



Approvisionnement énergétique du Carré de Soie

Etude sur le secteur TASE
Scénarios d'approvisionnement

Document de rendu du 28 août 2012



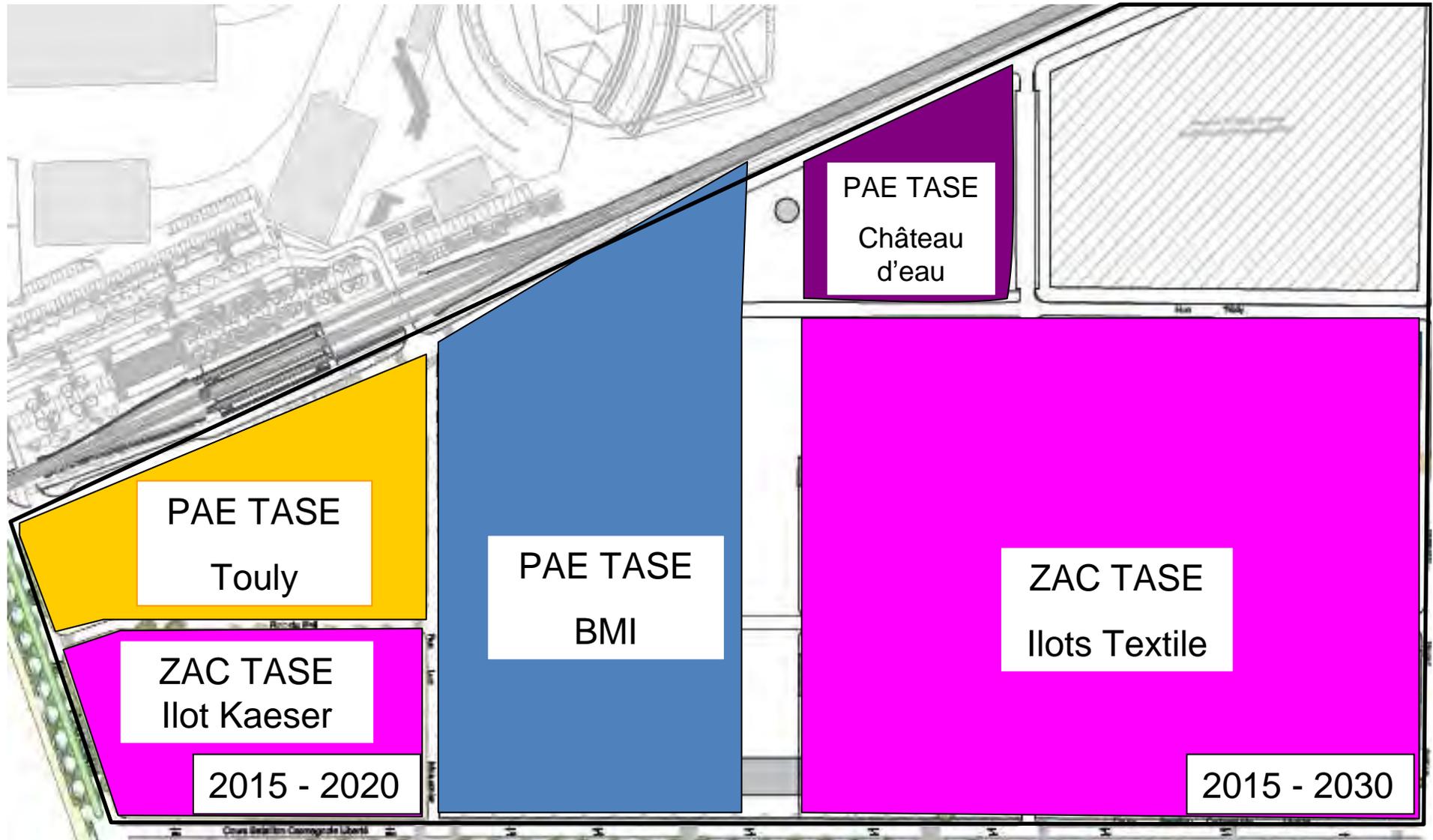
Objectifs

- **Détailler les scénarios d’approvisionnement en énergie du secteur TASE – ZAC et établir une synthèse de ces scénarios.**

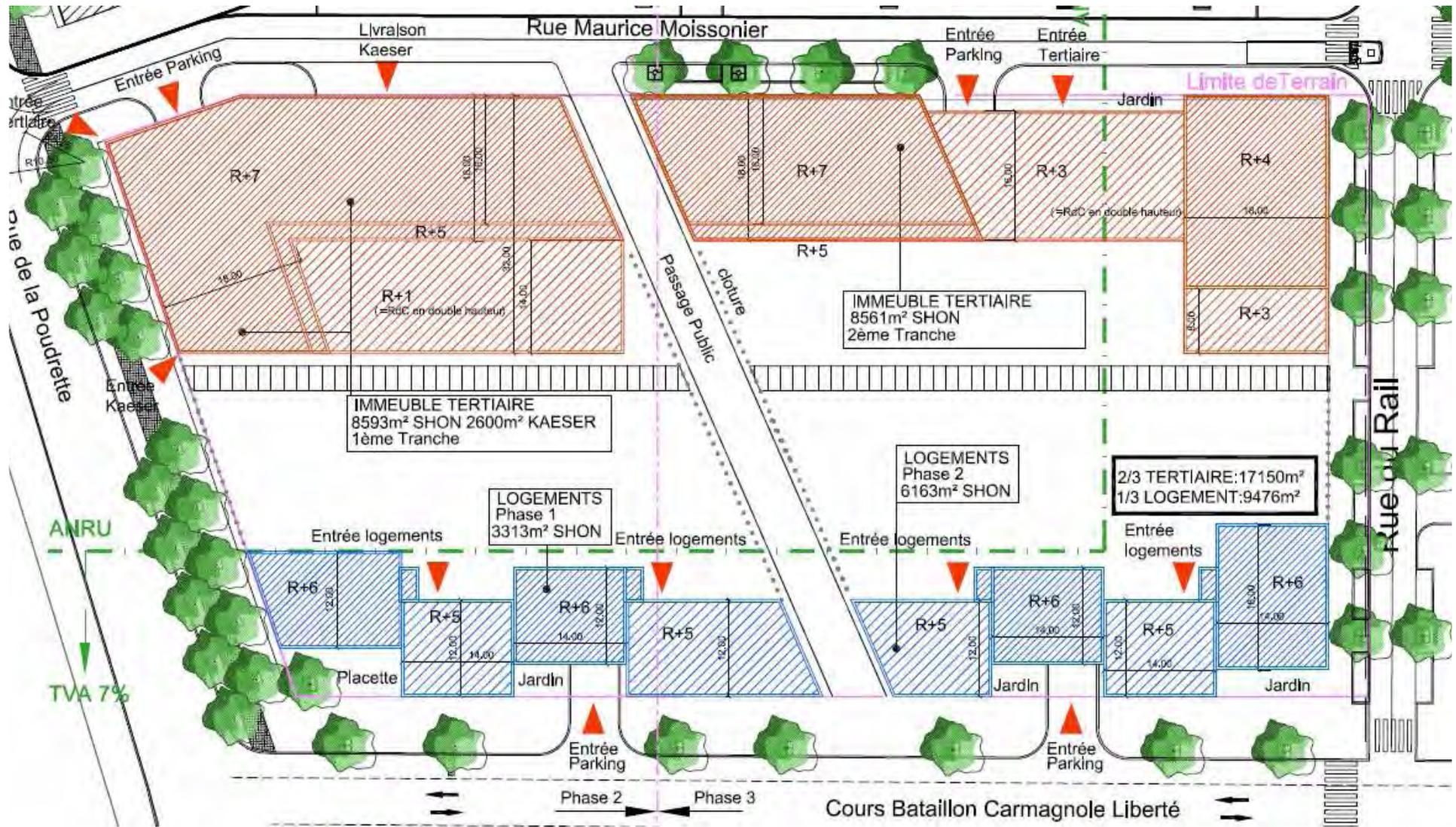
SOMMAIRE :

1. Le secteur TASE
2. La réglementation thermique
3. Moyens de production à partir d’EnR&R
4. Les scénarios d’approvisionnement
 - a. Hypothèses technico-économiques
 - b. Bilan économique
 - c. Bilan environnemental
5. Synthèse

Le secteur TASE



Le secteur ZAC TASE – Ilot Kaeser



La réglementation thermique

a) Bâtiments résidentiels

	Moyenne existant	RT 2005	RT 2012	Grand Lyon 2009 – TP = THPE EnR	Grand Lyon 2009 – BC = BBC RT2005	RT 2020 - BEPOS
Chauffage $\text{kWh}_{\text{utile}}/\text{m}^2_{\text{SHON}}\cdot\text{an}$	190	70	30	36	20	12
ECS $\text{kWh}_{\text{utile}}/\text{m}^2_{\text{SHON}}\cdot\text{an}$	35	25	20	20	20	20
Électricité $\text{kWh}_{\text{élec}}/\text{m}^2_{\text{SHON}}\cdot\text{an}$	27 ^a	10 ^b	8 ^b	8 ^b	5 ^b	5 ^b

a : tous usages

b : usages réglementaires (électricité, ventilation, auxiliaires)

- Selon la RT : Ratio de consommation global à respecter. Pas de décomposition par usages.

La réglementation thermique

b) Bâtiments tertiaire

	Moyenne existant	RT 2005	Grand Lyon 2006	RT 2012	Grand Lyon 2011 <i>projet</i>
Chauffage $\text{kWh}_{\text{utile}}/\text{m}^2_{\text{SHON}}\cdot\text{an}$	150	70	35	24	20
Refroidissement $\text{kWh}_{\text{utile}}/\text{m}^2_{\text{SHON}}\cdot\text{an}$	40	30	40	5	10
Électricité $\text{kWh}_{\text{élec}}/\text{m}^2_{\text{SHON}}\cdot\text{an}$	90 ^a	30 ^b	27 ^a	10 ^b	10 ^b

- Pour le refroidissement, la valeur de la RT 2012 implique une conception bioclimatique du bâtiment, permettant un confort d'été sans l'usage de systèmes de refroidissement.

La réglementation thermique

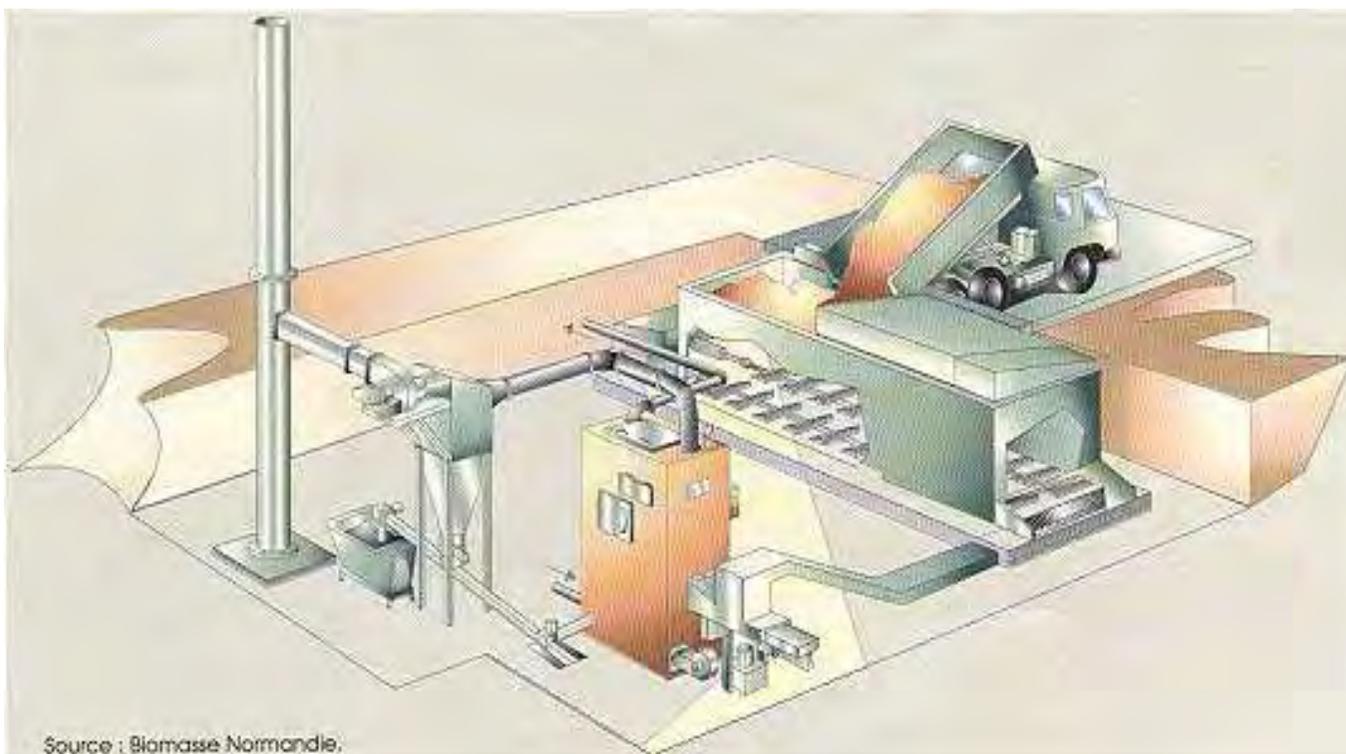
c) Obligation de recours aux EnR

- Dans la RT : pas d'impératif de recours aux EnR pour les bâtiments résidentiels et tertiaires – hors maisons individuelles ou accolées.
- Référentiel Grand Lyon :
 - Logements 2009 :
20% d'EnR pour les bâtiments résidentiels Très Performants et 40% pour les bâtiments résidentiels Basse Consommation.
 - Bureaux 2011 (projet) :
0,05m² de capteurs photovoltaïques à installer par m² SHON (limité aux bâtiments < R+7).

Moyens de production à partir d'EnR&R

a) Chauffage et ECS

- Chaufferie biomasse par bâtiment ou ilot



- Espace à prévoir pour le stockage du bois. Accès et retournement des camions à étudier.
- Couverture des besoins par les EnR : environ 80%.



Moyens de production à partir d'EnR&R

- Réseau de chaleur avec ressource biomasse, géothermie ou UIOM

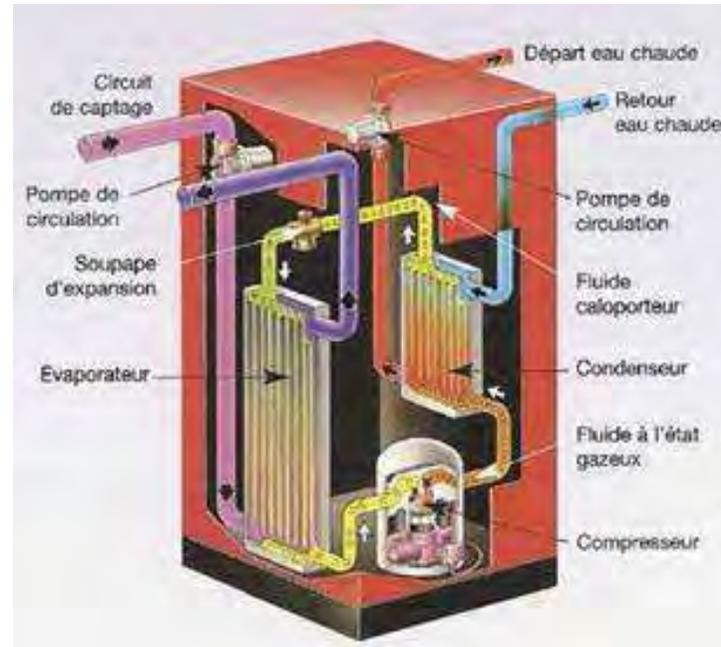


- Terrain à identifier pour la création du moyen de production ou maillage avec des réseaux déjà existants.
- Espace sous-terrain suffisant pour la mise en place des canalisations.
- Couverture des besoins par les EnR : de 50% à 90%.



Moyens de production à partir d'EnR&R

- Pompe à chaleur (PAC)



- Prélèvement de la chaleur sur air ou sur eau (eaux usées, géothermie, nappe profonde). PAC réversible : fonctionnement inversé en été pour la production de froid.
- Coefficient de performance (COP) de 3 à 4 pour le chauffage.



Utilisation d'électricité pour le fonctionnement des pompes!



Moyens de production à partir d'EnR&R

- Solaire thermique



- Surface disponible en toiture, orientation et ensoleillement à étudier.
- Peut être utilisé en complément d'une production centralisée.
- Couverture des besoins par les EnR : environ 50% des besoins d'ECS.



Moyens de production à partir d'EnR&R

b) Electricité

- Photovoltaïque



- Surface disponible en toiture, orientation et ensoleillement à étudier.
- Production par les EnR : environ 100kWh élec / m² installé.

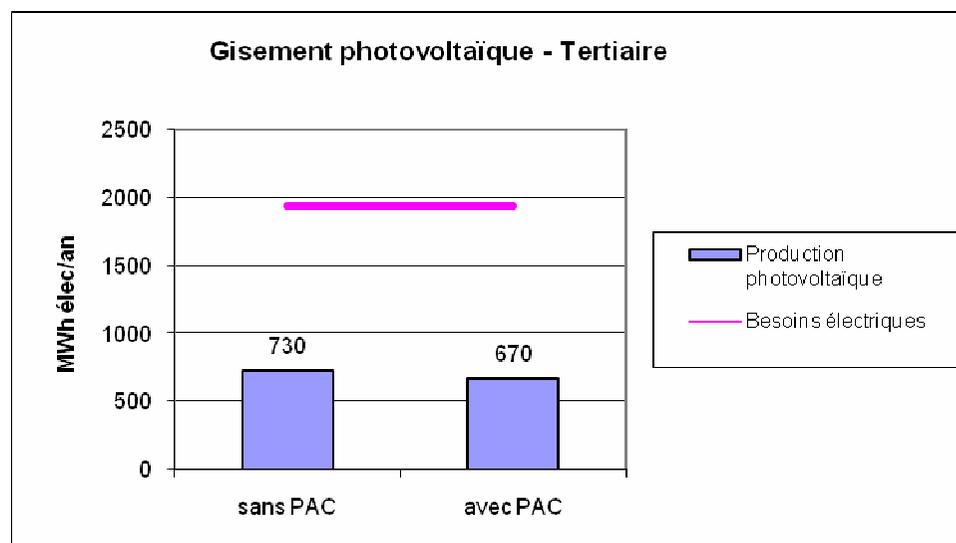
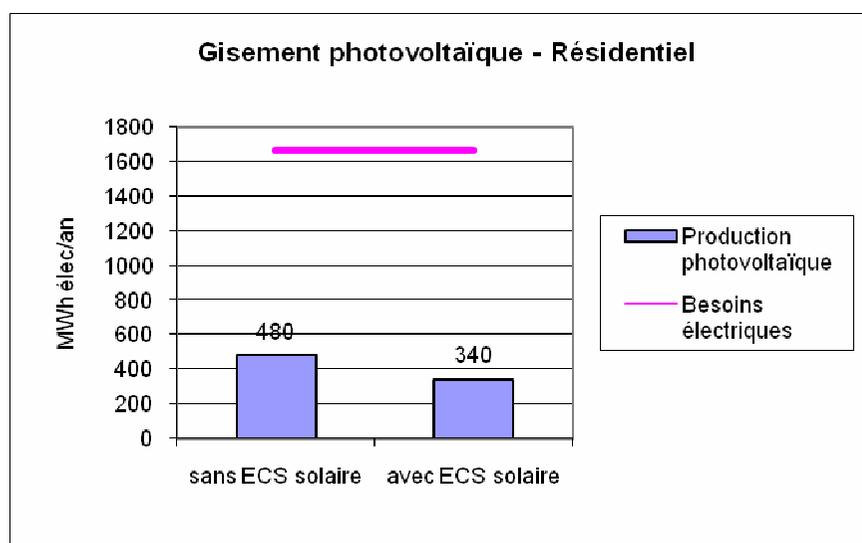


Moyens de production à partir d'EnR&R

Couverture des besoins

Potentiel de production électricité

	Résidentiel	Tertiaire
Surface SHON	66 500 m ² SHON	43 200 m ² SHON
rapport surface toiture/SHON	5.5	2.4
Surface de toiture	12 094 m ²	18 382 m ²
valorisation de la surface de toiture	40%	40%
Surface disponible	4 838 m ²	7 353 m ²

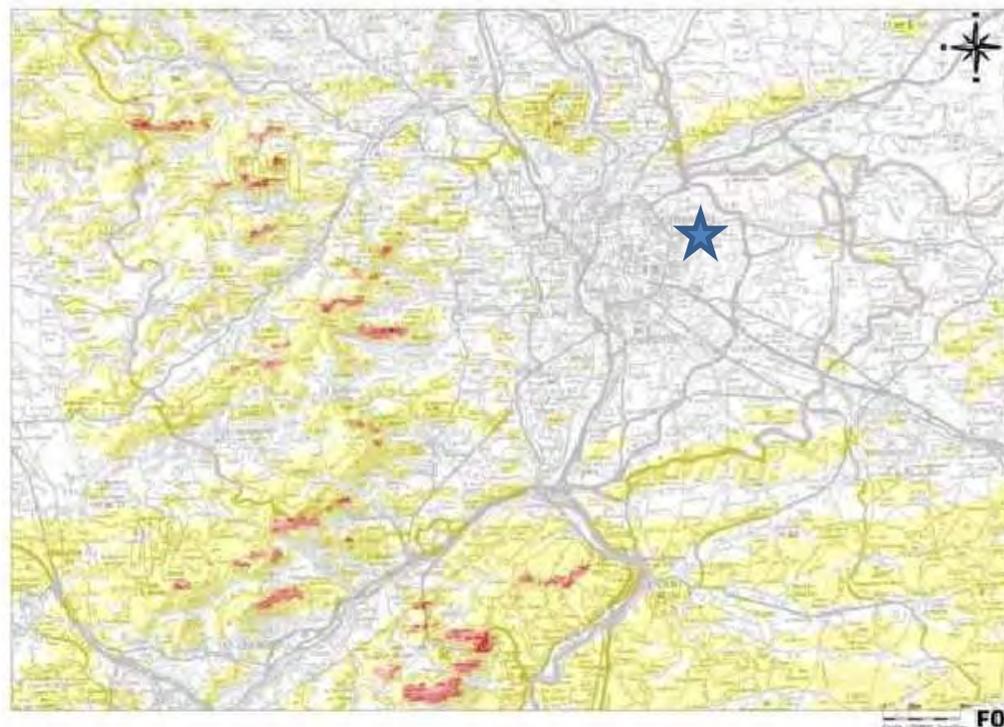


- Coût des panneaux PV pour obtenir un taux de couverture par les EnR égal à celui obtenu avec un raccordement à un réseau de chaleur :
environ 35 000 € HT/logement.



Moyens de production à partir d'EnR&R

- Eolien

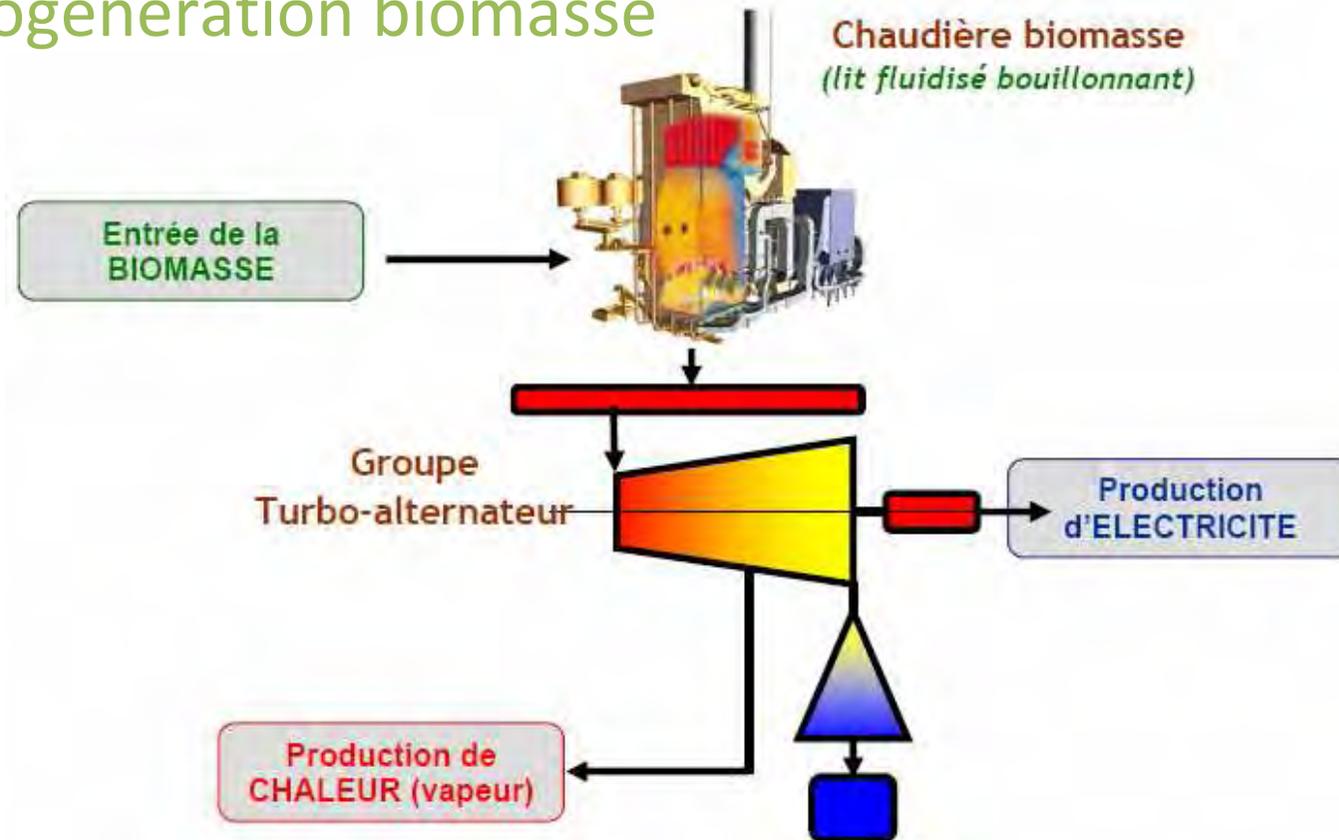


- Eolienne urbaine installée en toiture des bâtiments.
- Pas de gisement identifié au niveau du Carré de Soie.



Moyens de production à partir d'EnR&R

- Cogénération biomasse



- Puissance électrique et thermique importante à installer pour bénéficier de tarifs intéressants.
- Besoins thermiques sur TASE insuffisants.

NOTA : Les cogénérations biogaz de petites puissances – filière en cours de développement – pourraient être adaptées.

Moyens de production à partir d'EnR&R

c) Potentiel de couverture par les EnR

- Bâtiments résidentiels

Scénario	Couverture des besoins globaux par les EnR	Remarques
1. Raccordement à un réseau de chaleur avec 80% d'EnR	55% - 60%	- Couverture de l'ensemble des besoins de chauffage et d'ECS
2. Production d'électricité photovoltaïque en toiture	25% - 45%	- 0,08 m ² de panneaux PV par m ² SHON (surface de toiture disponible sur R+4).
3. Installation d'ECS solaire en toiture	15%	- 50% de couverture des besoins d'ECS. - 0,015 – 0,02m ² de panneaux SOL par m ² SHON.
1 + 3	60% - 65%	- Concurrence entre solaire et RCU sur la production d'ECS
2 + 3	40% - 70%	- 70% avec bâtiment RT2020 - attention à la place disponible en toiture
1 + 2	85% - 100%	- 100% avec bâtiment RT2020

Moyens de production à partir d'EnR&R

- Bâtiments tertiaires – avec RT 2012

Scénario	Couverture des besoins globaux par les EnR	Remarques
1. Raccordement à un réseau de chaleur avec 80% d'EnR	35%	- Couverture de l'ensemble des besoins de chauffage
2. Production d'électricité photovoltaïque en toiture	40%	- 0,08 m ² de panneaux PV par m ² SHON.
2 bis. Production d'électricité photovoltaïque en toiture	15%	-0,03 m ² de panneaux PV par m ² SHON [obligation référentiel Grand Lyon 2006].
1 + 2	75%	



Les scénarios d'approvisionnement

- Installations gaz individuelles

Chaudières murales gaz (condensation ou basse température) pour le chauffage et l'ECS de chaque usager.

- Installations gaz collective avec ECS solaire

Chaudières gaz collectives au pied de chaque bâtiment.

Installations solaires thermiques en toiture pour la production de 50% des besoins d'ECS.

- Pompes à chaleur sur air collectives avec ECS solaire

PAC collectives air/eau sur chaque bâtiment.

Installations solaires thermiques en toiture pour la production de 50% des besoins d'ECS.

Les scénarios d'approvisionnement

- **Raccordement à un RCU propre au Carré de Soie**

Sous-stations primaires/secondaires au pied de chaque bâtiment.

Cheminement du réseau en-dehors des îlots majoritairement.

Production de chauffage et d'ECS. Couverture bois de 80%.

- **Chaufferie bois par bâtiment**

Mise en place d'une chaudière bois à granulés au pied de chaque bâtiment, couverture de 90% des besoins, avec appoint et secours au gaz naturel.

Production de chauffage et d'ECS.



Accès à chaque bâtiment pour livraisons bois et espace disponible

- **Création d'un RC bois privé sur chaque îlot**

Chaufferie bois plaquettes forestières d'une puissance d'environ 60% de la puissance thermique totale appelée, couverture de 85% des besoins.

Appoint et secours au gaz.

Cheminement du réseau uniquement au sein des îlots. Installations privées.



Emplacement de la chaufferie bois et aires de livraison

Les scénarios d'approvisionnement

- Le contenu en CO₂ des modes de production :
 - Combustion directe dans une chaudière :
 - énergie fossile (gaz, fioul) $EP^* = 1$, CO₂ : 200 – 300 g/kWh utile
 - biomasse $EP = 0$, CO₂ : 20 g/kWh utile
 - Pompe à chaleur : $EP = 2.58$, CO₂ : 90 g/kWh utile
 - air extérieur ou de rejet
 - sol
 - eau (de nappe, réseaux d'évacuation des eaux usées)
 - Effet joule : $EP = 2.58$, CO₂ : 180 g/kWh utile
 - Réseau de chaleur (RCU Carré de Soie ou Grand Lyon) : $EP = 0.6$ à 1 , CO₂ : 65 à 150 g/kWh utile
 - Récupération sur un process existant : $EP = 0$, CO₂ : 0 g/kWh utile
 - cogénération gaz ou biomasse
 - production de froid (groupe à compression ou absorption)
 - Récupération de l'énergie solaire active : $EP = 0$, CO₂ : 0 g/kWh utile
- * : Coefficient de passage d'Energie Finale à Energie Primaire



Analyse détaillée des scénarios

a) Hypothèses technico-économiques

Scénario	Investissement	Abonnement	Prix combustible	Rendement
Gaz ind.	Montant brut pour l'analyse au m ² SHON. Amortissement sur 20 ans avec un taux de 4% pour l'analyse globale au MWh	Tarif gaz B0 52,0€ HT	Tarif gaz B0 67,7€ HT/MWh PCS	Chaudière : 95%
Gaz coll. + ECS solaire		Tarif gaz B2I 159,2€ HT	Tarif gaz B2I 49,5€ HT/MWh PCS	Chaudière : 95%
PAC + ECS solaire		Tarif Jaune 42,6€ HT/kW	Tarif Jaune Hiver : 80€ HT/MWh Eté : 35€ HT/MWh	PAC : 100%
RCU Carré de Soie		Tarif R2 calculé 55€ HT/kW DrC : 80 € HT/kW	Tarif R1 calculé 31€ HT/MWhutile	Echangeur : 100%
Chaufferie bois		Tarif gaz B1 159,2€ HT	Bois : 45€ HT/MWhutile Gaz : 55 € HT/MWhutile	Bois : 88% Gaz : 95%
RC bois par îlot		Tarif gaz B2I 153,5€ HT	Bois : 30€ HT/MWhutile Gaz : 49,5€ HT/MWh PCS	Réseau : 95%

Analyse détaillée des scénarios

a) Hypothèses technico-économiques

Simulation d'évolution des coûts :

- Gaz individuel : +6,2% par an -> moyenne sur les 10 dernières années
- Gaz collectif : +6,9% par an -> moyenne sur les 10 dernières années
- Gaz RCU : +7,5% par an -> moyenne sur les 10 dernières années
- Électricité : + 5% par an -> politique tarifaire EDF
- Bois : +1,9% par an -> prix moyens sur 5 ans
- P2 : +1,8% par an -> évolution des indices ICHT-IME et FSD1
- P3 : +2,6% par an -> évolution de l'indice BT40

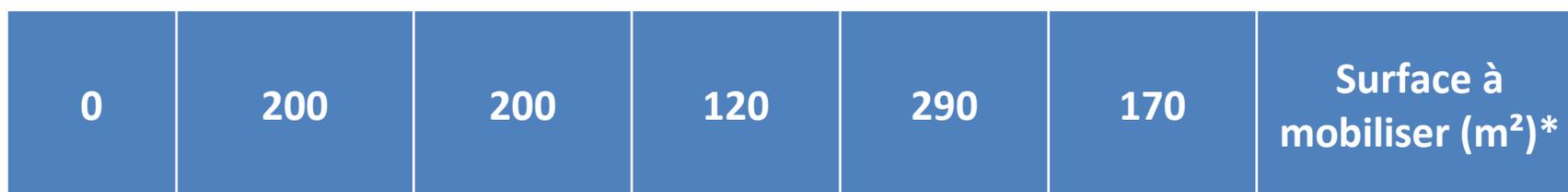
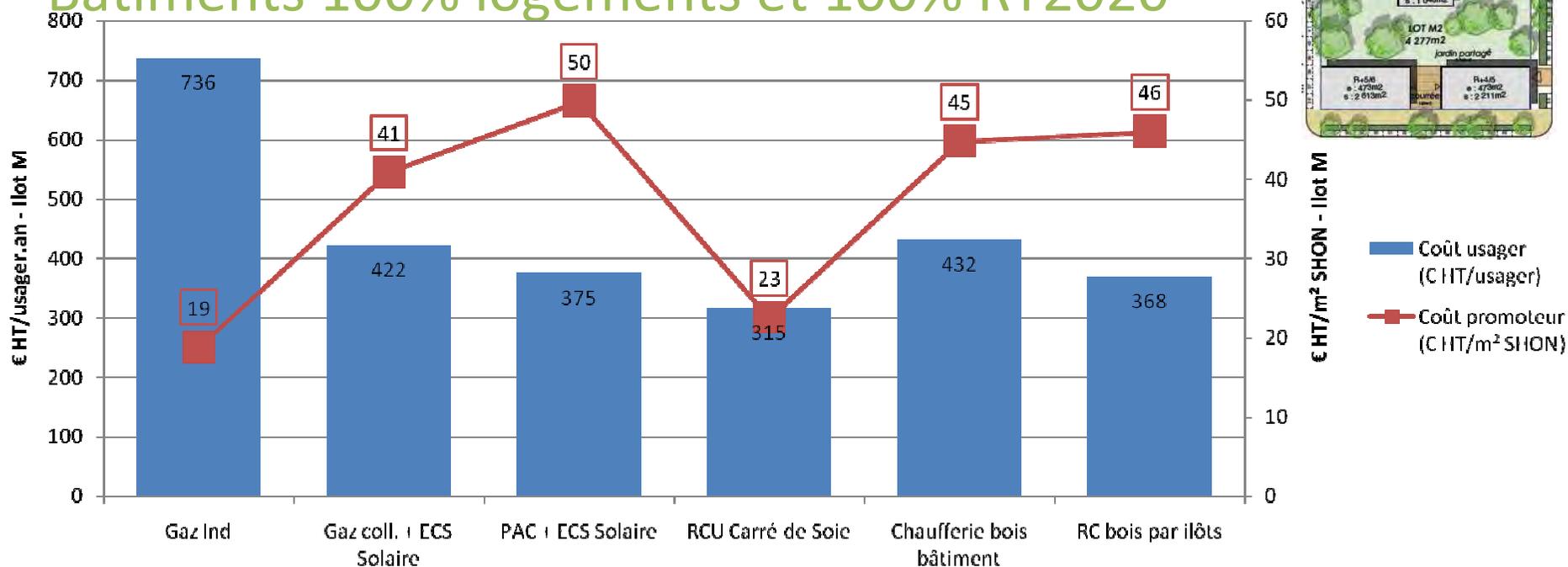
Analyse du prix moyen sur une durée de 20 ans, de 2016 à 2035.

Prix rendu par usager : base de 80m² SHON par usager.

Analyse détaillée des scénarios

b) Bilan économique – sur 20 ans

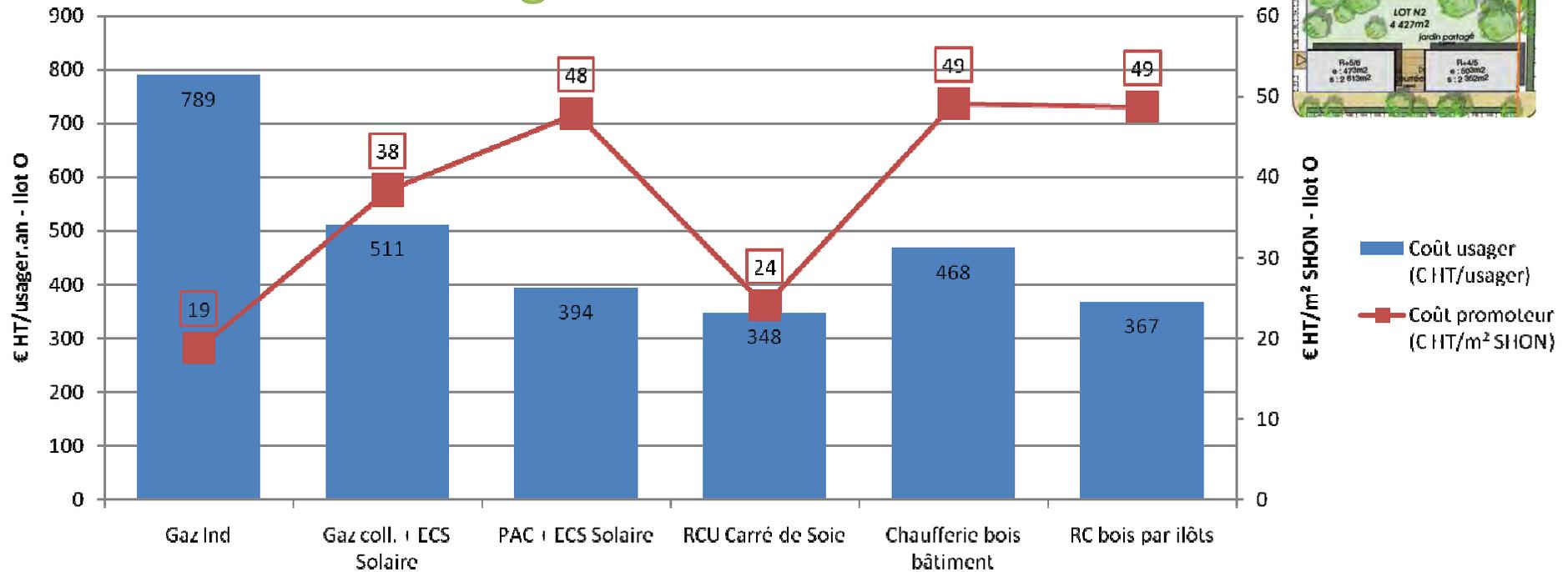
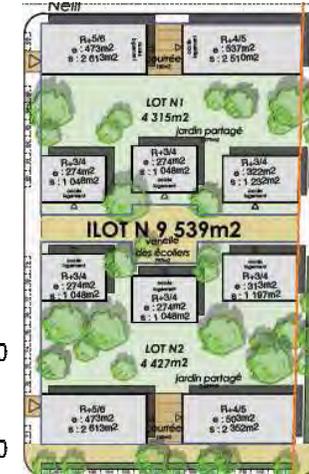
- Ilot M – 540 MWh/an, 340 kW appelés
Bâtiments 100% logements et 100% RT2020



Analyse détaillée des scénarios

b) Bilan économique – sur 20 ans

- Ilot N – 820 MWh/an, 490 kW appelés
Bâtiments 100% logements et 100% RT2012



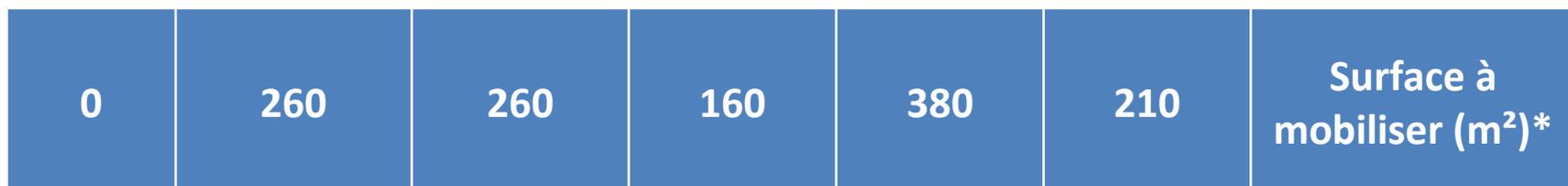
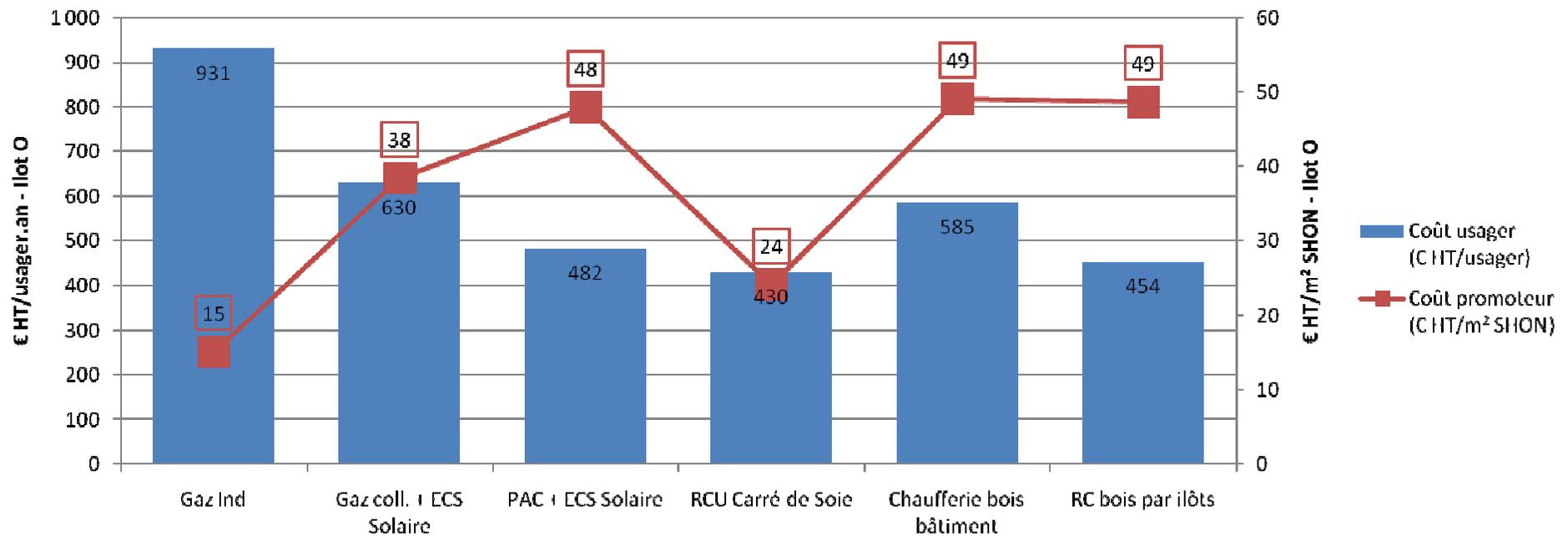
0	200	200	120	290	170	Surface à mobiliser (m ²)*
---	-----	-----	-----	-----	-----	--

Analyse détaillée des scénarios

b) Bilan économique – sur 20 ans

- Ilot O – 720 MWh/an, 470 kW appelés,

Bâtiments 70% logements, 50% RT2012 et 50% RT2020



Analyse détaillée des scénarios



b) Bilan économique – sur 20 ans

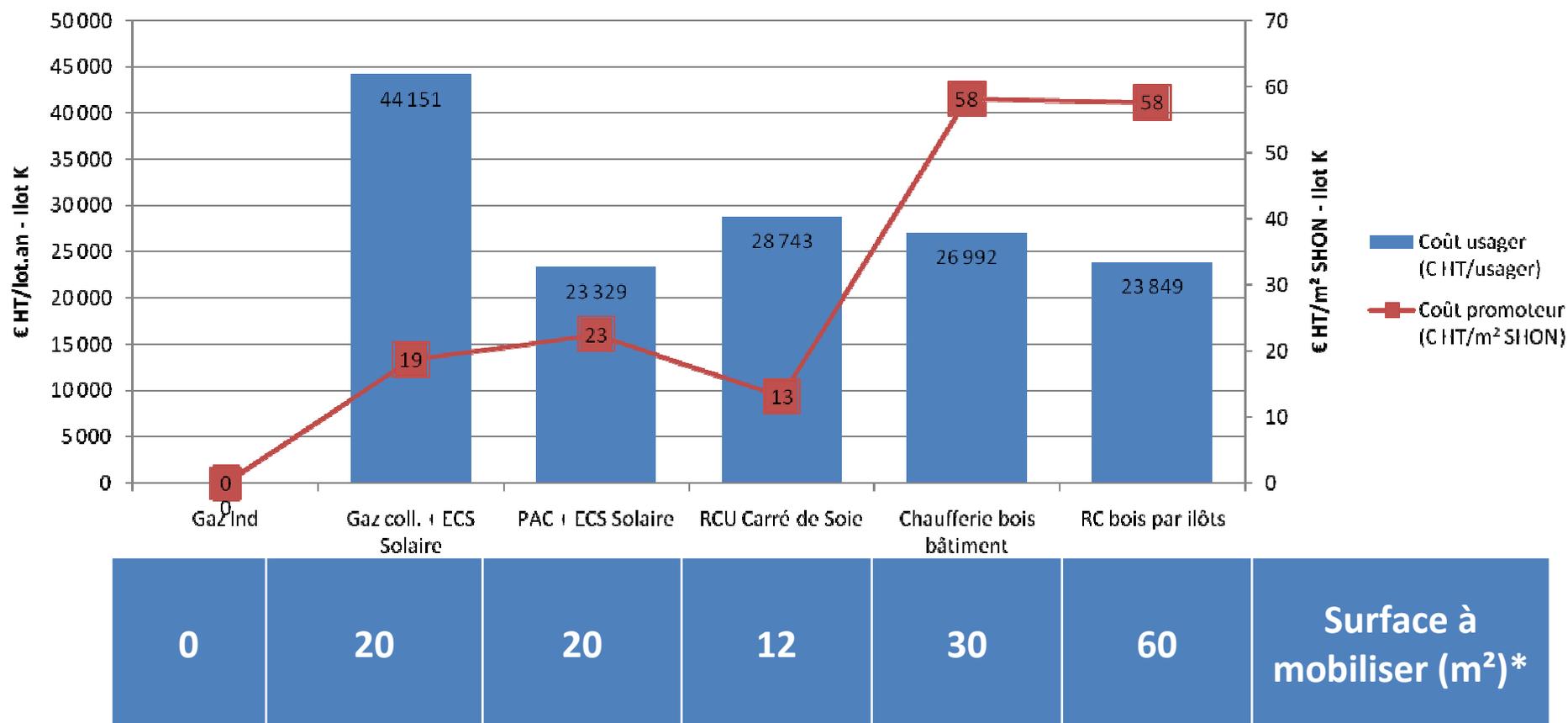
- Ilot L – 1 700 MWh/an, 1 200 kW appelés
Bâtiments tertiaire 70% réhabilitation et 30% RT2012



Analyse détaillée des scénarios

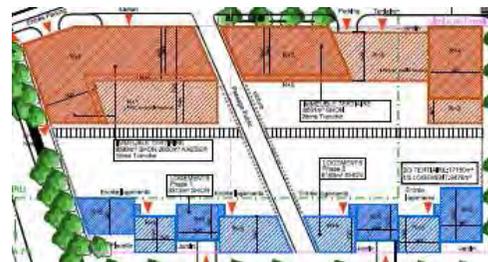
b) Bilan économique – sur 20 ans

- Ilot K – 270 MWh/an, 190 kW appelés
Groupe scolaire RT2012

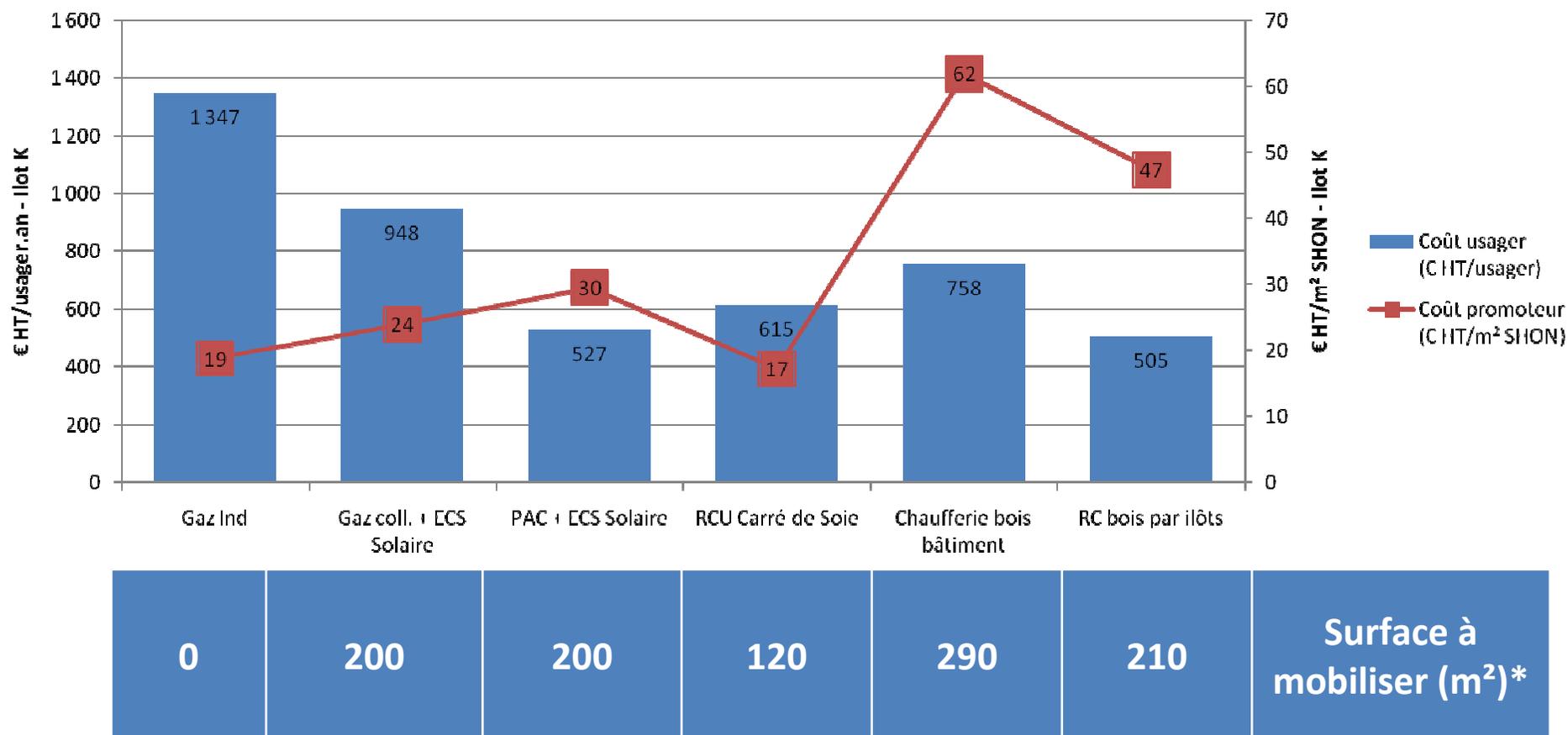


Analyse détaillée des scénarios

b) Bilan économique – sur 20 ans

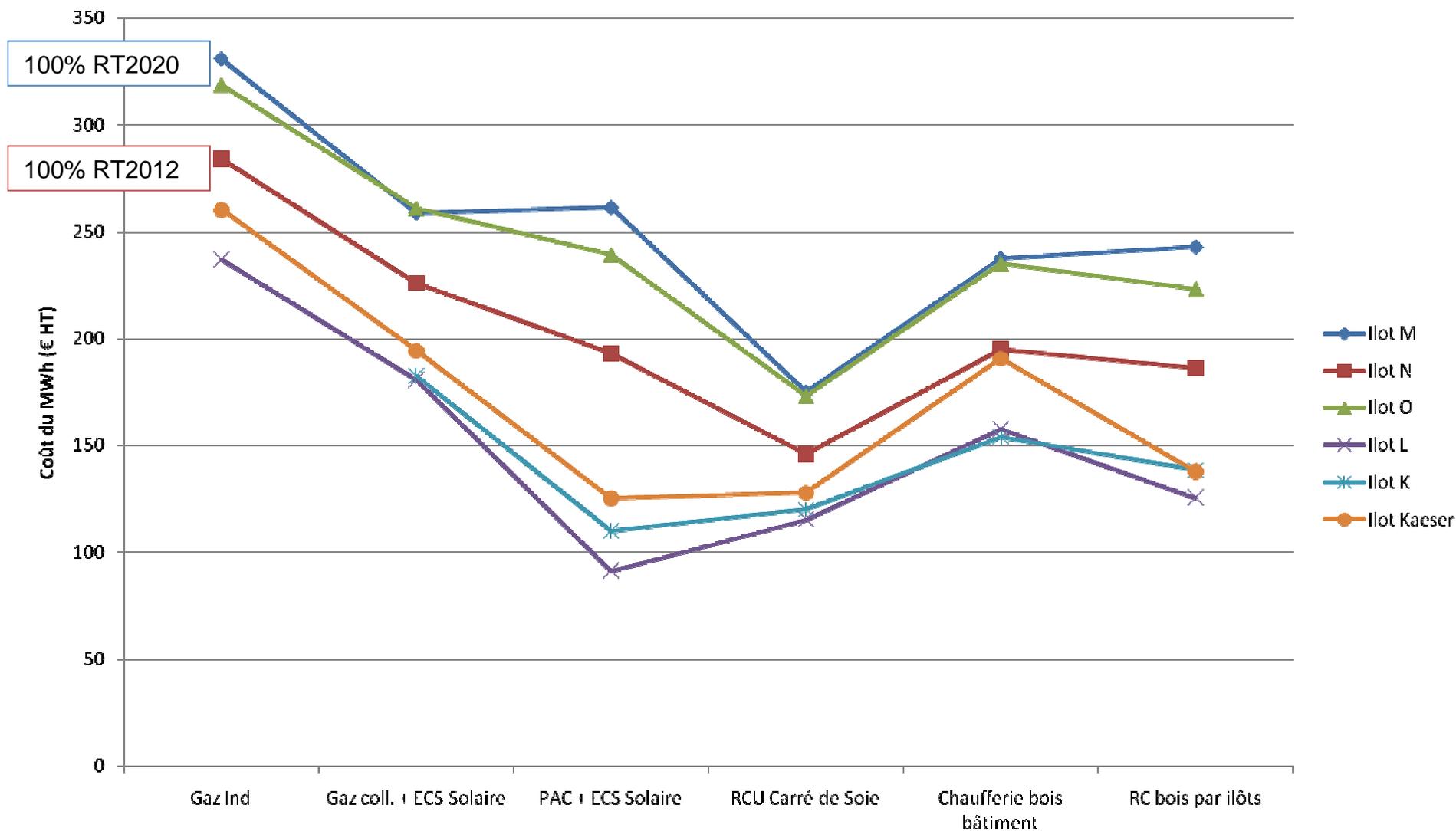


- Kaeser – 1 900 MWh/an, 1 400 kW appelés, Bâtiments 35% logements, 100% RT2012



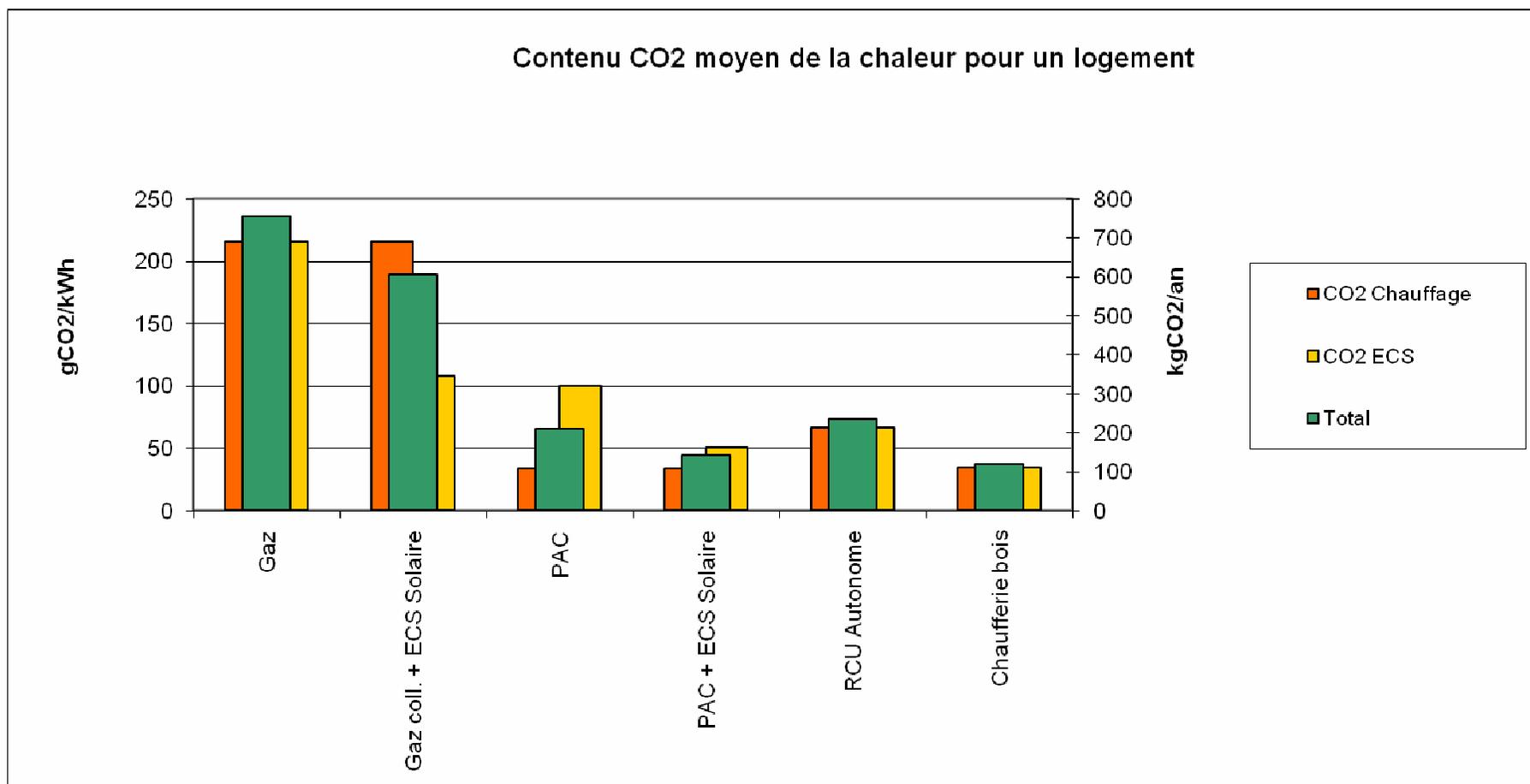
Analyse détaillée des scénarios

b) Bilan économique – Coût moyen sur 20 ans



Analyse détaillée des scénarios

c) Bilan environnemental – contenu CO2 du kWh



Analyse détaillée des scénarios

c) Bilan environnemental – couverture EnR&R

Scénario	Couverture EnR&R logements RT2012	Couverture EnR&R logements RT2020	Couverture EnR&R Tertiaire	Couverture EnR&R Groupe scolaire
Gaz ind.	0%	0%	0%	0%
Gaz coll. + ECS solaire	20%	30%	0%	7%
PAC + ECS solaire	20%	30%	0%	7%
RCU Carré de Soie	80%	80%	80%	80%
Chaufferie bois	90%	90%	90%	90%
RC bois par îlot	85%	85%	85%	85%

Synthèse

Scénario	Coût moyen	Evo/an	Avantages	Inconvénients	Part d'EnR
Gaz ind.	270 € HT/MWh	+4,5%		Coût important pour les usagers	0%
Gaz coll. + ECS solaire	210 € HT/MWh	+4,4%	Technologie simple	Forte dépendance au prix du gaz	11%
PAC + ECS solaire	150 € HT/MWh	+2,4%	Contenu en CO2 moins important	Couverture par EnR faible	11%
RCU Carré de Soie	135 € HT/MWh	+1,9%	Compétitif, montant d'invest. faible	Dépendant de la politique énergétique du GL	80%
Chaufferie bois	190 € HT/MWh	+1,6%	Pas de réseau à créer sur l'îlot	Montant d'investissement et espace nécessaire	90%
RC bois par îlot	160 € HT/MWh	+1,5%	Hausse annuelle du prix faible	Montant d'investissement élevé + Intégration dans la ZAC	85%

