



# LE B.A-BA DU BBC

POUR LES ARCHITECTES

Guide d'aide à la mise en œuvre  
d'éco-rénovations de niveau BBC  
dans l'habitat privé existant

**GRANDLYON**  
la métropole

Ce guide est à destination des architectes sollicités dans le cadre d'une rénovation thermique **globale, performante et durable**, pour l'habitat existant.

Le niveau d'exigence visée dans ce guide correspond au niveau **Bâtiment Basse Consommation (BBC)**, c'est-à-dire ne dépassant pas **96 Kwh/m<sup>2</sup>/an**.

## ÉDITO

La réhabilitation d'un immeuble est une décision importante dans la vie d'une copropriété, car elle marque durablement le bâtiment et engage chaque copropriétaire. La démarche doit donc être mûrement réfléchie et appréhender au mieux les enjeux essentiels pour les occupants.

Le confort, la réduction des consommations d'énergie font partie des attentes prioritaires des ménages.

Replacées dans un contexte global de lutte contre les polluants et le réchauffement climatique, ces préoccupations individuelles rejoignent celles des pouvoirs publics et notamment des collectivités locales, qui conduisent les Plans climat énergie territoriaux (PCET).

La Métropole de Lyon s'est engagée très tôt dans une démarche de réduction des émissions de gaz à effet de serre liées à l'habitat. Après une première phase expérimentale d'éco-rénovation de copropriétés, le Grand Lyon a mis en place une plate-forme sur l'ensemble du territoire métropolitain, avec un guichet unique d'information et un dispositif d'accompagnement technique et financier.

Dans ce cadre, la Métropole de Lyon a élaboré un guide d'aide aux démarches d'éco-rénovation de niveau basse consommation à destination des maîtres d'œuvre, syndics et conseils syndicaux car ils sont les partenaires clés dans la réussite des opérations.

Réalisé avec l'aide de l'Agence Locale de l'Énergie (ALE) de l'agglomération lyonnaise, ce guide vise à :

- faire connaître les enjeux liés à la rénovation thermique et aborder les quelques principes clés devant guider la réflexion ;
- faciliter les choix de solutions de travaux : niveau de performance visés, résultats à atteindre et solutions techniques correspondantes sont notamment abordés.

Il vient ainsi compléter les documents déjà en ligne sur le site de l'ALE qui traitent du financement de la rénovation énergétique et des étapes de mise en œuvre d'un projet.

<http://www.ale-lyon.org/renocopro/>

L'éco-rénovation concilie des objectifs sociaux, environnementaux et économiques: baisse des consommations, des factures d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre et développement de l'emploi local dans le bâtiment. La Métropole de Lyon s'engage avec volontarisme et compte sur l'engagement de tous dans cette dynamique ambitieuse et nécessaire.

Béatrice VESSILLER  
*Vice-présidente de la Métropole de Lyon  
en charge de la rénovation thermique des logements*



## SOMMAIRE

<b>1</b> - Rénover, pourquoi ? .....	p.6
<b>2</b> - Avant de commencer .....	p.12
<b>3</b> - Rénover BBC .....	p. 18
<b>Cahier Technique</b> .....	p. 30



# 1 RÉNOVER POURQUOI ?

## CONTEXTE

La France s'est engagée d'ici 2020 à diminuer de 20 % ses émissions de GES, de 20 % sa consommation d'énergie et à atteindre 20 % d'énergies renouvelables dans le bouquet énergétique et d'ici 2050 à réduire par 4 ses émissions de GES.

En 2007, La Métropole de Lyon a lancé son Plan énergie climat afin d'identifier les mesures et actions phares à conduire pour atteindre les objectifs fixés au niveau national.

### Bilan du diagnostic plan climat énergie sur le territoire de l'agglomération



**28 %**

des consommations  
totales d'énergie  
du territoire pro-  
viennent de l'habitat



**20 %**

des émissions de gaz  
à effet de serre  
proviennent de l'habitat



**57 %**

des Grands Lyonnais ha-  
bite dans des logements  
construits avant 1975\*

\* Cette date marque l'entrée en vigueur de la première réglementation thermique dans la construction.

Afin de contribuer à l'objectif national de réduction des émissions de GES et de lutter contre la précarité énergétique, la Métropole de Lyon a opté pour le soutien à un programme de réhabilitation performante des logements au niveau des Bâtiments basse consommation (BBC).

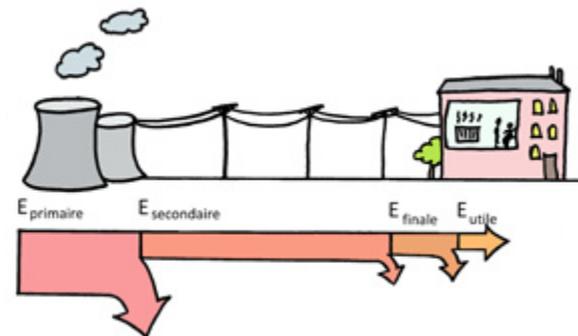
La rénovation thermique vise à maîtriser sa consommation énergétique. En effet, l'énergie a un coût, et rénover son logement, c'est agir dans une logique de confort et de recherche d'économies.

La rénovation thermique génère une valorisation du logement. La valeur

d'un logement étant notamment liée au confort intérieur, aux coûts des charges.

De plus, l'étiquette énergie classant les logements en fonction de leur niveau de consommation est, aujourd'hui, un critère important dans les transactions immobilières.

Enfin, la rénovation thermique est l'occasion de sécuriser le logement : la principale cause d'incendie domestique étant l'installation électrique, les travaux de rénovation thermique permettent une mise aux normes.



L'électricité est l'énergie qui nécessite le plus de transformations.

L'énergie finale, mesurée en Kilowatt-heure d'énergie finale (KWhef), est la quantité d'énergie disponible pour l'utilisateur final.

L'énergie primaire, mesurée en Kilowatt-heure d'énergie primaire (KWhep), est la consommation nécessaire à la production de cette énergie finale.

Dans la plupart des cas, comme pour le gaz, les réseaux de chaleur, le bois, etc., l'énergie finale est équivalente à l'énergie primaire.

Par contre pour l'électricité, du fait des pertes liées à la production, la transformation, le transport et le stockage, on a par convention :



2,58 KWhep

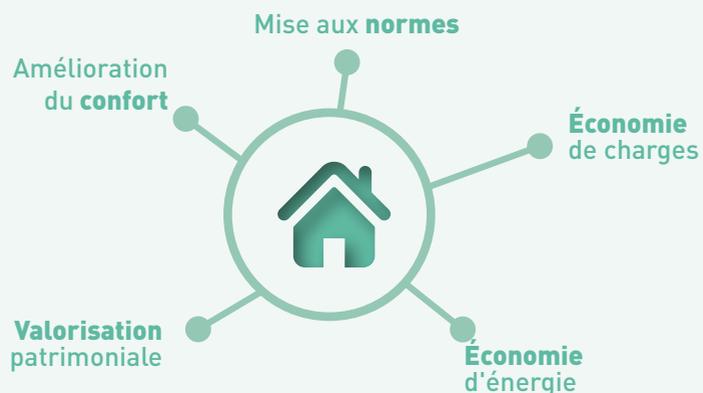
d'énergie primaire produite



1 kWh

d'énergie finale mise à disposition

## 5 bonnes raisons en faveur de la rénovation thermique



## Pourquoi rénover les bâtiments construits avant 1975 ?



→ Les bâtiments construits avant 1975 sont le plus exposés aux aléas du climat. Leurs parois ne sont pas isolées et l'épaisseur des murs ne constituent pas un isolant. Les parois qui entourent l'occupant (murs, toiture, vitrages) sont froides, ce qui génère de l'inconfort.

Autre particularité des bâtiments anciens : les nombreuses infiltrations d'air autour des ouvrants et du dormant des fenêtres, dans les fourreaux électriques, les trappes d'accès aux combles, sous le seuil des portes extérieures etc.



→ La rénovation thermique vise à supprimer parois froides et infiltrations d'air pour que le logement soit confortable et peu énergivore.

## éco-rénovez au niveau basse consommation

→ Depuis le 1er janvier 2013, la réglementation thermique en vigueur, la RT 2012, impose aux bâtiments neufs d'être aux normes BBC. La consommation d'énergie primaire de ces derniers pour le chauffage, le rafraîchissement, l'eau chaude sanitaire, l'éclairage, la ventilation et les auxiliaires de distribution doit être inférieure à 57,5 kWhep/m<sup>2</sup>/an (hors modulations liées à la zone climatique et à l'altitude).

→ Pour les bâtiments existants, un niveau de consommation BBC rénovation a été défini à 80 kWhep/m<sup>2</sup>/an, soit 96 kWhep/m<sup>2</sup>/an sur l'agglomération lyonnaise, pour tenir compte des modulations liées à la zone climatique et à l'altitude 2. Ce niveau de consommation est inférieur à la moitié de la performance du parc national de logement (environ 250 kWhep/m<sup>2</sup>).

rénovation  
**BBC**



Avant / après rénovation thermique : copropriété Le Plein Midi, à Villeurbanne.



# 2 AVANT DE COMMENCER

## COMMENT ENTREPRENDRE SON PROJET DE RÉNOVATION ?

### 1. Conseils préalables

#### → Viser une rénovation globale

Il est préférable de rénover un logement en une seule intervention au niveau BBC plutôt que de procéder par étapes. **Pourquoi ?**

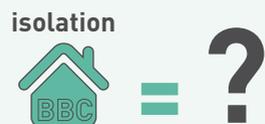
- un chantier comporte des nombreuses nuisances, il est donc plus confortable de tout faire en une fois,
- rénover en plusieurs fois coûte toujours plus cher (monter deux fois un échafaudage par exemple),
- une intervention à minima permet d'obtenir des économies de charges immédiates mais qui peuvent faire oublier l'objectif de performance BBC plus ambitieux mais plus avantageux économiquement et sur le plan environnemental.

Si le montant des investissements nécessaires pour atteindre le niveau BBC s'avère trop élevé, il peut être envisagé une mise en œuvre des travaux en plusieurs étapes; c'est ce que l'on appelle le BBC compatible.

La démarche BBC compatible consiste à étudier un scénario BBC (programme de travaux et chiffrage du coût total d'intervention) et à réaliser un phasage des travaux. Ainsi, on ne perd pas de vue l'approche globale sur le bâtiment mais on réalise les travaux par étape.

Certains travaux doivent être obligatoirement associés ensemble dans la même phase d'intervention : c'est le cas de l'isolation des façades et de la ventilation.

**Idée reçue :**  
« Isoler 2 fois mieux coûte 2 fois plus cher »



→ Il est courant d'entendre dire qu'en isolant "deux fois mieux" un bâtiment, le coût est multiplié par deux. Or, le coût de travaux est essentiellement dû à la main-d'œuvre.

Qu'un artisan "colle un panneau de 7,5 cm d'isolant ou de 15 cm", le temps passé est le même, seul le coût de l'isolant varie.

→ Le niveau d'isolation n'intervient que de manière infime dans le prix total de la rénovation thermique.

### → Associer les copropriétaires

Se lancer dans un projet de rénovation thermique implique une mise en place rigoureuse par le syndic : quel type d'assemblée pour quelles décisions ?

Comment articuler les phases techniques (diagnostic, études, travaux) et la validation des décisions par les copropriétaires ? Quel mode de financement pour chacun ?

Pour répondre à toutes ces questions l'Agence Locale de l'Énergie (ALE) a publié un guide accessible en ligne sur <http://www.aie-lyon.org/renocopro/>

L'AIE accompagne également les copropriétés dans leur démarche de rénovation. Il est conseillé de les contacter afin d'optimiser la réussite du projet de rénovation.



## 2. État des lieux et diagnostic

La phase d'état des lieux est constituée par le diagnostic technique et énergétique du bâtiment.

Ce dernier peut prendre la forme d'un audit énergétique du bâtiment. La réglementation en vigueur oblige les copropriétés de plus de 50 lots à chauffage collectif construites avant 1990 à réaliser un audit énergétique.

Pour les propriétaires non soumis à cette obligation et qui souhaitent s'engager dans une rénovation de leur patrimoine, il est recommandé de recourir à la même méthode que pour les copropriétés soumises à obligation, c'est-à-dire réaliser un état des lieux sous la forme d'un audit énergétique.

**Le rôle de l'état des lieux consiste à examiner :**

- **l'enveloppe du bâtiment :** nature des parois, isolées ou non, état de la surface (moisissures, traces d'humidité, peinture cloquée...), nature des vitrages...
- **l'ensemble des équipements :** installations de chauffage et/ ou d'eau chaude sanitaire, ventilation....

Ces observations renseignent sur la qualité de l'évacuation actuelle de l'humidité ambiante dans les logements, sur les remontées d'eau par capillarité depuis le sol. Autant d'éléments importants pour choisir la nature des solutions à mettre en œuvre.

L'état des lieux porte aussi sur le caractère architectural et patrimonial



du bâtiment : comment réaliser une isolation ou un changement de vitrage, tout en gardant la valeur architecturale de la façade ?

Un bâtiment comporte aussi des équipements qui vieillissent souvent plus rapidement que le bâtiment lui-même. Le maître d'œuvre doit donc vérifier l'aspect fonctionnel et ce qui à trait à la sécurité des équipements : ventilation, chauffage ou encore installation électrique.

À la suite de cet état des lieux, et compte tenu de l'objectif de rénovation BBC (voir plus bas), la maîtrise d'œuvre est en mesure de proposer à la copropriété un ensemble de solutions techniques permettant

d'atteindre ce niveau de performance. Elle accompagnera cette proposition d'une estimation générale des coûts que pourrait impliquer la réalisation des travaux.

### Pour plus de détails sur l'audit énergétique



[www.ale-lyon.org/renocopro](http://www.ale-lyon.org/renocopro)

[www.planete-copropriete.com](http://www.planete-copropriete.com)



## Une chaudière adaptée à la taille et au bâtiment rénové

→ La puissance calorifique de la chaudière doit être adaptée au bâtiment rénové (les besoins peuvent être divisés par plus de cinq par rapport au même bâtiment avant rénovation).

Une chaudière surpuissante démarrera et s'arrêtera à intervalles très courts, son rendement se dégradera et l'effort porté sur l'enveloppe sera perdu à cause du rendement trop faible du générateur de chaleur.

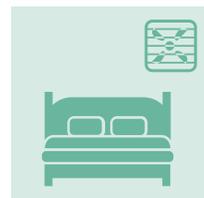
→ Il importe donc de **réduire d'abord les besoins par l'isolation puis d'installer une nouvelle chaudière** qui sera moins puissante afin qu'elle fonctionne à plein régime.

## À quoi sert la ventilation dans un logement ?



→ Deux fonctions : **évacuer la vapeur d'eau** qui est dégagée dans le logement par ses occupants et **apporter de l'air sain** en évacuant les polluants intérieurs (certains dégagés par l'ameublement ou les matériaux étant nocifs).

Un déficit de ventilation conduit généralement à des condensations dans le logement qui se manifestent par des moisissures, un cloquage des peintures ou des traces d'humidité.



→ Rappel :

- un logement doit être aéré (au moins 5 minutes par jour) pour éviter les effets de condensation.
- les grilles d'aération ne doivent pas être obstruées.

## L'installation électrique, sécurité oblige

→ L'installation électrique, bien qu'elle ne soit pas directement concernée par la rénovation thermique, **doit être regardée avec soin** pour éviter les risques d'incendie.





# 3

## RÉNOVER BBC

### UNE RÉNOVATION BBC POUR QUELS RÉSULTATS ?

L'atteinte du niveau de rénovation BBC se mesure par le biais d'un calcul réglementaire. Ce calcul théorique ne peut refléter la réalité car la consommation réelle dépend des usages des logements. Il est donc intéressant de

préciser, à la lumière des expériences passées, quel niveau de consommation réel chaque usage (chauffage, eau chaude sanitaire, ventilation, électricité...) peut raisonnablement atteindre.

#### Quelques notions essentielles



**kWh**

**Kilowatt-heure**

Unité d'énergie qui correspond à l'utilisation d'une puissance pendant une unité de temps.



**SHab**

**Surface Habitable**

Total des surfaces de toutes les pièces chauffées de la maison mesuré à partir des parois.

Dans le cadre des rénovations de niveau BBC (96 kWhep m<sup>2</sup>/an), les performances cibles qui peuvent être atteintes sont les suivantes :

### 1. Chauffage, objectif 50 kWhep/m<sup>2</sup> Shab/an

Pour répondre aux enjeux climatiques et limiter les risques de réchauffement, il conviendrait de ramener la moyenne de la consommation française de chauffage des bâtiments existants à 50 kWhep/m<sup>2</sup> Shab/an. Cette consommation est aujourd'hui cinq ou six fois plus élevée dans les bâtiments anciens et quatre fois plus élevée en moyenne sur la totalité du parc.

### 2. Eau chaude sanitaire, objectif 10 kWhep/m<sup>2</sup>Shab/an

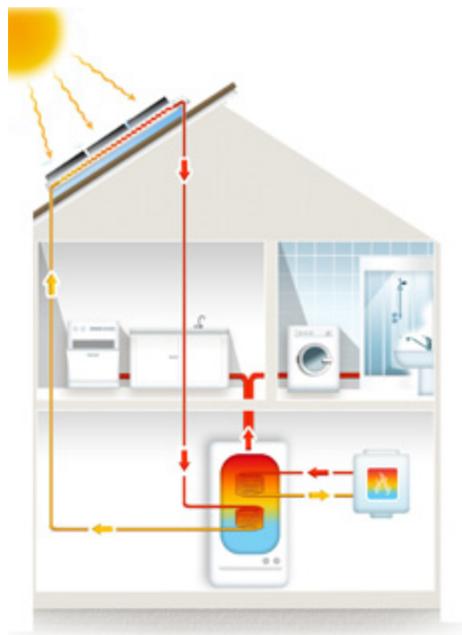
La quantité d'énergie consommée pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS) croît chaque année. Ce phénomène ne correspond pas à une augmentation des besoins mais plutôt à une évolution des modes de vie.

Diviser par quatre la consommation de l'eau chaude sanitaire, c'est limiter cet usage à 10 kWhep/m<sup>2</sup>Shab/an. La baisse de la consommation d'eau chaude sanitaire est complexe : la rénovation ne peut revenir sur l'architecture des réseaux et des modes de production, et une partie significative de la solution réside dans les changements de comportement.

Dans le cadre des rénovations BBC du territoire de la Métropole de Lyon, l'objectif de consommation visé pour l'eau chaude sanitaire est de :

- **7 kWh/m<sup>2</sup>/an** s'il est possible d'installer des capteurs solaires,
- **24 kWh/m<sup>2</sup>/an** si cela n'est pas possible.

**Schéma d'une installation d'ECS chauffée en partie avec des capteurs solaires thermiques.**



Les consommations dépendent essentiellement des usagers, il sera proposé des obligations de moyens plus que de résultats sur le poste eau chaude sanitaire.

### 3. Électricité à usages spécifiques, objectif 290 kWh/personne/an

Cette terminologie désigne tous les usages que seule l'électricité peut satisfaire : électroménager, éclairage, bureautique, etc.

Pourquoi réduire aussi les consommations d'électricité spécifique alors que cette énergie produite par du nucléaire et de l'hydraulique en France est peu émettrice de GES ?

- **La ressource électrique**, même si elle ne subit pas actuellement une tension similaire à celle des hydrocarbures, est **une ressource limitée** qui ne doit pas être gaspillée.

- Dans les bâtiments qui ont très peu de besoins en chauffage, la période

estivale présente des risques de surchauffe importants. Tout apport de chaleur, qu'il soit externe (solaire) ou interne (électrodomestique), provoque une forte élévation de température. Or, **l'électricité à usages spécifiques représente 40% à 50% des apports de chaleur d'un logement en été** : électroménager et éclairage.

L'obtention d'un bon confort avec ou sans climatisation passe donc inévitablement par une réduction des niveaux de consommation électrodomestique.

- **Dans les logements à très faible consommation**, l'électricité à usages spécifiques représente de très loin la plus grosse contribution au bilan des consommations d'électricité.

Il est donc impératif de réduire les consommations d'électricité spécifique des logements. Actuellement, cette consommation est en moyenne, de 1160 kWh/personne/an. L'objectif est d'atteindre 290 kWh/personne/an en moyenne, soit une division par 4.

Le programme de rénovation de la Métropole de Lyon n'impose rien sur les réductions de consommations électro-domestiques. L'essentiel de cette réduction réside dans l'achat d'équipements performants et dans les changements de comportement.

Il est proposé que la consommation d'électricité des services généraux\* ne dépasse pas, tous usages confondus, les valeurs du tableau ci-dessous.

Concernant les consommations liées au chauffage, l'action à mettre en œuvre doit être complète.

Consommation maximum en fonction du type d'équipements en kWh d'électricité par m<sup>2</sup> habitable et par an :

Présence d'un ascenseur	Ventilation Simple flux	Ventilation Double flux	Consommation d'électricité des S.G. [kWh/m <sup>2</sup> Shab/an]
Non	Oui	-	6,0
Non	-	Oui	9,5
Oui	Oui	-	7,5
Oui	-	Oui	12,0

	Situation actuelle	Niveau basse consommation
Consommation moyenne de l'ensemble des logements (hors usages spécifiques de l'électricité)	250 KWhep/m2/an	96 KWhep/m2/an
Consommation des usages spécifiques de l'électricité	1160 KWh/pers/an	290 KWh/pers/an

\* Par services généraux on entend : éclairage, ascenseur, ventilation, chaufferie, éclairage de sécurité, courants faibles.



## LES MOYENS D'ATTEINDRE DES OBJECTIFS BBC

### 1. Renforcement de l'isolation thermique des murs

La résistance thermique à ajouter correspond, en fonction du type d'isolant à une épaisseur d'environ 15 à 18 cm. Elle peut être posée par l'intérieur ou par l'extérieur. Dans une copropriété occupée, il est toujours préférable de poser l'isolant par l'extérieur ce qui évite une gêne importante des usagers. Il est intéressant de coupler ces travaux à un ravalement de la façade qui est, rappelons-le, obligatoire au moins tous les 10 ans (Art. L 132-1 du Code de la Construction et de l'Habitation).

Posé à l'intérieur ou à l'extérieur, l'isolant doit toujours être ensuite « habillé ». On utilise pour cela différentes

techniques qui seront à proposer par l'équipe de maîtrise d'œuvre. Lorsque l'isolant est extérieur, il y'a essentiellement deux techniques d'habillage : l'enduit sur isolant d'une part et le bardage ou la vêtiture d'autre part. Ces deux techniques se distinguent par des coûts très différents : les solutions avec bardage sont plus riches architecturalement mais plus coûteuses.

### 2. Renforcement de l'isolation thermique en toiture

La résistance thermique à ajouter correspond, en fonction du type d'isolant, à une épaisseur pouvant varier de 25 à 40 cm. Sur une toiture terrasse, on utilisera du polyuréthane (d'autres isolants existent comme la

laine de roche compacte) l'épaisseur nécessaire étant de l'ordre de 25 cm. En cas d'isolation en combles, on utilise généralement des isolants fibreux, parce que moins chers, mais l'épaisseur nécessaire peut atteindre 30 voire 40 cm.

### 3. Renforcement de l'isolation thermique du plancher bas

Il s'agit généralement du plancher du rez-de-chaussée, éventuellement du premier niveau lorsque le bâtiment est construit sur des commerces :

- **Si ce plancher est en contact avec des locaux non chauffés** (cave, garage, vide sanitaire, commerces, etc.) sa résistance thermique doit être renforcée par un isolant dont l'épaisseur peut varier de 10 à 15 cm selon sa nature.

- **En présence de caves et de garages**, la projection de matériaux fibreux au titre de l'isolation peut être envisagée. Elle reste moins performante que l'isolation par des panneaux ou rouleaux d'isolants d'où une épaisseur devant être plus importante.

- **Dans le cas où le plancher bas se trouve sur un**

**terre-plein**, il n'est pas possible de l'isoler plancher, sauf à le démolir. Dans ce cas précis, le maître d'œuvre recherchera des alternatives acceptables qui vont réduire les déperditions sans pour autant avoir le même effet que la disposition initialement souhaitée.

### 4. Fenêtres et portes-fenêtres

Les menuiseries extérieures doivent être remplacées pour renforcer leur résistance thermique, (ce qui suppose du double vitrage muni d'un revêtement sélectif à faible émissivité) et pour les rendre étanches à l'air.

Les copropriétaires ont souvent déjà changé leurs fenêtres et ne souhaitent pas recommencer. La rénovation thermique perd en performance si la façade intègre un patchwork de solutions. Ce sujet est souvent l'objet de discordes au sein des copropriétés, l'enjeu doit être clairement exposé et



discuté en assemblée. Une solution intéressante est l'achat groupé de fenêtres.

### 5. Rendre étanche à l'air le bâtiment et tous les logements

Dans les bâtiments performants, l'enveloppe doit être étanche à l'air. Les défauts d'étanchéité conduisent à des surconsommations de l'ordre de 30 à 40 % sans compter l'inconfort. Selon la nature des murs, il peut être nécessaire de mettre en œuvre des films d'étanchéité à l'air. La jonction des menuiseries et des murs doit être traitée avec grand soin par l'utilisation d'adhésifs spéciaux. Les fourreaux de l'installation électrique peuvent également être à l'origine d'infiltrations d'air et devront être obturés.

### 6. Installer une ventilation performante

Dans les bâtiments performants, la ventilation doit fournir des débits suffisants et récupérer la chaleur de l'air extrait partout où cela est possible.

Le choix de rendre l'enveloppe du bâtiment étanche est essentiel pour garantir le niveau de consommation de chauffage d'une part et le confort des occupants d'autre part.

Ventiler représente une charge thermique importante, de l'ordre de 40 à 45 kWh/m<sup>2</sup>/an, si l'on respecte les débits minimum nécessaires. Or cette charge atteint pratiquement le niveau de la consommation de chauffage visé. Il paraît donc impossible de ventiler correctement sans récupérer la chaleur de l'air extrait.

## 7. Changement du générateur de chaleur

Comme pour les menuiseries extérieures, la nécessité de changer la chaudière est souvent mal comprise.

Les chaudières existantes sont souvent deux fois plus puissantes que les besoins exigés même par grand froid. Après la rénovation, cette surpuissance est multipliée par au moins cinq. Aucune chaudière ne fonctionne de manière satisfaisante dans une plage située entre 0 et 10 % de sa puissance maximum. Son rendement se dégrade considérablement et la consommation après rénovation est alors plus élevée que prévu. En d'autres termes, les économies financières attendues ne seront pas au rendez-vous. Ceci est vrai aussi bien pour des chaudières individuelles que pour les chaudières collectives.

Il est donc nécessaire, même si la chaudière n'a que 10 ans, d'accepter ce changement, au profit d'une chaudière moderne utilisant la technique de la condensation et d'une puissance adaptée aux besoins réels redéfinis par la rénovation.

## 8. Amélioration de l'installation de production d'eau chaude sanitaire

Le rendement d'une installation de production et de distribution d'eau chaude sanitaire est généralement très bas, de l'ordre de 20 ou 25 %.

Comme il est impensable de redessiner le réseau de distribution, s'il est trop long ou mal conçu, la principale amélioration possible consiste à :

- **mettre en place des matériels hydro-économiques** (économiseurs d'eau) au nez des robinets,
- **calorifuger très soigneusement** tous les organes de la production d'eau chaude,
- **renforcer le calorifugeage de la distribution vers les logements** qui constituent généralement la principale source de pertes.

Ces travaux sont peu coûteux et permettent généralement d'importantes économies.

Pour s'assurer de la performance énergétique d'un bâtiment rénové, certains paramètres sont à respecter :

## Que faire si la chaudière n'a qu'un ou deux ans ?

→ On peut maintenir en place cette chaudière à la condition de la coupler à un ballon de stockage dimensionné pour qu'elle ne se mette en route que deux ou trois fois par jour maximum. Ce faisant, elle travaillera à pleine charge avec un rendement qui restera acceptable. Le niveau de consommation dans le bâtiment sera assez peu affecté par le maintien en place de la chaudière.

→ Lorsque la chaudière tombera en panne dans quelques années, il conviendra de la remplacer par un modèle beaucoup moins puissant et donc moins cher et de neutraliser le ballon qui n'aura alors plus d'intérêt. Toutefois, cette solution n'optimisant pas les consommations, il est préférable de procéder au remplacement de la chaudière par un modèle bien adapté aux nouveaux besoins.

## Bon à savoir

→ Une fenêtre posée il y a plus de dix ans n'est pas au niveau des performances exigées pour une rénovation thermique BBC.

→ La plupart des fenêtres en place n'ont pas de qualité d'étanchéité à l'air et les doubles vitrages ne sont pas de type peu émissif.

## Ce que dit la loi

→ La loi autorise aujourd'hui à placer les menuiseries extérieures dans les travaux d'intérêt collectif portant sur les parties privatives.

## BBC, UNE GARANTIE PERFORMANTE ET... DURABLE

- la conformité des travaux avec les exigences du cahier des charges,
- la qualité de la réalisation et de la mise en œuvre,
- l'utilisation du bâtiment.

Le dernier point renvoie aux usages que chaque habitant fait de son logement.

La garantie d'une rénovation thermique performante et durable repose in fine sur un comportement responsable : un usage raisonné et parcimonieux de l'énergie pour le respect de l'environnement.

Lyon 8° - Bâtiment réhabilité avec isolation par l'extérieur





# CAHIER TECHNIQUE

## - PRÉCONISATIONS TECHNIQUES -

### MÉTHODES POUR ATTENDRE LES OBJECTIFS

Les objectifs énergétiques « physiques » fixés, il reste à savoir comment les atteindre.

#### **La Métropole de Lyon accepte trois méthodes :**

- 1.** Le calcul THCEex (vérification par les équipes d'animation de l'atteinte du niveau de performance). C'est le calcul réglementaire classique.
- 2.** L'obtention du label BBC rénovation Effinergie. Attention, il s'agit exactement de la même méthode que précédemment, mais la validation est octroyée non par les équipes d'animation locales, mais par les organismes certificateurs.
- 3.** La réalisation de « bouquets de travaux » selon plusieurs solutions possibles pré-définies.

Il est à noter qu'il n'existe qu'un seul outil capable d'approcher de manière suffisamment fiable les performances d'un bâtiment à très basse consommation : la simulation thermique dynamique.

Cet outil de modélisation a permis de mettre au point des ensembles de solutions techniques (aussi appelés des « bouquets ») qui conduisent au bon résultat sans avoir besoin de faire de calculs complexes.

L'utilisation de ces bouquets de solutions garantit un niveau de performance satisfaisant et permet de faire l'économie de la phase de « propositions d'action du diagnostic » dans laquelle chaque maître d'œuvre devait proposer des solutions techniques en fonction d'objectifs pas toujours bien définis et à partir de méthodes de calcul en général peu adaptées.

Ces solutions appartiennent au Référentiel de la Métropole de Lyon et toutes les rénovations pourront être réalisées avec l'un des nombreux bouquets proposés.

Chaque bouquet fixe une exigence sur l'ensemble des paramètres suivants :

- La place de l'isolant des murs : à l'intérieur ou à l'extérieur
- Le niveau d'étanchéité à l'air visé.

A partir de son expérience, l'équipe de maîtrise d'œuvre doit évaluer si l'étanchéité du bâtiment rénové pourra être très performante ( $n_{50} = 1$  vol/h) ou bien si elle sera de qualité moyenne ( $n_{50} = 3$  vol/h).

Ce constat d'expert devra être fait dès le départ, avant que la rénovation ne soit réalisée en tenant compte de :

- la résistance additionnelle à placer sur les murs,
- la résistance additionnelle à placer sur le plancher bas du niveau inférieur (rez-de-chaussée, ou R+1),
- la résistance additionnelle à placer en toiture,

- la performance des menuiseries extérieures,
- la nature de la ventilation mécanique,
- la nature du nouveau générateur de chaleur.

L'examen de la typologie des bâtiments lyonnais fait apparaître deux configurations selon l'épaisseur des planchers et des refends.

En effet, certains bâtiments sont dotés de planchers dont l'épaisseur est d'environ 40 cm, souvent constitués de béton de mâchefer. Ces planchers forment de redoutables ponts thermiques qui deviennent la principale source de déperdition lorsque l'on isole par l'intérieur.

Il a donc paru nécessaire de traiter séparément le cas de ces bâtiments et celui des bâtiments courants dans ce document.

Concernant le choix du type de ventilation, on se reportera à la partie "Ventilation et migration de vapeur" du présent cahier technique.

## EXIGENCES DE L'ENVELOPPE

### 1. Cas des bâtiments avec dalles et refends épais

On considère dans ce qui suit qu'une dalle est dite « épaisse » lorsque son épaisseur dépasse 30 cm.

Tous les bouquets de solutions sont

compatibles avec l'ensemble des critères et des contraintes de résistance thermique imposés par l'ECO PTZ ou l'ANAH.

#### → Isolation par l'intérieur

Il n'existe aucune solution en isolation par l'intérieur. Ceci est dû au rôle prépondérant des ponts thermiques (ils représentent encore la moitié des déperditions après isolation).

#### → Isolation par l'extérieur

Il existe cinq bouquets de solutions en isolation par l'extérieur :

#### Bouquets de solutions pour bâtiments avec dalles ou refends très épais (>= 30 cm)

N° Solution	Etanchéité air n50 (vol/h)	Résistances additionnelles [m².K/W]			U [W/m².K] Vitrages	Ventilation	
		Murs	Plancher bas	Toiture		double flux	hygro.
1	3,0	6,0	4,5	10,0	0,8	X	
2	1,0	6,0	4,5	10,0	1,1	X	
3	1,0	6,0	4,5	10,0	1,1		X
4	1,0	4,5	2,5	7,5	0,8	X	
5	1,0	4,5	2,5	7,5	0,8		X

Pour la production de chaleur et les éléments de l'installation, ainsi que pour l'ECS et l'électricité, les prescriptions à respecter figurent au tableau " Règles à respecter pour le choix du générateur en fonction de l'énergie qui l'alimente", de la partie "Exigences pour les équipements".

## 2. Cas des bâtiments courants

Voici les bouquets de solutions pour les bâtiments courant, c'est-à-dire avec une épaisseur de dalle inférieure à 30 cm.

### Bouquets de solutions pour bâtiments courants :

N° Solution	Isolation		Etanchéité air n50 (vol/h)	Résistances additionnelles [m <sup>2</sup> .K/W]			U [W/m <sup>2</sup> .K]	Ventilation	
	Int.	Ext		Murs	Plancher bas	Toiture		Vitrages	double flux
1	X		1,0	7,5	4,5	10,0	1,1	X	
2	X		1,0	4,5	4,5	7,5	0,8	X	
3	X		1,0	6,0	4,5	10,0	0,8		X
4		X	3,0	6,0	4,5	10,0	1,1	X	
5		X	3,0	4,5	2,5	7,5	0,8	X	
6		X	3,0	6,0	4,5	10,0	0,8		X
7		X	1,0	4,5	4,5	10,0	1,7	X	
8		X	1,0	6,0	4,5	10,0	1,7		X
9		X	1,0	2,8	4,5	7,5	1,1	X	
10		X	1,0	4,5	2,5	7,5	1,1		X
11		X	1,0	2,8	2,5	7,5	0,8		X
12		X	1,0	2,8	2,5	7,5	0,8	X	

**Remarques :** La ventilation hygro-réglable, malgré des débits plus faibles que la ventilation double flux, conduit à une consommation de chauffage supérieure de 10 kWh/m<sup>2</sup>Shab/an à celle de la ventilation double flux. Mais comme elles consomment moins d'électricité, le bilan a été fait sur la somme du poste chauffage et consommation électrique.

Pour les menuiseries,  $U_w = 1,7 /m^2K$  correspond à des doubles vitrages peu émissifs à lame d'argon,  $U_w = 1,1 W/m^2K$  à des triples vitrages sur menuiserie bois massif sans rupteur de pont thermique, et  $U_w = 0,8 W/m^2K$  également à des triples vitrages mais sur menuiserie bois munie de rupteurs thermiques.

Afin de fixer les ordres de grandeur, voici les épaisseurs requises pour divers valeurs de la résistance thermique en fonction de la conductivité des matériaux utilisés :

### Épaisseur d'isolant en cm, déterminé en fonction de la résistance et de la conductivité des matériaux

Résistance [m <sup>2</sup> K/W]	Conductivité [W/mK]				
	0,025	0,032	0,035	0,040	0,045
2,5	6,3	8,0	8,8	10,0	11,3
2,8	7,0	9,0	9,8	11,2	12,6
4,5	11,3	14,4	15,8	18,0	20,3
6,0	15,0	19,2	21,0	24,0	27,0
7,5	18,8	24,0	26,3	30,0	33,8
10,0	25,0	32,0	35,0	40,0	45,0

### Plage de conductivité des différents matériaux isolants, en fonction de leurs caractéristiques propres

Matériaux	Plage de conductivité [W/mK]
Polystyrène expansé	0,030 - 0,042
Laine de verre	0,030 - 0,040
Laine de roche	0,034 - 0,040
Polyuréthane	0,021 - 0,028
Laine de bois	0,038 - 0,042
Ouate de cellulose	0,038 - 0,040
Verre cellulaire	0,042 - 0,050
Laine de chanvre	0,041 - 0,044
Isolant sous vide	0,005

### 3. Cas particuliers

L'approche par bouquets de combinaisons techniques cohérentes entre elles apparaît comme une solution économique, efficace et précise pour atteindre les objectifs ambitieux exigés, sans avoir à faire de calcul complexes.

Toutefois, l'application de ces bouquets doit conserver une certaine souplesse car la rénovation présente souvent des situations spécifiques atypiques.

Quelques cas particuliers sont envisagés dans ce qui suit et permettent de déroger à certaines des exigences précédentes du référentiel :

#### → Impossibilité d'isoler le plancher bas

Dans ce cas, deux solutions alternatives sont possibles. Elles vont réduire les déperditions sans pour autant avoir le même effet que la disposition initiale qui était souhaitée :

**1. Placer une isolation verticale sur le mur extérieur, en continuité avec l'isolant du mur, depuis le nez de la dalle jusqu'à la semelle de la fondation.**

On utilisera pour cela un matériau d'isolation imputrescible. Lorsque l'isolation est intérieure, on prolongera de 0,6 m cet isolant au-dessus du niveau du sol afin de traiter le pont thermique d'about de dalle. Un habillage de cet isolant sera alors



nécessaire.

Des travaux de simulation dynamique ont permis de montrer que, selon les cas, la part des pertes dues à la non isolation de la dalle basse peut être en partie compensée, à hauteur de 30 % (ITI) à plus de 50 % (ITE). La hauteur d'isolant doit être la plus importante possible (mais on ne peut guère aller sous la semelle de fondation au risque d'une décompression des terres), et la résistance de l'isolant doit être à minima de 3,0 m<sup>2</sup>K/W (il s'agit d'isolant imputrescible).

**2. Placer une bande d'isolation horizontale sur la totalité de la périphérie de l'immeuble, le long du mur extérieur.**

L'isolant sera ensuite recouvert d'une chape de 5 ou 6 cm d'épaisseur. Cette bande doit être la plus large possible (au moins 1 m) et sa résistance doit être d'au moins 2 m<sup>2</sup>K/W. L'amélioration apportée par cette solution est du même ordre de grandeur que la solution précédente : de l'ordre de 30 à 50 %.

Lorsque le bâtiment donne directement sur la rue, aucune de ces deux solutions ne sera possible. L'équipe de maîtrise d'œuvre devra alors trouver une solution spécifique permettant au moins de casser le pont thermique causé par cette situation. Casser ce pont thermique est indispensable surtout pour éviter les pathologies liées à des condensations superficielles plus que pour réduire les déperditions.

Les bouquets de solutions proposent des résistances additionnelles ne dépendant pas de la nature des parois existantes (pierre, béton, brique...).

Elles ont été établies pour des bâtiments dont les parois opaques ne possédaient aucune isolation (mur « nu »). Il arrive toutefois que le bâtiment à rénover comporte des parois « un peu » isolées. C'est le cas lorsque les murs sont en béton cellulaire (ou tout autre matériau à isolation répartie), ou même lorsqu'ils comportent déjà un doublage. Cela n'aurait guère de sens

d'imposer une isolation thermique additionnelle complémentaire comme si le mur était nu.

En conséquence, il est accepté que la résistance mise en place au titre du bouquet de solutions sélectionné par le maître d'œuvre soit égale à la résistance qu'il aurait fallu mettre en œuvre sur la paroi nue diminuée de la résistance de l'isolation en place pour autant que celle-ci soit supérieure à 0,5 m<sup>2</sup>K/W (il n'est ici pas question de prendre en compte la résistance d'un mur ordinaire, mais seulement celle d'un mur en partie isolé) et que la présence de cet isolant soit attestée et prouvée. Cette disposition est admissible à la condition que l'isolation en place soit encore en bon état.

*Attention : la conductivité des produits isolants utilisés il y a 30 ou 40 ans n'est parfois pas la même que celle du même matériau aujourd'hui (cas du béton cellulaire par exemple).*

#### Impossibilité d'isoler le plancher bas



**Solution 1**

**Isolation verticale sous le niveau du sol pour pallier l'absence d'isolant sous dalle**



**Solution 2**

**Isolation horizontale en périphérie pour pallier l'absence isolant sous dalle**

## → Rénovation des logements chauffés par convecteurs électriques

Le paragraphe suivant définira la nature des systèmes de chauffage à mettre en place lors de la rénovation. Il est toujours possible de changer d'énergie lors de la rénovation, mais dans la plupart des cas c'est l'énergie en place qui est conservée.

Lorsque le chauffage avant rénovation est assuré par des convecteurs

électriques, on peut accepter pour des raisons économiques de conserver ces convecteurs. Mais la contrepartie légitime est un renforcement de l'isolation de l'enveloppe selon une règle toujours appliquée à l'électricité depuis la création des Réglementations Thermiques en 1974.

Toutefois, le niveau d'exigence devient assez sévère et peu de solutions peuvent être proposées :

**1. Cas des bâtiments ayant des dalles et/ou des refends épais :** il n'existe qu'une seule possibilité.

N° Solution	Isolation		Étanchéité air n50 (vol/h)	Résistances additionnelles [m <sup>2</sup> .K/W]			U [W/m <sup>2</sup> .K]	Ventilation	
	Int.	Ext		Murs	Plancher bas	Toiture		Vitrages	double flux
1		X	1,0	6,0	6,5	10,0	0,8	X	

**2. Cas des bâtiments courants :** Il n'existe là aussi qu'une seule possibilité.

N° Solution	Isolation		Étanchéité air n50 (vol/h)	Résistances additionnelles [m <sup>2</sup> .K/W]			U [W/m <sup>2</sup> .K]	Ventilation	
	Int.	Ext		Murs	Plancher bas	Toiture		Vitrages	double flux
1		X	1,0	6,0	4,5	10,0	0,8	X	

## EXIGENCES POUR LES ÉQUIPEMENTS

On traitera dans ce qui suit de l'installation de chauffage, de celle d'eau chaude sanitaire et de l'installation électrique.

### 1. L'installation de chauffage

Après la rénovation, le générateur de chaleur en place sera surpuissant : cette surpuissance sera d'un facteur 5 à 10. Aucun générateur n'est capable de fonctionner en permanence dans une plage allant de 0 à 10% ou 20 % de sa puissance maximum sans tomber en panne. Même s'il parvenait à fonctionner, son rendement annuel

d'exploitation serait mauvais et les performances éloignées des objectifs économiques poursuivis.

### → Il est impératif de changer le générateur de chaleur

Les règles à respecter pour le choix du générateur en fonction de l'énergie qui l'alimente sont les suivantes :

Énergie	Règles à respecter
<b>Gaz</b>	Pose d'une chaudière à condensation. Température de retour inférieure en permanence à 50°. Réutilisation souhaitable des radiateurs existants. Adaptation du régime de température pour un retour basse température recherché.
<b>Fioul</b>	Pose d'une chaudière à condensation. Température de retour inférieure en permanence à 50°. Réutilisation souhaitable des radiateurs existants (ils seront surdimensionnés et permettront un retour à basse température).
<b>Bois (ou biomasse)</b>	Générateur à haut rendement et très faible émission de particules.
<b>Électricité</b>	Utilisation d'une pompe à chaleur (sur l'air extrait, sur pieux géothermiques, sur nappe phréatique, ou sur l'air extérieur, etc). Le coefficient annuel d'exploitation devra être supérieur ou égal à 3 dans les conditions réelles d'utilisation. Ce coefficient est le rapport de la quantité de chaleur délivrée en sortie de la pompe à chaleur à l'électricité consommée par le compresseur et tous les auxiliaires propres à la pompe à chaleur (les auxiliaires qui existeraient même si la pompe à chaleur n'était pas là ne sont pas à prendre en compte).
<b>Réseau de chaleur</b>	Sans objet. Toutefois, l'échangeur de chaleur du réseau urbain devra être calorifugé avec un isolant dont la résistance sera d'au moins 3 m <sup>2</sup> K/W.

→ Dans la mesure du possible les radiateurs existants seront conservés

Après rénovation, ils apparaîtront comme surdimensionnés, ce qui autorisera à réduire le niveau de température à l'entrée et offrira une température de sortie toujours très basse assurant en permanence, et gratuitement, de la condensation avec une très grande efficacité.

Si les radiateurs sont dans un état pouvant mettre en péril l'installation (risque de percement par suite de la corrosion notamment dans les étages inférieurs à cause de la forte pression), il ne faudra pas hésiter à les changer. En copropriété, bien qu'étant de fait dans les parties privatives, les radiateurs peuvent être placés dans les parties communes pour la durée de l'opération de rénovation puis être réintégrés dans les parties privatives après. Cela peut permettre de faciliter le financement de leur remplacement

(mais fin 2013, si la loi a bien été publiée, ce n'est pas encore le cas des décrets d'application).

→ Pour les chauffages centraux à eau chaude, la loi d'eau doit être revue et significativement abaissée pour adapter la puissance de l'installation aux besoins réels. Cet abaissement doit être fait très soigneusement en adoptant une température au plus juste. En effet, les températures excessives conduisent à des températures intérieures trop élevées, et donc à des surconsommations de chauffage préjudiciables au bilan économique de l'opération de rénovation.

→ Le calorifugeage de la distribution de chauffage devra être repris pour toutes les parties situées en dehors des volumes chauffés.

Les épaisseurs finales ne devront pas être inférieures aux valeurs suivantes obtenues avec des coquilles en fibres minérales :

Diamètre canalisation de chauffage	Calorifugeage (épaisseur)
≤ 26/34 mm	30mm
26/34 < Ø ≤ 66/76 mm	40mm
Ø > 66/76 mm	50mm

Avec une conductivité de l'isolant inférieure ou égale à 0,035 W/m°C.

## 2. L'installation de production et de distribution d'eau chaude sanitaire

On ne peut pas modifier les caractéristiques architecturales de l'installation de distribution d'eau chaude sanitaire qui est pourtant à l'origine de la moitié des pertes liées au poste eau chaude. Cependant, on peut faire un certain nombre d'améliorations, celles qui suivent font partie du Référentiel du Grand Lyon :

- Mettre des limiteurs de débit auto régulés et calibrés au nez des robinets de la salle de bain (hormis sur la baignoire) et de la cuisine. On choisira un débit de 4 l/min. Mettre sur la douche une douchette à économie d'eau (débit : 7,5 l/min).
- Compléter le calorifugeage des ballons de stockage d'eau chaude sanitaire de façon à ce que la résistance thermique finale soit d'au moins 3,0 m²K/W,

• Calorifuger dans la chaufferie ou la sous station tous les organes de la production d'eau chaude sanitaire qui ne le sont pas : vannes, corps de pompe, le raccordement des compteurs de chaleur, échangeur de chaleur, filtres, etc. : ce sont des sources de pertes importantes.

• Reprendre et renforcer l'ensemble du calorifugeage de la distribution d'eau chaude depuis la chaufferie ou la sous station jusqu'au logement le plus éloigné. Les résistances thermiques en place sont toujours insuffisantes, lorsqu'elles ne sont pas complètement arrachées. Les pertes de la distribution d'eau chaude sanitaire sont tellement élevées qu'elles doublent la consommation d'énergie nécessaire du poste eau chaude.

Exemples de calorifugeage d'organes en chaufferie



Ce calorifugeage devrait être fait avec soin (notamment au passage de chaque collier qui constitue un pont thermique) et les épaisseurs finales ne devront pas être inférieures aux valeurs suivantes :

Diamètre canalisation de chauffage	Calorifugeage (épaisseur)
≤ 26/34 mm	30mm
26/34 < Ø ≤ 66/76 mm	40mm
Ø > 66/76 mm	50mm

Avec une conductivité de l'isolant inférieure ou égale à 0,035 W/m/°C.

### 3. L'installation électrique

Sont présentées ici les améliorations de l'installation électrique pouvant conduire à une réduction des consommations d'électricité.

Les exigences pour ce qui est de l'installation électrique sont :

- **Équiper le logement d'ampoules basse consommation** là où il n'y en a pas encore. Rappelons qu'une directive européenne a progressivement interdit à la vente la quasi-totalité des lampes à incandescence. Et il ne devrait plus être possible de remplacer une lampe à incandescence tombant en panne par une autre du même type. Cette mesure revient donc en réalité à accélérer le changement des foyers lumineux par des ampoules fluo compactes ou des LED.
- Placer dans chaque logement, sur indications du propriétaire, une **barrette multiprises avec interrupteur** sur le site audiovisuel (téléviseur,

magnétoscope, lecteur de DVD, chaîne hi-fi, etc.) et sur le site informatique principal (ordinateur, écran, imprimante, etc.). Celle-ci coupe l'alimentation des appareils lorsqu'on ne s'en sert plus et récupère ainsi la consommation de veille.

- **Dans la cuisine, le four ou la table de cuisson et l'appareil de froid ne doivent pas être côte à côte.** Si tel était le cas, la solution sera de modifier l'aménagement de manière à laisser un espace d'au moins un module (60 cm) entre les deux appareils, sinon, ils consommeront tous les deux plus d'électricité.
- Sensibiliser les occupants à l'achat de matériel à très haute performance énergétique lors du renouvellement de leurs appareils. Leur laisser un document sur les gestes quotidiens permettant d'économiser l'électricité.

## EXIGENCES DIVERSES

### 1. Désembouage préalable de l'installation de chauffage

À moins que l'opération n'ait été faite il y a moins de 5 ans, on procédera avant tout travaux à un désembouage

soigné de l'installation, voire au nettoyage des émetteurs de chaleur (radiateurs), s'ils sont conservés.

### 2. Équilibrage de l'installation

A la fin des travaux de rénovation, la « carte » des débits de l'installation aura changé. Il sera donc nécessaire

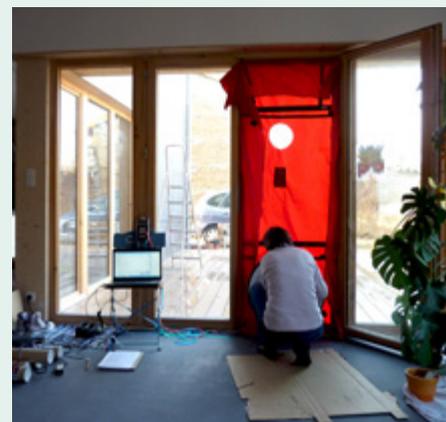
et obligatoire de procéder à un équilibrage soigné, construit sur une méthodologie rigoureuse.

### 3. Test d'étanchéité à l'air

Le principe des bouquets de solutions consiste à choisir un niveau de perméabilité à l'air au moment de la conception du projet de rénovation, puis de prendre ensuite les dispositions qui permettent d'atteindre cet objectif. Le poids des défauts d'étanchéité à l'air étant tellement important dans la consommation finale, il est

nécessaire de ne pas s'éloigner de l'objectif.

Un test d'étanchéité à l'air sera donc fait obligatoirement en fin de chantier et la valeur « objectif » devra être respectée. Afin de s'assurer assez tôt de ce résultat, on pourra procéder à un test intermédiaire avant que les finitions soient en place.



## - VENTILATION ET MIGRATION DE VAPEUR -

Les deux principaux problèmes que l'on peut rencontrer lors d'une rénovation thermique sont la mise en œuvre d'une ventilation et le contrôle de la migration de vapeur. Ces deux thèmes constituent des problèmes parce qu'ils sont souvent oubliés ou négligés au moment des rénovations. Ils posent cependant des questions spécifiques qu'il faut prendre en compte avec soin lors de la rénovation.

### LA VENTILATION

De nombreuses raisons justifient de ventiler un logement : on doit éliminer le gaz carbonique, apporter de l'oxygène, éliminer les odeurs, la fumée et la vapeur d'eau. On doit aussi éliminer les gaz qui émanent des matériaux de construction, des matériaux d'ameublement comme les composés organiques volatils : parmi eux, le formaldéhyde, classé cancérigène certain. Ventiler répond donc d'abord à un problème sanitaire.

Avant la rénovation, la ventilation se faisait plus ou moins bien au moyen

des infiltrations d'air qui existaient au droit des fenêtres, des portes, des trappes, des fourreaux électriques, des toitures, etc. Mais après les travaux de rénovation, toutes ces infiltrations auront disparu et la ventilation « naturelle » du logement n'existera plus.

C'est la raison pour laquelle il est si important de penser à mettre en place une ventilation « de substitution ». Il en va des conditions d'hygiène élémentaire et de confort dans le bâtiment.

### 1. Quel débit d'air faut-il choisir ?

Pour maintenir une concentration en gaz carbonique de 1000 ppm à l'intérieur des logements (valeur recommandée par le Haut Conseil à la Santé Publique), il faut un débit de renouvellement d'air de 27 m<sup>3</sup>/h par personne, ce qui correspond

sensiblement à 0,5 vol/h. Pour le formaldéhyde ce taux est de 0,6 vol/h en permanence (puisque l'émission de ce gaz est continue). Ce sont ces valeurs qu'il est recommandé de mettre en œuvre au cours d'une rénovation.

Mais un tel débit d'air pose un problème : il faut beaucoup d'énergie pour chauffer l'air avant de l'introduire dans le logement, ce qui augmente considérablement la consommation de chauffage : de 40 à 45 kWh/m<sup>2</sup>Shab/an à Lyon pour un taux de renouvellement d'air de 0,5 vol/h. Il faut donc récupérer la chaleur de l'air extrait si on veut atteindre les consommations qui sont visées. C'est ce que fait la ventilation double flux qui est dotée d'un échangeur de chaleur dont l'efficacité ne doit pas être inférieure à 70 % en régime de fonctionnement établi.

Il existe une autre manière de faire de la ventilation en économisant l'énergie : la ventilation hygro-réglable. Son principe consiste à réduire le débit d'air quand les usagers sont absents. Elle est donc censée assurer un débit moyen de l'ordre de 0,3 vol/h, avec des pointes à 0,5 vol/h au moment où les usagers sont présents. Mais les suivis effectués récemment montrent que le



débit ne varie pas au cours d'une journée, et qu'il est à peu près le même pour les installations hygro-réglables ou double flux (c'est-à-dire 0,5 vol/h). Dans le cas de l'hygro-réglable, il n'y a aucune récupération de chaleur, ce qui conduit à des consommations beaucoup plus élevées que prévues.

Au moment du choix de l'un des bouquets de solutions, il faudra que la copropriété et son maître d'œuvre se positionnent par rapport au type de ventilation à retenir, sachant que les hypothèses prises pour les calculs sont basées sur des débits hygro-réglables de 0,3 vol/h.

### 2. En résumé, on a le choix entre deux possibilités

#### → La ventilation hygro-réglable

Elle est relativement simple à mettre en place et plutôt bon marché mais elle conduit à un débit de ventilation qui peut être :

- suffisant d'un point de vue réglementaire mais trop faible d'un point de vue sanitaire au regard de l'élimination des polluants intérieurs, avec des risques de pathologies (Cf enquête sur la qualité de l'air\*).

\* OQAI. Campagne nationale logements. Etat de la qualité de l'air dans les logements français. Rapport final - novembre 2006.

- **trop élevé d'un point de vue réglementaire** mais offrant une meilleure qualité de l'air intérieure.

### → La ventilation double flux

Elle est parfois délicate à mettre en œuvre mais elle assure un débit suffisant et permet de récupérer la chaleur de l'air extrait.

Elle coûte en revanche plus cher et nécessite un entretien puisque les filtres d'air neufs doivent être changés impérativement tous les quatre mois. Ces filtres assurent néanmoins une qualité d'air bien meilleure.

Les solutions de ventilation décentralisée sont aujourd'hui disponibles. Elles ne nécessitent plus de réseaux de distribution. Dans chaque pièce principale, on place une « boîte » comprenant les deux ventilateurs, l'échangeur de chaleur, les filtres. Chaque caisson

est donc entièrement autonome, et peut même dans certains cas être associé à une pièce humide adjacente par laquelle sera récupéré l'air qui a été soufflé dans la pièce principale où se trouve le caisson.

Rien ne s'oppose en France à l'utilisation de ce type de ventilation. En rénovation, il n'est pas nécessaire de disposer d'avis techniques pour ces matériels (source : CSTB). En logements, il n'existe pas non plus de distance minimum entre prise et rejet de l'air. Ces systèmes offrent les mêmes garanties que les systèmes de ventilation centralisée, fournissent sensiblement le même type de performances, mais il faut effectivement faire attention au niveau sonore et faire en sorte que celui-ci ne dépasse pas 25 ou 30 dB.

## LE CONTRÔLE DE LA MIGRATION D'EAU ET DE VAPEUR

Lorsque l'on rénove un bâtiment, il se peut que ce qui fonctionnait bien avant en termes de migration de vapeur, ne fonctionne plus après que des pathologies apparaissent. Il est donc important de bien examiner la composition des murs existants afin de repérer s'il existe déjà des accumulations d'eau d'une part, et s'il existe un matériau faisant office de barrière de vapeur à l'intérieur du mur d'autre part. C'est l'existence d'une barrière de vapeur

qui peut conduire à des difficultés une fois le bâtiment rénové.

Dans la mesure du possible, il faut limiter mais toujours rendre possible la migration et le déplacement de vapeur à l'intérieur d'un mur. Pour limiter la quantité d'eau qui va migrer dans le mur, la meilleure solution est de ventiler le logement, ce qui éliminera la vapeur d'eau au fur et à mesure où elle sera produite.

La présence d'une barrière de vapeur à l'intérieur du mur rend ce scénario non fonctionnel, et il faut dans ce cas interdire à la vapeur de migrer jusqu'au composant (barrière de vapeur) qui fera écran à son passage et contre lequel il se produira alors une accumulation d'eau et des pathologies.

Il y a quatre types de barrière de vapeur qu'il faut rechercher avant de poser les isolants :

- **la présence de béton dans le mur** (facile à identifier) : le béton est un pare vapeur absolu,
- **un enduit ciment**, délicat à distinguer d'un enduit à la chaux; le ciment ne laisse pas non plus passer la vapeur,
- **un enduit plastique** généralement placé à l'extérieur; ces enduits n'existent plus guère car ils ont été à l'origine de nombreuses pathologies il y a une trentaine d'années, mais il faut rester vigilant,
- **un film pare vapeur** ou tout autre matériau faisant office (panneau composite), etc.

Si le composant pare vapeur du mur ne peut pas être retiré ou lacéré (on peut lacérer un enduit ciment à la disqueuse), il faut prendre des dispositions pour faire en sorte que la vapeur ne puisse pas atteindre le matériau pare vapeur.

Par exemple, si on place un isolant intérieur sur un mur en béton, il faut impérativement mettre un pare vapeur devant l'isolant. Si on place un isolant fibreux à l'extérieur sur un mur en pierre comportant un enduit en ciment, celui-ci devra au préalable avoir été lacéré (éventuellement retiré) pour permettre le passage de la vapeur.

Si l'isolant est revêtu d'un enduit, celui-ci devra permettre le passage de la vapeur et son coefficient  $\mu$  de résistance à la diffusion de vapeur devra être inférieur à 20.

**Contact :**

Béatrice Couturier, chargée de mission aménagement durable  
04 78 63 45 79 - [becouturier@grandlyon.com](mailto:becouturier@grandlyon.com)

**Métropole de Lyon**

20, rue du lac

CS 33569 - 69505 Lyon Cedex 03

Tél : 04 78 63 40 40

[www.grandlyon.com](http://www.grandlyon.com)

**GRANDLYON**  
LE MONTAGNE