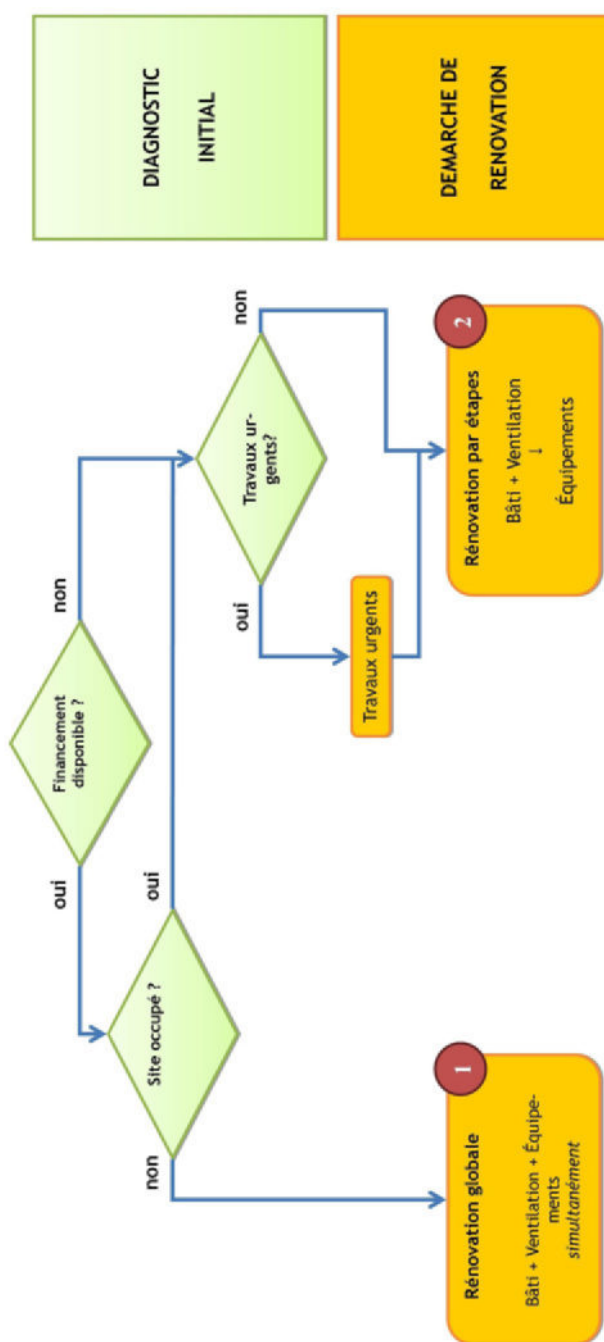


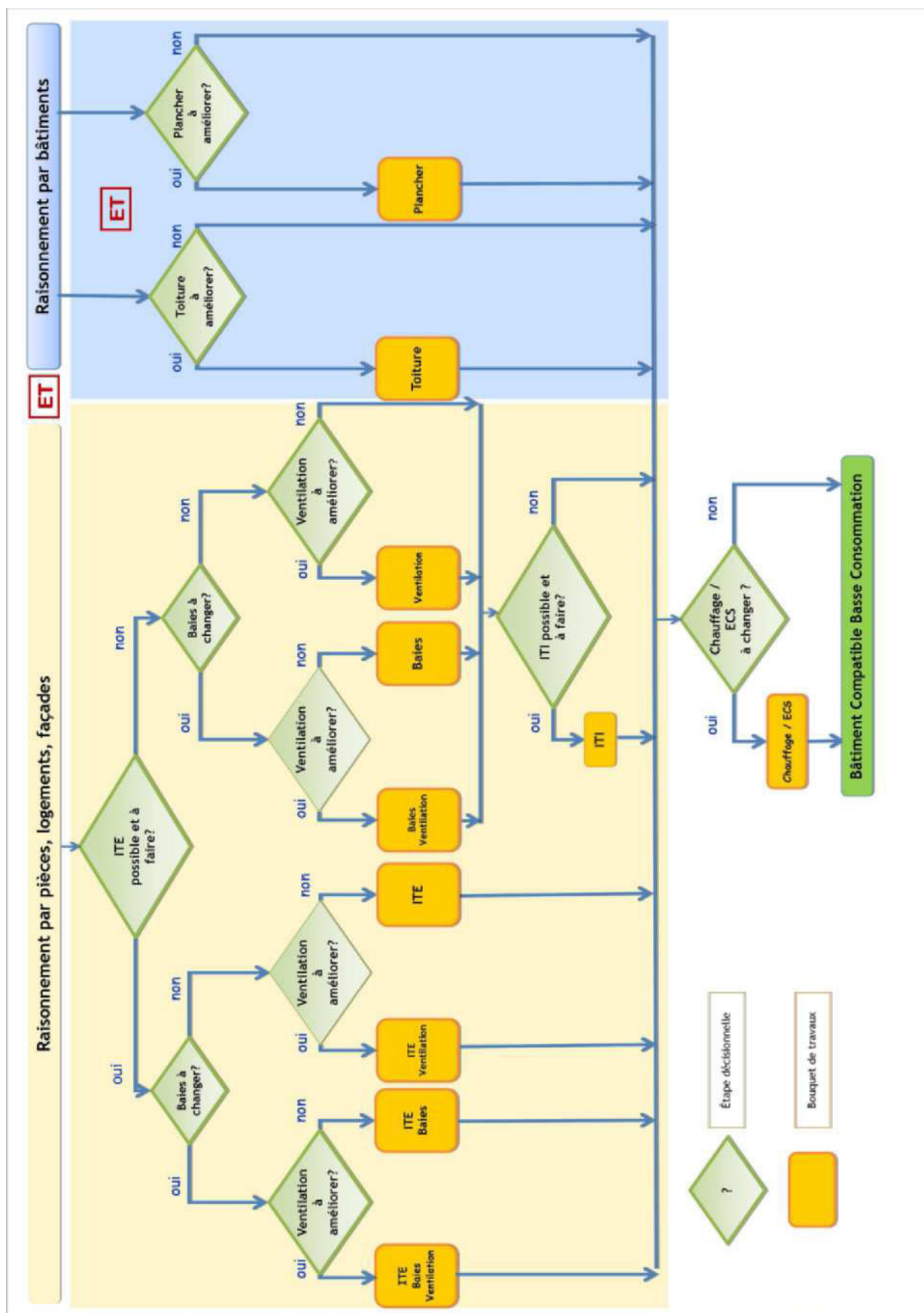


▲ Figure 1 : définition de la démarche de travaux adaptée.

2.2.1. • Option 1 : Rénovation globale

La solution la plus efficiente consiste à réaliser l'ensemble des travaux en une seule fois : un **seul "chantier"**. Les travaux à engager seront fonction des spécificités du bâtiment existant, les interventions seront notamment relatives à l'isolation des parois opaques et vitrées, l'amélioration de la ventilation et l'amélioration des systèmes de chauffage/ECS. La gestion des interfaces entre ces différents ouvrages/équipements devra évidemment être étudiée (cf. fiches « solutions techniques »).

CAS GÉNÉRAL : RÉNOVATION PAR ÉTAPES



▲ Figure 2 : Arbre décisionnel – rénovation par étapes

FICHE 3 – SOLUTIONS TECHNIQUES D'ISOLATION PAR L'INTÉRIEUR, PAROIS VERTICALES RÉCENTES

DIAGNOSTIC DE L'ETAT EXISTANT

Avant d'intervenir sur les bâtis récents (après 1948) pour une amélioration énergétique, un diagnostic spécifique est à engager dans le cadre d'une approche plus générale de la situation initiale du bâtiment et des améliorations envisageables.

Objectifs du diagnostic :

- Connaître la composition et l'état de conservation des murs ;
- identifier et aider au choix des solutions techniques d'amélioration énergétique.

Contenu du diagnostic :

- État général maçonnerie (avec ses joints) ou parois en béton (notamment éclats de béton liés à la corrosion des aciers) ; si des fissures sont apparentes, identifier leurs causes pour pouvoir les traiter si nécessaire ;
- type et épaisseur d'isolant existant éventuel ;
- état des points particuliers : linteaux, appuis, angles et sous-bassements, joints d'étanchéité entre panneaux préfabriqués, balcons, garde-corps et acrotères ;
- état physico-chimique des altérations, migrations d'humidité, d'eau.

Conclusions attendues :

- Description des ouvrages et points singuliers ;
- état de conservation, et respect des exigences actuelles (incendie, acoustique, etc..) ;
- liste des actions de réparation préalables nécessaires ;
- conditions de mise en œuvre des travaux d'amélioration énergétique ;
- liste des travaux associés.

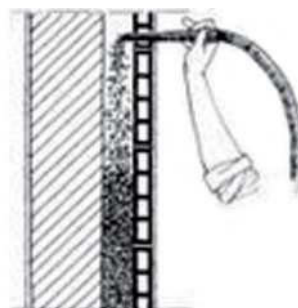
SOLUTIONS D'AMÉLIORATION ÉNERGETIQUE

Choix de la technique d'isolation par l'intérieur en rénovation

Solution de traitement des parois verticales		
Schéma	Matériaux	Mise en œuvre
 Ext.	– Revêtement intérieur – Avec ou sans pare-vapeur* – Isolation perméable à la vapeur d'eau – Mur existant – revêtement extérieur perméable à la vapeur d'eau	Isolant soit fixé mécaniquement par chevillage avec ossature (bois ou rails métalliques) pour finition soit collé sur la paroi existante avec finition contre collée.

* Avec ou sans pare vapeur en fonction de la perméabilité à la vapeur d'eau de l'isolant.

L'isolation des doubles murs avec lame d'air par insufflation est envisageable, mais une attention particulière devra être portée à l'uniformité de l'épaisseur d'isolant soufflé. Par ailleurs, l'épaisseur d'isolant ne pourra dépasser les 2 ou 3 cm de lame d'air couramment observés.



Performances énergétiques « Compatibles Basse Consommation »

Solution technique	Performances « BBC-compatibles* » R isolant [m².K/W]
ITI	3 – 4

*Valeurs moyennes, fonction de la zone climatique

Préconisations spécifiques des solutions d'amélioration:

Pour déterminer ces solutions, il faut respecter les étapes suivantes :

- **Conception globale du mur** : Classement du mur par rapport à la résistance à la pluie en fonction du site (types I, II ou III, selon DTU 20.1)

Elle consiste à déterminer les exigences de protection à l'eau de la paroi en fonction de l'exposition (situation géographique, hauteur de l'immeuble) puis en déduire les contraintes liées à chacun des éléments (isolant hydrophobe, lame d'air, etc.).

- **Choix des matériaux** (isolation thermique / pare-vapeur / paroi de doublage / revêtement extérieur supplémentaire) en fonction de leur perméance respective et du type de mur choisi précédemment :
 - Assurer une bonne étanchéité à l'air côté intérieur de l'isolant et concevoir le traitement des jointures entre matériaux,

- dans le cas d'une isolation existante, il sera nécessaire d'en vérifier la perméance et la tenue avant d'appliquer une sur-isolation.

Techniques ou dispositions à proscrire

- Mise en œuvre d'un revêtement extérieur étanche à la diffusion de vapeur d'eau, à base de polymère
- En cas d'isolation avec une lame d'air entre la paroi et l'isolant : ne jamais ventiler la lame d'air par des orifices donnant sur l'intérieur du logement.
- Aucune perforation des pare-vapeur ou freine-vapeur ne doit être faite. Les bandes de recouvrement doivent être respectées.

GESTION DES INTERFACES ⁶

Parois verticales / planchers intermédiaires ⁷

Solutions de traitement du plancher intermédiaire	Préconisations « interaction »		
Titres	ITI simple	« Boîte dans la boîte » partielle ou complète	ITI continue entre les solives
Schémas			
Performances thermiques			

Les solutions de traitement thermique de la liaison « paroi verticale – plancher intermédiaire » en isolation thermique par l'intérieur ainsi que les éventuelles dégradations hygrothermiques associées, sont aujourd'hui mal maîtrisées. La réalisation de simulations sur un échantillon représentatif de liaisons « paroi verticale – plancher intermédiaire » permettrait de débloquer partiellement la situation critique actuelle et mieux appréhender le comportement hygrothermique de cette liaison.

■ ⁶ Performances thermiques calculées par le CSTB, guide Amélioration thermique des Bâtiments Collectifs, 2011.

■ ⁷ Lors d'une isolation par l'intérieur, la présence de balcon influe peu sur les performances énergétiques, il est cependant conseillé de proposer des solutions en « boîte dans la boîte » ou « continue entre les solives ».

Parois verticales / menuiseries

Solutions de traitement de la liaison menuiserie	Préconisations « interaction »			
Titres	Au droit intérieur du porteur	Au droit de l'isolant *	Au milieu du porteur avec retours isolés	Au milieu du porteur sans retour isolé
Schémas				
Performances thermiques				

* Solution obligeant au changement de menuiseries

Parois verticales / planchers hauts

Solutions de traitement du plancher haut	Préconisations « interaction »			
Titres	Combles aménagés ITI simple	Combles aménagés « Boîte dans la boîte » Partielle* ou complète	Toiture-terrasse ITE	Toiture-terrasse ITI/ITE
Schémas				
Performances thermiques				

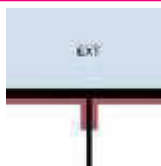
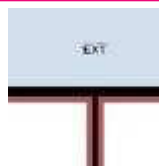
A minima retour d'isolant au-dessus et en dessous de 60 cm

Parois verticales / planchers bas

Solutions de traitement du plancher bas	Préconisations « interaction »		
Titres	« Boîte dans la boîte »	En sous-face	« Boîte dans la boîte » + sous-face
Schémas			

Solutions de traitement du plancher bas	Préconisations « interaction »		
Performances thermiques			

Parois verticales / refends et mitoyens

Solutions de traitement du refend	Préconisations « interaction »		
Titres	ITI simple	Traitement partiel *	Traitement total
Schémas			
Performances thermiques			

* A minima descente d'isolant de 60 cm

Ventilation

Des réflexions sur la ventilation du logement doivent être engagées pour chaque réhabilitation, même si des mesures partielles, comme par exemple le remplacement des fenêtres, sont prévues. Il faut dans tous les cas assurer une ventilation suffisante.

Une réhabilitation avec une isolation des parois et/ou un changement des fenêtres modifie l'étanchéité à l'air du bâtiment. Il faut donc reconsidérer la ventilation des logements. Il est nécessaire d'installer un système de ventilation qui assure un renouvellement d'air suffisant ; soit uniquement dans les pièces humides (entrées d'air et grilles d'extraction uniquement dans les pièces humides), soit par balayage intégral des logements (solution à privilégier, entrées d'air en pièces de vie et grilles d'extraction en pièces humides).

En tout état de cause il faut veiller à ce que les entrées d'air et les grilles de ventilation ne soient pas condamnées ou supprimées lors des travaux de rénovation, et ce tant qu'il n'y a pas un autre système de ventilation installé.

Systèmes énergétiques

- Par principe, la priorité lors d'une rénovation est de réduire les besoins de chauffage par l'isolation du bâti pour ensuite mettre en place un générateur adapté ;
- Lorsque la réduction des besoins de chauffage est conséquente, il importe de vérifier l'adaptation du système de chauffage existant (réglage loi d'eau, régulation, puissance installée, etc.).



APPROCHE GLOBALE

Approche globale	Points de vigilance
État général de conservation de la façade	Selon les matériaux de façade, l'isolation thermique par l'intérieur peut accentuer les mouvements différentiels des maçonneries entre les périodes chaudes et froides : risque faible de fissure, en particulier pour les parois non chargées.
Sécurité incendie	Les travaux doivent respecter les recommandations de la circulaire du 13 décembre 1982 : ne pas aggraver la situation en matière de sécurité incendie. Les solutions sont présentées dans le « Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation contre les risques d'incendie » édité par le CSTB.
Conforts (hiver, été)	Une isolation thermique par l'intérieur masque l'inertie thermique du mur extérieur. Si l'inertie existante (refends, planchers) est faible, la mise en œuvre de revêtements lourds du côté intérieur du logement peut en partie compenser l'effet de l'isolation.
Santé hygiène	Isoler thermiquement la paroi sans revoir le système de ventilation existant peut engendrer une apparition de moisissure sur les parois froides et un risque de condensation dans la masse. Les travaux d'amélioration de la ventilation limitent ce risque.
Acoustique	Il existe un risque de diminution des performances acoustiques intérieures entre locaux contigus en cas d'isolation thermique intérieure rigide et peu épaisse (polystyrène standard). Les isolants non rigides en fibres minérales et le polystyrène expansé élastifié conviennent.
Accessibilité / habitabilité	Sans objet

Enjeux	Éléments d'appréciation
Valorisation patrimoine	L'amélioration des performances énergétiques apporte une valorisation de l'immeuble, qui s'étend à la rénovation de l'aspect décoratif ou esthétique des locaux intérieurs. Il s'agit également de prendre en compte la légère perte de surface au sol des logements liée aux ouvrages mis en œuvre.
Maitrise d'ouvrage Travaux	L'ajout de parois isolantes intérieures rend nécessaire le déplacement des éléments d'équipements adossés au mur à isoler (radiateurs, canalisations et réseaux, équipements de cuisine, etc....) et la reprise des finitions (peinture, carrelage). Par ailleurs, les travaux nécessitent un accès aux locaux privés avec la gêne que cela peut entraîner.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Liens utiles :
 - Règlementation thermique : <http://rt-batiment.fr/>
 - Base INIES – base de données française de référence sur les caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction : <http://www.inies.fr/>
 - Avis techniques : <http://www.cstb.fr/evaluations/>
 - Certification des produits isolants : <http://www.acermi.com/>
- Textes réglementaires, DTU-Normes/règles, cahiers des prescriptions techniques, normes, autres documents de référence
- Bibliographie spécifique : cf. partie « principales sources de l'étude »

FICHE 4 – SOLUTIONS TECHNIQUES D'ISOLATION PAR L'EXTÉRIEUR, PAROIS VERTICALES RÉCENTES

DIAGNOSTIC DE L'ETAT EXISTANT

Avant d'intervenir sur les bâtis récents (après 1948) pour une amélioration énergétique, un diagnostic spécifique est à engager dans le cadre d'une approche plus générale de la situation initiale du bâtiment et des améliorations envisageables.

Objectifs du diagnostic :

- Connaître la composition et l'état de conservation des murs ;
- identifier et aider au choix des solutions techniques d'amélioration énergétique.

Contenu du diagnostic :

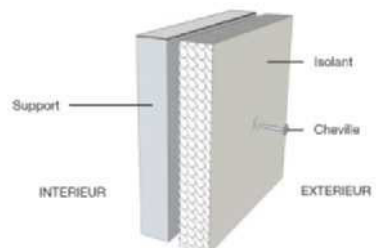
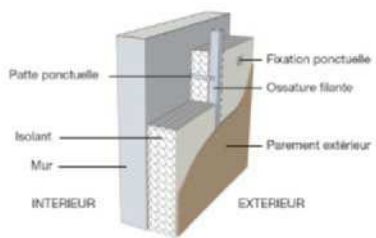
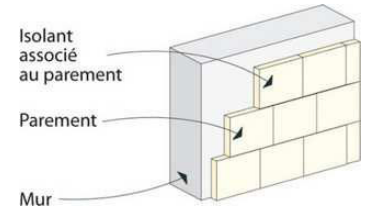
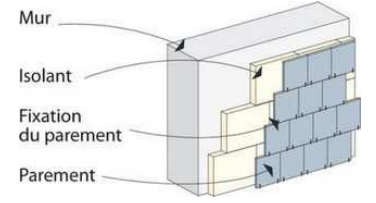
- État général de la maçonnerie (avec ses joints) ou des parois en béton (banché ou préfabriqué) en particulier la dégradation des aciers : si fissures apparentes, identifier leurs causes pour pouvoir les traiter si nécessaire ;
- type et épaisseur d'isolant existant éventuel ;
- état des points particuliers : linteaux, appuis, angles et soubassements, joints d'étanchéité entre panneaux, balcons, garde-corps et acrotères ;
- état physico-chimique des altérations, les migrations d'humidité, d'eau ;
- planéité du support pour faciliter la bonne mise en œuvre du procédé isolant.

Conclusions attendues :

- Description des ouvrages et points singuliers ;
- état de conservation, et respect des exigences actuelles (incendie, acoustique, etc.) ;
- liste des actions de réparation préalables nécessaires ;
- conditions de mise en œuvre des travaux d'amélioration énergétique ;
- liste des travaux associés.

SOLUTIONS D'AMÉLIORATION ÉNERGETIQUE

Choix de la technique d'isolation par l'extérieur en rénovation

Solutions de traitement des parois verticales			
Solutions	Schémas	Matériaux	Mise en œuvre
Enduit sur isolant (ETICS)		– Mur existant – Fixation (colle) – Isolant thermique chevillé – Sous-enduit armé – Finition : enduit	L'isolant est collé et fixé mécaniquement à la paroi. Il est ensuite recouvert d'un enduit mince armé puis recouvert d'un revêtement de finition.
Bardage		– Mur existant – Fixation (colle) – Isolant thermique sur rail – Pare-pluie – Finition : bardage ventilé avec traitement thermique des fixations	L'isolant est fixé mécaniquement à la paroi. Une ossature secondaire, fixée à la paroi, sert de support au parement extérieur.
Vêtire		– Mur existant – Fixation – Finition : Isolation collée ou sur rail	L'isolant est préalablement assemblé. Le complexe est ensuite fixé mécaniquement à la paroi.
Vêtage		– Mur existant – Fixation – Isolation collée ou sur rail – Finition : parement extérieur	L'isolant est collé et fixé mécaniquement à la paroi. Une ossature secondaire, fixée à la paroi, sert de support au parement extérieur.

Performances énergétiques « Compatibles Basse Consommation »

Solutions techniques ITE	Performances « BBC-compatibles** » R isolant [m².K/W]
Enduit sur isolant	4 – 5
Bardage *	4 – 5
Vêtire *	4 – 5
Vêtage *	4 – 5

* Pour obtenir ce niveau de performance, les ponts thermiques sont à traiter par une interface en polypropylène (ou équivalent) pour éviter les points froids. Les résistances thermiques sont identiques car la variation de déperditions n'aura que peu d'impact sur le bilan de consommations dès lors que ces ponts thermiques sont traités.

**Valeurs moyennes, fonction de la zone climatique

Préconisations spécifiques des solutions d'amélioration

Pour déterminer ces solutions, il faut respecter les étapes suivantes :

- **Conception globale du mur** : Classement du mur par rapport à la résistance à la pluie en fonction du site (types I, II ou III, selon DTU 20.1)

Elle consiste à déterminer les exigences de protection à l'eau de la paroi en fonction de l'exposition (situation géographique, hauteur de l'immeuble) puis en déduire les contraintes liées à chacun des éléments (isolant hydrophobe, lame d'air, etc.).

- **Choix des matériaux en fonction des performances de chaque fonction du système** :
 - Stabilité des fixations (prévoir tests d'arrachage pour enduits sur isolants (ETICS),
 - résistance aux chocs et aux dégradations (en particulier pour les zones en rez-de-chaussée ou enterrées),
 - gestion des transferts d'humidité : ne pas bloquer l'humidité dans le mur existant avec un isolant trop imperméable à la vapeur d'eau ; utiliser un matériau avec une perméance comparable au matériau support,
 - traitement des ponts thermiques : privilégier les chevilles PVC par rapport aux chevilles métalliques ; privilégier des fixations avec rupteur de pont thermique (interface en polypropylène) pour les vêtues et vêtages,
 - isolation existante : il sera nécessaire d'en vérifier la perméance et la tenue avant d'appliquer une sur-isolation.

Techniques ou dispositions à proscrire

- Utilisation de matériaux bloquant le drainage en cas de risque de remontées capillaires ;
- **Pose d'un système de rail sans rupteur de pont thermique** ; dégrade fortement les performances de l'isolation.

GESTION DES INTERFACES ⁸

Parois verticales / planchers intermédiaires ⁹

Solutions de traitement du plancher intermédiaire	Préconisations « interaction »		
Titres	ITE simple	Balcon : sans traitement	Balcon : traitement manchonnage
Schémas			
Performances thermiques			

Parois verticales / menuiseries

Solutions de traitement de la liaison menuiserie	Préconisations « interaction »			
Titres	Au droit intérieur * du porteur sans retour isolé	Au droit intérieur* du porteur avec retours isolés	Au droit extérieur du porteur	Au droit de l'isolant **
Schémas				
Performances thermiques				

* Au droit intérieur ou au milieu du porteur

** Solution obligeant au changement de menuiseries

⁸ Performances thermiques calculées par le CSTB, guide Amélioration thermique des Bâtiments Collectifs, 2011.

⁹ Dans certains cas, il est également possible de tronçonner les balcons existants et les remplacer par de nouveaux balcons désolidarisés des façades existantes, donc sans pont thermique linéaire ; solution thermique la plus adaptée.

Parois verticales / planchers hauts

Solutions de traitement du plancher haut	Préconisations « interaction »	
	Traitement de l'acrotère	Sous local non chauffé
Schémas		
Performances thermiques		

Parois verticales / planchers bas

Solutions de traitement du plancher bas	Préconisations « interaction »	
	Sous-chape *	En sous-face *
Schémas		
Performances thermiques		

* A minima descente d'isolant de façade de 40 cm

Parois verticales / refends et mitoyens

Solutions de traitement du refend	« Préconisation interaction »	
	Refend ITE	
Schémas		
Performance thermique		

Ventilation

Des réflexions sur la ventilation du logement doivent être engagées pour chaque réhabilitation, même si des mesures partielles, comme par exemple le remplacement des fenêtres, sont prévues. Il faut dans tous les cas assurer une ventilation suffisante.

Une réhabilitation avec une isolation des parois et/ou un changement des fenêtres modifie l'étanchéité à l'air du bâtiment. Il faut donc reconsidérer la ventilation des logements. Il est nécessaire d'installer



un système de ventilation qui assure un renouvellement d'air suffisant ; soit uniquement dans les pièces humides (entrées d'air et grilles d'extraction uniquement dans les pièces humides), soit par balayage intégral des logements (solution à privilégier, entrées d'air en pièces de vie et grilles d'extraction en pièces humides).

En tout état de cause il faut veiller à ce que les entrées d'air et les grilles de ventilation ne soient pas condamnées ou supprimées lors des travaux de rénovation, et ce tant qu'il n'y a pas un autre système de ventilation installé.

Systèmes énergétiques

- Par principe, la priorité lors d'une rénovation est de réduire les besoins de chauffage par l'isolation du bâti pour ensuite mettre en place un générateur adapté ;
- Lorsque la réduction des besoins de chauffage est conséquente, il importe de vérifier l'adaptation du système de chauffage existant (réglage loi d'eau, régulation, puissance installée, etc.).

APPROCHE GLOBALE

Approche globale	Points de vigilance
État général de conservation de la façade	L'isolation thermique par l'extérieur permet de gérer les problèmes de peau extérieure des façades existantes (bonne tenue, étanchéité, aspect décoratif) en apportant un nouveau revêtement performant (enduit, bardage).
Sécurité incendie	Les travaux devront respecter la circulaire du 13 décembre 1982 relative à la sécurité des personnes en cas de travaux de réhabilitation. En particulier selon l'instruction technique n°249 relative aux façades, certains isolants ou épaisseurs d'isolants ne peuvent pas être utilisés, selon les familles de bâtiments, pour respecter les dispositions de protection contre la propagation du feu par les façades (Règle du C+D). Par ailleurs des dispositions complémentaires sont à mettre en œuvre : recoupement des panneaux isolants à certains niveaux, mise en place de bandeaux de laine de verre au-dessus des ouvertures.
Conforts (hiver, été)	L'isolation thermique par l'extérieur est une solution qui améliore l'inertie thermique de l'immeuble, influant favorablement sur le confort d'été.
Santé hygiène	Sans objet
Acoustique	Les performances existantes d'isolation acoustique peuvent être diminuées de deux manières : – Pont phonique au droit du joint de menuiserie (assurer une continuité entre la menuiserie et le gros œuvre), – Perte d'isolement acoustique par usage de panneaux d'isolant thermique avec enduit mince. Cette perte n'est significative que pour les isollements de façades élevés. En cas de besoin d'isolement élevé, il faut préférer une finition autre qu'un enduit (par exemple bardage ou vêtiture).
Accessibilité / habitabilité	On s'attachera à ne pas dégrader les conditions d'accès aux loggias et balcons lors du traitement des façades par l'extérieur.

Enjeux	Éléments d'appréciation
Valorisation patrimoine	Le choix de la finition extérieure (enduit, bardage, vêtue) contribue pour les immeubles d'architecture simple à une requalification de la façade influant fortement sur la valeur patrimoniale. L'isolation thermique par l'extérieur reste difficile à installer si la façade présente un caractère patrimonial.
Maitrise d'ouvrage Travaux	L'isolation par l'extérieur, aisée en partie courante, présente des difficultés aux droits des points singuliers qui peuvent constituer des ponts thermiques : balcons et loggias, menuiseries, ouvertures et toiture-terrasse. Des études approfondies peuvent être nécessaires préalablement au début des travaux afin d'étudier l'impact et les solutions de traitement des ponts thermiques. Ce type de travaux en extérieur présente l'avantage de ne pas nécessiter d'intervention dans les parties privatives des logements.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Liens utiles :
 - Règlementation thermique : <http://rt-batiment.fr/>
 - Base INIES – base de données française de référence sur les caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction : <http://www.inies.fr/>
 - Avis techniques : <http://www.cstb.fr/evaluations/>
 - Certification des produits isolants : <http://www.acermi.com/>
- Textes réglementaires, DTU-Normes/règles, cahiers des prescriptions techniques, normes, autres documents de référence
- Bibliographie spécifique : cf. partie « principales sources de l'étude »

FICHE 5 – SOLUTIONS TECHNIQUES D'ISOLATION DU PLANCHER BAS

DIAGNOSTIC EXISTANT

Avant d'intervenir sur les planchers bas pour une amélioration énergétique, un diagnostic spécifique est à engager dans le cadre d'une approche plus générale de la situation initiale du bâtiment et des améliorations envisageables.

Objectifs du diagnostic :

- Connaître la composition et l'état de conservation des ouvrages ;
- identifier et aider au choix des solutions techniques d'amélioration énergétique.

Contenu du diagnostic :

- État des structures et sous-faces de planchers : poutrelles métalliques, planchers en béton poutrelles hourdis ou en dalles pleines et leurs conditions de stabilité ;
- caractérisation et état des vides sanitaires, caves, parking : qualité de l'air, éventuelles venues d'eau, fuites sur réseaux, remontées capillaires, etc.;
- état physico-chimique des altérations, les migrations d'humidité, d'eau.

Conclusions attendues :

- Description des ouvrages et points singuliers ;
- état de conservation et respect des exigences actuelles (incendie, acoustique, etc..) ;
- liste des actions de réparation préalables nécessaires ;
- conditions de mise en œuvre des travaux d'amélioration énergétique ;
- liste des travaux associés.

SOLUTIONS D'AMELIORATION ENERGETIQUE

Choix de la technique d'isolation en rénovation

Solutions techniques	Terre-plein (ou voute)	Local non chauffé (ou vide sanitaire)
Isolation en sous-face (panneaux, projection)	X	✓
Isolation sous-chape	✓	✓
Isolation mixte (sous-face et sous-chape)	X	✓



Dans le cas d'un plancher bois, l'isolation pourra être faite par **insertion d'isolant dans le plancher en plus d'une isolation en sous face** par matériau perspirant (ouvert à la diffusion de vapeur d'eau ; l'isolation sous chape étant difficile à réaliser sur un plancher bois).

Performances énergétiques « Compatibles Basse Consommation »

Solutions techniques	Performances « BBC-compatibles* » R isolant [m².K/W]
Isolations en sous face / en sous-chape / mixte	3 – 4

*Valeurs moyennes, fonction de la zone climatique

Préconisations spécifiques des solutions d'amélioration

- **Isolation en sous-face (plancher donnant sur un local non chauffé)**

La sous-face du plancher est, en général, accessible par le local non chauffé (cave, sous-sol, garage, etc.) et il est alors possible d'appliquer un isolant ; sa nature sera choisie en fonction de ses qualités thermiques ¹⁰ et de sa facilité de pose (rouleaux ou panneaux semi-rigides).

- **Isolant thermique en panneaux**

- Fixation mécanique : employer des rondelles et des vis adaptées aux panneaux et au type de plancher, en particulier pour les hourdis creux ou en plâtre. Quel que soit le mode d'accrochage, celui-ci doit maintenir le revêtement protecteur de l'isolant,
- prévention du risque incendie impose l'utilisation d'isolants particuliers (cf. approche globale),
- ne pas mettre de pare-vapeur ou de panneaux revêtus kraft ou alu.

- **Isolant thermique projeté**

Une autre méthode consiste à réaliser un flocage, projection de laine minérale collée par un liant synthétique (épaisseur limitée au maximum à 16 cm) pour éviter le décollement ou l'arrachage par gravité. Sinon, il est nécessaire de mettre en place une armature, avec quelques risques techniques à intégrer. Pour cette technique, il conviendra en amont de s'assurer de la bonne ventilation des locaux pour permettre au liant de sécher.

- La surface du plafond doit être dépoussiérée et posséder une tenue suffisante pour supporter durablement le poids de la couche isolante,

- réaction au feu : si flocage à base de matériau isolant fibreux recouvert d'un revêtement (enduit...) en surface, vérifier classement de réaction au feu de l'ensemble « revêtement-flocage » (revêtement seul non significatif, classement A-F, S1 S2 S3 d0, d1, d2),

les flocages à base de laine minérale ont généralement un classement A2s1d0 (classement Euroclasse); vérifier que la densité du flocage, objet du procès-verbal de classement, proche de celle appliquée,

- prévoir une sur-ventilation des locaux durant le séchage de l'isolant.

Précautions :

Ne pas mettre de barrière à la diffusion de vapeur d'eau. L'ensemble plancher + isolant doit être perméable à la vapeur d'eau pour éviter d'avoir une augmentation trop importante du taux d'humidité, engendrant une condensation pouvant conduire à des désordres structurels (pourriture des poutres bois, oxydation des poutres métalliques, désagrégation des poutres béton,...);

Quel que soit le type d'isolant utilisé, il faudra recourir à la dépose de l'isolant existant éventuel.

• Isolation sous-chape

En cas de construction sur terre-plein ou de cave voûtée, l'isolation en sous-face du plancher est plus délicate : elle ne peut être réalisée qu'avec une déconstruction du sol existant. Certes contraignants et onéreux, ces travaux sont toutefois envisageables / nécessaires si le remplacement du sol est prévu pour cause de mauvais état, de changement de type de surface ou de rénovation d'ensemble du logement (acquisition par exemple).

L'isolation thermique est réalisée sous la chape flottante (sèche ou humide). Cette dernière peut recevoir tout type de revêtements de sol, y compris des planchers bois sur lambourdes le cas échéant. Cette solution permet une continuité avec un doublage isolant des murs et donc, dans ce cas, traite parfaitement les ponts thermiques « paroi verticale/plancher bas » (cf. tableau).

Cette opération pourra être l'occasion de revoir l'installation de chauffage en intégrant un plancher chauffant basse température.

- Ponts thermiques : l'isolation sous-chape est pertinente avec des murs isolés par l'intérieur. La chape doit être désolidarisée des murs extérieurs par une bande d'isolant pour limiter le pont thermique en about de dalle.

• Isolation mixte

L'isolation mixte reprend à la fois les préconisations de l'isolation en sous face et de l'isolation sous chape.

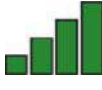
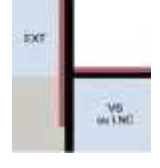
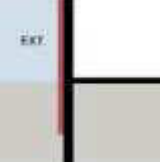
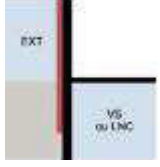
Elle s'applique notamment lorsque l'on rencontre des problèmes de hauteur sous plafond, l'épaisseur totale d'isolant à mettre en œuvre est donc limitée en sous face et/ou sous chape. Aussi, l'atteinte de la résistance thermique souhaitée nécessite une isolation mixte.

Certifications et qualifications

- Utiliser des produits ayant la certification ACERMI, CSTBat ou équivalente.

GESTION DES INTERFACES ¹¹

Planchers bas / parois verticales isolées par l'extérieur

Solutions de traitement de la paroi verticale – ITE	Préconisations « interaction »			
	Terre-plein ou voûte		Vide sanitaire ou local non chauffé	
	Schémas	Performances thermiques	Schémas	Performances thermiques
Isolation en sous-face * (panneaux, projection)	-	-		
	-	-		
Isolation sous-chape *				
Aucune isolation *				

* ATTENTION : performances énergétiques estimées pour une descente d'isolant extérieur minimum de 40 cm.

Cas du vide sanitaire : Après isolation du plancher, la température du vide sanitaire diminue en hiver entraînant des risques de gel accrus pour les canalisations qui y sont situées. Il est nécessaire de les calorifier ou de les purger, selon leur utilisation, en hiver.

■ 11 Performances thermiques calculées par le CSTB, guide Amélioration thermique des Bâtiments Collectifs, 2011.

Précautions :

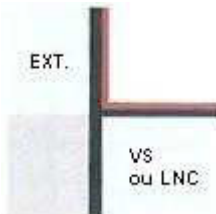
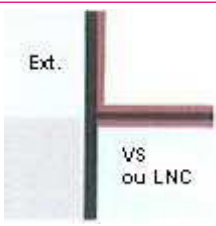
Ne pas mettre de barrière à la diffusion de vapeur d'eau en plancher bas. L'éventuelle finition doit être perméable à la vapeur d'eau ;

Protection mécanique des soubassements : l'isolant extérieur du mur doit être protégé efficacement contre les chocs, les enduits minces sur isolant avec simple armature non renforcée et certains bardages ne sont pas applicables en soubassement.

Ne pas appliquer de complexes directement sur un mur humide ;

S'assurer de la bonne aération des locaux

Planchers bas / parois verticales isolées par l'intérieur

Solutions de traitement de la paroi verticale – ITI	Préconisations « interaction »			
	Terre-plein ou voûte		Vide sanitaire ou local non chauffé	
	Schémas	Performances thermiques	Schémas	Performances thermiques
Isolation en sous-face (panneaux, projection)	-	-		
Isolation sous-chape				
Isolation mixte	-	-		

Cas du vide sanitaire : Après isolation du plancher, la température du vide sanitaire diminue en hiver entraînant des risques de gel accrus pour les canalisations qui y sont situées. Il est nécessaire de les calorifier ou de les purger, selon leur utilisation, en hiver.

Précautions pour « planchers bas / parois verticales isolées par l'intérieur ou l'extérieur »

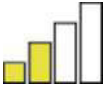
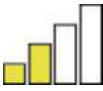
Vide sanitaire accessible :

- Ne pas laisser un isolant à nu (dégradation possible par des rongeurs) ;
- Si isolation thermique par l'extérieur, le prolongement de l'isolant vers les fondations a pour objectif de traiter le pont thermique du plancher bas. La ventilation du vide sanitaire doit être maintenue pour évacuer l'humidité.

Caves et sous-sol non enterrés :

- Complexes à poser en partie basse sur une lisse imputrescible (risques fréquents d'humidité rencontrés en cave et sous-sol) ;
- Ne pas appliquer de complexes directement sur un mur humide ;
- S'assurer de la bonne aération des locaux.

Planchers bas / refends

Solutions de traitement du refend	Préconisations « interaction »			
	Terre-plein ou voûte		Vide sanitaire ou local non chauffé	
	Schémas	Performances thermiques	Schémas	Performances thermiques
Isolation en sous-face (panneaux, projection)	-	-		
Isolation sous-dalle				
Isolation mixte	-	-		

Nota

Amélioration des performances énergétiques avec « manchonnage » du refend en continuité de l'isolant

Ventilation

Des réflexions sur la ventilation du logement doivent être engagées pour chaque réhabilitation, même si des mesures partielles, comme par exemple le remplacement des fenêtres, sont prévues. Il faut dans tous les cas assurer une ventilation suffisante.



Une réhabilitation avec une isolation des parois et/ou un changement des fenêtres modifie l'étanchéité à l'air du bâtiment. Il faut donc reconsidérer la ventilation des logements. Il est nécessaire d'installer un système de ventilation qui assure un renouvellement d'air suffisant ; soit uniquement dans les pièces humides (entrées d'air et grilles d'extraction uniquement dans les pièces humides), soit par balayage intégral des logements (solution à privilégier, entrées d'air en pièces de vie et grilles d'extraction en pièces humides).

En tout état de cause il faut veiller à ce que les entrées d'air et les grilles de ventilation ne soient pas condamnées ou supprimées lors des travaux de rénovation, et ce tant qu'il n'y a pas un autre système de ventilation installé.

Systèmes énergétiques

- Par principe, la priorité lors d'une rénovation est de réduire les besoins de chauffage par l'isolation du bâti pour ensuite mettre en place un générateur adapté ;
- Lorsque la réduction des besoins de chauffage est conséquente, il importe de vérifier l'adaptation du système de chauffage existant (réglage loi d'eau, régulation, puissance installée, etc.).

APPROCHE GLOBALE

Approche globale	Points de vigilance
État général de conservation de la structure du plancher	En général le poids des isolants en sous face n'est pas de nature à mettre en cause la résistance du plancher existant. Par contre l'ajout d'une chape coulée sur panneaux d'isolation thermique nécessite de vérifier au préalable la capacité de résistance du plancher existant aux nouvelles surcharges. Les chapes sèches (plaques de plâtre sur isolant thermique) autorisent des surcharges moindres par rapport aux chapes humides. Par ailleurs l'isolation en sous face venant rendre inaccessible la structure existante, il est nécessaire de s'assurer de la bonne qualité de celle-ci auparavant.
Sécurité incendie	Les travaux doivent respecter les recommandations de la circulaire du 13 décembre 1982 : ne pas aggraver la situation en matière de sécurité incendie en particulier pour les isolants en plafond. Les solutions sont présentées dans le « Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation contre les risques d'incendie » édité par le CSTB.
Conforts (hiver, été)	Du point de vue de l'inertie thermique recherchée pour le confort d'été, la chape fluide coulée présente une meilleure performance que la chape sèche (plaques de plâtre sur isolant thermique). Le confort d'hiver est également amélioré par la réalisation d'une chape (diminution de l'effet de paroi froide du sol).
Santé hygiène	Sans objet
Acoustique	Flocages et panneaux collés sont de nature à dégrader légèrement l'isolement acoustique entre sous-sol et rez-de-chaussée.

Approche globale	Points de vigilance
Accessibilité / habitabilité	Ces travaux ne présentent aucune influence pour les isolations en plafond, si ce n'est une perte de hauteur dans les locaux. Les solutions par chapes sur isolant créent des différences de niveau à traiter vis-à-vis de l'accessibilité des personnes handicapées.

Enjeux	Éléments d'appréciation
Valorisation patrimoine	L'amélioration des performances énergétiques de la paroi apporte une valorisation de l'immeuble, qui s'étend à la rénovation de l'aspect décoratif ou esthétique des locaux intérieurs. L'amélioration est plus marquée pour les pavillons que pour les logements collectifs.
Maitrise d'ouvrage Travaux	L'isolation en plafond des sous-sols entraîne des travaux sur toutes les canalisations et réseaux suspendus (points lumineux, câbles, boîtes de dérivation, conduits d'air, etc.). La mise en œuvre de chapes intérieures nécessite un hébergement provisoire des occupants du logement.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Liens utiles :
 - Règlementation thermique : <http://rt-batiment.fr/>
 - Base INIES – base de données française de référence sur les caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction : <http://www.inies.fr/>
 - Avis techniques : <http://www.cstb.fr/evaluations/>
 - Certification des produits isolants : <http://www.acermi.com/>
- Textes réglementaires, DTU-Normes/règles, cahiers des prescriptions techniques, normes, autres documents de référence
- Bibliographie spécifique : cf. partie « principales sources de l'étude »

FICHE 6 – SOLUTIONS TECHNIQUES D'ISOLATION DU PLANCHER HAUT OU DE LA TOITURE

DIAGNOSTIC DE L'ETAT EXISTANT

Avant d'intervenir sur les planchers hauts ou sur la toiture pour une amélioration énergétique, un diagnostic spécifique est à engager dans le cadre d'une approche plus générale de la situation initiale du bâtiment et des améliorations envisageables.

Objectifs du diagnostic :

- Connaître la composition et l'état de conservation des ouvrages ;
- identifier et aider au choix des solutions techniques d'amélioration énergétique.

Contenu du diagnostic :

- Si toiture-terrasse sur support béton : état de l'étanchéité et de son support actuel afin de déterminer si elle peut être conservée comme support de la nouvelle isolation thermique ;
- si toiture sur charpente bois : état de la structure de la charpente et couverture (étanchéité, défauts et dégradations) ; vérifier éventuel pourrissement des bois, présence d'insectes xylophages, pièces de charpentes exposées aux intempéries ;
- si toiture sur charpente métallique : état de la structure (défauts et dégradations), éventuelle corrosion ;
- si plafond : état de conservation des éléments ;
- type et tenue de l'isolant existant éventuel.

Conclusions attendues :

- Description des ouvrages et points singuliers ;
- état de conservation, et respect des exigences actuelles (incendie, acoustique, etc.) ;
- liste des actions de réparation préalables nécessaires ;
- conditions de mise en œuvre des travaux d'amélioration énergétique ;
- liste des travaux associés.

SOLUTIONS D'AMÉLIORATION ÉNERGETIQUE

Choix de la technique d'isolation en rénovation

Solutions techniques	Combles perdus	Combles aménagés	Toitures terrasses
Rouleaux ou panneaux sur plancher léger	✓	X	X
Isolant soufflé	✓	X	X
Panneaux sur toiture*	X	X	✓
Isolant extérieur sous couverture (type sarking)	X	✓	X
Rouleaux ou panneaux en sous pente de toiture	✓	✓	X

* Une attention particulière sera portée sur la compressibilité de l'isolation sous étanchéité des toitures terrasses

Performances énergétiques « Compatibles Basse Consommation »

Solutions techniques	Performances « BBC-compatibles* » R isolant [m².K/W]
Combles perdus	9 – 10
Combles aménagés	6 – 7
Toitures terrasses	5 – 6

*Valeurs moyennes, fonction de la zone climatique

Préconisations spécifiques des solutions d'amélioration

- Rouleaux ou panneaux sur plancher léger en combles perdus**
 - La mise en place d'un pare vapeur sous l'isolant est importante pour traiter les éventuels problèmes de diffusion de vapeur d'eau et d'étanchéité à l'air,
 - la première couche d'isolant est posée ou déroulée entre les solives (épaisseur égale à la hauteur des solives).
- La largeur de l'isolant formant la première couche doit être légèrement supérieure à l'écart entre solives (environ 1 cm de plus). Le produit est alors légèrement compressé ;





- Ne pas mettre de pare-vapeur entre les deux couches d'isolant (ni un isolant revêtu kraft ou alu),
- la seconde couche d'isolant est posée en couche croisée par rapport à la première,
- l'isolant ne doit pas être compressé dans son épaisseur,
- si découpe d'isolant, la coupe doit être soignée pour ne pas laisser de jour entre l'isolant et les éléments de charpente (au besoin, calfeutrer avec des bouts d'isolants),
- utiliser des produits ayant la certification ACERMI, CSTBat ou équivalente.

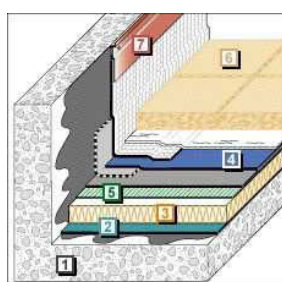
• Isolant soufflé sur plancher léger en combles perdus

- la mise en place d'un pare vapeur sous l'isolant est importante pour traiter les éventuels problèmes de diffusion de vapeur d'eau et d'étanchéité à l'air,
- la technique consiste à recouvrir la surface du plancher de comble à l'aide d'un produit isolant conditionné en vrac,
- l'isolant ne doit pas être compressé dans son épaisseur,
- éviter des combles trop ventilés où les courants d'air risqueraient de déplacer le produit,
- utiliser des produits ayant la certification ACERMI, CSTBat ou équivalente.



• Isolation des toitures terrasses

Deux solutions sont envisageables : l'isolation sous étanchéité (toiture-isolant-étanchéité) ou l'isolation inversée (toiture-étanchéité-isolant).



- 1 Élément porteur
- 2 Ecran pare-vapeur
- 3 Isolant thermique
- 4 Revêtement d'étanchéité
- 5 Ecran d'indépendance
- 6 Protection du revêtement
- 7 Accessoires

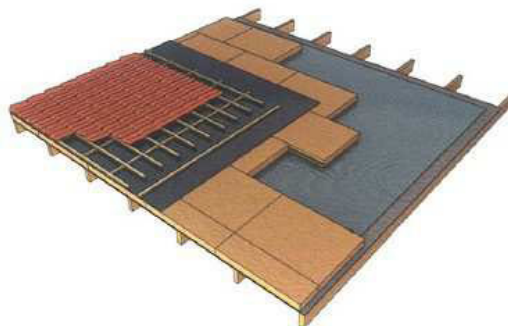
- utiliser des produits ayant la certification ACERMI, ATec, DTA, CSTBat ou équivalente,
- variante : dans le cas d'une isolation par l'intérieur des parois verticales, l'isolant peut être placé en sous-face du plancher haut **en plus de l'isolant sur toiture**. La plus forte épaisseur d'isolant est à placer au-dessus du plancher (épaisseur 3 à 4 fois supérieure à celle placée en plafond). De plus, si un taux important d'humidité relative est constaté côté intérieur,

alors il est fortement conseillé de mettre en œuvre un pare vapeur en sous-face de l'isolant intérieur,

- selon l'accessibilité à la toiture, la compacité du complexe isolant devra être vérifiée.

- **Isolation extérieure sous couverture (type sarking) en combles aménagés**

- Dépose de la couverture existante / pose d'un écran rigide sur les chevrons / pose d'un pare-vapeur / mise en place des panneaux d'isolant / mise en place de contre-chevron et de liteaux / repose de la couverture,
- en variante des panneaux sandwichs bois ou panneaux chevrons bois assurent les mêmes fonctions à partir d'éléments préfabriqués,
- laisser une lame d'air de 3 cm entre la couverture et l'isolant afin d'assurer une ventilation suffisante et d'éviter les chocs thermiques sur la toiture,
- ce mode d'intervention ne fait pas l'objet d'un DTU. Seuls des ATec ou des DTA y font référence,
- utiliser des produits ayant la certification ACERMI, CSTBat ou équivalente.



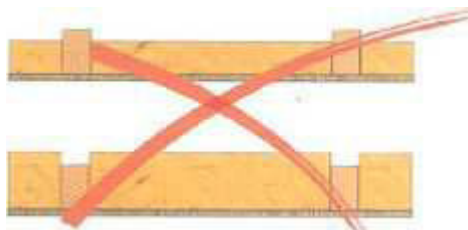
- **Rouleaux ou panneaux en sous pente de toiture en combles aménagés (et combles perdus)**

- Laisser une lame d'air de 3 cm entre les tuiles et l'isolant afin d'assurer une ventilation suffisante et d'éviter les chocs thermiques sur la toiture,
- première couche entre chevrons et deuxième couche croisée,
- pose d'un pare-vapeur coté intérieur avant finition,
- ce mode d'intervention n'est pas régi par les règles de l'art actuelles. Ils ne font référence aujourd'hui qu'à des ATec ou DTA,
- utiliser des produits ayant la certification ACERMI, CSTBat ou équivalente.

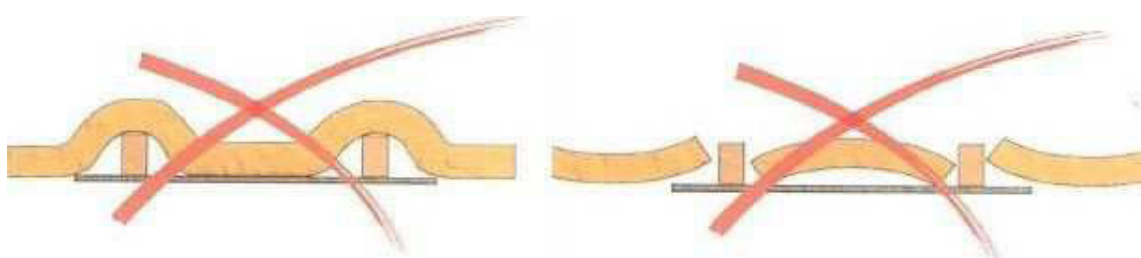


Techniques ou dispositions à proscrire

- **Rouleaux ou panneaux en combles perdus**
 - L'épaisseur de la première couche d'isolant doit être égale à la hauteur des solives :

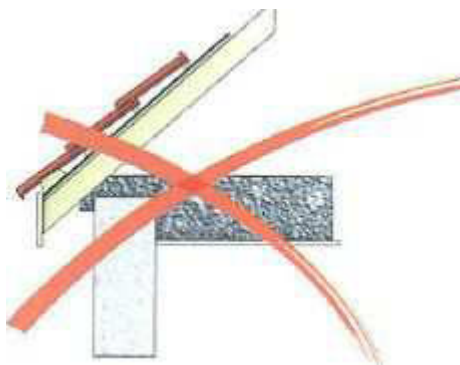


- L'isolant doit être posé entre les solives, sans vide d'air :



- **Isolant soufflé en combles perdus**

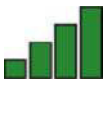
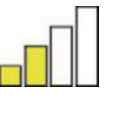
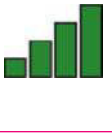
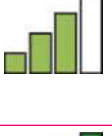
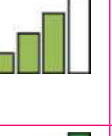
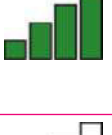
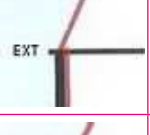
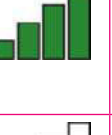
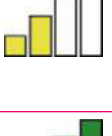
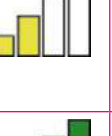
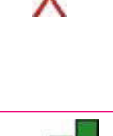
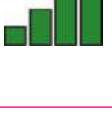
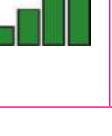
Pour la pose d'isolant soufflé, les abouts ne doivent pas être traités avec l'isolant (cf. préconisations spécifiques):



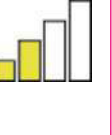
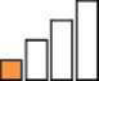
Pour tout type de traitement des combles non-aménagés, éviter de marcher directement sur l'isolant.

- **Toiture terrasse**
Interdiction d'isoler la toiture terrasse uniquement en sous-face (risque de fissurations occasionnées par les fortes variations thermiques)
- **Complément d'isolation : « Isolants minces réfléchissants »** ne doivent pas être mis en place en tant qu'isolant, mais en tant que compléments d'isolation.

GESTION DES INTERFACES ¹²**Planchers hauts / parois verticales isolées par l'intérieur**

Solutions de traitement de la paroi verticale – ITI	Préconisations « interaction »					
	Combles perdus		Combles aménagés		Toitures terrasses	
	Schéma	Performances thermiques	Schéma	Performances thermiques	Schéma	Performances thermiques
Rouleaux ou panneaux en surface du plancher			-	-		
Isolant en vrac			-	-	-	-
Isolation extérieure sous couverture (type sarking)					-	-
					-	-
Rouleaux ou panneaux en sous-face de la toiture						
Isolation mixte						

Planchers hauts / parois verticales isolées par l'extérieur

Solutions de traitement de la paroi verticale – ITE	Préconisations « interaction »					
	Combles perdus		Combles aménagés		Toitures terrasses	
	Schéma	Performances thermiques	Schéma	Performances thermiques	Schéma	Performances thermiques
Rouleaux ou panneaux en surface du plancher			-	-		
	-	-	-	-		

■ 12 Performances thermiques calculées par le CSTB, guide Amélioration thermique des Bâtiments Collectifs, 2011.

Solutions de traitement de la paroi verticale – ITE	Préconisations « interaction »					
	Combles perdus		Combles aménagés		Toitures terrasses	
	Schéma	Performances thermiques	Schéma	Performances thermiques	Schéma	Performances thermiques
Isolant en vrac			-	-	-	-
Isolation extérieure sous couverture (type sarking)					-	-
Rouleaux ou panneaux en sous-face de la toiture					-	-
Isolation mixte	-	-	-	-		

Ventilation

Des réflexions sur la ventilation du logement doivent être engagées pour chaque réhabilitation, même si des mesures partielles, comme par exemple le remplacement des fenêtres, sont prévues. Il faut dans tous les cas assurer une ventilation suffisante.

Une réhabilitation avec une isolation des parois et/ou un changement des fenêtres modifie l'étanchéité à l'air du bâtiment. Il faut donc reconsidérer la ventilation des logements. Il est nécessaire d'installer un système de ventilation qui assure un renouvellement d'air suffisant ; soit uniquement dans les pièces humides (entrées d'air et grilles d'extraction uniquement dans les pièces humides), soit par balayage intégral des logements (solution à privilégier, entrées d'air en pièces de vie et grilles d'extraction en pièces humides).

En tout état de cause il faut veiller à ce que les entrées d'air et les grilles de ventilation ne soient pas condamnées ou supprimées lors des travaux de rénovation, et ce tant qu'il n'y a pas un autre système de ventilation installé.

Systèmes énergétiques

- Par principe, la priorité lors d'une rénovation est de réduire les besoins de chauffage par l'isolation du bâti pour ensuite mettre en place un générateur adapté ;
- Lorsque la réduction des besoins de chauffage est conséquente, il importe de vérifier l'adaptation du système de chauffage existant (régulation loi d'eau, régulation, puissance installée, etc.).

APPROCHE GLOBALE

Approche globale	Points de vigilance
État général de conservation de la structure	Les charges apportées par l'isolation thermique sont peu significatives par rapport au poids total de la couverture ou de la terrasse. L'isolation en sous face d'une couverture rendant inaccessible les ouvrages de structure de celle-ci, une analyse préalable de leur bonne qualité est à envisager afin de réaliser les ouvrages nécessaires à court terme.
Sécurité incendie	Les travaux en intérieur doivent respecter les recommandations de la circulaire du 13 décembre 1982 : ne pas aggraver la situation en matière de sécurité incendie en particulier pour les isolants en plafond. Les solutions sont présentées dans le « Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation contre les risques d'incendie » édité par le CSTB. L'isolation thermique des planchers en terrasse n'est pas concernée par ces exigences
Conforts (hiver, été)	L'isolation des combles apporte une amélioration significative du confort d'été des logements du dernier étage en particulier lorsque l'inertie de l'immeuble est faible.
Santé hygiène	Sans objet
Acoustique	La solution de panneaux isolants formant à la fois plafond et support de couverture nécessite des précautions au droit des parois séparatives entre logements : il s'agit d'un point singulier à traiter afin de ne pas subir de transmission latérale des bruits d'un logement à l'autre.
Accessibilité / habitabilité	Sans objet

Enjeux	Éléments d'appréciation
Valorisation patrimoine Architecture	L'amélioration des performances énergétiques de la paroi en partie haute des logements apporte une valorisation de l'immeuble, qui est plus marquée pour les pavillons que pour les logements collectifs.
Maitrise d'ouvrage Travaux	Lors de la mise en place de l'isolant thermique sous toiture, il faut veiller à assurer une ventilation des ouvrages supports de couverture (litage) et du dessous de la couverture. La présence d'amiante dans les éléments de couverture nécessite la mise en œuvre de précautions lors des travaux pour ne pas exposer les travailleurs et les futurs occupants.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Liens utiles :
 - Règlementation thermique : <http://rt-batiment.fr/>
 - Base INIES – base de données française de référence sur les caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction : <http://www.inies.fr/>
 - Avis techniques : <http://www.cstb.fr/evaluations/>
 - Certification des produits isolants : <http://www.acermi.com/>
- Textes réglementaires, DTU-Normes/règles, cahiers des prescriptions techniques, normes, autres documents de référence
- Bibliographie spécifique : cf. partie « principales sources de l'étude »



FICHE 7 – SOLUTIONS TECHNIQUES BAIES VITRÉES

DIAGNOSTIC DE L'ETAT EXISTANT

Avant d'intervenir sur les menuiseries extérieures pour une amélioration énergétique, un diagnostic spécifique est à engager dans le cadre d'une approche plus générale de la situation initiale du bâtiment et des améliorations envisageables.

Objectifs du diagnostic :

- Connaître la composition et l'état de conservation des ouvrages ;
- identifier et aider au choix des solutions techniques d'amélioration énergétique.

Contenu du diagnostic :

- Nature des éléments : menuiseries, vitrage (simple ou double), fermetures (volets) ;
- état de conservation : fuites, qualité de fonctionnement, isolement acoustique ;
- état du dormant (état d'oxydation, de moisissure, de déformation), maintien mécanique et étanchéité.
- rôle des menuiseries dans la ventilation (type d'entrées d'air) ;
- classement acoustique des infrastructures environnantes (routes, voie ferroviaires, couloirs aériens,...)

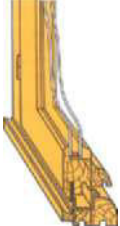
Conclusions attendues :

- Description des ouvrages et points singuliers ;
- état de conservation et respect des exigences actuelles (incendie, acoustique, etc..) ;
- liste des actions de réparation préalables nécessaires (capacité de conserver la menuiserie existante pour créer une double fenêtre) ;
- conditions de mise en œuvre des travaux d'amélioration énergétique (conservation d'une partie du dormant) ;
- liste des travaux associés.

SOLUTIONS D'AMELIORATION ENERGETIQUE

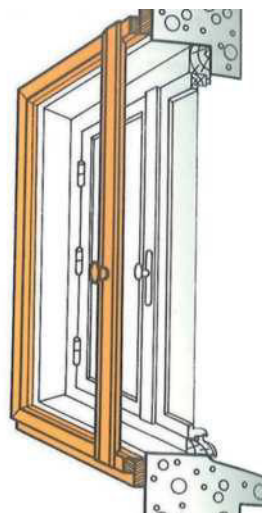
Choix de la technique de pose

Dans le cas d'une menuiserie simple vitrage ou double vitrage première génération ¹³

Solution de traitement des baies vitrées		
Solution	Schéma	Préconisations
Changement complet de la menuiserie		– Menuiseries double vitrage 4/16/4² peu émissif, lame argon ou triple vitrage – Positionnement de la fenêtre dans le tableau (milieu de tableau, nu extérieur ou nu intérieur du porteur), fonction de la technique d'isolation des parois verticales associée ou future (isolation intérieure-extérieure) – Entrées d'air dans les pièces de vie imposées par la Réglementation Thermique dans l'existant, si aucun système de ventilation n'est présent

Cette solution est la plus pertinente d'un point de vue énergétique et assure un meilleur traitement optimal à la perméabilité à l'air (grâce au changement du cadre complet). Toutefois, dans le cas de **bâtiments classés**, trois autres techniques peuvent être mise en œuvre :

- Remplacement des vitrages (conservation du dormant et ouvrants existants)
 - Maintien de la fenêtre au même emplacement,
 - pose d'un double vitrage 4/16/4 ¹⁴ peu émissif, lame argon ; vérifier la compatibilité avec la largeur de la feuillure existante, que les dormants et ouvrants peuvent supporter le poids des nouveaux vitrages. Une étude approfondie devra être menée afin d'écartier tout risque de condensation sur les éléments opaques conservés.
- Pose d'une double fenêtre (côté intérieur)
 - Positionnement de la double fenêtre côté intérieur de la baie d'origine qui, elle, reste en place,
 - mettre impérativement en place des entrées d'air dans les deux menuiseries pour assurer une bonne ventilation (*cf. gestion des interfaces, ventilation*),
 - la pose de la double fenêtre peut aussi se faire côté extérieur.
- pose en rénovation avec conservation du dormant existant.



Une dernière solution consiste à poser une nouvelle menuiserie sur les dormants existants. Par contre cette solution impose différentes contraintes :

■ 14 En cas de contraintes acoustiques, il sera nécessaire de moduler les épaisseurs de vitrage et de lame de gaz

- Diminution du clair de vitrage,
- augmentation nette du pont thermique d'encadrement de baie, accentuant les risques de condensation superficielle.

Il est impératif de vérifier l'état du dormant existant avant toute modification.

Performances énergétiques « Compatibles Basse Consommation »

Solution technique	Performances « BBC-compatibles* »	
	U fenêtres [W/ (m².K)]	Sw (hiver)
Baies vitrées	< 1,7	

*Valeurs moyennes, fonction de la zone climatique

Préconisations spécifiques des solutions d'amélioration

- **Caractéristiques des matériaux de baies**
 - Dans le cas des menuiseries métalliques, prévoir des menuiseries à rupture de ponts thermiques.
 - Dans le cas des menuiseries PVC, il sera difficile, du fait du poids de la menuiserie, d'installer des fenêtres « grand format » (au-delà des tailles standards).
- **Caractéristiques des baies vitrées**
 - Les doubles vitrages, pour des performances optimales, posséderont : un espace entre les 2 vitres de 16 mm, un espace rempli d'un gaz « lourd » (argon, krypton, etc.), un traitement à faible émissivité en phase 3 (sur la face côté lame de gaz du vitrage intérieur) et un intercalaire à rupture de pont thermique (bord chaud ou « warm edge »),
 - le triple vitrage est très bénéfique vis-à-vis des déperditions d'hiver ($0,7 \text{ W/m}^2.\text{K} < U_w < 1 \text{ W/m}^2.\text{K}$), mais réduit la transmission des apports solaires « gratuits » et l'éclairage naturel. Il ne peut conduire à un gain significatif que dans les zones froides et pour les expositions nord,
 - plutôt équiper les fenêtres exposées au sud et à l'ouest de doubles vitrages, les autres orientations pouvant être équipées de triples vitrages, au moins en zone climatique H1. Pour les autres zones climatiques, le triple vitrage n'apporte pas de gain de consommation significatif si les facteurs solaires sont trop faibles,
 - en fonction des lois d'urbanisme des collectivités, l'uniformisation des modèles, matériaux (bois, métal), proportions, partitions des carreaux, types d'occultation et teinte sera nécessaire pour une même façade.

GESTION DES INTERFACES ¹⁵**Baies vitrées / parois verticales**

- S'assurer que le support puisse recevoir la menuiserie avant la pose (tolérance satisfaisante).
- Solutions de traitement thermique des ponts thermiques :
 - si le dormant et les ouvrants sont conservés, le positionnement de la nouvelle baie vitrée est identique à l'initiale,
 - si le remplacement est total, le positionnement de la nouvelle menuiserie sera en partie fonction de la technique d'isolation thermique des parois verticales associée ou future.

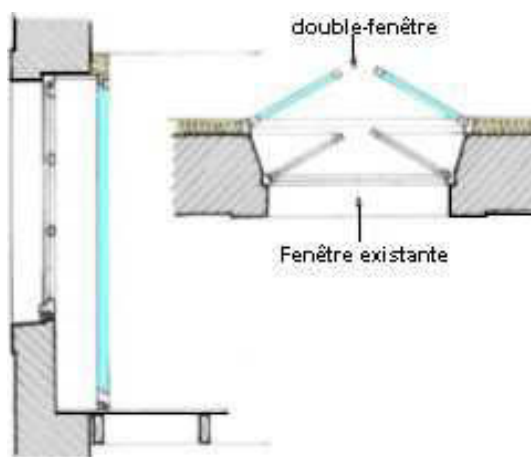
Si les façades sont isolées par l'extérieur, de préférence poser les menuiseries neuves au niveau de l'isolant (au nu extérieur du mur existant).

Remarque

La performance énergétique globale sera atteinte en optimisant le positionnement de la fenêtre, le coefficient de transmission thermique de la fenêtre et les apports solaires.

Cas particulier de la pose d'une double fenêtre

Il s'agit généralement de préserver le patrimoine et/ou de traiter les problèmes acoustiques. Aussi, dans l'éventualité où une isolation intérieure est prévue, la double fenêtre prend logiquement place en continuité du doublage isolant.



▲ Figure 18 : cas particulier de la pose d'une double fenêtre

Risque de condensation entre les deux fenêtres : le revêtement de la paroi dans cette zone doit donc ne pas être sensible à l'humidité (éviter le plâtre peint et préférer des matériaux brute type pierre bois).

Baies vitrées / coffres de volets roulants

- Menuiserie avec volet roulant existant :

- Menuiserie avec coffre intérieur indépendant (menuiserie fixée au coffre intérieur) :

Lors de la dépose de la menuiserie, des précautions seront prises pour la conservation (si souhaitée) du coffre existant (généralement en bois).

Le coffre conservé devra être isolé thermiquement

et toutes les infiltrations d'air parasites devront être traitées.

Il est également possible de déposer la totalité (menuiserie et coffre) et de reposer, dans la même configuration un bloc baie de caractéristiques thermiques nettement meilleures qu'en état existant.

L'entrée d'air de la ventilation peut être placée au niveau du coffre de volet roulant ou dans la menuiserie.



- Menuiserie avec coffre intérieur intégré (bloc baie) :

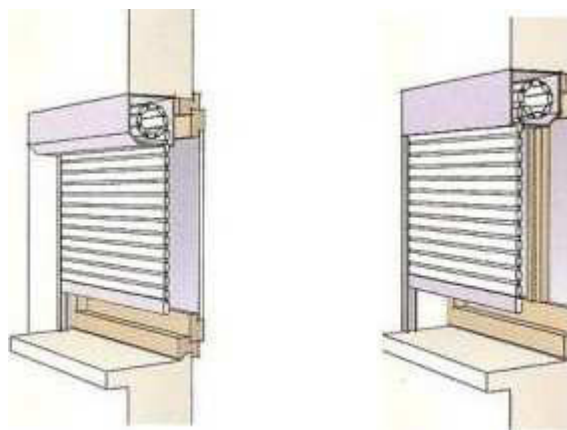
Le bloc baie (généralement en PVC) est entièrement déposé pour être remplacé par un nouvel ensemble plus performant.

L'entrée d'air de la ventilation peut être placée au niveau du coffre de volet roulant ou dans la menuiserie.



- Menuiserie sans volet roulant existant :

- En ITE, coffre de volets roulants généralement placés à l'extérieur : un isolant devra être mis en place sur la surface de contact entre le coffre et le mur.



- En ITI, coffre de volets roulants placé à l'intérieur pour des raisons esthétiques. Ils doivent être isolants. (cf. § Menuiserie avec coffre intérieur intégré (bloc baie)).

Ventilation

Des réflexions sur la ventilation du logement doivent être engagées pour chaque réhabilitation, même si des mesures partielles, comme par exemple le remplacement des fenêtres, sont prévues. Il faut dans tous les cas assurer une ventilation suffisante.

Une réhabilitation avec une isolation des parois et/ou un changement des fenêtres modifie l'étanchéité à l'air du bâtiment. Il faut donc reconsidérer la ventilation des logements. Si aucun système de ventilation n'est présent, il est obligatoire d'équiper les nouvelles menuiseries d'entrées d'air bien dimensionnées. En parallèle de ces entrées d'air, il convient d'installer des bouches d'extraction dans les pièces humides raccordées par gaine à un extracteur pouvant reprendre la totalité des débits réglementaires.

Quelques points spécifiques à prendre en considération:

- Pour un remplacement des menuiseries, il sera impératif d'y intégrer, dès la fabrication, des entrées d'air (imposé par la réglementation thermique des bâtiments existants), permettant un débit conforme à la réglementation de 1982 et en cohérence avec le système de ventilation envisagé ;
- si des menuiseries double-vitrage ont déjà été installées, la mise en place d'entrées d'air hygro-réglables est possible par la création (ou l'élargissement)
- lors de la pose d'une double fenêtre (côté intérieur), les deux menuiseries devront être pourvues d'entrées d'air. L'entrée d'air sur la menuiserie existante conservée devra être de type autoréglable et surdimensionnée par rapport



à l'entrée d'air (hygroréglable ou autoréglable) de la deuxième menuiserie installée côté intérieur.

De plus, afin de ventiler l'espace entre les deux menuiseries et de profiter des apports solaires pour le préchauffage de l'air, il est possible de placer la première entrée d'air (autoréglable) en partie basse de la menuiserie existante et la deuxième entrée d'air en partie haute de la menuiserie installée côté intérieur. Inverser ces positions entraîne des condensations.

Système de chauffage

- Par principe, la priorité lors d'une rénovation est de réduire les besoins de chauffage par l'isolation du bâti pour ensuite mettre en place un générateur adapté ;
- Lorsque la réduction des besoins de chauffage est conséquente, il importe de vérifier l'adaptation du système de chauffage existant (réglage loi d'eau, régulation, puissance installée, etc.).

APPROCHE GLOBALE

Approche globale	Points de vigilance
État général de conservation des menuiseries	En cas de conservation d'un dormant existant, il faut vérifier son état (joint, absence de moisissure ou dégradation) et le traiter si nécessaire, car il deviendra en partie inaccessible.
Sécurité incendie	Les travaux devront respecter la circulaire du 13 décembre 1982 relative à la sécurité des personnes en cas de travaux de réhabilitation. En particulier selon l'instruction technique n°249 relative aux façades, les menuiseries devront respecter les exigences de masse combustible de la façade, ainsi que celles relatives aux dispositions constructives, et au type d'isolation prévu (par l'intérieur ou par l'extérieur) : Bandes de laines minérales autour des menuiseries Cornières métalliques rigides en encadrement
Conforts (hiver, été)	Le changement des menuiseries apporte une amélioration du confort d'hiver (température de surface des châssis et vitrages plus élevée qu'avec les anciens vitrages et châssis). Volets ou stores à lames extérieures constituent des moyens simples et efficaces pour réguler la température des logements : la nuit en hiver, ils limitent les pertes de chaleur ; le jour en été, ils protègent du rayonnement direct du soleil.
Santé hygiène	La reprise des menuiseries extérieures doit être accompagnée d'une analyse du système de ventilation des logements et éventuellement de sa rénovation.
Acoustique	L'isolement acoustique de la façade vis-à-vis des bruits extérieurs est toujours amélioré quel que soit le procédé choisi (l'amélioration étant plus ou moins grande selon le type de fenêtre existante). Les fenêtres équipées de triple-vitrage ont une vocation thermique plus qu'acoustique (leurs performances acoustiques sont équivalentes à une fenêtre équipée de double-vitrage).
Accessibilité / habitabilité	Lors du changement des portes fenêtres donnant sur les balcons et loggias ou sur l'extérieur, on s'attachera à améliorer l'accessibilité des personnes handicapées.



Enjeux	Éléments d'appréciation
Valorisation patrimoine Architecture	La mise en place de menuiseries extérieures neuves apporte une amélioration du patrimoine cumulant différents effets : performance énergétique, fonctionnement plus aisé, aspect esthétique rénové, amélioration acoustique.
Maitrise d'ouvrage Travaux	La réalisation couplée de travaux sur les menuiseries et sur l'ITE nécessite l'intervention d'une ingénierie technique traitant les domaines d'étanchéité, acoustique, thermique, incendie.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Liens utiles :
 - Règlementation thermique : <http://rt-batiment.fr/>
 - Base INIES – base de données française de référence sur les caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction : <http://www.inies.fr/>
 - Avis techniques : <http://www.cstb.fr/evaluations/>
 - Certification des vitrages : www.cekal.com/
- Textes réglementaires, DTU-Normes/règles, cahiers des prescriptions techniques, normes, autres documents de référence
- Bibliographie spécifique : cf. partie « principales sources de l'étude »

3.3. • Fiches « système énergétique »

- **[Fiche 8]** – Solutions techniques de ventilation naturelle
- **[Fiche 9]** – Solutions techniques de Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC)
- **[Fiche 10]** – Solutions techniques : équipements individuels sur réseau fluide
- **[Fiche 11]** – Solutions techniques : équipements collectifs sur réseau fluide
- **[Fiche 12]** – Solutions techniques : chauffage et ECS à effet joule

FICHE 8 – SOLUTIONS TECHNIQUES DE VENTILATION NATURELLE

DIAGNOSTIC DE L'ETAT EXISTANT

Avant d'intervenir sur les ouvrages participant à la ventilation naturelle d'un logement, un diagnostic spécifique est à engager dans le cadre d'une approche plus générale de la situation initiale du bâtiment et des améliorations envisageables.

Objectifs du diagnostic :

- Identifier l'année de construction du bâtiment ;
- comprendre le fonctionnement et identifier les principes qui la régissaient lors de sa conception ;
- recenser les modifications du système initial de ventilation ;
- identifier et aider au choix des solutions techniques d'amélioration énergétique / confort.

Contenu du diagnostic :

- Caractéristiques du système de ventilation existant : type, matériels et composants ;
- état des réseaux (vacuité, encrassement, etc.) et recensement des altérations du système initial : entrées/grilles d'extractions d'air obturées, hottes de cuisine reliées, clapet coupe-feu défectueux, etc. ;
- avis des occupants sur le système existant : nuisance sonore, problèmes de refoulement, odeurs, etc. ;
- environnement du bâtiment : zones ventées, risque de pollution de l'air extérieur, zones de bruit extérieur, zone à risque de radon, etc. ;
- prise en compte des contraintes de sécurité incendie (clapets coupe-feu, matériau des gaines, etc.) de la présence ou non d'équipements de combustion utilisant l'air ambiant comme air comburant, appareil non étanche autre que la gazinière, et du mode d'évacuation des gaz de combustion.

Conclusions attendues :

- Description du système en place et éventuels dysfonctionnements ;
- contraintes intérieures et extérieures influençant la rénovation du système ;
- attentes des occupants vis-à-vis du nouveau système de ventilation ;
- liste des réparations et des travaux nécessaires à l'installation d'un nouveau système ;

REGLEMENTATION

La réglementation actuellement en vigueur doit être respectée uniquement si le principe de fonctionnement de la ventilation est modifié. Sinon, la réglementation en vigueur à l'époque de construction s'applique.

- Arrêté 14 novembre 1958 : 1^{er} texte de loi national ; aération pièce par pièce (entrée et sortie d'air) pièces humides.
- Arrêté 22 octobre 1969 : arrête le principe de ventilation générale, avec entrée d'air neuf dans les pièces de vie et extraction dans les pièces humides, et permanente, lors de la période de chauffage, des logements.
- Arrêté 24 mars 1982 (modifié par arrêté 28 octobre 1983) : débits d'air à extraire à conditions climatiques moyennes d'hiver selon typologie du logement et type de ventilation installée.

SOLUTIONS D'AMELIORATION ENERGETIQUE

Choix de la technique en rénovation

Solutions techniques	Performance énergétique
Ventilation naturelle réhabilitée	
Ventilation naturelle assistée	

Les solutions techniques comme la Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC), la ventilation mécanique contrôlée basse pression, la ventilation mécanique répartie sont traitées dans la [Fiche 9].

Performances énergétiques « Compatibles Basse Consommation »

Les systèmes hygroréglables modulent les débits en fonction du taux d'hygrométrie de l'air intérieur, qui est un indicateur de l'activité dans le logement. Ainsi ces systèmes permettent de limiter les déperditions par la ventilation tout en améliorant le confort et en assurant les débits de renouvellement d'air réglementaires (arrêté 28 octobre 1983).

Préconisations spécifiques des solutions d'amélioration

Solutions techniques	Ventilation naturelle réhabilitée	Ventilation naturelle assistée
Confort thermique		
Renouvellement et qualité d'air intérieur		
Traitement du bruit		
Facilité d'installation		
Entretien / maintenance		

• Ventilation naturelle réhabilitée :

En réhabilitation, un des avantages de la ventilation naturelle est de réutiliser les conduits existants de fumée ou de ventilation. Ces conduits sont généralement maçonnés. Selon l'âge du bâtiment, seront réutilisés soit les conduits individuels (autant de conduits que de bouches) soit les conduits SHUNT (raccordement individuel de hauteur d'étage sur un conduit collecteur collectif).

Elle ne fonctionne que par balayage : entrées d'air dans les pièces de vie (chambres, séjours, ...) et bouches d'extraction d'air dans les pièces humides (cuisine, WC, salle de bain,...). Les portes intérieures doivent donc être détalonnées afin que l'air puisse circuler dans le logement.

La réhabilitation concerne en particulier les entrées et les bouches d'extraction d'air :

- Ventilation hygro-réglable de type B à privilégier,
- renouvellement d'air par tirage thermique et par effet du vent,
- entrées d'air à positionner de préférence en partie haute (sensation de courant d'air froid évité) soit des menuiseries, soit des coffres intérieurs des volets roulants, soit en traversée de parois,
- conduits d'extraction (individuels ou collectifs).

La réhabilitation des conduits consiste à leur reconnaissance (quel conduit en toiture dessert quelle bouche en logement), la vérification de leur vacuité et de leur continuité (pas de trous).

Pour fonctionner, la ventilation naturelle réhabilitée nécessite une hauteur de tirage minimale, il n'est donc possible de l'installer que sur des bâtiments d'au moins de 8-10 étages, au-delà, il faut assister le tirage via la ventilation naturelle assistée.



- **Ventilation naturelle assistée :**

La ventilation naturelle assistée est de la ventilation naturelle réhabilitée à laquelle on ajoute une assistance mécanique en toiture afin d'assurer le tirage.

Cette assistance mécanique en toiture ne se met en fonctionnement que si le débit extrait est insuffisant, cas notamment en mi-saison lorsque les températures extérieures sont moins basses et donc le tirage thermique inopérant.

Technique à proscrire

- **Ventilation mécanique ponctuelle :**

Elle consiste en l'installation d'un ou plusieurs systèmes d'extraction mécanique dans les pièces humides et à garder la ventilation naturelle en l'état dans les autres pièces. Ce système est généralement installé afin de pallier à un manque de ventilation qui génère un inconfort (buée, condensation,...) et/ou des pathologies (murs humides, moisissures,...) ; exemple : salle de bain sans entrée ni sortie d'air mais avec une fenêtre. Ce système ne fonctionne pas en permanence, actionné par l'utilisateur ou bien asservie (détecteur de présence, d'humidité, horloge, ...).

Ainsi, ce système ne respecte pas l'arrêté de 1969 : la ventilation n'est ni générale, ni permanente. Le rejet du ventilateur vers l'extérieur se fait soit en direct (ventilateur positionné contre le mur extérieur) soit via un conduit (de longueur limitée).

Maintenance / entretien

- **Fréquence des interventions**

Dans le cas d'un système mécanique d'extraction, son fonctionnement doit être vérifié une fois par an. Le ramonage périodique des conduits horizontaux (entre 1 et 3 ans) est conseillé.

Le nettoyage, à l'aide d'un chiffon tous les 6 mois, des entrées et des bouches d'extraction à l'intérieur du logement peut se faire par les occupants.

- **Accessibilité des installations**

Lors de la conception de la nouvelle installation, l'accessibilité des éléments nécessitant un entretien sera étudiée afin d'en faciliter l'accès et les opérations.

GESTION DES INTERFACES

Ventilation / Bâti

Des réflexions sur la ventilation du logement doivent être engagées pour chaque réhabilitation, même si des mesures partielles, comme

par exemple le remplacement des fenêtres, sont prévues. Il faut dans tous les cas assurer une ventilation suffisante.

Une réhabilitation avec une isolation des parois et/ou un changement des fenêtres modifie l'étanchéité à l'air du bâtiment. Il faut donc reconsidérer la ventilation des logements. Il est nécessaire d'installer un système de ventilation qui assure un renouvellement d'air suffisant.

Ventilation / Systèmes énergétiques

- **Équipement de combustion à bruleur atmosphérique (non étanche)**

L'amélioration de la ventilation induit une **réflexion globale** sur les améliorations à apporter au bâtiment, notamment relatif aux équipements de combustion non étanches :

Si des équipements de combustion (autre que les gazinières) utilisant l'air ambiant comme air comburant sont installés et qu'il n'est pas prévu de les remplacer par des équipements étanches (c'est-à-dire dont l'air comburant n'est pas puisé dans l'air ambiant du local), alors il faudra vérifier les deux conditions suivantes :

$$SMEA \geq 90 \text{ m}^3/\text{h}$$

ET

$$SMEA \geq 6,2 \times P \text{ m}^3/\text{h}$$

$SMEA = \text{Somme de Module d'Entrée d'Air}$

$P = \text{puissance utile en kW de l'appareil à combustion}$

- **Équipement de combustion à bruleur à air pulsé (étanche) :** pas d'interface avec la ventilation ; extraction des fumées par ventouse indépendante.

APPROCHE GLOBALE

Approche globale	Points de vigilance
État général de conservation de l'immeuble	La réhabilitation de la ventilation naturelle ou l'installation d'une ventilation naturelle assistée contribuent à l'amélioration du comportement hygrothermique des ouvrages : ces travaux permettent de réguler et de maîtriser l'évacuation de vapeur d'eau pour éviter d'éventuelles condensations sur parois froides.
Sécurité incendie	Les travaux doivent respecter les recommandations de la circulaire du 13 décembre 1982 : ne pas aggraver la situation en matière de sécurité incendie lors des modifications de ventilation. L'installation de systèmes de ventilation naturelle assistée ou de ventilation mécanique basse pression est considérée comme ne modifiant pas les conditions de sécurité contre l'incendie.
Conforts (hiver, été)	Les entrées d'air seront disposées de façon à éviter les effets de coulée d'air frais.



Approche globale	Points de vigilance
Santé hygiène	Les solutions décrites sont pertinentes pour améliorer les conditions de ventilation des locaux dans la mesure où elles sont suivies d'un entretien régulier (systèmes pouvant perdre leur performance).
Acoustique	Définition des entrées d'air en rapport avec l'environnement sonore extérieur. Cela peut amener à utiliser des entrées d'air aux performances acoustiques renforcées, voire des entrées d'air en traversée de mur.
Accessibilité / habitabilité	Sans objet

Enjeux	Éléments d'appréciation
Valorisation patrimoine	Si l'intervention sur la ventilation naturelle n'apporte pas de forte valeur ajoutée sur le patrimoine, elle permet aux travaux qui lui sont souvent associés (changement de menuiseries extérieures ou de chaudière murale) de satisfaire les occupants sans entraîner de dégradations sur le patrimoine. Leur efficacité est plus grande dans les logements collectifs.
Maîtrise d'ouvrage Travaux	La conception des ouvrages de ventilation nécessite à la fois un diagnostic de la ventilation ainsi que la prise en compte, dans une étude d'ingénierie, de tous les autres travaux associés (menuiserie extérieurs, étanchéité à l'air, etc.) influant sur la ventilation.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Liens utiles :
 - Règlementation thermique : <http://rt-batiment.fr/>
 - Avis techniques : <http://www.cstb.fr/evaluations/>
- Textes réglementaires, DTU-Normes/règles, cahiers des prescriptions techniques, normes, autres documents de référence
- Bibliographie spécifique
 - cf. partie [principales sources de l'étude]
 - « Guide de la ventilation naturelle et hybride » : <http://www2.ademe.fr>
 - « Guide Bio-Tech : Ventilation naturelle et mécanique » : <http://www.areneidf.org>

FICHE 9 – SOLUTIONS TECHNIQUES DE VENTILATION MÉCANIQUE CONTRÔLÉE (VMC)

DIAGNOSTIC DE L'ETAT EXISTANT

Avant d'intervenir sur des ouvrages participant à la ventilation d'un logement, un diagnostic spécifique est à engager dans le cadre d'une approche plus générale de la situation initiale du bâtiment et des améliorations envisageables.

Objectifs du diagnostic :

- Comprendre le fonctionnement et identifier les principes qui la régissaient lors de sa conception ;
- recenser les modifications du système initial de ventilation ;
- identifier et aider au choix des solutions techniques d'amélioration énergétique / confort.

Contenu du diagnostic :

- État des lieux de l'existant ; équipements de systèmes, réseaux, etc. et capacité à être réutilisé avec chemisage des conduits ;
- bâti : date de construction, étanchéité à l'air et niveau d'isolation thermique des parois ;
- avis des occupants sur le système existant : nuisance sonore, problèmes de refoulement, odeurs, etc. ;
- présence ou non d'équipements (autre que la gazinière) de combustion utilisant l'air ambiant comme air comburant, c'est-à-dire un appareil non étanche, et le mode d'évacuation des gaz de combustion ;
- environnement du bâtiment ; zones ventées, risque de pollution de l'air extérieur, zones de bruit extérieur, etc. ;
- prise en compte des contraintes de sécurité incendie.

Conclusions attendues :

- Analyse et description des ouvrages existants (état de conservation, respect des exigences incendie, acoustique, débits d'air, etc. ;
- propositions de solutions adaptées par types de bâtiment et selon la cible énergétique visée ;
- liste explicite des travaux envisageables, phasages, économies d'énergies attendues, etc.

REGLEMENTATION

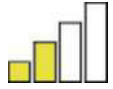
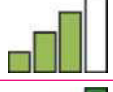
La réglementation actuellement en vigueur doit être respectée uniquement si le principe de fonctionnement de la ventilation est modifié. Sinon, la réglementation en vigueur à l'époque de construction s'applique.

- Arrêté 14 novembre 1958 : 1^{er} texte de loi national ; aération pièce par pièce (entrée et sortie d'air) pièces humides.
- Arrêté 22 octobre 1969 : arrête le principe de ventilation générale, avec entrée d'air neuf dans les pièces de vie et extraction dans les pièces humides, et permanente, lors de la période de chauffage, des logements.
- Arrêté 24 mars 1982 (modifié par arrêté 28 octobre 1983) : débits d'air à extraire à conditions climatiques moyennes d'hiver selon typologie du logement et type de ventilation installée.

SOLUTIONS D'AMELIORATION ENERGETIQUE

Choix de la technique en rénovation

Différents choix technologiques possibles :

Solutions techniques	Performances énergétiques
VMC SF répartie	
VMC SF auto-réglable	
VMC SF basse pression	
VMC SF hygro-réglable	
VMC DF haute efficacité	

SF : Simple Flux / DF : Double Flux

Performances énergétiques « Compatibles Basse Consommation »

Pour atteindre le niveau de performance énergétique équivalent basse consommation, les solutions hygroréglables ou VMC double flux seront nécessaires. Les autres solutions demeurent possibles, l'étude devra justifier l'obtention de l'objectif visé.

Préconisations spécifiques des solutions d'amélioration

Solutions techniques	VMC SF répartie	VMC SF auto-réglable	VMC SF hygro-réglable	VMC SF basse pression	VMC DF haute efficacité
Confort thermique					
Renouvellement et qualité de l'air intérieur					
Traitement du bruit					
Facilité d'installation					
Entretien/maintenance					

- **VMC simple flux répartie :**

Ce système comprend les entrées d'air (pièces de vie), les bouches d'extraction (pièces humides) raccordées au ventilateur individuel.

Immeubles collectifs : cette solution est la moins performante car elle impose la mise en œuvre d'un ou plusieurs ventilateurs par logements d'où des consommations électriques importantes (attention à l'intégration acoustique des ventilateurs).

- **VMC simple flux auto-réglable :**

Ce système est équivalent au précédent sauf que là, le ventilateur (caisson d'extraction) est collectif, commun à tous les logements, disposé en toiture (combles ou terrasse).

Sur le plan énergétique, cette solution est moins efficace que par exemple l'hygro-réglable, les débits non modulés sont plus importants, donc plus de déperditions.

La mise en œuvre de cette installation nécessite de pouvoir créer ou réutiliser des gaines d'extraction étanches (type réseau en acier galvanisé ou chemisage des conduits existants).

Recommandations de mise en œuvre :

- Entrées d'air positionnées en partie haute des menuiseries ou des coffres intérieurs des volets roulants dans les pièces de vie,
- balayage intégral et permanent du logement à réaliser au moyen d'un détalonnage des portes intérieures,
- extraction au moyen des bouches d'extraction en pièce humide,



- mise en œuvre d'extracteurs « basse consommation » (limiter l'impact de la consommation électrique des ventilateurs).

- **VMC simple flux hygro-réglable :**

Ce système est équivalent au précédent (extracteur collectif). Il diffère sur le mode de gestion du débit de renouvellement d'air, il est là asservi à l'hygrométrie. Cette fonction permet de moduler les débits extraits, donc de réduire les déperditions. Il existe deux types de VMC hygro-réglable :

- Hygro. A : entrées d'air auto-réglables et bouches d'extraction hygro-réglables,
- hygro. B : entrées d'air et bouches d'extraction hygro-réglables.

La VMC hygro. B autorise une modulation plus « fine » que le type A et donc s'avère plus performante. En présence d'une climatisation, une VMC hygro.B est généralement incompatible.

La mise en œuvre de cette installation nécessite de pouvoir créer ou de réutiliser des gaines d'extraction étanches (type réseau en acier galvanisé ou chemisage des conduits existants). Les recommandations de mise en œuvre sont en tout point identique à celles énoncées ci-dessus.

- **VMC simple flux basse pression :**

Comme pour ce qui a été présenté, il existe deux types de VMC simple flux basse pression : auto-réglable, hygro-réglable aux mêmes caractéristiques que celles décrites ci-dessus.

L'intérêt de ce système est de pouvoir réutiliser les conduits shunt pour les bâtiments ventilés naturellement. Il est à noter que les débits sont plus importants que pour les systèmes classiques « haute pression ». Ceci va induire des déperditions un peu plus importantes que pour les systèmes « classiques ». Du fait de la réutilisation des conduits existants, il existe des limites d'installations (nombres d'étages maximum, ...).

- **VMC double flux haute efficacité :**

Ce système consiste à mettre en œuvre :

- Bouches de soufflage : font rentrer un débit d'air fixe dans les pièces de vie,
- bouches de reprise dans les pièces humides (salles de bains, salle d'eau, WC, cuisine et cellier) : extraient un débit d'air permanent et constant,
- collecteurs d'extraction horizontaux / verticaux : acheminent l'air jusqu'à la centrale de traitement d'air,
- collecteurs de soufflage horizontaux / verticaux : acheminent l'air jusqu'aux bouches de soufflage,
- centrale de traitement d'air (positionnés en combles ou toiture),
- échangeur de chaleur (peut être inclus dans la centrale ou déporté).

Solution avec la meilleure performance énergétique : récupération d'une partie de l'énergie contenue dans l'air extrait pour préchauffer l'air insufflé. Pour efficacité maximale, préconiser des échangeurs de chaleur avec un rendement supérieur à 90% pour palier l'augmentation des consommations électriques (2 ventilateurs au lieu d'1 en simple flux).

Solution optimale du point de vue du renouvellement et de la qualité de l'air ; allie caractéristiques d'un système auto-réglable (renouvellement d'air optimal) à une filtration de l'air entrant.

Mise en œuvre difficile : nécessite de pouvoir créer ou de réutiliser des gaines d'extraction étanche (type réseau en acier galvanisé ou chemisage des conduits existants). Elle nécessite, de plus, la réalisation de deux réseaux de ventilation (un réseau de soufflage et un de reprise). Cette solution reste envisageable mais induit des travaux importants qui ne sont pas possible pour tous les types de bâtiment et nécessite une étude au cas par cas.

Maisons individuelles : il existe des systèmes de double flux hygro-réglable ; le débit d'air sera dès lors ajusté automatiquement en fonction de l'humidité de l'air.

Le confort thermique et acoustique seront assurés par des éléments, de type plénums, permettant de diminuer les vitesses d'air de soufflage.

Techniques à proscrire

- Uniquement conservation des ventilations hautes et basses dans pièces humides (non conforme à l'arrêté du 24 mars 1982) avec la mise en place d'entrées d'air dans les pièces de vie, inévitable dans le cadre d'une amélioration de la ventilation ;
- Incompatibilité entre une VMC (tout type) et un brûleur atmosphérique pour une chaudière gaz ;
- Incompatibilité entre une VMC (tout type) et une cheminée en usage.

Maintenance / entretien

- **Fréquence des interventions**

Dans le cas d'un système mécanique d'extraction, son fonctionnement doit être vérifié une fois par an. Le ramonage périodique des conduits horizontaux (entre 1 et 3 ans) est conseillé.

Le nettoyage, à l'aide d'un chiffon tous les 6 mois, des entrées et des bouches d'extraction à l'intérieur du logement peut se faire par les occupants.

- **Accessibilité des installations**

Lors de la conception de la nouvelle installation, l'accessibilité des éléments nécessitant un entretien sera étudiée afin d'en faciliter l'accès et les opérations.

GESTION DES INTERFACES

Ventilation / Bâti

Des réflexions sur la ventilation du logement doivent être engagées pour chaque réhabilitation, même si des mesures partielles, comme par exemple le remplacement des fenêtres, sont prévues. Il faut dans tous les cas assurer une ventilation suffisante.

Une réhabilitation avec une isolation des parois et/ou un changement des fenêtres modifie l'étanchéité à l'air du bâtiment. Il faut donc reconsidérer la ventilation des logements. Il est nécessaire d'installer un système de ventilation qui assure un renouvellement d'air suffisant.

Ventilation / Systèmes énergétiques

- **Équipement de combustion individuel non étanche – VMC gaz**
Principe : évacuer, par l'une des bouches d'extraction existante (en général en cuisine), l'air vicié du logement et les produits de combustion d'une chaudière ou d'un chauffe-eau à gaz.
Si des équipements de combustion (autre que les gazinières) utilisant l'air ambiant comme air comburant sont installés et qu'il n'est pas prévu de les remplacer par des équipements étanches (c'est-à-dire dont l'air comburant n'est pas puisé dans l'air ambiant du local), il ne sera pas possible d'utiliser les systèmes précédemment décrits. Les systèmes individuels étanches sont une nécessité si réhabilitation énergétiquement performante.
- La réglementation ¹⁶ impose les opérations de maintenance et vérifications :
 - Extracteurs, gaines (ou conduits), bouches d'extraction et entrées d'air,
 - détecteur de défaut du dispositif de sécurité collective pour les installations qui en sont pourvues,
 - ensemble du Dispositif de Sécurité Collective (DSC) sur chaque appareil raccordé pour les installations équipées du dispositif (sinon, test d'arrêt d'extraction pour contrôle des sécurités individuelles),
 - installation d'origine (conformité),
 - clapets coupe-feu (non déclenchement, pas d'obstruction à leur fermeture).
- **Équipement de combustion à bruleur à air pulsé (étanche) : pas d'interface avec la ventilation ; extraction des fumées par ventouse indépendante.**

.....
■ 16 Réglementation fixée par l'arrêté du 25 avril 1985 (JO du 26 mai 1985), modifiée par l'arrêté du 30 mai 1989 (JO du 09 juin 1989)

- **Système « 3 en 1 » (pour la ventilation et le chauffage individuels)**

En cas d'une rénovation complète du système thermodynamique de production de chaleur individuel, il est à noter l'existence de systèmes permettant d'assurer trois fonctions :

- Ventilation double flux : avec récupération sur l'air extrait pour préchauffer l'air soufflé,
- chauffage : produit par une PAC air/air qui reprend non pas l'air extérieur, mais l'air extrait (donc chauffé, améliore le COP),
- eau chaude sanitaire : même principe de fonctionnement que pour le chauffage, mais avec un ballon d'accumulation.

APPROCHE GLOBALE

Approche globale	Points de vigilance
État général de conservation de l'immeuble	L'installation d'une ventilation mécanique contribue à l'amélioration du comportement hygrothermique des ouvrages: elle régule l'évacuation de vapeur d'eau pour éviter d'éventuelles condensations sur parois froides, tout en maîtrisant le renouvellement d'air au strict nécessaire.
Sécurité incendie	Les travaux doivent respecter les recommandations de la circulaire du 13 décembre 1982 : ne pas aggraver la situation en matière de sécurité incendie notamment pour les modifications apportées à la ventilation. En cas d'installation d'une nouvelle VMC, les dispositions du règlement de sécurité des immeubles d'habitation sont à respecter (solution courante : mise en place d'un extracteur résistant aux flammes)
Conforts (hiver, été)	Les entrées d'air seront disposées de façon à éviter les effets de coulée d'air frais.
Santé hygiène	Les solutions de VMC assurent une régularisation et une fiabilité aux systèmes de ventilation dans la mesure où ils font l'objet d'une maintenance régulière avec mesure de leurs performances. Installation de VMC gaz : présence DSC (Dispositif de Sécurité Collective) obligatoire.
Acoustique	L'ajout de systèmes motorisés est de nature à apporter une gêne acoustique aux occupants. Des dispositions d'isolement des moteurs ou choix de moteurs silencieux sont à mettre en œuvre. La définition des entrées d'air doit prendre en compte l'environnement sonore extérieur. Cela peut amener à utiliser des entrées d'air aux performances acoustiques renforcées. Il est inévitable de se référer à la Nouvelle Réglementation Acoustique.
Accessibilité / habitabilité	Sans objet



Enjeux	Éléments d'appréciation
Valorisation patrimoine	L'ajout d'une VMC contribue à la valorisation du patrimoine, elle permet aux travaux qui lui sont souvent associés (changement de menuiseries extérieures ou de chaudière murale) de satisfaire les occupants sans entraîner de dégradations sur le patrimoine. L'installation d'une VMC trouve sa pleine efficacité dans les logements collectifs.
Maîtrise d'ouvrage Travaux	La conception des ouvrages de ventilation nécessite à la fois un diagnostic de la ventilation ainsi que la prise en compte, dans une étude d'ingénierie, de tous les autres travaux associés (menuiserie extérieurs, étanchéité à l'air, etc.) influant sur la ventilation.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Liens utiles :
 - Règlementation thermique : <http://rt-batiment.fr/>
 - Base INIES – base de données française de référence sur les caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction : <http://www.inies.fr/>
 - Avis techniques : <http://www.cstb.fr/evaluations/>
- Textes réglementaires, DTU-Normes/règles, cahiers des prescriptions techniques, normes, autres documents de référence
- Bibliographie spécifique
 - cf. partie « principales sources de l'étude »
 - Guide Bio-Tech : « Ventilation naturelle et mécanique » : <http://www.areneidf.org>

FICHE 10 – SOLUTIONS TECHNIQUES : ÉQUIPEMENTS INDIVIDUELS SUR RÉSEAU FLUIDE

DIAGNOSTIC DE L'ÉTAT EXISTANT

Avant d'intervenir sur les systèmes de chauffage individuel pour une amélioration énergétique, un diagnostic spécifique est à engager dans le cadre d'une approche plus générale de la situation initiale du bâtiment et des performances à atteindre.

Objectifs du diagnostic :

- Connaître la composition des différents éléments du système de chauffage et leur état de conservation ;
- aider au choix des solutions techniques d'amélioration énergétique.

Contenu du diagnostic :

- Caractéristiques du système de chauffage existant (production, régulation, distribution, émission) et état (traces de fuite, possibilité de réutiliser en l'état), avis des occupants sur ses performances ;
- type et état du conduit de fumée ;
- conditions de maintenance régulière du système ;
- contraintes de sécurité incendie (chaufferie, clapets coupe-feu, etc.) ;
- qualité de l'eau dans les réseaux (si présence d'air et couleur d'eau aux purges des radiateurs).

Conclusions attendues :

- Description des ouvrages, installations et points singuliers ;
- état de conservation, et respect des exigences actuelles (incendie, acoustique, performances, pollution etc.) ;
- liste des actions de réparation ou renforcement préalables nécessaires, notamment en ce qui concerne une éventuelle isolation de l'enveloppe à prévoir ;
- conditions de mise en œuvre des travaux d'amélioration énergétique ;
- liste des travaux associés.

ASPECT RÉGLEMENTAIRE

Pour les systèmes de production de chaleur dans les bâtiments faisant l'objet d'améliorations énergétiques concernés par l'article 131-26 du code de la construction et de l'habitation (supérieurs à 1 000 m² et dont le coût total prévisionnel de travaux de rénovation est supérieur à 25 % de sa valeur), il est obligatoire de réaliser une étude de

faisabilité des approvisionnements en énergie, comme défini dans l'arrêté du 18 décembre 2007.

Cette étude aura pour but de proposer le meilleur système de production en substitution du système existant.

Le présent document fait également référence aux textes :

- Version consolidée au 23 janvier 2011 de l'arrêté du 2 août 1977 relatif aux règles techniques et de sécurité applicables aux installations de gaz combustible et d'hydrocarbures liquéfiés situés à l'intérieur des bâtiments d'habitation ou de leurs dépendances
- DTU 61.1 Installations de Gaz
- DTU 24.1 Travaux de Fumisterie
- DTU 68.2 Exécution des installations de ventilation mécanique

SOLUTIONS D'AMÉLIORATION ÉNERGETIQUE

Plusieurs éléments sont à prendre en compte lors du changement de chaudière individuelle :

- Le générateur ;
- la gestion de l'installation : régulation ; programmateur ;
- les émetteurs.

Choix de la solution des générateurs en rénovation

- Générateurs « classiques » :

Solutions techniques Générateurs	Rendement* (PCI** à 30 % de charge)	Plage de Puissance	Usages
Chaudière gaz à condensation	100 % – 108 %	A partir de 15 kW	Chauffage et ECS
Chaudière fuel à condensation	100 % – 106 %	A partir de 15 kW	Chauffage et ECS
Chaudière bois à plaquettes (maison individuelle uniquement)	85 % – 92 %	20 – 200 kW	Chauffage et ECS
Chaudière bois bûche (maison individuelle uniquement)	80 % – 90 %	15 – 50 kW	Chauffage
Poêle à bois	70 % – 80 %	5 – 15 kW	Chauffage
Chaudière bois granulés à condensation (maison individuelle uniquement)	100 % – 106 %	4 – 60 kW	Chauffage et ECS

* Rendement : rapport de la quantité d'énergie sortant de la chaudière sous forme de chaleur par rapport à la quantité d'énergie injectée dans la chaudière sous forme de combustible.

**PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur) : quantité d'énergie qu'on peut retirer de la combustion du gaz, sans condensation des fumées



- Pompes à chaleur (PAC):

Les PAC sont des systèmes de production qui peuvent se substituer aux systèmes existants. Elles sont caractérisées par leurs coefficients de performance et leurs puissances, fonctions des températures extérieures et des températures de départ du réseau (fixé en fonction du type d'émetteur). Aussi, il existe un grand nombre de configurations possible.

Solutions techniques Générateurs	COP ***	Plage de Puissance	Usages
Pompe à chaleur air/eau**	3,5 – 4 Régime de température : 7/6_30/35 *	8 – 20 kW Régime de température 7/6_30/35	Chauffage et ECS (avec appoint)
Pompe à chaleur eau/eau (maison individuelle uniquement)	4,5-5 Régime de température : 10/7_30/35 *	8 – 30 kW	Chauffage et ECS (avec appoint)
Pompe à chaleur eau glycolée/eau (maison individuelle uniquement)	4-4,5 Régime de température : 0/-3_30/35 *	6 – 30 kW	Chauffage et ECS (avec ou sans appoint)

* Températures de réseau primaire entrée/sortie_ températures de réseau secondaire départ/retour

** Intégration architecturale des unités extérieures à prévoir

*** Coefficient de Performance : rapport entre l'énergie utile (chaleur restituée pour le chauffage) et l'énergie consommée (facturée) pour faire fonctionner la pompe à chaleur.

Des systèmes combinés de pompe à chaleur avec relèvement par chaudière gaz ou fioul existent. Pour ces équipements, la PAC assure le chauffage et l'ECS et la chaudière démarre en cas de température extérieure trop basse ou de demande importante de température élevée de chauffage ou d'ECS.

Choix de la solution des émetteurs en rénovation : si intervention sur le bâti

Solutions techniques : Émetteurs	Schéma	Température**
Radiateur		basse ou moyenne température
Plancher chauffant *		basse température
Plafond et murs chauffant *	-	très basse température

* Ces solutions techniques doivent plutôt être favorisées lors de rénovation lourde car elles présentent l'avantage de fonctionner en basse température.

** Très basse température : 25°C, Basse température : 35°C, Moyenne température : 50°C, Haute température : 70°C

Performances énergétiques « Compatibles Basse Consommation »

Pour atteindre le niveau de performance énergétique équivalent bâtiment basse consommation, il est très fortement conseillé d'adapter les puissances de chauffage aux nouveaux besoins de chaleur nettement réduits en cas d'isolation thermique préalable sur le bâti.

Préconisations spécifiques des solutions d'amélioration

Chaudières gaz ou fioul à condensation

- Raccordement, de préférence, sur plancher chauffant basse température et /ou sur radiateurs moyenne température, pour profiter au maximum de la condensation des fumées (meilleur rendement).
- évacuations des gaz brûlés, différents raccordements (ventouses verticales ou horizontales, gaines extérieures ou intérieures) ;
- évacuation des condensats ;
- calorifugeage des réseaux ;
- chaudières fonctionnant au butane ou au propane : une cuve de stockage doit être installée.

Chaudière bois à plaquettes ou granulés

- Existence du label qualité « Flamme verte »: chaudières bois avec un rendement minimum de 70%, un rejet de monoxyde de carbone inférieur à 0,3% et respect des exigences de la norme européenne NF CEN 303.5 sur les émissions polluantes ;
- nécessité d'un espace alloué au stockage du combustible bois avec connexion directe à la chaudière, par équipement de dessilage ;
- évacuations des gaz brûlés, différents raccordements (ventouses verticales ou horizontales, gaines extérieures ou intérieures).

Pompe à chaleur

- Choix se portera sur les pompes à chaleur offrant les meilleures performances (COP élevé) ;
- CERTITA (organisme de certification mandaté pour la marque NF) donne toutes les caractéristiques des différentes pompes à chaleur certifiées ;
- intégration architecturale et acoustique des unités extérieures est à prévoir ;

- beaucoup de pompes à chaleur (air/eau ou géothermiques ¹⁷) installée en rénovation sur un réseau de chauffage avec des radiateurs ne peuvent pas fonctionner en mode réversible. Si le mode réversible est souhaité des émetteurs spécifiques doivent être installés (ventilo-convecteur à eau) ou plancher chauffant-rafraîchissant (dans ce cas uniquement certains revêtements de sols sont possibles).

Amélioration de la régulation et la programmation

- Programmeur avec diminution de la température de consigne la nuit et programmation hebdomadaire ;
- système de régulation sur loi d'eau (température de départ d'eau en fonction de la température extérieure).

Plage de modulation de la puissance

- Il est conseillé d'équiper les chaudières de brûleurs avec possibilité de moduler la puissance manuellement, si ce n'est automatiquement, en cas d'intervention sur l'isolation du bâti après changement de chaudière ;
- outre l'abaissement de puissance du brûleur à la suite de travaux d'isolation, une modulation automatique permet un ajustement plus fin de la puissance selon les besoins réels, et donc une régulation sur la loi d'eau.

Cas avec production d'eau chaude sanitaire

- Réseau de distribution ECS devra être calorifugé de la production aux différents points de puisage de façon à limiter les pertes de chaleur et éviter un risque de surchauffe estivale par un échange trop important avec l'ambiance ;
- ballons d'accumulation de stockage doivent être impérativement isolés ;
- production ECS sur ballon d'accumulation de stockage doit être asservie afin d'optimiser les performances : une plage pour la production et une relance possible (sous condition de température) dans la journée.

Conduits de fumée

- Le remplacement du système de production demande que le conduit de fumées soit compatible avec les nouvelles températures de fumée (condensation des fumées dans les conduits). Il convient de réaliser le diagnostic préalable décrit précédemment selon les préconisations du DTU fumisterie : DTU 24.1 ;

.....
 ■ 17 On entend par PAC géothermiques : PAC sur capteurs enterrés ou sur nappe



- si le conduit s'avère non compatible, il faudra recourir au tubage ou au chemisage, voire à son remplacement dans certains cas (fonction des spécifications du DTU) ;
- il est également possible de procéder au raccordement d'une ventouse (indépendante) sur brûleur à air pulsé permettant de dissocier l'évacuation des gaz brûlés, de la ventilation.

Solution émergente : la micro-cogénération (chaudière électrogène)

- Principe : associer une chaudière gaz à condensation et un moteur Stirling produisant de l'électricité ;
- pertes de chaleur du moteur Stirling sont récupérées pour la production de chaleur ;
- puissances généralement rencontrées : 24 kW (chauffage seul) ou 28 kW (chauffage et ECS) avec 1 kW pour la production électrique.

Maintenance / entretien

Avant le remplacement des équipements, il faut impérativement s'assurer du bon fonctionnement du réseau dans le cadre du diagnostic initial :

- Désembouage à effectuer, un pot de désembouage peut être installé sur le réseau ;
- test permettant de vérifier la calcification et la corrosion ; nécessite une découpe d'éléments apparents du réseau pour analyse :
 - Contrôles métallurgiques sur site,
 - essais matériaux métalliques,
 - contrôles Non Destructifs.

Si le réseau est trop altéré, un remplacement sera inévitable.

- Si la circulation de l'eau dans les canalisations est mauvaise, prévoir un désembouage (chimique ou mécanique) ;
- si la présence de tartre est trop importante, le réseau doit être changé ;
- durée de vie des éléments avec entretien régulier : brûleur (10 ans), chaudière (15 à 20 ans), calorifuge (20 ans) ;
- la réglementation (décret n°2009-649) relative à l'entretien annuel des chaudières de puissance nominale comprise entre 4 et 400 kW impose que le professionnel effectuant le contrôle fournisse à son client les conseils nécessaires portant sur le bon usage de la chaudière en place, les améliorations possibles de

l'ensemble de l'installation de chauffage et l'intérêt éventuel du remplacement de celle-ci.

GESTION DES INTERFACES

Systèmes énergétiques / bâti

Par principe, la priorité lors d'une rénovation est de réduire les besoins de chauffage par l'isolation du bâti pour ensuite mettre en place un générateur dont la puissance est adaptée aux nouveaux besoins.

Systèmes énergétiques / ventilation

Si remplacement d'appareils de combustion, tenir compte de l'interaction avec la ventilation :

- **Équipement de combustion à bruleur atmosphérique (non étanche) – VMC gaz** Principe : évacuer, par l'une des bouches d'extraction existante (en général en cuisine), l'air vicié du logement et les produits de combustion d'une chaudière ou d'un chauffe-eau à gaz.

Si des équipements de combustion (autre que les gazinières) utilisant l'air ambiant comme air comburant sont installés et qu'il n'est pas prévu de les remplacer par des équipements étanches (c'est-à-dire dont l'air comburant n'est pas puisé dans l'air ambiant du local), il ne sera pas possible d'utiliser les systèmes précédemment décrits. Les systèmes individuels étanches sont une nécessité si la réhabilitation envisagée est énergétiquement performante.

- La réglementation ¹⁸ impose les opérations de maintenance et vérifications :
 - Extracteurs, gaines (ou conduits), bouches d'extraction et entrées d'air,
 - détecteur de défaut du dispositif de sécurité collective pour les installations qui en sont pourvues,
 - ensemble du Dispositif de Sécurité Collective (DSC) sur chaque appareil raccordé pour les installations équipées du dispositif (sinon, test d'arrêt d'extraction pour contrôle des sécurités individuelles),
 - installation d'origine (conformité),
 - clapets coupe-feu (non déclenchement, pas d'obstruction à leur fermeture).
- **Équipement de combustion à bruleur atmosphérique (non étanche) – Ventilation naturelle**

.....
■ 18 Réglementation fixée par l'arrêté du 25 avril 1985 (JO du 26 mai 1985), modifiée par l'arrêté du 30 mai 1989 (JO du 09 juin 1989)

L'amélioration de la ventilation induit une **réflexion globale** sur les améliorations à apporter au bâtiment, notamment par rapport aux équipements de combustion non étanches :

Si des équipements de combustion (autre que les gazinières) utilisant l'air ambiant comme air comburant sont installés et qu'il n'est pas prévu de les remplacer par des équipements étanches (c'est-à-dire dont l'air comburant n'est pas puisé dans l'air ambiant du local), alors il faudra vérifier les deux conditions suivantes :

$$\text{SMEA} \geq 90 \text{ m}^3/\text{h}$$

ET

$$\text{SMEA} \geq 6,2 \times P \text{ m}^3/\text{h}$$

SMEA = Somme de Module d'Entrée d'Air

P = puissance utile en kW de l'appareil à combustion

- **Équipement de combustion à bruleur à air pulsé (étanche) :** pas d'interface avec la ventilation ; extraction des fumées par ventouse indépendante.

APPROCHE GLOBALE

Approche globale	Points de vigilance
État général de conservation des installations	En cas de changement d'une partie seulement de l'installation, la conception de la solution devra répondre aux questions soulevées par la présence simultanée d'équipements conservés et d'équipements neufs et de leur fonctionnement commun. L'ajout d'un plancher chauffant (avec chape sur isolant thermique) nécessite la vérification de la capacité du plancher support à recevoir les nouvelles charges.
Sécurité incendie	Les équipements de chauffage individuel (de faible puissance) ne font pas l'objet d'exigences en matière de sécurité incendie. Seule la conformité au marquage CE est exigée.
Conforts (hiver, été)	La rénovation partielle ou complète d'une installation de chauffage apporte un confort d'hiver d'autant plus important que des dispositifs de régulation permettent d'adapter le fonctionnement à la demande (jour/nuit, demi-saison, orientation). Le plancher chauffant apporte un confort supplémentaire avec une diffusion plus homogène de la chaleur dans les pièces.
Santé hygiène	Le remplacement d'une chaudière individuelle au gaz dans un immeuble collectif d'habitation doit prendre en compte le risque d'insuffisance de tirage du conduit de fumée. En cas d'insuffisance, la chaudière risque de voir son fonctionnement interrompu par le dispositif de sécurité intégré. La solution de chaudière à ventouse pour le logement individuel ou collectif permet de résoudre les problèmes de ventilation et de gaz.
Acoustique	Le respect du niveau de pression acoustique réglementaire conduit à choisir une chaudière avec une puissance acoustique limitée (fonction du local d'implantation de la chaudière et de la communication avec les pièces principales du logement). En cas d'installation de pompe à chaleur (eau/eau ou air/eau), la gêne acoustique se manifeste à l'extérieur des locaux (bruit des moteurs), notamment pour les PAC réversible fonctionnant durant l'été.

Approche globale	Points de vigilance
Accessibilité / habitabilité	Sans objet pour les installations de production. L'installation de planchers chauffants (chape sur isolant thermique) est à coordonner avec les niveaux existants pour faciliter le déplacement des personnes handicapées.

Enjeux	Éléments d'appréciation
Valorisation patrimoine	Une rénovation, des installations de chauffage apporte une valorisation du patrimoine multi domaines (économies d'énergie, aspect esthétique des installations neuves, confort d'utilisation et d'entretien). Immeuble collectif : L'installation de chaudières à ventouse (par l'ajout de prises d'air extérieures) apporte une modification relativement importante sur l'esthétique des façades.
Maitrise d'ouvrage Travaux	En fonction des choix techniques, les interventions dans les parties privatives peuvent entraîner des contraintes pour les occupants pendant les travaux.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Liens utiles :
 - Règlementation thermique : <http://rt-batiment.fr/>
 - Base INIES – base de données française de référence sur les caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction : <http://www.inies.fr/>
 - Avis techniques : <http://www.cstb.fr/evaluations/>
- Textes réglementaires, DTU-Normes/règles, cahiers des prescriptions techniques, normes, autres documents de référence
- Bibliographie spécifique : cf. partie [principales sources de l'étude]

PARTENAIRES du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) ;
- Association des industries de produits de construction (AIMCC) ;
- Agence qualité construction (AQC) ;
- Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment (CAPEB) ;
- Confédération des organismes indépendants de prévention, de contrôle et d'inspection (COPREC Construction) ;
- Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) ;
- Électricité de France (EDF) ;
- Fédération des entreprises publiques locales (EPL) ;
- Fédération française du bâtiment (FFB) ;
- Fédération française des sociétés d'assurance (FFSA) ;
- Fédération des promoteurs immobiliers de France (FPI) ;
- Fédération des syndicats des métiers de la prestation intellectuelle du Conseil, de l'Ingénierie et du Numérique (Fédération CINOVA) ;
- GDF SUEZ ;
- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie ;
- Ministère de l'Égalité des Territoires et du Logement ;
- Plan Bâtiment Durable ;
- SYNTEC Ingénierie ;
- Union nationale des syndicats français d'architectes (UNSA) ;
- Union nationale des économistes de la construction (UNTEC) ;
- Union sociale pour l'habitat (USH).

Les productions du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont le fruit d'un travail collectif des différents acteurs de la filière bâtiment en France.

