

4.3. VTR chroniques

4.3.1. Effets non cancérigènes

Il n'a pas été retrouvé de VTR associée à ce type d'effets dans la littérature consultée.

4.3.2. Effets concérigènes

Il n'a pas été retrouvé de VTR associée à ce type d'effets dans la littérature consultée.

5. Choix des valeurs toxicologiques de référence

5.1. Choix des VTR selon la note DGS d'octobre 2014

D'après la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, il est recommandé de sélectionner la VTR proposée par l'un des organismes suivant : Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA.
Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données. A défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors cette VTR doit être retenue, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.

En l'absence d'expertise nationale, la VTR à retenir correspond à la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.
Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA est utilisée.

Propionaldéhyde **Choix des VTR selon la note DGS d'ocotbre 2014**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	8h	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets non cancérigènes	8 µg.m^{-3}	-	A	modifications histologiques sur l'épithélium olfactif	LOAEL = 3 570 mg.m^{-3}	1000	EPA, 2008 (Union Carbide ; 1993)
	Chronique – Effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-
Digestive	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets non cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-

5.2. Choix raisonné des VTR

Lorsque plusieurs VTR sont disponibles pour une même voie et une même durée d'exposition, les VTR peuvent être sélectionnées selon des critères de choix raisonnés. Cette démarche repose sur des critères de choix scientifiques établis à partir des recommandations, entre autres, de l'InVS (2002), de l'Ineris (2003), de l'AFSSET (2007) et de Doornaert B. *et al.* (2006) :

- Adéquation des voies d'exposition,
- Adéquation des durées d'exposition,
- Adéquation de la forme chimique,
- Transparence de l'explication de l'élaboration de la VTR (facteurs de sécurité, nature et caractéristiques des effets observés…),
- Analyse de la qualité scientifique de la VTR,
- Pertinence des données humaines ou de la transposition chez l'homme à partir de données animales : Les études menées chez l'homme sont favorisées si elles sont de qualité égale aux études réalisées chez l'animal,
- Date de mise à jour de la VTR et de l'étude clef.

Le choix raisonné concerne les VTR pour lesquelles il n'existe pas encore d'expertise nationale, soit sur sa construction soit sur son choix (Anses, Ineris).

5.2.1. VTR aiguë respiratoire

Il n'a pas été retrouvé de VTR aiguë pour cette voie d'exposition.

5.2.2. VTR 8h respiratoire

Il n'a pas été retrouvé de VTR 8h pour cette voie d'exposition.

5.2.3. VTR intermédiaires respiratoire

Il n'a pas été retrouvé de VTR intermédiaire pour cette voie d'exposition.

5.2.4. VTR chroniques respiratoire

- **Effets non cancérigènes (système respiratoire) : 8 µg.m^{-3} (EPA, 2008)**

L'EPA est le seul organisme à proposer une VTR pour cet effet, cette durée et cette voie d'exposition.

- **Effets cancérigènes**

Aucune VTR disponinble pour ce type d'effets.

5.2.5. VTR aiguës digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR aiguë pour cette voie d'exposition.

5.2.6. VTR intermédiaire digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR intermédiaire pour cette voie d'exposition.

5.2.7. VTR chronique digestive

Il n'a pas été retrouvé de VTR chronique pour cette voie d'exposition.

Propionaldéhyde **Choix raisonné des valeurs toxicologiques de référence**								
Voie d'exposition	Durée d'exposition	VTR	Temps d'exposition	Espèce	Effet critique	Dose critique Type, valeur	Facteur d'incertitude	Référence bibliographiques : organisme de référence (auteurs de référence)
Respiratoire	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	8h	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets non cancérigènes	8 $\mu g.m^{-3}$	-	A	modifications histologiques sur l'épithélium olfactif	LOAEL = 3 570 $mg.m^{-3}$	1000	EPA, 2008 (Union Carbide ; 1993)
	Chronique – Effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-
Digestive	Aiguë	-	-	-	-	-	-	-
	Intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets non cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-
	Chronique – Effets cancérigènes	-	-	-	-	-	-	-

6. Valeurs d'exposition professionnelles

Aucune valeur d'exposition professionnelle n'a été observe dans la littérature consultée.

7. Bibliographie

EPA (Environmental Protection Agency), 2008, Toxicological review of propionaldehyde (CAS No. 123-38-6). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS), http://www.epa.gov/ncea/iris/toxreviews/1011tr.pdf (consulté le 04/01/13).

EPA (Environmental Protection Agency), 2008, Propionaldehyde CAS RN123-38, Integrated risk systme Information, 6http://www.epa.gov/ncea/iris/subst/1011.htm#oralrfd (consulté le 04/01/13).

HSDB (Hazardous Substances Data Bank), 2009, Propionaldéhyde, CASRN 123-38-6, http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search/f?./temp/~bvW0SV:1 (consulté le 10/06/10).

JOCE, 2009, RÈGLEMENT (CE) No 790/2009 DE LA COMMISSION du 10 août 2009 modifiant, aux fins de son adaptation au progrès technique et scientifique, le règlement (CE) no 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges