

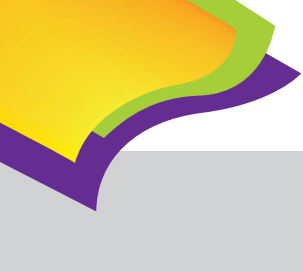
# Diagnostic de Performance Énergétique



GUIDE  
RECOMMANDATIONS

**Mars 2009**





# Sommaire

<b>Présentation</b>	1
<b>Introduction</b>	2
Notions élémentaires et recommandations pour établir un diagnostic de performance énergétique	9
<b>1. Comportement thermique d'ensemble du bâtiment</b>	10
1.1. Bases de la thermique	14
1.2. Toiture	21
1.3. Les baies : fenêtres et contrevents (volets)	25
1.4. Planchers bas	28
1.5. Murs	30
1.6. Ventilation et aération	32
1.7. Confort d'été	34
<b>2. Equipements de chauffage et d'eau chaude sanitaire</b>	35
2.1. Systèmes de chauffage	35
2.2. Systèmes d'Eau Chaude Sanitaire (ECS)	37
Recommandations et coûts d'investissement	39
Enveloppe	40
Chauffage et ECS	45
Ventilation	48
Cas pratiques	49
<b>Lexique</b>	60
<b>Quelques caractéristiques thermiques</b>	65
<b>Aides</b>	67
<b>Bibliographie</b>	68



# Présentation

Ce guide s'adresse aux diagnostiqueurs qui établissent des **Diagnostics de Performance Energétique**. Ses objectifs sont de les sensibiliser à cette mission et de les aider à formuler des recommandations pertinentes. Ce n'est pas un guide de prescription ni de formation.

Le diagnostic de performance énergétique n'a pas pour vocation de prescrire des solutions mais d'attirer l'attention sur les travaux à effectuer et de repérer ce qui pourrait conduire à des contre-performances. Ceci vaut surtout pour les constructions anciennes où la prudence est recommandée puisqu'on dispose d'une bonne connaissance des mises en œuvre « contre-performantes » et des matériaux incompatibles.

Le diagnostiqueur, conscient de ses limites, ne doit pas hésiter à orienter l'utilisateur vers un spécialiste, le cas échéant.

Ce guide ne concerne que les logements en chauffage individuel (maisons et appartements).

Il vient en complément du guide « d'inspection », décrivant la procédure d'identification du bâtiment.

Les objectifs du présent guide sont d'indiquer les travaux :

- **qui permettent de réaliser des économies d'énergie**, tout en améliorant le confort et en tenant compte de la durabilité de l'édifice
- **qui pourraient conduire à des contre-performances** en alertant des dangers de certaines mises en œuvre

Les recommandations proposées concernent l'acquisition d'une résidence principale.



# Introduction

Le diagnostiqueur doit aborder son travail avec méthode et dans un état d'esprit bien particulier. La démarche doit être rigoureuse. Mais une approche trop théorique par des calculs pourrait l'amener – au-delà du comportement propre des occupants – à des conclusions décalées par rapport au comportement thermique réel du logement étudié. Ceci est particulièrement vrai pour les constructions anciennes.

Cette introduction présente donc quelques règles à suivre et les précautions à prendre lors d'un diagnostic de performance énergétique.

## Les 7 préceptes d'un bon diagnostic de performance énergétique d'un bâtiment - D P E -

1	Identifier le mode constructif du bâtiment selon son époque de construction.
2	Connaître son fonctionnement thermique d'ensemble, avec ses dispositions actives et passives.
3	Avoir une approche bioclimatique du bâtiment pour bien interpréter les consommations constatées.
4	Étudier conjointement son comportement thermique d'hiver et son confort thermique d'été.
5	Considérer que les dispositions les plus économes en énergie sont souvent passives.
6	Ne pas créer de ponts thermiques dans les constructions anciennes qui n'en présentent pas.
7	Ne préconiser que des améliorations qui ne risquent pas de provoquer de désordres.

Un bon diagnostic commence ainsi par l'identification de tous les composants qui contribuent au comportement thermique du bâtiment ; il analyse aussi les différentes liaisons entre eux car il s'agit d'un système dans lequel les interactions réciproques sont aussi importantes que les composants eux-mêmes (voir cartouche "rafraîchissement nocturne d'été").

Le diagnostic se poursuit par le calcul des faiblesses mais aussi des qualités thermiques de la construction. Il se termine par la hiérarchisation des améliorations les plus adaptées pour compenser ses faiblesses mais aussi pour préserver ses qualités thermiques initiales.

Chacun de ces préceptes est maintenant commenté.

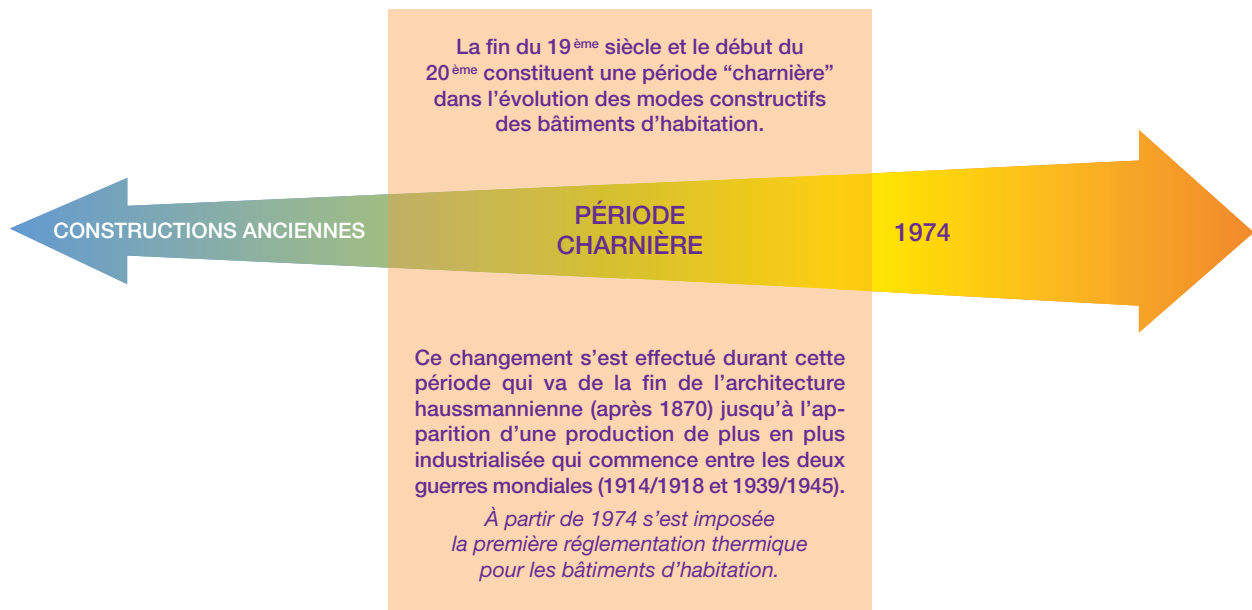


# 1 Identifier le mode constructif du bâtiment selon son époque de construction

Le diagnostic sera nécessairement conduit différemment selon le mode constructif utilisé.

Ce guide en présente les caractéristiques principales.

Mais pour classer la grande diversité des modes constructifs selon les époques, il faut parler de la période transitoire qui a vu de profondes mutations dans les façons de construire :



Les événements importants qui ont marqué les pratiques constructives de cette période transitoire sont :

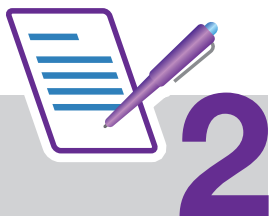
- la grande grève de 1840 des ouvriers charpentiers, grève qui a amorcé l'apparition et le développement des planchers en fer, plus légers, nécessitant des maçonneries moins épaisses (donc apportant moins d'inertie thermique) et permettant une mise en œuvre plus rapide,
- la disparition des savoir-faire après l'hécatombe humaine de la première guerre mondiale, en particulier de celle des artisans de la construction (maîtrise des détails constructifs, assemblages et dimensionnement de matériaux pour obtenir une meilleure performance et une plus longue conservation),
- l'apparition de nouveaux matériaux de construction manufacturés plus facilement mis en œuvre (planchers en béton armé, structures poteaux-poutres, parpaings en terre cuite ou en béton); certaines de ces techniques constructives pré industrielles présentent de grandes faiblesses (comme les bétons de mâchefer très sensibles à l'humidité),
- les contraintes d'urbanisme dues au prix et à la raréfaction des terrains de construction, qui ne permettaient plus de construire en tenant compte de l'environnement proche (orientations selon : l'ensoleillement, les vents dominants, etc.),
- la demande massive de logements due au développement économique.

Du point de vue thermique il s'agit d'une mutation très importante: d'une architecture qui s'appliquait à prendre en compte l'environnement climatique, on est passé à une architecture plus assujettie à des contraintes d'urbanisme trop souvent ignorantes des caractéristiques climatiques locales, avec de nouveaux matériaux de construction qui répondaient essentiellement aux fonctions de structure et de fermeture.

Les différences entraînées par cette évolution peuvent être résumées dans le tableau suivant :

**TABLEAU FAISANT APPARAÎTRE LES PRINCIPALES DIFFÉRENCES ARCHITECTURALES ET CONSTRUCTIVES, DU POINT DE VUE THERMIQUE, ENTRE CONSTRUCTIONS ANCIENNES ET CONSTRUCTIONS MODERNES :**

 <b>CONSTRUCTIONS ANCIENNES</b>	<b>PÉRIODE CHARNIÈRE</b>  <b>1974</b>
Des modes constructifs élaborés au cours des siècles avec des matériaux locaux.	Des systèmes constructifs conçus en fonction de contraintes économiques et industrielles imposées par l'essor démographique.
La recherche d'une implantation prenant en compte la course du soleil, les vents et les pluies dominantes.	Des apports climatiques potentiels souvent négligés (implantation aléatoire, ouvertures réparties sans toujours tenir compte de l'ensoleillement (l'urbanisme du chemin de grue).
Une distribution raisonnée en plan des pièces selon leur destination, avec des espaces tampons nombreux selon les types d'activités.	Des plans types d'appartement généralisés et assemblés pour former des volumes indépendamment de l'environnement proche.
La forme et l'emplacement des pièces qui étaient définis par les fonctions de ces pièces (par exemple pièces de nuit côté cour).	Une banalisation dans l'utilisation nocturne ou diurne des pièces sans tenir compte des zones de bruits extérieurs.
L'utilisation de matériaux très sensibles à l'humidité (maçonneries de pierres, plâtre, charpenteries de bois, mortiers à la chaux aérienne) mais de bonne stabilité dimensionnelle.	Des matériaux de structure manufacturés, le plus souvent insensibles à l'humidité, mais sensible aux dilatations thermiques.
Des maçonneries porteuses lourdes ayant une forte inertie thermique, réparties entre façades et refends intérieurs.	Des parois porteuses de facture identique et de moindre épaisseur (parpaings identiques, préfabrication de panneaux, banches, coffrages glissants, etc.).
Des parois adaptées à leur fonction et très différenciées selon leurs rôles respectifs (par exemple en pierre de taille pour un rôle de "représentation" en façade sur rue et en pans de bois sur cour).	Des parois horizontales et verticales plutôt monolithes et standardisées pour une construction donnée.
Un dimensionnement des murs bien ajusté à leur rôle structurel, par exemple des maçonneries avec amaigrissements successifs selon les étages en proportion des charges des planchers.	Une standardisation des modes constructifs qui ne différencie plus les parois porteuses selon les façades ou les étages.
Des planchers en bois relativement isolants lorsqu'ils sont complets avec plafonds en plâtre sur lattis (coefficient U souvent inférieurs à 1).	Des planchers sous forme de dalles pleines sur corps creux permettant des vols de chaleur entre les étages.
Des matériaux de remplissage de ces planchers très performants comme régulateurs hygrothermiques (plâtras, sables, scories de hauts fourneaux, etc.).	Des matériaux secondaires avec une seule fonction de finition (par exemple plaques de plâtre manufacturées de faible épaisseur et de forte densité, qui n'ont plus le rôle de régulateur hygrothermique).
L'absence de ponts thermiques en façade: les murs extérieurs sont thermiquement homogènes, même si leurs coefficients U apparaissent comme médiocres par rapport aux performances demandées.	Des systèmes constructifs industrialisés avec d'importants ponts thermiques (préfabrication lourde avant les années 1980).
Des barrières à l'humidité du sol souvent redondantes et organisées de nombreuses manières (nature des pierres, des maçonneries de fondation, couches de bitume, espaces tampons permettant l'évacuation de l'humidité (caves et vides sanitaires).	Protections plus simples par films ou enduits dégradables sur les fondations enterrées.



## Reconnaître son fonctionnement thermique d'ensemble, avec ses dispositions actives et passives

Il s'agit de comprendre les consommations mesurées et réelles du logement en analysant son comportement thermique dans son environnement plutôt que chercher à justifier un calcul théorique par le comportement des occupants.

### Identifier et caractériser les équipements qui participent au chauffage en hiver :

- Ceux qui stockent l'énergie
- Ceux qui assurent la production de chaleur
- Ceux qui distribuent cette chaleur
- Ceux qui diffusent cette chaleur (selon le mode de chauffage ces fonctions peuvent être confondues). Il s'agit alors de s'assurer si ces équipements fonctionnent bien et sont bien adaptés.

### Rechercher les dispositions passives favorables à un bon fonctionnement thermique, par exemple :

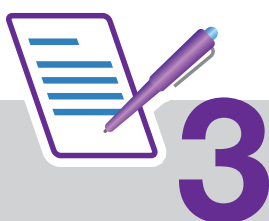
- La présence de cheminées dans le volume chauffé et sur plusieurs niveaux
- L'orientation de murs et fenêtres / capteurs solaires, selon la course du soleil et les masques environnants
- Murs capteurs, matériaux avec une grande inertie thermique
- La présence de volumes tampons autour des pièces chauffées (vides sanitaires, appentis, combles)
- L'isolation des combles,...

### Repérer les dispositions qui contribuent au confort d'été :

Le confort d'été est en général obtenu avec :

- une bonne inertie (c'est souvent le cas avec les constructions anciennes),
- des protections solaires sur les ouvertures exposées au soleil,
- des espaces "tampon" bien ventilés,
- la couleur des murs extérieurs ensoleillés,
- la possibilité d'une bonne ventilation nocturne (voir le développement de cet exemple au § suivant).

L'ensemble de ces dispositions et dispositifs fonctionne avec de nombreuses interactions qu'il faut identifier.



## Avoir une approche bioclimatique du bâtiment pour interpréter les consommations constatées

*Architecture bioclimatique, littéralement « qui vit avec le climat ».*

Aux siècles précédents, les conditions de vie – souvent difficiles – ont forcé les constructeurs à utiliser au mieux l'environnement et les caractéristiques climatiques locales :

- La révolution industrielle, avec des moyens nouveaux et une énergie plus abondante, s'est développée avec d'autres préoccupations. Avec la nécessité de construire rapidement un grand nombre de logements, le confort thermique se réduisait souvent à un simple problème d'isolation thermique et de puissance de chauffage à installer.
- Le diagnostic peut faire apparaître une différence sensible entre les consommations réelles d'énergie et les estimations théoriques d'économies. Avant d'invoquer les habitudes des occupants, il faut comprendre le comportement bioclimatique du bâtiment.



# 4

## Étudier conjointement son comportement thermique d'hiver et son confort thermique d'été

Après avoir repéré les éléments qui participent à la qualité thermique d'hiver et ceux qui contribuent au confort thermique d'été, il s'agit d'identifier ceux d'entre eux qui ont un double rôle. Voici l'exemple du rafraîchissement nocturne d'été, pour illustrer le comportement systémique d'un bâtiment. Il s'agit d'emmagasiner la fraîcheur apportée par la chute de température en fin de nuit, après que les corps terrestres aient rayonné leur chaleur vers la voûte céleste. Ceci afin de la rediffuser dans l'habitation durant la journée.

Trois actions sont nécessaires pour cela :

### Faire circuler l'air extérieur dans l'habitation, pendant la nuit

Pour cela il faut :

- de grandes surfaces ouvrantes pour la pénétration et la sortie de l'air frais,
- un tirage thermique établi entre deux façades de l'habitation,
- une circulation intérieure qui permette à cet air frais d'irriguer le plus grand volume possible,
- des protections anti-effraction pour les ouvertures exposées,
- des protections à la pluie pour les ouvertures au vent.

### Accumuler la fraîcheur par convection, pendant la nuit

Pour cela il faut :

- des murs avec des surfaces d'échanges importantes (bonne répartition de la masse utile),
- des murs avec des matériaux ayant une forte capacité thermique,
- des revêtements de murs qui ne présentent pas de résistance thermique superficielle.

### Diffuser cette fraîcheur par rayonnement, durant la journée

Pour cela il faut :

- de grandes surfaces de rayonnement,
- un revêtement des parois ayant un fort coefficient d'émissivité,
- un renouvellement d'air maîtrisé,
- des protections solaires extérieures pour les parties vitrées.

Il est évident que si une seule de ces dispositions est altérée, c'est toute la fonction de rafraîchissement nocturne qui est réduite ; il s'agit d'un véritable système dans lequel sont impliqués de nombreux composants de la construction.

Mais une grande partie des éléments qui permettent ce fonctionnement va aussi contribuer à un bon comportement thermique d'hiver : pour prendre un exemple, la mise en place d'une isolation thermique intérieure même partielle, peut supprimer l'intérêt d'un tel dispositif ; elle aura aussi une répercussion sur la régulation des températures de chauffage.

Il est ainsi impératif de ne pas dissocier les deux approches thermiques, d'hiver et d'été.



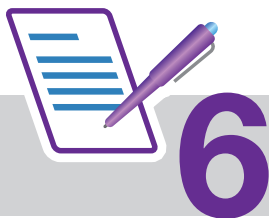
# 5

## Considérer que les dispositions les plus économes en énergies sont le plus souvent simples ou passives

Cette considération concerne en particulier les constructions anciennes.

Les automatismes les plus fiables sont naturels ; ils ne nécessitent pas de maintenance, seulement un bon entretien. Selon les régions et modes constructifs, des dispositions ont été élaborées par les anciens au fil des siècles : portes séparatives entre niveaux ou parties de logement, emplacement des portes d'accès, circuits de ventilation avec tirage thermique, conduits de fumée, volets pleins, etc. Il ne faut pas en proposer une modification ou un déplacement sans en estimer les répercussions thermiques : changement des zones de dépression et de surpression perturbant un tirage naturel ou circulation d'un air intérieur humide sur des parois froides par exemple.

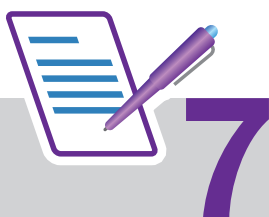




## 6 Ne pas créer de ponts thermiques dans les constructions anciennes qui n'en présentent pas

La notion de pont thermique n'existe pas dans les parois maçonnées des constructions anciennes. En effet, ce que l'on appelle un pont thermique dans une paroi est une réduction importante et localisée des caractéristiques thermiques, ce qui n'est pas le cas dans ces bâtiments :

- L'hétérogénéité d'un mur ancien n'est jamais importante (entre une limousinerie de pierres et un banc en pierre de taille de même épaisseur, les coefficients U varient relativement peu, toute proportion gardée par rapport à un pont thermique dans une paroi avec un isolant spécifique rajouté).
- De plus les repos des abouts de poutres et solives, en bois ou en fer, sont réalisés en aménageant des espaces libres (niches) autour de ces pièces de structure ; ceci afin d'éviter le pourrissement du bois ou la rouille du fer au contact des maçonneries. En réalité la présence de ces caissons d'air ainsi disposés augmente le plus souvent la résistance thermique du mur au niveau des planchers.



## 7 Envisager de nouvelles améliorations qui ne risquent pas de provoquer de désordres

L'état de conservation d'une construction peut avoir un rôle important sur les consommations d'énergie.

Du point de vue amélioration thermique de l'enveloppe d'un bâtiment, deux problèmes doivent être maîtrisés : la présence d'humidité et le risque de chocs thermiques sur des parois non dimensionnées pour cela.

### L'humidité :

Un logement dont les murs sont humides, exige une température de chauffage plus importante pour compenser l'effet accentué de paroi froide mais aussi pour évacuer cette eau par évaporation (cette évaporation est endothermique, c'est-à-dire qu'elle "consomme de la chaleur" qui existait sous forme latente : c'est la sensation de fraîcheur que l'on perçoit lorsque l'on pénètre dans une pièce où sèche du linge). De plus, pour évacuer cette humidité de l'air ambiant, il sera aussi nécessaire d'augmenter le renouvellement d'air de la pièce.

Cet exemple montre que le traitement de désordres existants peut avoir une répercussion sensible sur les consommations d'énergie mais aussi que des réductions de ventilation (trop forte étanchéité à l'air des ouvrants) peuvent avoir des effets dommageables.


S'il n'est pas jugé prudent ou rentable d'envisager l'isolation thermique des maçonneries, des précautions simples peuvent être préconisées ; il s'agit d'empêcher l'air chaud et humide de venir condenser sur la paroi interne du mur qui est alors à une température plus basse que s'il était isolé. Pour cela il faut que cet air chaud et humide soit évacué à l'extérieur sans circuler dans l'habitation. Plusieurs dispositions sont possibles comme la réalisation de conduits d'évacuation efficaces dans les pièces où la vapeur d'eau est produite, la séparation entre les différents niveaux d'habitation afin de ne pas laisser circuler cette humidité dans les pièces éloignées moins chauffées.

Des précautions sont à prendre pour ne pas confiner les pièces de charpente en bois : une isolation thermique qui les enfermerait dans une nouvelle ambiance chaude et humide, provoquerait le développement d'insectes xylophages.

### Les chocs thermiques :

Une forte isolation thermique d'un mur par l'intérieur peut provoquer d'importantes élévations de température sur des parois exposées au soleil d'été. L'augmentation des gradients de température jour/nuit et été/hiver peut entraîner l'altération des mortiers des maçonneries anciennes ou bien, pour les constructions modernes, une dilatation importante des dalles ou poutres en béton, avec la formation de fissures.





# Notions élémentaires et recommandations pour établir un diagnostic de performance énergétique



# 1 Comportement thermique d'ensemble du bâtiment

Dans ce guide, les constructions sont classées selon deux familles :

- Les constructions récentes,
- Les constructions anciennes.

Les recommandations sont traitées selon ces deux familles.

## Définitions

### ■ Les constructions anciennes :

Bâtiments dont les matériaux laissent « transiter » la vapeur d'eau. Ces modes constructifs correspondent aux constructions antérieures à 1950. Modifier ces ouvrages, nécessite de ne jamais « couper » le chemin à la migration de la vapeur d'eau. Une attention particulière doit être apportée à ces édifices dont les performances thermiques, en été comme en hiver, dépendent de l'équilibre hygrothermique des ouvrages qui les composent et de quelques conditions *sine qua non* telles que le drainage des maçonneries, une aération naturelle conséquente, l'isolation des toitures.

### ■ Les constructions récentes :

Bâtiments dont le mode constructif est supposé étanche : ni l'eau ni la vapeur d'eau ne traversent les matériaux mis en œuvre. C'est le cas de toutes les constructions postérieures à 1950 et d'une petite partie des constructions de la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle.

## Le comportement thermique des bâtiments

### ■ Les constructions anciennes :

Elles interagissent avec le milieu dans lequel elles se trouvent et selon la présence ou non d'occupants. Elles sont souvent disparates, comprenant conditions de température et d'humidité différentes selon les pièces et leur situation. Les conditions de confort y sont relativement satisfaisantes à condition que l'occupation soit permanente. Une occupation sporadique change totalement la satisfaction que l'on peut en attendre.

### ■ Les constructions récentes :

Les conditions de confort dépendent des dispositifs tendant à l'isoler de son milieu (étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau, isolation thermique, etc.).

Les bâtiments construits après 1974, donc après la première réglementation thermique, doivent avoir un niveau minimum d'isolation. L'espace présente une relative homogénéité de conditions de température et d'humidité, l'ensemble des pièces étant isolé par une enveloppe unique.

Les bâtiments construits avant 1974, à l'origine n'étaient pas isolés. Pour qu'ils présentent des conditions acceptables de confort il est indispensable d'améliorer le niveau d'isolation.

## Les parois

Les parois sont les dispositifs de clôture d'un espace qui lui permettent de présenter des conditions de confort acceptables. Dans ce cadre, elles protègent des intempéries, peuvent apporter de la lumière, autoriser la vue et l'aération. Elles sont diverses : toits, murs, vitrages, sols, etc. Certaines parois situées à l'intérieur de l'espace clos peuvent le cas échéant avoir un rôle thermique par leur inertie, si celle-ci est importante.

Une paroi peut être composée d'un ou de plusieurs matériaux. La performance thermique d'un matériau dépend de sa nature, de son épaisseur et de sa mise en œuvre.

### ■ Dans les constructions anciennes :

Les parois, à condition qu'elles n'aient pas subi de travaux inopportuns, possèdent souvent un **équilibre hygrothermique**, qui doit être préservé au risque de les dégrader. Les parois sont hétérogènes dans leur composition verticale (exemple dans les pans de bois et torchis sur soubassement de maçonnerie) comme dans leur composition horizontale : la mise en œuvre agglomère les matériaux entre eux : terre, chaux, sable, pierres de différents modules, taillées ou non, tuileau, enduits, bois, dérivés de bois, fibres végétales, terre crue, pierre, chaux, plâtre, etc.

Dans le bâti ancien on identifie mieux le rôle d'une paroi plutôt que ses caractéristiques thermiques. Le rôle d'une paroi dépend de sa situation, de son exposition, de son état (une restauration inopportune peut porter préjudice à sa capacité thermique), de sa mise en œuvre (la terre qui hourde le cœur de certains murs lui confère une relative capacité isolante et contribue au placement judicieux du point de rosée dans la maçonnerie, les enduits conduisent la vapeur d'eau), de ses dimensions (épaisseur).

### L'isolation dépend de son état et de sa mise en œuvre; importante pour la thermique d'hiver.

Rapporter un isolant thermique sur la face intérieure d'une paroi à forte inertie thermique restreint l'avantage de l'inertie. Il faut choisir des matériaux perméables à la vapeur d'eau (isolant non étanche associé à des enduits intérieurs et/ou extérieurs eux aussi non étanches). **La perméabilité à la vapeur d'eau est essentielle en thermique d'été.** Le différentiel de pression intérieur / extérieur fait transiter l'air lentement dans les murs avec lesquels il échange peu à peu ses calories et son eau excédentaire. Lorsque la vapeur d'eau circule librement, elle ne cause aucun dégât.

Attention des interventions sur le bâti ancien avec des matériaux et des procédés contemporains inadaptés ont contribué à lui faire perdre ses qualités et ont souvent conduit à sa dégradation. Il est alors souhaitable d'y remédier.

**L'inertie est importante en hiver comme en été, et est essentielle en demi-saison.** Plus l'inertie d'une paroi est élevée, plus celle-ci est capable de stocker et de restituer des quantités importantes de chaleur en hiver ou de fraîcheur en été, et plus elle met de temps à s'échauffer ou à se refroidir.

### ■ Dans les constructions récentes :

Les parois sont étanches ainsi que leurs fondations. Les matériaux qui les constituent sont secs et protégés de l'humidité. Ils sont homogènes et juxtaposés.

## Humidité et construction

### ■ Les constructions anciennes :

Les bâtiments anciens sont conçus comme des « systèmes respirants », dont l'enveloppe est perméable à la vapeur d'eau. La ventilation est fonction des conditions climatiques, si elle est naturelle.

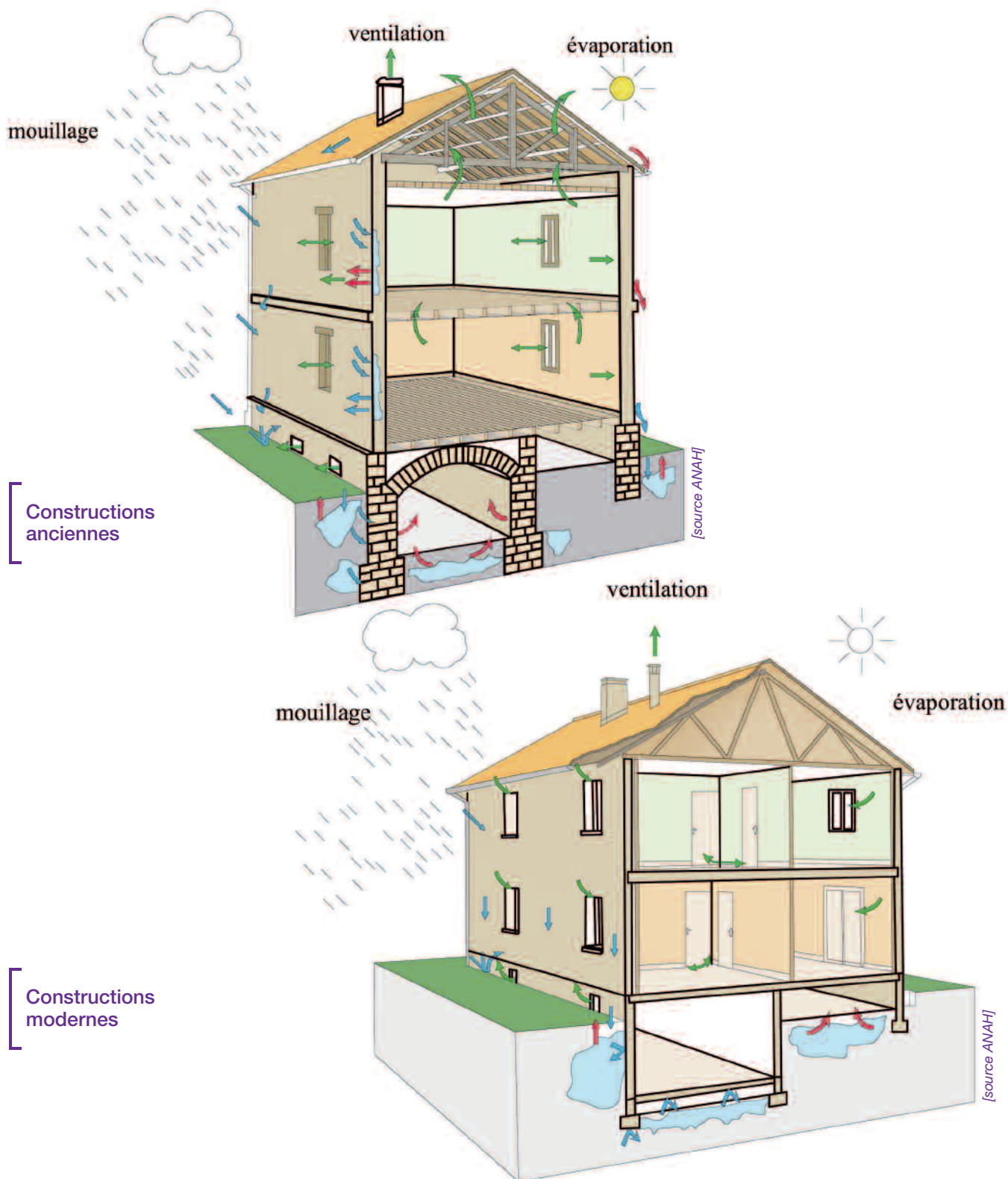
Il y a souvent peu de ponts thermiques, si les parois ne sont pas isolées par l'intérieur.

### ■ Les constructions récentes :

Les constructions récentes ont une enveloppe imperméable à l'eau.

Pour les constructions depuis 1974 :

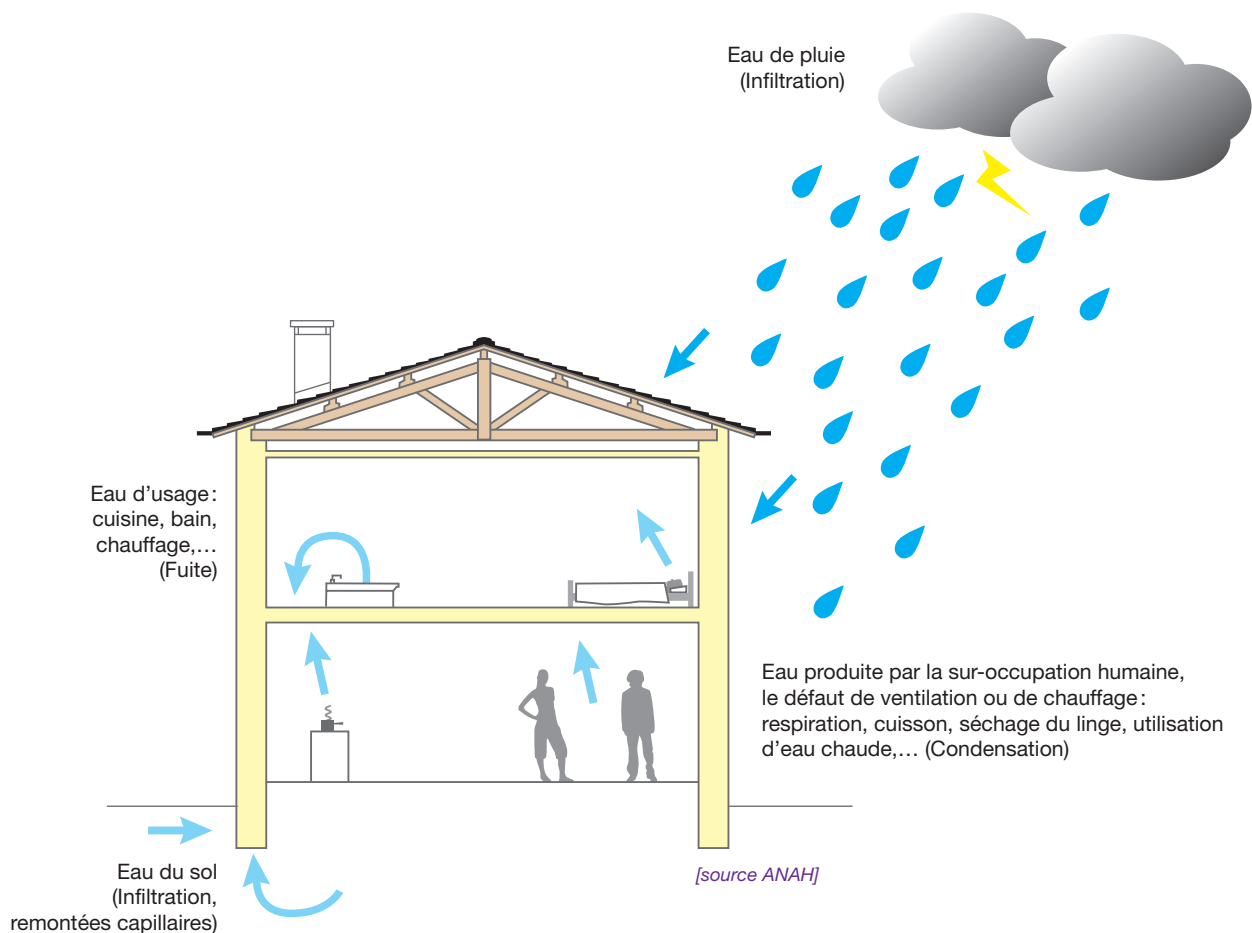
- Les occupants bénéficient d'un bon confort thermique et maîtrisent leurs dépenses d'énergie.
- Il y a des ponts thermiques lorsque l'isolant n'est pas continu.



## Les sources d'eau dans une maison

L'eau doit être maîtrisée puisque tout excès peut être une source de problèmes.

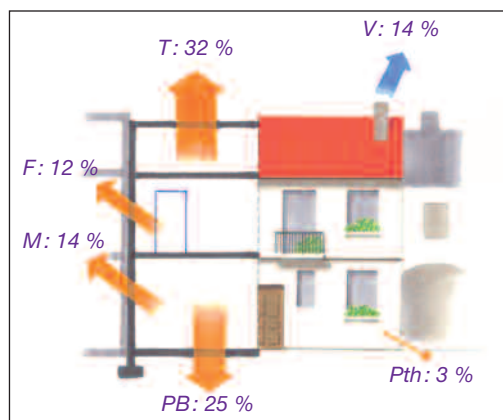
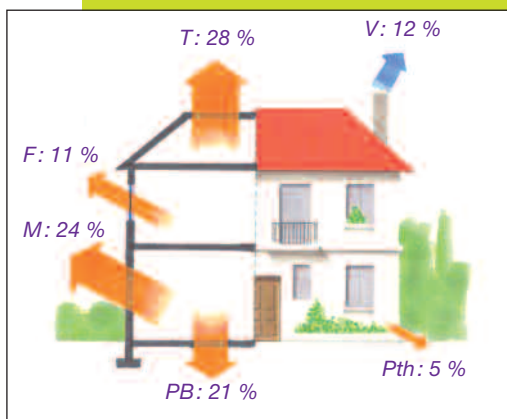
- L'eau doit être bien canalisée.
- L'excès d'eau produit par l'activité humaine doit être évacué.
- L'eau de pluie et l'eau du sol ne doivent pas infiltrer la maison.



# 1.1. Bases de la thermique

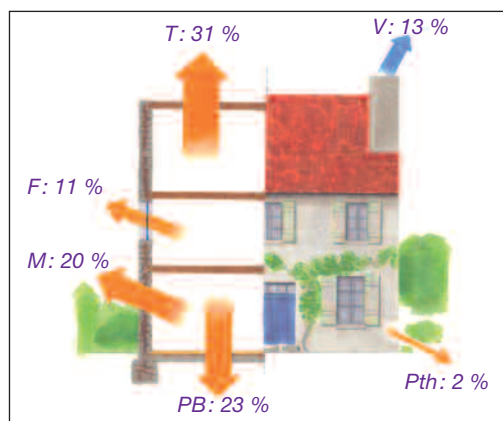
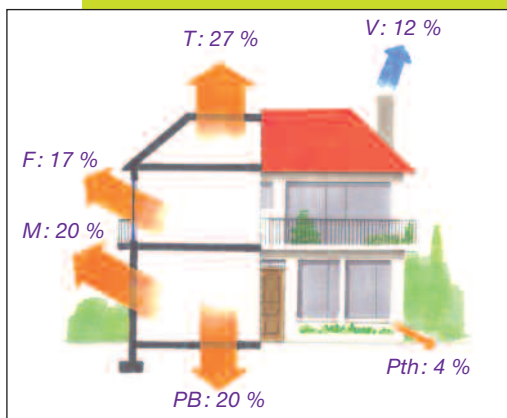
## Répartition des déperditions thermiques moyennes dans une maison individuelle

**Illustration 1:** Maison indépendante, non isolée construite en blocs béton 20 cm. Svitrée = 30 % Sfaçade.



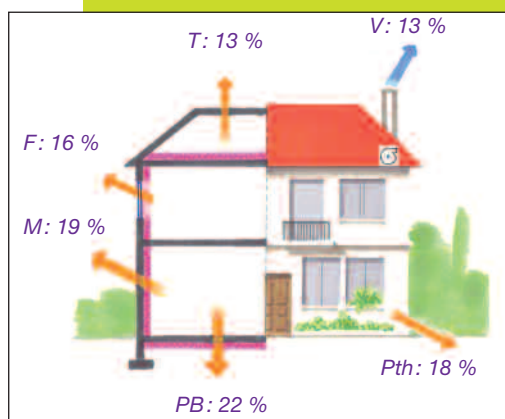
**Illustration 2:** Maison mitoyenne sur 2 côtés, non isolée construite en blocs béton 20 cm. Svitrée = 30 % Sfaçade.

**Illustration 3:** Maison indépendante, non isolée construite en blocs béton 20 cm. Svitrée = 50 % Sfaçade.



**Illustration 4:** Maison indépendante ancienne avec des murs de pisé 50 cm. Svitrée = 30 % Sfaçade.

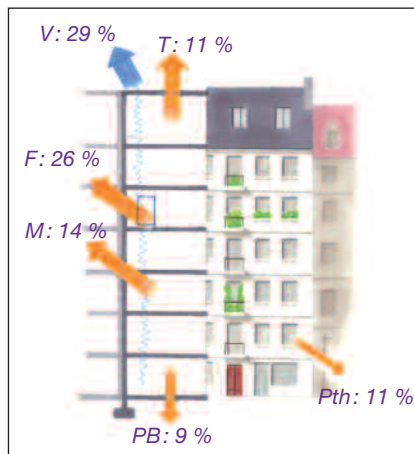
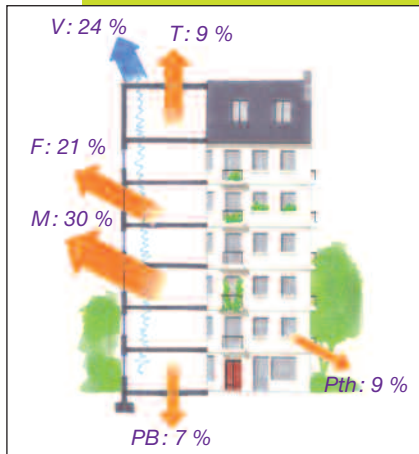
**Illustration 5:** Maison neuve indépendante en blocs béton 20 cm isolée par l'intérieur, type RT2000. Svitrée = 30 % Sfaçade.





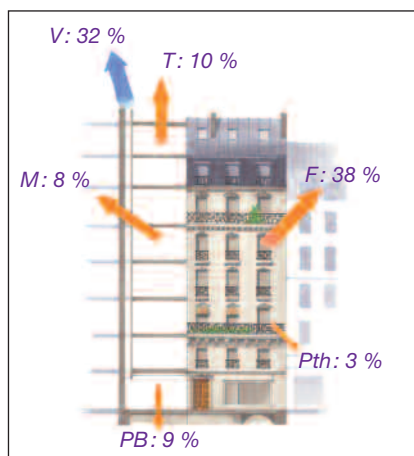
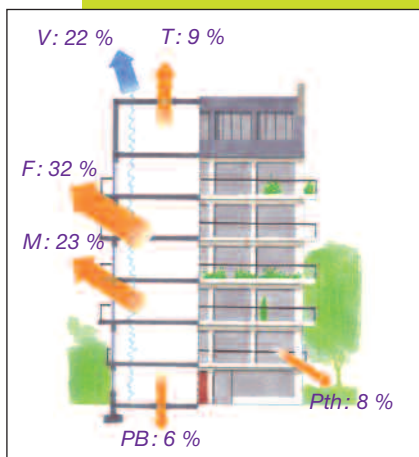
# Répartition des déperditions thermiques moyennes dans un immeuble collectif

**Illustration 1:** Immeuble indépendant, non isolé construit en béton 20 cm. Svitrée = 40 % Sfaçade.

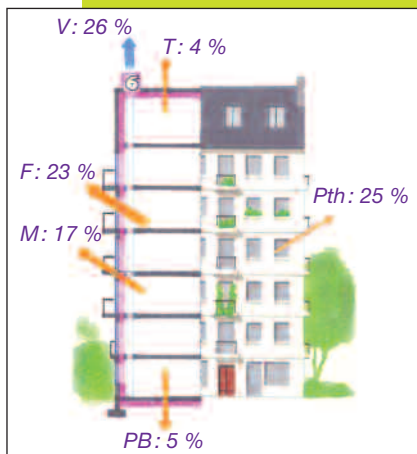


**Illustration 2:** Immeuble mitoyen, non isolé construit en béton 20 cm. Svitrée = 40 % Sfaçade.

**Illustration 3:** Immeuble indépendant, non isolé construit en béton 20 cm. Svitrée = 70 % Sfaçade.



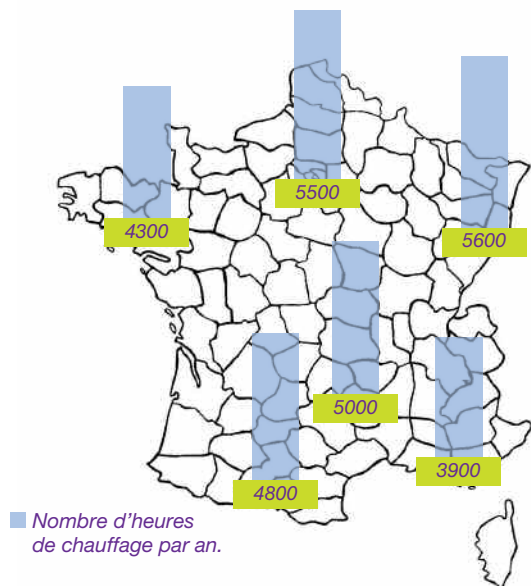
**Illustration 4:** Immeuble haussmannien mitoyen, non isolé construit avec 50 cm de pierre de taille. Svitrée = 60 % Sfaçade.



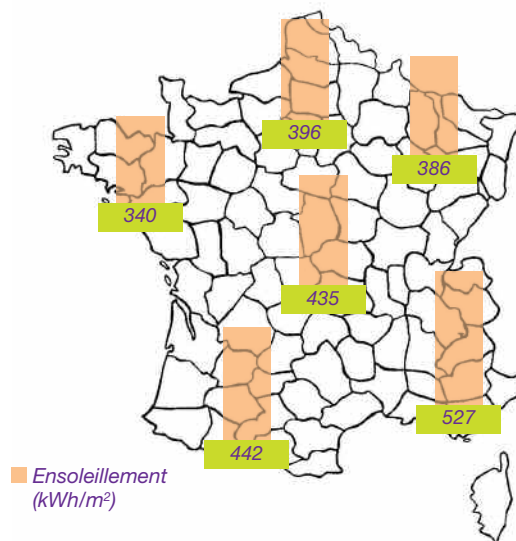
**Illustration 5:** Immeuble neuf indépendant construit en béton 20 cm isolé par l'intérieur Type RT2000. Svitrée = 40 % Sfaçade.

## Variétés climatiques en France

La France bénéficie d'une grande variété de climats, caractérisés notamment par la durée de la saison de chauffe et l'ensoleillement. Ainsi, le choix et la hiérarchie des travaux à réaliser devront prendre en compte les caractéristiques du site.



Il faut ainsi rechercher un niveau d'isolation optimale qui prend en compte les besoins en énergie pour un climat déterminé, le coût d'investissement et le coût de l'énergie de chauffage.



## Données techniques

La **conductivité thermique**  $\lambda$  (lambda) traduit l'aptitude d'un matériau à transmettre la chaleur. Elle s'exprime en  $W/m.K$  (flux de chaleur traversant 1 m d'épaisseur de ce matériau pour 1K d'écart). Plus la conductivité thermique est faible plus le matériau est isolant.

La **résistance thermique** **R** d'un matériau s'exprime en  $m^2.K/W$ . Plus la résistance du matériau est élevée, meilleure est sa performance thermique.

$$R = \text{épaisseur du matériau (m)} / \lambda \text{ (W/m}^2.K)$$

Une paroi peut être composée de plusieurs matériaux.

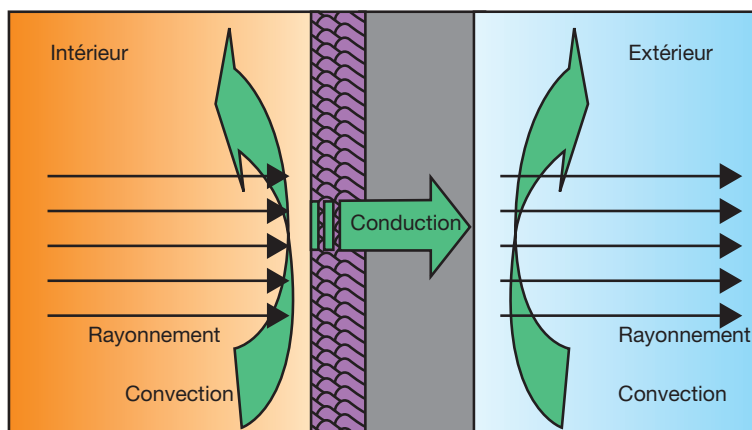
$R_{si} + R_1 + R_2... + ... R_{se} = R_{paroi}$  ( $R_{si}$ : résistance superficielle intérieur;  $R_{se}$ : résistance superficielle extérieur).

Le **coefficient de transmission thermique** **U** traduit aussi le niveau d'isolation d'une paroi (mur, toiture, plancher bas, vitrage); il s'exprime en  $W/m^2.K$ . Plus le coefficient **U** d'une paroi est faible, moindres sont les déperditions.

Un matériau de construction peut avoir un coefficient **U** faible, soit une bonne performance thermique, donc ne pas nécessiter l'ajout d'un isolant thermique.  
 $U = 1/R_{paroi}$

### ■ Isolation

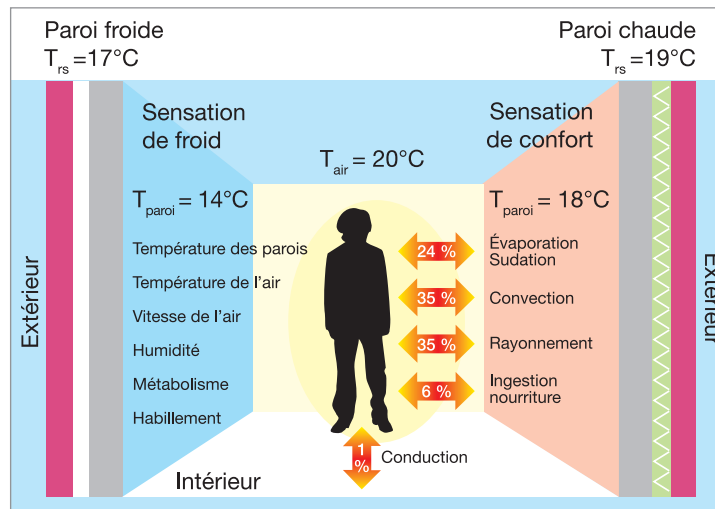
L'**isolation thermique** réduit le flux de chaleur qui transite à travers une paroi de l'intérieur du bâtiment vers l'extérieur en hiver.



## ■ Effet de paroi froide

L'isolation thermique permet aussi de limiter l'effet de paroi froide en hiver (paroi chaude en été). En effet, une différence de température trop importante entre l'air

ambiant et un mur ou une fenêtre,... provoque une sensation de froid (ou de chaud en été). Une faible différence n'est pas ressentie et permet d'abaisser la température de consigne de chauffage tout en gardant le même confort.



## ■ Les isolants

### Les isolants de base

**Les isolants thermiques sont des matériaux qui conduisent peu la chaleur.**

Pour chaque famille d'isolant, il existe des produits différemment adaptés pour isoler un mur, une toiture ou un plancher bas.

### Les compléments

**Les produits minces réfléchissants opaques :**

Leur usage s'est beaucoup développé depuis leur apparition à la fin des années 80. Leurs performances thermiques sont très faibles au regard des exigences thermiques actuelles (3 à 10 fois inférieures aux performances thermiques exigées pour les bâtiments neufs chauffés). Une utilisation non pertinente ou de mauvaises conditions de mise en œuvre peuvent conduire à des désordres (mauvaise ventilation des charpentes ou des ossatures bois de maisons). L'utilisation en écran sous toiture est à proscrire, compte tenu d'une forte étanchéité du produit à la vapeur d'eau. Certains produits disposent désormais d'un avis technique qui confirme ces remarques.

Ce type de produit ne doit pas être utilisé seul, mais il peut être posé en complément d'un isolant traditionnel.

**Ce type d'isolant est à éviter dans les bâtiments anciens, puisqu'il est étanche.**

Les isolants industriels choisis doivent faire l'objet d'un marquage « CE » :

Lorsque les normes européennes ne sont pas encore publiées, les caractéristiques des produits peuvent être justifiées par référence aux normes françaises ou équivalentes. Pour les produits en provenance de la Communauté européenne et des pays AELE parties contractantes de l'Accord EEE, la justification des

caractéristiques des produits peut être apportée par référence à :

- une norme internationale dont l'application est autorisée dans l'un de ces pays ;
- une norme ou un code de bonne pratique émanant d'un organisme de normalisation national ou d'une entité équivalente de l'une des parties contractantes de l'Accord EEE, légalement suivis dans celle-ci ;
- une règle technique d'application obligatoire pour la fabrication, la commercialisation ou l'utilisation dans l'un de ces pays ;
- un procédé de fabrication traditionnel, novateur ou légalement suivi dans une des parties contractantes de l'Accord EEE, qui fait l'objet d'une documentation technique suffisamment détaillée pour que le produit puisse être évalué pour l'application indiquée.

La perméabilité à la vapeur est caractérisée d'après les normes européennes soit par un coefficient Z soit par un coefficient MU.

Un isolant de type « respirant » peut être identifié par :  $Z < 4$  ou  $MU = 1$ .

Toutefois, il ne faut pas que l'isolant soit hydrophile, pour cela il faut que  $WS < 1\text{kg/m}^2$ .

Z: Résistance à la vapeur d'eau pour un produit revêtu. Il indique la résistance à la diffusion de vapeur d'eau exprimée en  $\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{Pa}/\text{mg}$ , soit l'efficacité du pare-vapeur.

Plus Z est petit, plus le produit est perméable à la vapeur d'eau.

MU: Perméabilité pour un produit nu. Il indique le facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau, soit la capacité de respiration de l'isolant.

WS: Absorption d'eau à court terme. Il indique la capacité à être occasionnellement en contact avec l'eau.

## ■ Choix des isolants

### Les constructions récentes :

Tous les types d'isolant peuvent être utilisés à condition de respecter les conditions de mises en œuvre.

### Les constructions anciennes :

Choisir des isolants de type « respirant », sans pare-vapeur, mais non hydrophile.  $Z < 4$  ou  $MU = 1$ .

### Exemples de caractéristiques relatives à la vapeur d'eau

	Résistance à la vapeur d'eau (Z)	Transmission à la vapeur d'eau (MU)	Absorption d'eau court terme (WS) (kg/m <sup>2</sup> )
Polystyrène	De Z7 à Z14	-	< 1 kg/m <sup>2</sup>
Polyuréthane	De Z7 à Z14	-	< 1 kg/m <sup>2</sup>
Laine de verre sans pare-vapeur	Z1	1	< 1 kg/m <sup>2</sup>
Laine de verre avec pare-vapeur	> Z7	-	< 1 kg/m <sup>2</sup>
Laine de roche sans pare-vapeur	Z1	1	< 1 kg/m <sup>2</sup>
Laine de roche avec pare-vapeur	> Z7	-	< 1 kg/m <sup>2</sup>
Laine de chanvre	Z1	1	< 1 kg/m <sup>2</sup>
Laine de chanvre avec pare-vapeur	> Z7	-	
Laine de mouton	Z1	1	< 1 kg/m <sup>2</sup>
Laine de mouton avec pare-vapeur	> Z7	-	
Laine de coton	Z1	1	< 1 kg/m <sup>2</sup>
Laine de bois	Z1	1	< 1 kg/m <sup>2</sup>
Plumes de canard	Z1	1	< 1 kg/m <sup>2</sup>
Plumes de canard avec pare-vapeur	> Z7	-	< 1 kg/m <sup>2</sup>
Produits minces réfléchissants	> Z7		< 1 kg/m <sup>2</sup>
Lambris		Pas d'élément à ce jour	
Plaque de plâtre		Pas d'élément à ce jour	
Plâtre projeté		Pas d'élément à ce jour	
Chaux		Pas d'élément à ce jour	

### Exemples de performances thermiques d'isolant

#### Pour les toitures combles :

Laine minérale (verre ou roche); laine de mouton;  
laine de chanvre avec  $\lambda = 0,040$  W/m.K :

Épaisseur (cm)	16	18	20	24
R (m <sup>2</sup> .K/W)	4	4,5	5	6

#### Pour les toitures terrasse :

Polyuréthane avec  $\lambda = 0,025$  W/m.K :

Épaisseur (cm)	3	4	6	8	10
R (m <sup>2</sup> .K/W)	1,1	1,55	2,4	3,2	4

#### Pour les murs :

Laine minérale ou polystyrène expansé  
avec  $\lambda = 0,032$  W/m.K :

Épaisseur (cm)	4	6	8	10
R (m <sup>2</sup> .K/W)	1,2	1,85	2,45	3,1

Laine minérale ou polystyrène expansé  
avec  $\lambda = 0,038$  W/m.K :

Épaisseur (cm)	2	4	6	8	10
R (m <sup>2</sup> .K/W)	0,5	1	1,55	2,05	2,6

Enduit chaux/chanvre  $\lambda = 0,13$  W/m.K :

Épaisseur (cm)	2	3	4	5
R (m <sup>2</sup> .K/W)	0,15	0,23	0,31	0,38

#### Pour les planchers bas sur garage ou local non chauffé :

Laine minérale (verre ou roche); laine de mouton;  
laine de chanvre avec  $\lambda = 0,040$  W/m.K :

Épaisseur (cm)	6	8	10	12
R (m <sup>2</sup> .K/W)	1,5	2,05	2,55	3,05

Un isolant thermique a d'autres caractéristiques, qui ne seront pas développées dans ce guide: acoustique, comportement au feu, qualité de l'air liée aux émissions de composés organiques volatiles, certains matériaux bénéficient d'une ACV.

## ■ Le cas particulier des fenêtres

En maison individuelle dans les constructions anciennes, les ouvertures sont souvent réduites, et l'impact de la surface vitrée sur la performance énergétique du bâtiment est souvent faible. Leur faible étanchéité est traitée dans le chapitre ventilation du présent guide. Il demeure que c'est un des postes sur lesquels il est assez aisé d'agir. L'amélioration des performances thermiques des baies vitrées, permet de réduire l'effet « paroi froide » de celles-ci et donc d'améliorer considérablement le confort.

En immeuble collectif, pour un appartement en étage intermédiaire, une intervention sur les fenêtres est

souvent la seule possible pour améliorer le niveau de déperdition de l'enveloppe. La qualité des **fenêtres industrielles** est définie par un **label ACOTHERM** :

AC comme acoustique => qualification de la performance acoustique.

TH comme thermique => qualification de la performance thermique.

Les fenêtres des artisans: les fabricants disposent d'outils permettant de déterminer la performance de tous les types de fenêtres.

L'étanchéité d'une menuiserie est caractérisée par un coefficient A/E/V (air/eau/vent); plus AEV est grand plus la menuiserie est étanche).

### Coefficients $U_w$ de fenêtres (menuiserie + vitrage):

		$U_w$ (W/m <sup>2</sup> .K)	$U_{jn}$ (W/m <sup>2</sup> .K)
Menuiserie	Vitrages	Sans volet	Avec volet
<b>Bois</b>			
	Simple	4,2	3,9
	survitrage	2,9	2,75
	4/12/4	2,55	2,25
	4/12/4 peu émissif	2	1,8
	4/16/4	2,4	2,15
	4/16/4 peu émissif	1,75	1,62
	4/16 argon/4 peu émissif	1,6	1,47
	Double fenêtre	2,3	2
<b>PVC</b>			
	Simple	3,9	3,65
	survitrage	2,75	2,6
	4/12/4	2,35	2,05
	4/12/4 peu émissif	1,83	1,63
	4/16/4	2,3	2,05
	4/16/4 peu émissif	1,70	1,56
	4/16 argon/4 peu émissif	1,55	1,41
<b>Métallique sans rupture de pont thermique</b>			
	Simple	4,95	4,50
	survitrage	3,8	3,55
	4/12/4	3,6	3,05
	4/12/4 peu émissif	3,04	2,6
	4/16/4	3,6	3,05
	4/16/4 peu émissif	2,95	2,52
	4/16 argon/4 peu émissif	2,8	2,37
<b>Métallique avec rupture de pont thermique</b>			
	4/12/4	2,9	2,55
	4/12/4 peu émissif	2,34	2,10
	4/16/4	2,9	2,50
	4/16/4 peu émissif	2,25	1,97
	4/16 argon/4 peu émissif	2,10	1,82

## Démarche bioclimatique

La démarche bioclimatique est le prolongement de certains savoir-faire, qui se transmettaient jadis, et qui étaient basés sur la connaissance du milieu, du climat et des habitudes des occupants.

L'architecture bioclimatique rétablit l'architecture dans son rapport à l'homme (« l'occupant ») et au climat (extérieur et intérieur : les « ambiances »).

Les grands principes de la démarche bioclimatique sont :

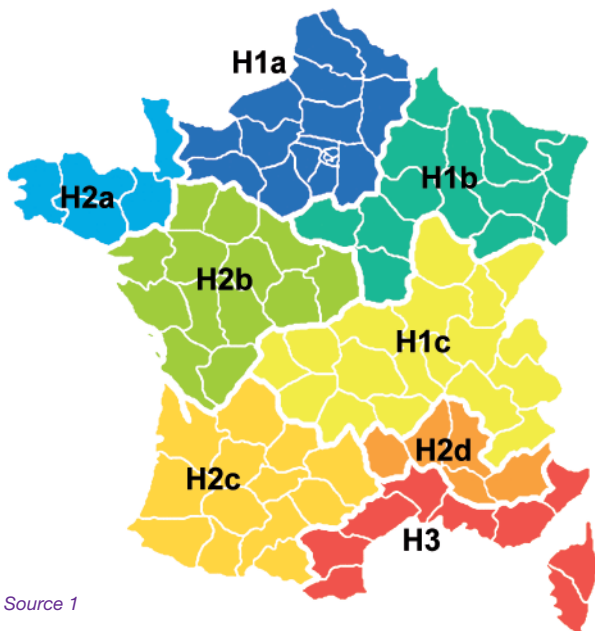
- Limitation des déperditions par la forme du bâtiment
- Optimisation des apports solaires par les baies vitrées
- Mise en œuvre d'espaces spécifiques, capteurs d'énergie
- Prise en compte des phénomènes naturels

### ■ L'occupant est le principal facteur d'économie d'énergie

Le diagnostiqueur ne doit pas se limiter à analyser seulement le bâtiment, il doit prendre en compte son environnement.

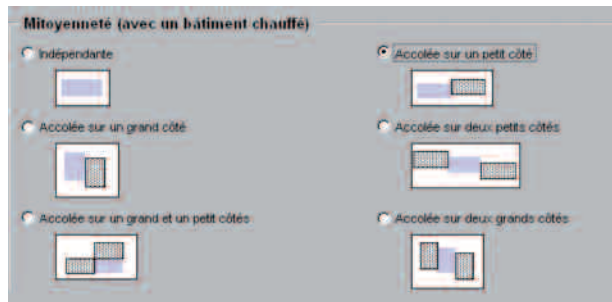
#### ■ Le site

- **Le département où il se situe** (vents, températures, précipitations, ensoleillement, altitude, zone de montagne ou de littoral, etc.).



- **Le relief proche** (il influence la répartition des températures, les possibilités d'ensoleillement ainsi que les phénomènes de nébulosité et de régime des vents).
- **Les masques** (les constructions ou certains arbres, masquent le rayonnement solaire, ils peuvent offrir un ombrage saisonnier, faire écran au vent, ...).

- **L'environnement construit et la mitoyenneté**



Source 1

### ■ Le bâtiment

- **La compacité relative de l'édifice** (pour une même surface au sol un bâtiment compact a moins de surfaces déperditives qu'un bâtiment allongé et donc a des consommations de chauffage intérieur).

- **L'orientation de la construction** (les baies vitrées au sud ont un bilan positif sur une année de chauffe : les apports solaires sont supérieurs aux déperditions thermiques).

- **Le caractère traversant** (en thermique d'été, avoir des ouvertures sur des façades opposées permet de faire de la ventilation transversale et donc d'améliorer le confort).

- **La taille et l'organisation des ouvertures** (elles jouent un rôle dans le bâtiment : leur position, dimension, proportion règlent l'entrée d'air, la lumière et les apports solaires).

- **L'inertie**, qui dépend de la masse, est la capacité d'un matériau à gérer les échanges de chaleur avec son milieu. Plus un mur est lourd (dense et épais), plus son inertie est importante, c'est-à-dire plus il met de temps à adopter la température « ambiante ».

En été, l'écart entre la température du mur et celle de l'air est maximum à deux moments : à la fin de la nuit, lorsque l'air est le plus frais, les murs sont encore relativement chauds : ils irradient de la chaleur ; et au moment le plus chaud de la journée : entre 14h et 16h, les murs sont relativement frais : ils irradient de la fraîcheur.

- **Le niveau de l'isolation et sa répartition**

- **La constitution** de l'édifice (les refends en maçonnerie lourde sont une réserve d'inertie en hiver comme en été, l'air ne circule pas dans un espace voûté comme dans un espace parallélépipédique, etc.)

- **Les espaces tampons** (arrière-cuisines, caves, celliers, combles, etc.) permettent de réduire les déperditions thermiques, de se protéger des vents dominants, de réduire les déperditions par renouvellement d'air lorsque l'air neuf y circule.

- **Les vérandas**

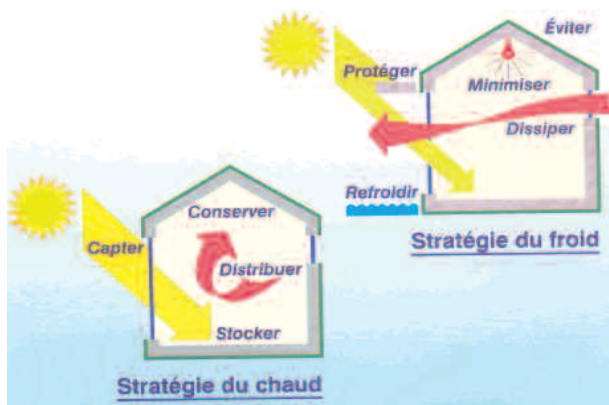
Une véranda est un espace tampon. Elle ne doit jamais être chauffée, car cela s'avère très consommateur d'énergie.

Elle permet :

- de récupérer les apports solaires en hiver (orientations du sud à l'est)
- de préchauffer l'air neuf
- de se protéger des vents dominants d'hiver
- d'utiliser les brises rafraîchissantes d'été.

Une orientation sud-ouest à ouest est à éviter pour réduire les risques de surchauffe.

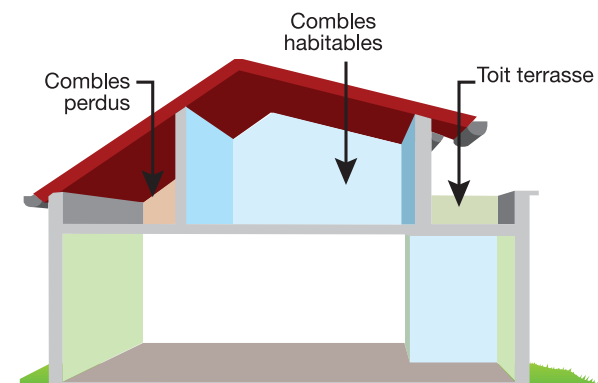
**Stratégie du chaud :** Pour le confort d'hiver, il s'agit de capter la chaleur du rayonnement solaire, de la stocker dans la masse, de la conserver par l'isolation et de la distribuer dans le bâtiment tout en la régulant.



## 1.2. Toiture

La toiture est dans la majorité des cas la paroi la plus déperditive. La fonction première d'une toiture est d'assurer l'étanchéité à l'eau, l'isolation ne doit pas perturber la ventilation des tuiles et de la charpente.

L'isolation thermique permet à la fois de réduire les consommations de chauffage en limitant les déperditions par la toiture et en réduisant l'effet de paroi froide en hiver, mais également d'améliorer le confort d'été en limitant les apports solaires par la toiture.



Source : ADEME

**Stratégie du froid :** Pour le confort d'été, il s'agit de se protéger du rayonnement solaire et des apports de chaleur, minimiser les apports internes, dissiper la chaleur en excès et refroidir naturellement par de la ventilation traversante et de la ventilation nocturne.

Il faut identifier les atouts du bâtiment et les prendre en compte.

### ■ L'occupant

Chaque occupant a une perception du confort qui lui est propre, il va plus ou moins chauffer, ventiler.

Les apports internes (occupants, éclairage, appareils électroménagers,...), participent au chauffage du logement en hiver mais doivent être évacués en été pour éviter les surchauffes.

### ■ Modes d'occupation

#### Les constructions récentes :

Pour les bâtiments à inertie légère ou moyenne, le mode d'occupation n'est pas prépondérant. Pour les bâtiments à inertie lourde (ex. : isolation par l'extérieur ou isolation répartie), il est préférable d'occuper le bâtiment de façon continue.

#### Les constructions anciennes :

Pour tirer profit de l'inertie lourde des bâtiments, il est préférable d'occuper le bâtiment de façon continue.

En maison individuelle ou pour un appartement en combles aménagés, la toiture est à isoler prioritairement, si ce n'est pas déjà le cas. Cette isolation est particulièrement importante sous les couvertures en zinc, dont l'effet radiant peut affecter la santé des habitants en été.

### ■ Identifier le type de toiture

La charpente est-elle « récente » ou ancienne ?

### ■ Identifier le niveau d'isolation

La toiture est-elle isolée ?

Si la toiture est isolée :

- le niveau d'isolation peut-il être amélioré ?
- l'isolant existant a-t-il bien été mis en œuvre (sans risque de désordre) ?

### ■ Si besoin proposer une ou des recommandations

#### - Dans les constructions récentes

Lorsque les bois de charpente sont traités. Tous les isolants peuvent être utilisés à condition de respecter les conditions de mise en œuvre.

### - Dans les constructions anciennes

Il importe de laisser les bois de charpente dans des espaces aérés. L'isolation ne doit en aucun cas aboutir à une situation de confinement des bois. (Cf. guide mériule de l'ANAH). L'isolant doit présenter des caractéristiques de perméabilité à la vapeur d'eau.

#### a. Pour une toiture en combles perdus

##### Précautions :

- L'isolation doit être continue sur toute la surface du plancher haut afin de minimiser autant que possible les ponts thermiques, notamment aux souches de cheminées, trappes d'accès aux combles, jonctions entre la toiture et les murs surtout lorsque les parties basses ne sont pas ou peu accessibles.
- Il ne faut jamais protéger l'isolant sur sa face extérieure par un film étanche qui empêcherait la vapeur d'eau venant des pièces habitées de s'évaporer.
- Si l'isolant a un pare-vapeur, il doit être placé du côté du volume chauffé. S'il y a une deuxième couche d'isolant, celle-ci ne doit pas avoir de pare-vapeur ou avoir un pare-vapeur lacéré.
- Autour des conduits de cheminée, les isolants doivent être incombustibles.

#### Combles perdus « non praticables »

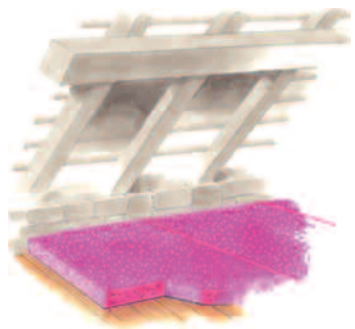
Il y a peu ou pas de contraintes d'épaisseur d'isolant, privilégier  $R \geq 5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ .

Exemple : plus de 20 cm de laine minérale (verre ou roche) ou 25 cm de laine minérale soufflée.

#### - Isolation du plancher

##### Isolation en rouleaux ou panneaux :

Étendre les rouleaux sur le parquet ou le tapisser de panneaux semi-rigides. Dans le cas d'un isolant avec pare-vapeur sur un parquet, l'isolant ne doit pas être en contact avec le bois. Il faut le poser sur un litonnage interrompu de temps à autre pour permettre une ventilation dans toutes les directions. Si l'on ne procède pas ainsi, on confine le bois dans une atmosphère douce et humide et des parasites fongiques peuvent alors le contaminer. (Cf. guide mériule de L'ANAH.)

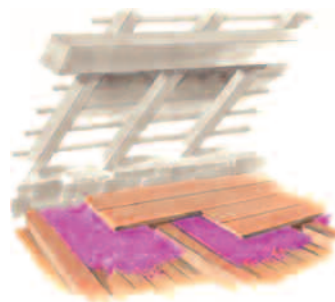


**Avantages :** pas de problème s'il y a des courants d'air dans les combles.

**Inconvénients :** continuité de l'isolant parfois difficile à assurer, les rongeurs creusent parfois des galeries.

#### Isolation en vrac :

Souffler ou projeter un isolant en vrac sur le plancher. Cette intervention doit impérativement être effectuée par un professionnel.



**Avantages :** continuité d'isolant facile à assurer ; les rongeurs ne peuvent pas creuser de galeries ; coûts relativement faibles.

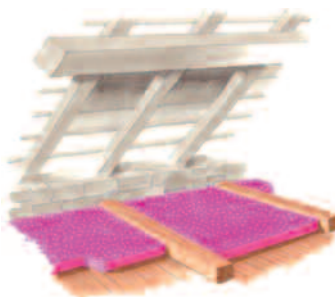
**Inconvénients :** matériaux volatiles lorsqu'il y a des courants d'air dans les combles.

#### - Isolation entre solives

##### Isolation en rouleaux ou panneaux :

Il faut dérouler une première couche d'isolant entre les solives et une seconde au-dessus perpendiculairement, afin de minimiser les ponts thermiques.

Dans le cas d'un faux plafond de plâtre sur lattes de bois en entrevous, il ne faut pas mettre le pare-vapeur au contact du bois, au risque d'engendrer un pourrissement.



#### Isolation en vrac :

Le principe est le même que précédemment. Il est souhaitable de recouvrir entièrement les solives d'isolant afin d'éviter les ponts thermiques.

**Avantages/inconvénients :** idem « isolation du plancher »

#### Combles perdus « praticables »

Il y a des contraintes sur l'épaisseur d'isolant, pour bénéficier du crédit d'impôt, il faut  $R \geq 4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  (soit plus de 18 cm de laine minérale déroulée ou 22,5 cm de laine minérale soufflée).

#### - Isolation du plancher

L'isolation du plancher de combles perdus « praticables » nécessite d'utiliser des isolants avec un coefficient d'incompressibilité élevé, type panneaux de toiture.

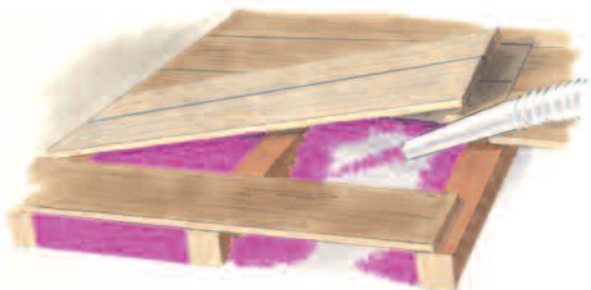


**Inconvénients :** continuité de l'isolant parfois difficile à assurer, les rongeurs creusent parfois des galeries. Même remarque que pour l'isolation en combles non praticables sur parquet avec isolant à pare-vapeur.

#### - Isolation entre solives avant la pose du sol

Il faut isoler entre les solives avec des rouleaux, des panneaux ou de l'isolant en vrac et ensuite poser le sol sur les solives.

Même remarque que pour l'isolation sur décor plâtre-latte en entrevous avec isolant à pare-vapeur.



**Inconvénients :** pas de continuité de l'isolant, soit beaucoup de ponts thermiques ; épaisseur d'isolant limitée.

#### - Isolation entre solives avec un sol déjà posé

Il faut déposer partiellement le sol puis remplir d'un isolant en vrac ou souffler sous pression à travers le plafond ou à travers le plancher un isolant en vrac.

**Inconvénients :** pas de continuité de l'isolant, soit beaucoup de ponts thermiques ; difficile à mettre en œuvre si les solives font l'épaisseur du plancher ; épaisseur d'isolant limitée.

### b. Pour une toiture en combles aménagés ou aménagables

Il y a souvent des contraintes sur l'épaisseur d'isolant, il est conseillé de mettre en place un isolant avec une résistance supérieure à  $4,5\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$  (par exemple, plus de 18 cm de laine minérale déroulée).

#### Précautions :

- Les toitures anciennes n'étaient pas conçues pour être isolées. Il importe lors de l'investissement des combles et de la pose d'une isolation, de ne pas aboutir à un confinement des bois de charpente. La mise en œuvre doit, soit les inclure le plus possible dans le volume chauffé, soit les en exclure totalement. Il faut adapter les solutions aux différents types de charpentes (pannes, et fermes distinctes ou fermes formant chevrons, dimensions des bois, etc.) (Cf. guide Mérule de l'ANAH.)
- La disparition de tout ou partie de la charpente derrière l'isolant conduit à l'impossibilité de pouvoir par la suite juger de son état de conservation. Il faut donc impérativement avant d'entreprendre des travaux d'isolation procéder à un examen minutieux

de l'état des bois (remplacement des bois attaqués ou affaiblis ; traitement curatif ou préventif contre les insectes xylophages et les moisissures).

- Les pièces aménagées doivent être suffisamment ventilées, pour éviter des phénomènes de condensation.
- Prévoir une ventilation entre l'isolant thermique et le matériau de couverture.
- Si l'isolant a un pare-vapeur, il doit être placé du côté du volume chauffé. S'il y a une deuxième couche d'isolant, celle-ci ne doit pas avoir de pare-vapeur.
- Autour des conduits de cheminée, les isolants doivent être incombustibles.

#### - La couverture est vétuste :

Isolation de la toiture par l'extérieur

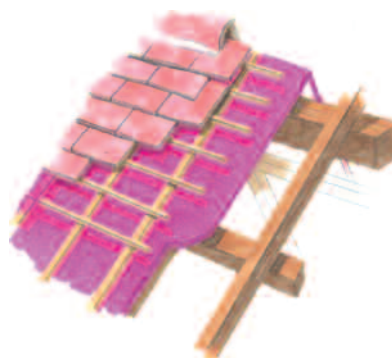
**Avantages :** facilité de ménager la ventilation de la toiture par une lame d'air ventilée en dessous de la couverture ; pas de restriction du volume habitable ; possibilité de laisser la charpente intégralement apparente.

**Inconvénients :** planification rigoureuse du chantier afin de prendre toutes les précautions en cas d'intempéries.

#### - Isolation rigide posée sur la charpente

Un isolant en panneaux rigides est posé au-dessus des chevrons et supporte la couverture.

Il existe des isolants manufacturés qui comprennent un parement intérieur et un isolant moulé. Ces composants peuvent également comporter des liteaux ou des chevrons intégrés.



#### Isolants :

Panneaux de laine de verre, de laine de roche, de polystyrène expansé, de polystyrène extrudé, de polyuréthane ou de liège expansé.

Il est entendu que dans certains cas de couvertures anciennes particulièrement lourdes (lauses), on ne peut envisager ce type d'isolation sans mettre en danger l'ouvrage. Une isolation par l'intérieur est la seule possible. Pour le reste des toitures anciennes, les irrégularités géométriques des bois de charpente rendent souvent très difficile, voire impossible la pose de panneaux rigides de grande dimension.

### Isolation en vrac :

Un isolant en vrac est projeté ou déversé dans des caissons constitués par les chevrons (parfois par les pannes), après avoir fixé au-dessous de ces éléments porteurs le plafond (plaque de plâtre, lambris,...). La couverture est ensuite posée au-dessus d'un panneau pare-pluie respirant en ménageant une lame d'air ventilée entre les deux.

**Inconvénients :** Éviter les entassements de laine projetée pouvant être provoqués par l'effet du vent.  
Isolants : flocons de laine de verre, de laine de roche, de laine de mouton, de laine de cellulose, de chènevotte de chanvre,...

### - La couverture est en bon état :

Isolation de la toiture par l'intérieur



**Avantages :** Permet de procéder à l'isolation hors intempéries.

**Inconvénients :** Les épaisseurs d'isolant sont souvent limitées ; présence de ponts thermiques liés aux éléments de charpente ; difficulté de ménager la lame d'air pour la ventilation de la charpente.

### Précautions :

- L'isolation des faux-combles, des cloisons de redressement et des combles perdus ne doit jamais être négligée.
- Ménager impérativement la lame d'air de plus de 2 cm pour la ventilation de la charpente.

L'isolation sous rampants se fait généralement en deux fois :

Une première couche entre les chevrons qui est complétée par une deuxième posée sur un contre-chevonnage, indispensable pour obtenir une lame d'air suffisante avec l'épaisseur d'isolant préconisé.

Il n'est pas nécessaire de rapporter un isolant sous des toitures en chaume, elles ont déjà une résistance thermique élevée.

### c. Pour une toiture terrasse

Il y a souvent des contraintes sur l'épaisseur d'isolant, il est conseillé de mettre en place un isolant avec une résistance supérieure à 2,4 m<sup>2</sup>.K/W (par exemple, plus

de 6 cm de polyuréthane ; plus de 8 cm de polystyrène ;...).

### Précautions :

- Les toitures terrasse subissent des contraintes climatiques très rigoureuses (pluie, ensoleillement, gel, chocs thermiques,...) ce qui entraîne des dilatations et des rétractions de la couverture et de l'étanchéité. L'isolation thermique doit donc respecter ces contraintes.
- Il est strictement déconseillé de poser un isolant en contact en sous-face de dalle. En empêchant la diffusion de la chaleur solaire reçue par la dalle de couverture, l'isolant soumettrait celle-ci à des chocs thermiques désastreux pouvant entraîner des ruptures d'étanchéité et des fissurations graves.
- Autour des conduits de cheminée, les isolants doivent être incombustibles.
- L'isolant doit être choisi en fonction des charges qu'il pourra supporter (compressibilité).

**Attention :** le relevé d'étanchéité peut nécessiter le rehaussement des ouvrages lorsque l'étanchéité se trouve au-dessus de l'isolation.

**Isolants :** polyuréthane ; polystyrène expansé ; laine de roche ; verre cellulaire,...

### - Isolation sur étanchéité « toiture inversée »

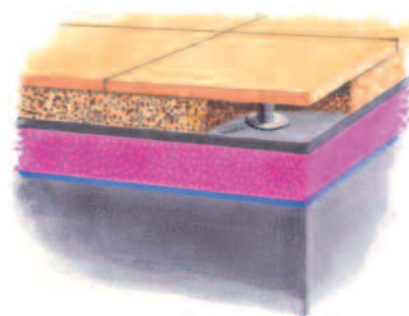
L'isolant est disposé sur une étanchéité existante éventuellement réparée, ou sur étanchéité neuve. Selon l'accessibilité cette couche d'isolant est recouverte d'une couche de gravier ou d'un dallage sur sable.

**Avantage :** protège l'étanchéité des intempéries.

**Inconvénient :** l'isolant chargé de protection lourde (gravillons,...) subit le ruissellement des eaux pluviales.

### - Isolation sous étanchéité

L'isolant est installé au-dessus de la dalle puis recouvert par l'étanchéité et par une protection lourde en gravillons pour les toitures non accessibles ou en dallage lorsqu'une circulation est prévue.



**Avantage :** protège plus efficacement la maçonnerie des variations de température et donc limite les mouvements de dilatation/rétraction.

## 1.3. Les baies : fenêtres et contrevents (volets)

Le rôle des fenêtres et des portes-fenêtres est primordial dans un logement. Elles assurent : l'accès à l'éclairage naturel, la récupération des apports solaires en hiver, la possibilité d'aérer en les ouvrant. Mais elles engendrent aussi des déperditions thermiques et un effet de paroi froide important, si elles sont uniquement munies de simple vitrage.

Les fenêtres orientées au sud ont un bilan positif : elles récupèrent plus d'apports solaires qu'elles n'engendrent de déperditions thermiques en simple ou en double vitrage. Toutefois, la mise en place de double vitrage permet de limiter l'effet paroi froide.

### ■ Identifier le type de vitrage et de menuiserie

**Vitrage :**

- Simple vitrage
- Survitrage
- Double vitrage avec du vitrage clair
- Double vitrage avec du vitrage peu émissif
- Double fenêtre

**Menuiserie :**

bois, PVC, métal, métal à rupture de pont thermique ?

### ■ Identifier le type de fenêtres

La construction est-elle récente ou ancienne ?

Le bâtiment est-il à intérêt patrimonial ?

Les fenêtres existantes sont-elles en simple vitrage ?

Les menuiseries sont-elles vétustes ?

Y a-t-il une véranda ou un oriel ?

Les fenêtres sont-elles équipées de volets ?

### ■ Si besoin, proposer une ou des recommandations

#### a. Les fenêtres

**Précautions :**

- Un des principaux sinistres dans les bâtiments vient du remplacement des anciennes fenêtres qui étaient perméables à l'air et qui permettaient ainsi la ventilation du logement, par des fenêtres neuves et étanches sans entrée d'air, donc qui ne permettent plus d'assurer la ventilation. Il y a alors apparition de condensations et de moisissures et d'autres champignons dans les bois de construction, de structure ou de second œuvre, (Cf. Guide Mérieux de l'ANAH). Ainsi, dès qu'il y a remplacement des fenêtres, il faut vivement conseiller d'opter pour des fenêtres équipées d'entrées d'air, s'il n'y a pas d'autre entrée d'air dans la pièce.
- S'il faut remplacer des fenêtres par des menuiseries métalliques, choisir des menuiseries à rupture de pont thermique.

- En cas de mise en place de survitrage sur des fenêtres en simple vitrage, il faut s'assurer que les châssis pourront supporter le poids supplémentaire des vitrages ajoutés.
- Pour les fenêtres orientées au sud, il est important de choisir des vitrages avec des facteurs solaires élevés pour avoir autant d'apports solaires que possible en hiver.

L'amélioration de la performance thermique des baies vitrées, permet également de réduire l'effet « paroi froide » en hiver, donc d'abaisser les températures de consigne. Une tenture épaisse (doubles-rideaux) devant une baie vitrée permet de limiter les déperditions en hiver et les apports en été.

**S'il y a des doubles-fenêtres, les conserver impérativement.** Une double fenêtre est plus performante thermiquement qu'une fenêtre en double vitrage.

**Les fenêtres existantes en façade ne peuvent pas être en double vitrage, il y a des contraintes architecturales (fenêtres à meneaux, vitraux,...).**

Lorsque cela est possible, mettre en place des doubles-fenêtres à condition de pouvoir les positionner côté intérieur.

**Avantages :** les performances thermiques sont comparables, voire supérieures à une fenêtre double vitrage.

#### - Le bâtiment est à intérêt patrimonial

Quelle que soit la solution choisie, Il est impératif de maintenir les dimensions des clairs de vitrage et des menuiseries existantes.

Pour améliorer la performance thermique des fenêtres, plusieurs possibilités existent :

- mettre en place des doubles-fenêtres à condition de pouvoir les positionner côté intérieur,
- installer un double vitrage de rénovation sur la menuiserie existante, à condition que celle-ci puisse supporter le poids supplémentaire,
- remplacer le vantail existant par une menuiserie avec un double vitrage en conservant le dormant existant, s'il est en bon état,
- remplacer toute la menuiserie par une menuiserie en double vitrage.

Il est conseillé de mettre en place des fenêtres en double vitrage peu émissif avec une performance thermique :  $U_w < 2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  ou des vitrages avec une performance thermique :  $U_g < 1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .

#### - Autres cas

Remplacer les anciennes fenêtres par des fenêtres en double vitrage peu émissif.

Deux possibilités existent : remplacement du vantail en conservant le dormant existant, s'il est en bon état, ou remplacement total de la menuiserie.

Il est conseillé de mettre en place des fenêtres en double vitrage peu émissif avec une performance thermique  $U_w < 2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  ou des vitrages avec une performance thermique :  $U_g < 1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .

#### - VÉRANDA « thermique »

Une véranda est un espace tampon qui permet de récupérer les apports solaires en hiver. Elle doit toujours être séparée du volume chauffé par des baies vitrées ou des parois. La séparation ne doit être ouverte que les jours ensoleillés en hiver.

Il n'est pas indispensable d'isoler les parois séparant le volume chauffé de la véranda.

Une véranda ne doit jamais être chauffée, car cela s'avère très consommateur d'énergie. (voir aussi « confort d'été »)

#### - Oriel (bow-window)

Un oriel en simple vitrage doit impérativement être séparé du volume chauffé par une autre menuiserie, qui doit être fermée par temps froid (la nuit ou l'hiver). (Voir aussi « confort d'été ».)

#### b. Les volets (ou contrevents)

Les volets permettent de limiter les déperditions thermiques la nuit en hiver, de se protéger du soleil en été, d'augmenter la sécurité, de conserver une intimité, de mieux résister aux incendies de forêt lorsqu'ils sont en bois,...

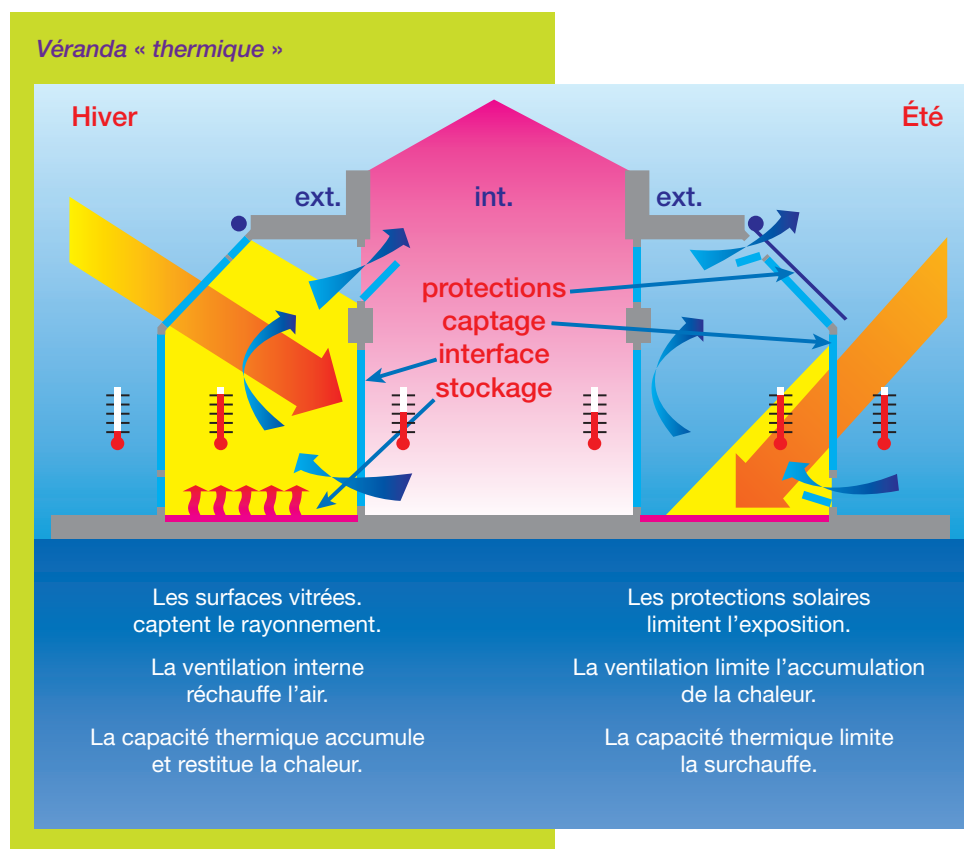
##### - Pas de volet existant

##### Précautions :

- Dans les constructions récentes, s'il n'y a pas de volets roulants, mais que leur installation est envisagée, choisir des coffres de volets roulants isolés, en portant une attention particulière à la solidité du support recevant le coffre.
- Dans les constructions anciennes, ne pas préconiser l'installation de volet roulant, préférer l'installation de volets battants, de persiennes ou encore de volets intérieurs.

S'il n'y a pas de volet dans les pièces principales, dès que cela est possible, conseiller leur mise en place :

- meilleure performance thermique de la fenêtre en hiver
- meilleure protection solaire de la baie en hiver
- plus de sécurité
- protection solaire en été



Il faut alors ménager une lame d'air la plus étanche possible entre le vitrage et le volet (pour limiter les déperditions thermiques en hiver).

Lorsque la mise en place de volet est impossible, pour limiter les déperditions la nuit et les apports solaires en été :

- mettre en place des doubles rideaux épais
- poser des volets intérieurs.

#### - Volet roulant existant

##### Précautions

- Ne pas obstruer les entrées d'air en isolant les coffres qui les contiennent.
- Les panneaux démontables des coffres des volets roulants doivent le rester pour des raisons d'entretien.

#### S'il y a des coffres de volets roulants non isolés :

- Isoler par collage d'un isolant rigide.
- S'il y a un espace suffisant à l'intérieur du coffre, il est possible d'isoler à l'intérieur du coffre.
- S'il y a des infiltrations, poser des joints d'étanchéité autour du coffre, mais laisser libres les entrées d'air.

#### - Autre type de volet existant

##### Précautions :

- Ne surtout pas enlever les volets existants, il faut les entretenir. Les volets permettent de diminuer les déperditions en hiver, d'augmenter le confort en été,...

## Les différents rôles de la fenêtre dans un logement

### Confort d'été

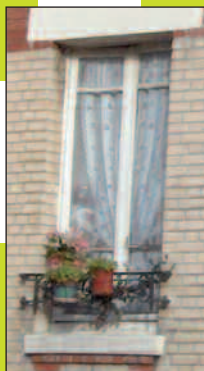
*Opter pour des protections solaires efficaces, type volets de préférence extérieurs, pour limiter les apports solaires en été.*

*Pouvoir ouvrir les fenêtres, si possible pour créer une ventilation transversale.*

### Confort d'hiver

*Opter pour des fenêtres en double vitrage pour limiter l'effet paroi froide et les déperditions thermiques.*

*Opter pour des fenêtres avec des facteurs solaires d'hiver élevés pour récupérer un maximum d'apports solaires en hiver.*



### Confort visuel

*Opter pour des fenêtres avec un facteur de transmission lumineuse élevé pour bénéficier de l'éclairage naturel.*

*Une protection solaire permet également d'éviter l'éblouissement en masquant la partie haute de la fenêtre.*

### Confort olfactif

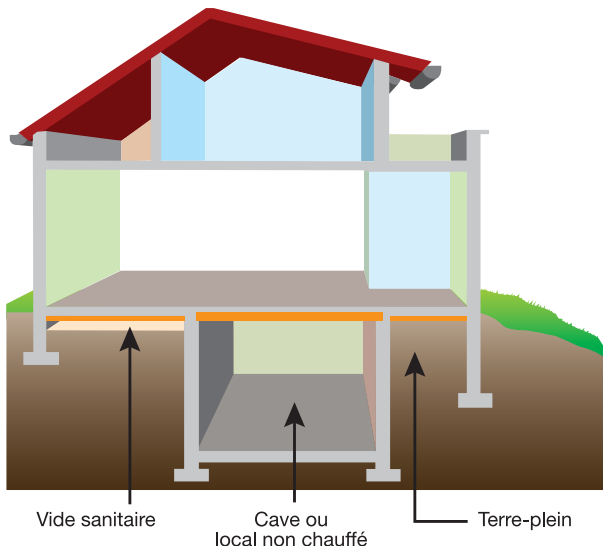
*Pouvoir ouvrir les fenêtres, si possible pour créer une ventilation transversale.*

## 1.4. Planchers bas

Le plancher bas est le plancher qui sépare le volume chauffé du volume non chauffé en partie basse du bâtiment. Il peut être sur terre-plein, sur cave, sur vide sanitaire. Il importe d'en limiter les déperditions de chaleur, lorsque cela est possible.

### ■ Identifier le type de plancher bas

source: ADEME



### ■ Identifier le niveau d'isolation existant

Le plancher est-il isolé ? Le bâtiment est-il « récent » ou « ancien » ? Si le plancher est sur terre-plein : une rénovation lourde est-elle envisagée ? Si le plancher bas est sur vide-sanitaire : est-il accessible ? Les entrées d'air ne sont-elles pas obstruées ? Y a-t-il une présence excessive d'eau ? Quelles fonctions du plancher bas souhaite-t-on privilégier :

- transmission de la fraîcheur du sol en été ?
- limitation des pertes thermiques vers le sol ?

### ■ Si besoin, proposer une ou des recommandations

#### Précautions :

- Les recommandations proposées doivent impérativement faire en sorte d'éviter toute remontée d'humidité du sol vers le bâtiment. Dans le cas de coulage d'un béton de propreté dans une cave en terre battue, laisser en périphérie un espace libre avec des gravillons qui permet les échanges et la respiration des maçonneries.

#### a. Pour un plancher sur terre-plein ou sur vide-sanitaire non accessible

Il y a souvent des contraintes sur l'épaisseur d'isolant, il est conseillé de mettre en place un isolant avec une résistance supérieure à  $2,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  (par exemple, plus de 6 cm de polyuréthane, plus de 8 cm de polystyrène,...)

#### Précautions :

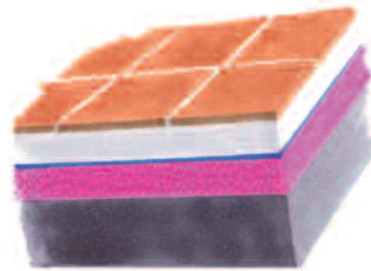
- Les déperditions de chaleur par le sol sont importantes en périphérie, mais faibles au centre. Une telle isolation peut-être envisagée lorsqu'une réfection importante du plancher est prévue.
- Les entrées d'air d'un vide-sanitaire ne doivent jamais être obstruées, au risque d'engendrer des problèmes d'humidité. Dans le cas d'un vide-sanitaire ventilé, préférer une isolation sur la face supérieure de la dalle.

#### - Constructions récentes

Il ne faut pas mettre en place des revêtements étanches (chape ciment, carrelage,...) sans s'être assuré que les murs sont étanches à l'eau.

#### Isolation sous chape ou dalle flottante.

L'isolant est placé au-dessus du plancher existant, un dallage lourd vient ensuite sur l'isolant.



**Avantages :** la mise en place d'une isolation sous chape ou dalle permet d'intégrer un émetteur de chauffage type plancher chauffant dans le plancher.

#### Isolation sur sol fini existant

Un isolant est placé sur le sol existant, le nouveau revêtement de sol vient ensuite sur l'isolant (ex. : parquet).

#### Isolation par chape isolante

Mise en place d'une chape isolante sur un sol sans trace d'humidité.

#### Isolation du soubassement

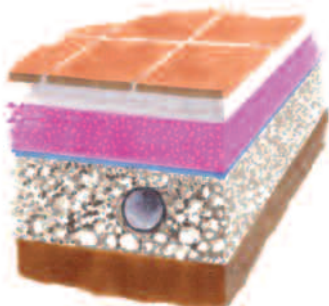
Mise en place d'un isolant au niveau du soubassement par panneau non hydrophile.

**Inconvénients :** à faire simultanément avec une isolation par l'extérieur ou des travaux de drainage des fondations.

#### - Constructions anciennes

La mise en place d'un revêtement étanche (chape ciment ou carrelage) doit faire l'objet d'une étude précise car elle peut provoquer une augmentation préjudiciable des remontées capillaires dans les murs. Conseiller des chapes perméables à la vapeur d'eau et/ou isolantes avec un drainage préalable du

sol (hérissson) et des murs (drains périphériques). Pour l'installation d'un plancher chauffant, ces dispositions deviennent nécessaires. Lorsque la propriété « respirante » du plancher existe et veut être conservée, un film étanche ne peut être utilisé.



### b. Pour un plancher sur locaux non chauffés accessibles (vide-sanitaire, sous-sol, garage, cave,...) ou sur l'extérieur

Il y a souvent des contraintes sur l'épaisseur d'isolant, généralement la hauteur est limitée. Il est conseillé de mettre en place un isolant avec une résistance supérieure à 2,4 m<sup>2</sup>.K/W (par exemple, plus de 6 cm de polyuréthane, plus de 8 cm de polystyrène,...)

#### Précautions :

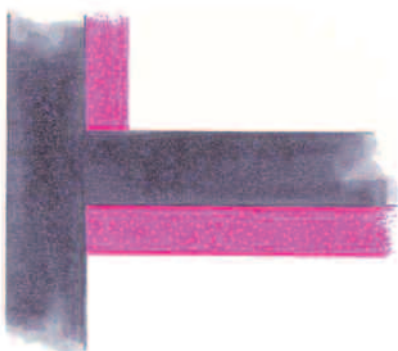
- Les entrées d'air d'un vide-sanitaire ne doivent jamais être obstruées, au risque d'engendrer des problèmes d'humidité.
- Pour une isolation en sous-face de plancher, il faut veiller à laisser apparents les boîtiers de dérivation électriques et à déplacer les points lumineux.

#### - Isolation sous plancher

Il faut une hauteur sous plafond suffisante pour mettre en place ce type d'isolation.

#### Pose de panneaux composites avec sous-face

Des panneaux rigides préfabriqués composés d'un isolant recouvert d'une plaque de plâtre ou fibragglo ou pris en sandwich sont vissés en sous-face du plafond.

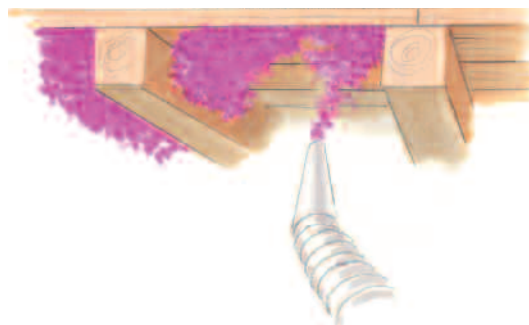


#### Pose d'un isolant en faux-plafond

Un isolant est placé au-dessus d'un plafond suspendu.

### Flocage : projection de laine minérale collée par un liant synthétique

L'isolant type laine minérale en flocons mélangée à un liant d'accrochage est projeté en sous-face du plancher.



**Avantage :** peu onéreux.

**Inconvénient :** épaisseur limitée techniquement (7/8 cm); dépend de la nature du plancher et de son état de conservation.

#### - Isolation sur plancher

(Se reporter aux solutions du i).

#### - Isolation sous voûtain

On peut isoler en sous-face un plafond en voûtain, si l'on pose des rails sur les profilés métalliques IPN et que l'on suspend un isolant dans un faux-plafond.

Pour les planchers en voûtain de briques, l'isolation ne peut pas être posée en sous-face, il est parfois possible de poser un isolant sous le parquet ou le dallage, au-dessus des voûtain.

#### - Isolation par remplissage du plancher

Si le plancher est à ossature bois ou métal, il peut être démonté intégralement ou partiellement en surface et rempli d'isolant entre les solives.



**Inconvénients :** pas de continuité de l'isolant, donc beaucoup de ponts thermiques; difficile à mettre en œuvre si les solives font l'épaisseur du plancher; épaisseur d'isolant limitée.

## 1.5. Murs

Le mur est une paroi verticale à fonction de séparation et/ou de structure. Ses caractéristiques thermiques sont essentielles.

### ■ Identifier le type de murs, leur exposition et leur situation dans le bâtiment

Le système constructif est-il récent ou ancien ?

#### - Construction récente :

béton plein, blocs béton; briques récentes; monomurs terre cuite; béton cellulaire; ossature métallique; ossature bois récente; pierres;...

#### - Construction ancienne :

pierres sèches; moellons; galets; pierres de taille; pisé; bauge; briques de terre crue ou « adobe »; torchis; briques anciennes; ossature bois ancienne;...

Le mur donne-t-il sur l'extérieur, un local non chauffé, mitoyen avec un autre logement ?

Pour chaque type de mur, quelle est l'orientation: Nord, Sud, Ouest, Est ?

### ■ Identifier la nature des matériaux utilisés et le niveau de performance

Le mur est-il isolé ?

Si le mur n'est pas isolé :

Construction récente: est-il possible de l'isoler ?

Construction ancienne: est-il possible d'améliorer le niveau d'isolation de la paroi sans perturber l'équilibre hygrothermique de la paroi et sans dégrader son aspect architectural ?

Si le mur est isolé, l'isolant existant ne risque-t-il pas de créer des désordres ?

### ■ Si besoin, proposer une ou des recommandations

#### Précautions :

- En constructions récentes, ne jamais isoler un mur humide. Avant de poser un isolant, il faut impérativement traiter au préalable le problème d'humidité.
- En constructions anciennes, ne pas poser de matériau étanche ou hydrophile au risque de menacer sa durée de vie.
- Si un enduit intérieur ou extérieur existant, doit être rénové ou remplacer, il est nécessaire d'utiliser des produits ayant des caractéristiques hygrothermiques comparables.

#### - Constructions récentes

**Mur en monomur de terre cuite; béton cellulaire**

Ces systèmes constructifs ont généralement une résistance thermique suffisante pour ne pas nécessiter un isolant supplémentaire.

#### Murs en béton ou en briques, sans dessin ou parement extérieur :

Si un ravalement est prévu, effectuer une isolation par l'extérieur avec des retours d'isolant au niveau des tableaux des baies quand cela est possible.

Une isolation par l'intérieur peut être envisagée.

#### Mur donnant sur des locaux non chauffés

S'il n'y a pas de contre-indication liée à la nature de la paroi (voir ci-dessus), il est préférable d'isoler les murs dans le local non chauffé, afin de préserver le volume habitable. Plusieurs techniques existent: collage de panneaux de doublage ou pose d'un isolant sur tasseaux si le mur de séparation est lisse, pose d'un isolant sur une ossature métallique.

Les contre-indications sont les mêmes que pour un mur donnant sur l'extérieur.

#### - Constructions anciennes

##### Sont concernés dans le bâti ancien :

murs en pierres de pays, moellons ou pierre de taille, pierre meulière, hourdés à la terre ou à la chaux, murs à ossature bois à remplissage torchis ou briquettes ou plâtre, ou autre maçonnerie à mortier de sable-chaux, murs en briques hourdées à la chaux ou au plâtre, murs à empilement de bois, murs terre crue (pisé, bauge, torchis, adobe). Se reporter au guide d'inspection pour le DPE.

##### Cas le plus contraignant :

#### - Si la façade est d'intérêt patrimonial et qu'il y a des moulures ou autres spécificités décoratives à l'intérieur du logement :

Il paraît difficile d'isoler les murs de façon globale, il vaut mieux agir sur d'autres postes: double vitrage, système de chauffage performant,...

Lorsque l'isolation globale n'est pas envisageable, on pourra choisir d'isoler certains murs ou non en fonction de leur orientation (une isolation partielle est souvent intéressante en façade Nord, qui est généralement la plus déperditive) et des possibilités d'isolation (pignons).

Proscrire les ouvrages imperméables à la base des murs pour les parois perméables à la vapeur d'eau. On protège ces murs de l'humidité en les drainant (Cf. guide Mérule de l'ANAH).

#### - Sinon, dans les cas courants :

La solution de la pose d'un isolant rajouté par l'extérieur présente l'inconvénient de dénaturer la façade ancienne et d'augmenter considérablement l'épaisseur du mur (une quinzaine de centimètres) ce qui nécessite un remaniement de l'égout de la toiture et une demande d'autorisation de travaux: à envisager lorsque cela est possible.

Un désagrément vient de l'effet de paroi froide dû à leur inertie. Celui-ci peut être considérablement atténué par la pose d'un enduit de mortier de chaux et chanvre à l'intérieur, à l'occasion de travaux.



À l'extérieur, lorsque cela est possible (si la façade ne présente pas d'ornementation), on peut refaire l'enduit de mortier de chaux si celui-ci est défectueux et n'assure plus son rôle de protection de la maçonnerie.

Dans le cas des bâtiments anciens, revêtus d'un parement de plâtre gros (surtout en Ile-de-France et dans le sud-est), seule l'isolation par l'intérieur est envisageable, ainsi que la réfection des enduits à l'identique (le souci d'aspect est dans ce cas primordial), lorsque ceux-ci ne remplissent plus leur fonction de protection des intempéries.

Lorsqu'il est prévu de reprendre les maçonneries des murs à ossature bois et à remplissage de terre crue de 25 cm au plus, dans des zones climatiques défavorables l'hiver, l'épaisseur de remplissage de torchis est souvent insuffisante et le mur ne présente pas un niveau d'isolation performant. Une solution consiste à appliquer un enduit intérieur de mortier de chaux-chanvre d'une épaisseur supérieure à 7 cm lorsque la solidité de l'ouvrage peut supporter la surcharge pondérale de l'enduit. Cette maçonnerie peut être enduite à l'extérieur en couvrant ou non les bois. Une autre solution consiste à remplacer le torchis par un remplissage de chaux-chanvre.

#### - Dans tous les cas :

Si les radiateurs sont placés en allège des fenêtres et le mur non isolé, il faut envisager lors du remplacement des fenêtres d'isoler la partie du mur en allège derrière le radiateur.

Pour les murs pignons : envisager une isolation par l'extérieur ou si ce n'est pas possible par l'intérieur lorsque des travaux de décoration sont prévus.

### - Les différentes techniques d'isolation des murs

#### Enduit isolant extérieur ou intérieur

Poser un enduit isolant en une ou plusieurs couches, projeté manuellement ou mécaniquement ou coffré pour de grandes épaisseurs.

L'enduit extérieur protège le mur extérieur des variations climatiques. Il agit comme un « manteau ».

L'enduit intérieur régule l'humidité ambiante et réduit l'effet de paroi froide.

#### Isolation par remplissage des murs en maçonnerie

Ce type d'isolation par remplissage au moyen d'un isolant en vrac n'est applicable qu'aux murs doubles et murs avec une contre-cloison. Le matériau isolant est insufflé dans la cavité entre les parois par des trous percés dans l'une des parois. Dans certains cas, l'isolant peut être déversé par gravité depuis les combles.

**Avantages :** On ne touche pas à la façade ; pas de réduction de la surface habitable.

**Inconvénients :** Nécessite un double mur.

## Isolation par l'extérieur

### Précautions :

Il faut traiter les tableaux de fenêtres.

#### • Enduits minces sur isolant

L'isolant est collé sur le mur ou fixé mécaniquement (ce qui permet d'éviter le décapage du mur) avec des profilés métalliques ou des connecteurs en plastique. Le premier enduit colle est appliqué, il contient un grillage métallique ou en fibre de verre ; viennent ensuite les enduits de finition et d'étanchéité.

#### • Bardages

Des plaques de parement sont rapportées sur un isolant collé ou vissé sur la façade comme la solution sur enduits minces. Les revêtements peuvent être de différentes natures et différentes formes (terre cuite, ardoises, résines, fibres-ciment, bois, verre, pierres,...). La fixation se fait sur des tasseaux de bois ou des rails mécaniques qui sont accrochés sur les supports de l'isolant. Le bardage peut aussi être un contre-mur.

#### • Vêtues

Les panneaux sont fixés individuellement sur la façade ou sont emboîtés sur des rails. Les matériaux utilisés sont les mêmes que pour les bardages.

### Avantages :

- protège le mur extérieur des variations climatiques : agit comme un « manteau » ; lorsqu'un ravalement est programmé, le surcoût de l'ajout d'isolation est faible ; suppression des ponts thermiques au niveau des planchers intermédiaires et des refends ; pas de réduction de la surface habitable ; suppression de l'effet paroi froide.

- conserve l'inertie thermique de la façade et les travaux sont réalisables pendant l'occupation des locaux.

**Inconvénients :** Travaux lourds et mise en œuvre longue (échafaudage ; préparation des supports).

## Isolation par l'intérieur

### Précautions :

• Il ne faut jamais coller des panneaux sur des murs humides.

• Il ne faut jamais « ventiler » la lame d'air entre l'isolation intérieure et le mur extérieur par des orifices dans l'isolant donnant sur l'intérieur.

**Remarque :** en présence de lambris ancien avec une lame d'air, celle-ci doit rester ventilée.

#### • Collage d'un doublage isolant

Poser un doublage fabriqué en usine composé d'un isolant collé sur un parement en plaque de plâtre.

- **Pose d'un isolant sur des tasseaux**  
Fixer sur des tasseaux de bois vissés dans le mur, un doublage fabriqué en usine composé d'un isolant collé sur un parement en plaque de plâtre.
- **Pose d'un isolant sur des ossatures métalliques**  
Placer l'isolant sur le mur entre des rails métalliques puis, réaliser une contre cloison avec des plaques de plâtre vissées, des briquettes plâtrières ou des carreaux de plâtre.

**Avantages :** suppression de l'effet paroi froide; durée de vie importante; possibilité d'isoler pièce/pièce; on ne touche pas à l'architecture extérieure du bâtiment et la mise en œuvre est facile.

**Inconvénients :** perte de l'inertie de la paroi si elle était lourde; perte de surface habitable; décoration à refaire; les émetteurs de chaleur, les canalisations, les prises de courant doivent être déplacés; augmentation des ponts thermiques au niveau des planchers, refends, d'où risque d'accentuer les phénomènes de condensation si le logement n'est pas suffisamment ventilé.

Collage: uniquement sur un support plan.

## 1.6. Ventilation et aération

Une bonne ventilation permet de renouveler l'air intérieur et d'éviter la dégradation du bâti par l'humidité. La ventilation peut être naturelle ou mécanique.

### a. Identifier le système de ventilation

#### Ventilation naturelle

- Par infiltrations et ouverture des fenêtres
- Par entrées d'air et bouches d'extraction sur conduit
- Par entrées d'air et bouches d'extraction hautes et basses

#### Ventilation mécanique simple flux

- Autoréglable
- Hygroréglable type A
- Hygroréglable type B
- Répartie

#### Ventilation mécanique double-flux

- Avec ou sans échangeur de chaleur

La ventilation est-elle insuffisante ?

Les entrées d'air et les bouches d'extraction sont-elles obstruées ?

La VMC est-elle bruyante ou inconfortable ?

Le système constructif est-il récent ou ancien ?

Présence de moisissures ou dégradations dans les cuisines et salles de bain ?

Y a-t-il des salissures sur les prises de courant (signe de problème sur les entrées d'air) ou près des portes-fenêtres (mauvaise étanchéité) ?

La condensation sur les fenêtres et des miroirs de salle de bain disparaît-elle rapidement après une douche ? (sinon ventilation insuffisante)

### b. Si besoin, proposer une ou des recommandations

**Cas où il faut proscrire la mise en place d'une ventilation mécanique contrôlée (VMC) :**

- Cheminée à foyer ouvert sans propre arrivée d'air.
- Présence d'un appareil à combustion raccordé à un conduit de fumée fonctionnant en tirage naturel.
- Les constructions anciennes en général, car l'activation de la VMC met le volume intérieur en dépression et contrevient à la bonne gestion de la vapeur d'eau du sol vers les murs et l'air. Le point de rosée peut être déplacé vers l'intérieur et créer des problèmes d'humidité et des contre-performances thermiques des maçonneries.

Un système de ventilation efficace est composé d'entrées d'air en périphérie et de bouches d'extraction dans les pièces humides, le moteur pouvant être naturel (exemple: conduits verticaux à effet de siphon gravitationnel) ou mécanique.

**Il ne faut jamais boucher les entrées d'air ou les bouches d'extraction.**

#### - Constructions récentes

**Ventilation naturelle par infiltrations (pour les logements construits entre 1948 et 1969)**

**Précautions :**

- En cas de changement de fenêtres, prévoir des entrées d'air dans les menuiseries.
- Ne pas calfeutrer les défauts d'étanchéité avant d'avoir mis en place des entrées d'air.

- Ouvrir les fenêtres régulièrement, en pensant à éteindre les radiateurs ou les convecteurs situés sous les fenêtres en hiver. « Pour une pièce de séjour, aérez-la avant de l'occuper (10 mn suffisent). Pour une pièce de service, faites-le pendant et un peu après des activités produisant

humidité ou odeurs désagréables. Dans une chambre, il faudrait laisser la fenêtre entrebâillée la nuit pour évacuer la vapeur d'eau produite par le ou les occupants, parfois difficile quand il fait froid ou dans un environnement bruyant. En toutes saisons, adaptez l'ouverture des fenêtres aux activités: après le passage de l'aspirateur ou une séance de bricolage, aérez bien; après une douche, un bain, la préparation du repas ou une lessive, évacuez l'humidité en excès ! »

- S'il y a des odeurs ou la présence d'humidité, cela signifie que la ventilation est insuffisante: installer des entrées d'air dans les pièces principales.
- Si le problème persiste, malgré une ouverture régulière des fenêtres, vérifier la possibilité de mettre en place une ventilation hygro-réglable ou une ventilation répartie (ventilateurs indépendants dans les pièces humides).
- Ne jamais condamner les cheminées. Elles participent au renouvellement d'air.

#### **Ventilation naturelle par entrées d'air et bouches d'extraction**

- Nettoyer les bouches d'extraction et les entrées d'air régulièrement en les dépoussiérant.
- Ouvrir les fenêtres régulièrement, selon le même principe que la ventilation par infiltrations.
- S'il y a des odeurs ou présence d'humidité, cela signifie que la ventilation est insuffisante.
- Vérifier que les entrées d'air, les bouches d'extraction (s'il y en a, les conduits) ne sont pas obstruées ou encrassées.
- Si le problème persiste, malgré une ouverture régulière des fenêtres, vérifier la possibilité de mettre en place une ventilation naturelle hygro-réglable, et/ou une assistance mécanique du tirage naturel. Pour que l'air circule à travers le logement, les portes intérieures doivent être détalonnées.

#### **- Constructions anciennes**

La seule solution qui ne présente aucun risque dans les constructions anciennes est la VMR (Ventilation Mécanique Répartie) dans les pièces humides: salles de bain, sanitaires (surtout lorsqu'ils sont aveugles) et cuisines. Elle permet une ventilation en fonction de l'utilisation des locaux.

En cas de changement de fenêtres et de travaux de calfeutrement du logement, il est recommandé de repenser la ventilation du logement afin d'éviter les risques de condensation. Les fenêtres des pièces de vie devront comporter des entrées d'air, mais cela peut ne pas être suffisant pour garantir une bonne qualité de l'air.

#### **Ventilation mécanique ou naturelle assistée**

- Nettoyer les bouches d'extraction et les entrées d'air régulièrement: dépoussiérer les entrées d'air

tous les 6 mois et nettoyer à l'eau savonneuse ou au lave-vaisselle les bouches d'extraction tous les 6 mois, lorsqu'elles sont démontables.

- La roue du ventilateur doit être nettoyée tous les ans et la courroie doit être contrôlée. Un nettoyage et réglage global de l'installation par un professionnel doivent être effectués tous les 3 ans.
- La ventilation mécanique ne doit jamais être arrêtée.
- Pour que l'air circule à travers le logement, les portes intérieures doivent être détalonnées.
- Il y a un dysfonctionnement si:
  - la ventilation est bruyante (moteur de VMC)
  - S'il y a des courants d'air au niveau des entrées d'air, Il faut alors faire appel à un professionnel.
- Si la ventilation mécanique a plus de dix ans, faites appel à un professionnel pour qu'il vérifie l'état des conduits d'extraction et le moteur du ventilateur.

#### **Ventilation double-flux**

- Nettoyer les bouches d'extraction régulièrement (tous les 6 mois).
- La roue du ventilateur doit être nettoyée tous les ans et la courroie doit être contrôlée. Il doit y avoir un contrôle, nettoyage et réglage global de l'installation par un professionnel tous les 3 ans.
- La ventilation mécanique ne doit jamais être arrêtée.

S'il y a des filtres, ils doivent être changés régulièrement, la fréquence dépend de la pollution locale.

#### **- Défauts d'étanchéité**

- S'il y a une cheminée à foyer ouvert, une trappe d'obturation doit être installée, si ce n'est pas déjà le cas.
- S'il y a des défauts d'étanchéité au niveau des menuiseries (fenêtres et portes-fenêtres), les calfeutrer à condition qu'il y ait par ailleurs mise en place d'un système de ventilation général et permanent (entrée d'air, transit par détalonnage, extraction d'air naturel ou mécanique).
- S'il y a des défauts d'étanchéité au niveau des portes donnant sur l'extérieur ou les parties communes en immeuble collectif, les calfeutrer, à condition qu'il y ait par ailleurs mise en place d'un système de ventilation général et permanent (entrée d'air, transit par détalonnage, extraction d'air naturel ou mécanique).

## 1.7. Confort d'été

Le logement est-il confortable en période estivale ?

Y a-t-il des fenêtres de toiture ? Si oui, sont-elles équipées de protections solaires ou volet ?

Les fenêtres autres que celles au nord sont-elles équipées de protections solaires ou volet ?

Est-il possible de faire de la ventilation transversale ?

Y a-t-il une véranda ou un oriel ?

Le système constructif est-il récent ou ancien ?

Y a-t-il un système de climatisation ?

En se protégeant du soleil par des occultations et en effectuant une ventilation nocturne, le confort thermique en été est souvent acceptable.

### Précautions :

- Ne pas isoler par l'intérieur un mur lourd exposé au sud, s'il y a des problèmes de confort d'été.

### - Constructions anciennes

Les maçonneries perméables à la vapeur d'eau lorsqu'elles sont bien gérées (non associées à des matériaux étanches) pompent l'eau de la terre et la perdent en permanence dans la journée par évaporation. Elles accumulent peu de chaleur en comparaison des maçonneries sèches.

Les murs refends en maçonnerie lourde fonctionnent selon le même système, cela augmente la capacité de l'ensemble à se rafraîchir en été.

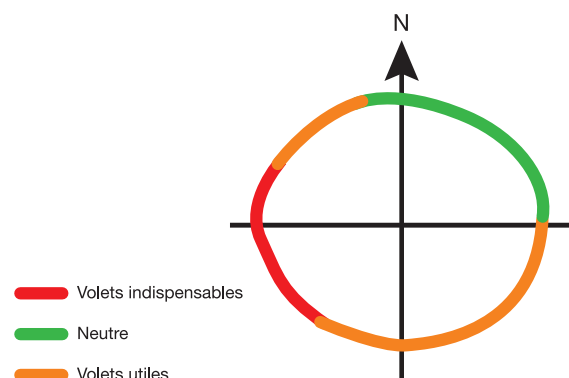
Leur inertie conjuguée à ce phénomène aboutit à un écrasement des courbes de température intérieure par rapport à l'extérieur et à une maximisation des écarts de températures entre les murs et l'air qui va dans le sens du rafraîchissement diurne et de la chaleur douce en fin de nuit.

### Les gestes qui ne coûtent rien :

- Baisser les stores lorsque le soleil éclaire les fenêtres.
- Fermer les volets la journée en partant travailler.
- Fermer les fenêtres les jours de grandes chaleurs.
- Ouvrir autant de fenêtres que possible la nuit et lorsque l'air extérieur est frais afin de créer des circulations d'air à travers la maison, et d'évacuer la chaleur stockée dans les parois (murs, planchers,...).

S'il n'y a pas de volet ou de store :

- Installer des volets roulants ou des stores extérieurs sur toutes les fenêtres de toit.
- Installer des volets ou des stores extérieurs à l'ouest; à l'est et au sud.



Utilité des volets pour le confort d'été

S'il y a une véranda :

- Si la toiture est vitrée: installer des protections solaires (stores ou volets roulants).
- Il faut une séparation entre la véranda et la maison, en maintenant fermées les portes ou portes-fenêtres pendant la journée.
- Les fenêtres horizontales doivent être munies de protections solaires (stores ou volets roulants).
- Il doit y avoir des ouvertures suffisantes (20 à 30 % de la surface vitrées) pour ventiler la véranda le jour et la nuit.

S'il y a un système de rafraîchissement :

- Changer ou nettoyer tous les six mois les filtres des appareils individuels, dépoussiérer et nettoyer souvent les bouches d'air.
- Faire faire la maintenance et l'entretien des systèmes par des professionnels qualifiés et habilités à intervenir sur des circuits frigorifiques.
- S'il y a des gaines d'air, les faire nettoyer tous les trois ans car elles s'encrassent et peuvent présenter un risque sanitaire.

Pour limiter les consommations de rafraîchissement :

- Les recommandations sont les mêmes que précédemment pour le confort d'été.



# 2

## Équipements de chauffage et d'eau chaude sanitaire

### 2.1. Systèmes de chauffage

Le système de chauffage doit permettre d'assurer au logement une température confortable.

#### ■ Identifier l'énergie de chauffage

Électricité; gaz naturel; gaz propane liquéfié; fioul; bois; réseau de chaleur; charbon.

#### ■ Identifier le type d'installation

Voir guide d'inspection pour le DPE.

#### ■ Effectuer une ou des recommandations

Dans les différentes pièces, il est recommandé les températures de consigne suivantes, pour associer le confort et les économies d'énergie :

Uniquement pendant l'occupation: entre 19°C et 22°C selon activité; chambres: entre 15°C et 18°C (la nuit); salle de bains: entre 22°C et 24°C.

Augmenter d'un degré la température de consigne augmente de 6 % la facture de chauffage.

Il faut toujours:

- Éteindre le chauffage quand les fenêtres sont ouvertes.
- Fermer les volets dans chaque pièce pendant la nuit et/ou tirer les rideaux.
- Ne jamais placer aucun meuble ou tablette devant les émetteurs de chaleur (radiateurs, convecteurs,...) pour qu'ils puissent assurer une bonne diffusion de la chaleur, ni encastrer l'émetteur dans un coffre pour le masquer.

**Les recommandations suivantes ne concernent pas les installations collectives.**

Pour chauffer un local de **grand volume**, privilégier des émetteurs de type rayonnant, exemple: plancher rayonnant électrique, plafond rayonnant, plancher chauffant basse température (eau chaude).

#### a. Chauffage électrique direct

- **Remplacement des convecteurs par des panneaux rayonnants au minimum dans les pièces principales.**

Choisir des appareils classés « NF électrique performance catégorie C ».

- **Si des travaux de plancher bas sont prévus: plancher rayonnant électrique associé à une chape thermique isolante (possibilité de murs rayonnants). Dans tous les cas d'installation de réseau de chauffage intégré à la maçonnerie, il est primordial de garder une trace écrite de ces installations afin que la localisation du réseau dans la maçonnerie ne devienne pas un risque lors de travaux ultérieurs.**

- **S'il y a un conduit de cheminée, poser un insert ou un poêle à bois pour assurer la base du chauffage et effectuer l'appoint par des convecteurs NFC ou panneaux rayonnants.**

Choisir un appareil labellisé « flamme verte », installé par un professionnel. Le respect de cette disposition permet de bénéficier du crédit d'impôt.

- **Si un système de chauffage central est envisagé, vérifier la possibilité de mettre en place une pompe à chaleur.**

(voir ci-dessous)

#### b. Chauffage électrique à accumulation

Pour que ce système soit économiquement intéressant, il doit fonctionner en tarif « heures creuses ».

Mêmes recommandations que pour un chauffage électrique direct pour l'installation d'un chauffage d'appoint au bois et la mise en place d'une pompe à chaleur.

#### c. Chauffage par pompe à chaleur (PAC)

##### Précautions:

- Les radiateurs doivent être adaptés: type « chaleur douce » pour que le coefficient de performance de la PAC soit optimum: consulter un professionnel. La mise en place d'un plancher chauffant est adaptée.
- L'installation d'une pompe à chaleur nécessite d'avoir un très bon niveau d'isolation globale du bâtiment.
- L'installation d'une pompe à chaleur est l'affaire d'un professionnel qualifié.
- Les équipements dont la charge en fluide frigorigène est supérieure à 2 kg doivent être obligatoirement entretenus une fois par an par un professionnel. Cette opération, qui s'accompagne d'un essai d'étanchéité, permet de garantir une performance optimale et de s'assurer du confinement du fluide frigorigène.

L'installation d'une pompe à chaleur permet de bénéficier du crédit d'impôt.

##### • PAC géothermique

Ce type de PAC offre d'excellentes performances, comme la température du sol est quasi-constante.

##### Précaution:

Non compatible avec certains types de sols: l'installation peut avoir un coût rédhibitoire dans certains sols particulièrement durs, ou hétérogènes, voir en fonction des régions (sol meuble préférable à un sol rocheux).

### Contraintes :

#### - Capteurs horizontaux :

- nécessite une surface de terrain importante : une à deux fois la superficie de la maison selon le niveau d'isolation.
- interdiction de planter des arbres dans le terrain occupé par le réseau de capteur (se trouver à plus de 2 m des arbres).

#### - Capteurs verticaux :

- nécessite des forages de grandes profondeurs selon le niveau d'isolation de la maison.
- l'installation des sondes verticales est soumise, selon la région, à déclaration ou à autorisation préalables.

Pour plus d'informations, s'adresser à la Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (D.R.I.R.E.) de la région ou auprès de la préfecture du département.

### • PAC eau/eau

Le captage sur nappe phréatique offre une excellente performance (température constante et élevée toute l'année entre 8 et 12°C).

### Contraintes :

- Système coûteux (forage + rejet de l'eau sur laquelle on a puisé les calories, dans un plan d'eau, ou double forage pour réinjecter l'eau puisée dans la nappe). Cette solution peut également être assujettie à une taxe sur décision de la mairie.

**Attention : l'exploitation des eaux est soumise à une réglementation spécifique (DRIRE).**

### • PAC air/eau

Solution moins onéreuse que les PAC eau/eau ou géothermique.

### Contraintes :

- Ces pompes à chaleur sont assez bruyantes, elles doivent être placées à l'extérieur de l'habitation ou dans un local annexe (cave, buanderie, garage,...) et ne pas engendrer de gêne pour le voisinage : il faut veiller à une bonne isolation acoustique de l'unité extérieure.
- La performance de ce type de pompe à chaleur dépend de la température extérieure, plus la température est basse, moins la PAC air/eau est performante. Un appoint par temps froid est indispensable.

### • PAC air/air centralisée

Moins performante que les PAC citées ci-dessus.

### • Splits et multi-splits

Solution individualisée au niveau de la mise en œuvre, des réglages et du confort, moins onéreuse que les solutions centralisées et présentant un bon niveau de performance.

La performance de ce type de pompe à chaleur

dépend de la température extérieure, plus la température est basse, moins elle est performante.

### Contraintes :

- l'esthétique de l'unité intérieure ;
- le niveau sonore créé par l'unité extérieure [généralement supérieur à 45 dB (A)].

## d. Chauffage central avec un combustible fossile

### Précautions :

- Les radiateurs doivent être adaptés au type de chaudière basse température et condensation (type « chaleur douce ») pour que le rendement soit optimum : consulter un professionnel.
- Un plancher chauffant est adapté aux chaudières basse température et condensation.

### • Remplacer la chaudière existante par une chaudière à condensation

### • Remplacer la chaudière existante par une chaudière basse température

Opter pour une chaudière avec une programmation centralisée et sans veilleuse permanente.

### • Calorifuger toutes les canalisations d'eau chaude hors volume chauffé avec des coquilles isolantes.

Prendre soin de calorifuger les vannes et accessoires de diamètre important.

Assurer la bonne continuité du calorifugeage.

Lorsque deux tuyauteries de chauffage sont suffisamment rapprochées et de faible section, elles peuvent être réunies dans un même manchon, sauf si l'une des deux est une canalisation d'eau froide et l'autre d'eau chaude.

## e. Chauffage au bois

Choisir des appareils labellisés « flamme verte ».

Choisir un combustible sec et non pollué, si possible NFbois.

## f. Cheminée d'agrément

Installer une trappe d'obturation dans le conduit.

### Précautions :

Le conduit doit avoir sa propre arrivée d'air sinon, il risque de ne plus fonctionner en calfeutrants les défauts d'étanchéité de la pièce. Une cheminée doit être ramonée 2 fois par an dont 1 pendant la saison de chauffe. Les inserts doivent être installés conformément aux normes.

## g. Chauffage solaire

Vérifier périodiquement le fonctionnement de la régulation solaire, des circulateurs,...

Réaliser un entretien régulier des surfaces vitrées des capteurs solaires.

Éviter les masques risquant de faire de l'ombre (végétation,...).

Au cas où une installation de chauffage solaire serait envisagée, se reporter aux précautions de l'ECS solaire. Afin de bénéficier d'aides financières accordées par les collectivités locales (régions et/ou départements), recommander que l'installation soit réalisée par un professionnel titulaire de l'appellation QUALISOL « Combi ».

#### h. Régulation; programmation

• **Pose d'une régulation en fonction de la température extérieure ou intérieure pour un système de chauffage central à eau chaude.**

Choisir un appareil simple d'emploi.

• **Pose d'un thermostat d'ambiance programmable pour un système de chauffage électrique direct:**

Choisir un appareil simple d'emploi. Il existe des thermostats à commande radio pour éviter les câbles de liaison et certains ont une commande téléphonique intégrée pour un pilotage à distance.

#### Précautions

- Ne jamais placer un robinet thermostatique dans le local où se trouve le thermostat.
- L'emplacement du thermostat doit être choisi avec précautions. Ne pas le placer : sur une paroi

ensoleillée, près d'une entrée d'air neuf, près d'une zone de courant d'air, au-dessus d'un émetteur, près d'une cheminée d'agrément. Il doit être placé à portée de main.

- Afin de ne pas nuire à la longévité du circulateur (pompe), il faut impérativement laisser un radiateur sans robinet thermostatique.

#### • Pose d'une horloge de programmation

Choisir un appareil simple d'emploi.

#### • Pose de robinets thermostatiques

Choisir des robinets thermostatiques marqués CENCER.

#### i. Entretien des installations

Entretien de l'installation de chauffage et d'eau chaude sanitaire : une visite annuelle par un professionnel est obligatoire. Celui-ci va la nettoyer, effectuer les réglages et contrôles nécessaires pour un bon fonctionnement de l'installation (éventuellement réparations). Une chaudière bien réglée consommera moins d'énergie et donc rejettera moins de CO<sub>2</sub>.

Ramonage des conduits de fumées : il est obligatoire une fois par an pour éviter que le conduit ne s'obstrue et donc une intoxication par monoxyde de carbone. Le ramonage est obligatoire deux fois par an pour les appareils de chauffage au bois.

## 2.2. Systèmes d'Eau Chaude Sanitaire (ECS)

### ■ Identifier l'énergie du système d'ECS

Électricité; gaz naturel; GPL; fioul; bois; réseau de chaleur; charbon.

### ■ Identifier le type d'installation

L'installation est-elle récente ou vétuste ?

Le dimensionnement de l'installation est-il adapté ?

### ■ Effectuer une ou des recommandations

#### a. ECS électrique

Si le ballon existant est vétuste :

Remplacer par un ballon type NFB (qui garantit un bon niveau d'isolation du ballon) ou chauffe-eau thermodynamique.

Un ballon vertical est plus performant qu'un ballon horizontal.

Redéfinir les besoins réels :

Type de logement	T1	T2	T3	T4	T5 et +
Ballon ECS (l)	100	150	200	250	300

#### Conseils d'utilisation

- Température d'eau du ballon conseillée # 55°C
- Recommander un fonctionnement pendant le tarif « heures creuses ».
- Pendant les périodes d'inoccupation (+ 1 semaine), il est conseillé d'arrêter le ballon et de faire une remise en température, si possible, à plus de 60°C avant usage (légionelles).

#### b. ECS couplée à la chaudière

Même remarques que pour le chauffage.

Les débits doivent être adaptés aux besoins du logement : débit (l/min)

#### Débit minimal recommandé

1 baignoire ou douche	11 l/mn
1 baignoire + 1 douche	14 l/mn
> 1 baignoire ou >1 douche	16 l/mn

Si les débits d'ECS sont insuffisants, cela vient peut-être de l'inadéquation de l'appareil la produisant.

En cas de mise en place d'une chaudière avec

production d'ECS, s'assurer qu'elle assure les débits indiqués ci-dessus.

Quelle que soit l'énergie de chauffage, il est recommandé d'avoir des distances de réseau de distribution courtes, donc: une distance entre la génération et les points puisage rapprochée.

### c. ECS solaire

#### Capteurs

- Orientation souhaitable: plein sud ; acceptable: entre sud-est et sud-ouest.
- Inclinaison optimale: 45°C.
- Peuvent être installés en toiture ou dans le jardin, mais attention, Il ne faut pas de masque.
- Les capteurs mis en place doivent disposer d'un avis technique.

#### À recommander si:

- possibilité d'implanter des capteurs au Sud, sans masque, sans contrainte architecturale (autorisation administrative nécessaire), ni gêne pour le voisinage
- emplacement disponible à proximité pour le stockage de l'ECS et de l'appoint (électrique ou chaudière).

Afin de bénéficier d'aides financières accordées par les collectivités locales (régions et/ou départements), recommander que l'installation soit réalisée par un professionnel titulaire de l'appellation QUALISOL.

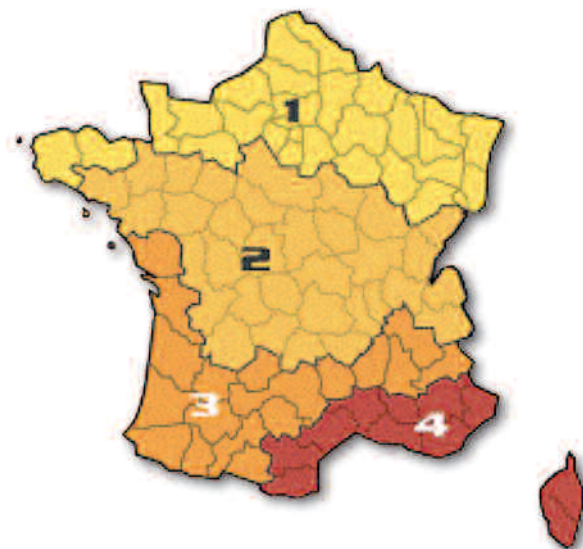
### d. Calorifier toutes les canalisations d'eau chaude hors volume chauffé avec des coquilles isolantes.

Idem chauffage

Le **chauffage de l'eau des piscines** n'est pas pris en compte dans le diagnostic de performance énergétique. Toutefois, si ce système est rencontré, il peut s'avérer très énergivore si la production est assurée par électricité ou combustibles. Il faut impérativement recommander une installation solaire.

Nombre de pièces principales				
	T1 - T2 - T3 ou 1 à 2 personnes	T4 - T5 ou 3 à 4 personnes	T6 ou 5 à 6 personnes	T7 et + ou 7 personnes et +
Volume du ballon (l)	100 à 250 l	250 à 400 l	400 à 550 l	550 à 650 l

Zones climatiques	Surfaces de capteurs (m²)			
Zone 1	2 à 3	3 à 5,5	4 à 7	5 à 7
Zone 2	2 à 3	2,5 à 4,5	3,5 à 6,5	4,5 à 7
Zone 3	2 à 2,5	2 à 4	3 à 5,5	3,5 à 7
Zone 4	2 à 2,5	2 à 3,5	2,5 à 4,5	3,5 à 6







# Recommandations et coûts d'investissement

## TOITURE

### ■ TOITURE COMBLES PERDUS

- Si la toiture n'est pas isolée :  
**Isolation de la toiture, en veillant à ce que l'isolation soit continue sur toute la surface du plancher.**

15-30 € HT/m<sup>2</sup>i

Pour bénéficier du crédit d'impôt 2008, choisir un isolant avec  $R \geq 5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

- Si la toiture est insuffisamment isolée et si l'isolant existant est en mauvais état :  
**Remplacement de l'isolant de la toiture, en veillant à ce que l'isolation soit continue sur toute la surface du plancher.**

Pour bénéficier du crédit d'impôt 2008, choisir un isolant avec  $R \geq 5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

### ■ TOITURE COMBLES PERDUS

- Si la toiture est insuffisamment isolée mais si l'isolant existant est en bon état :  
**Rajout d'isolation sur l'isolant existant, en veillant à ce que l'isolation soit continue sur toute la surface du plancher.**

- S'il y a des défauts de mise en œuvre :  
- *L'isolant existant n'a pas été correctement mis en œuvre. Les performances thermiques sont donc amoindries. Vérifier auprès d'un professionnel la façon d'y remédier.*

### ■ TOITURE RAMPANTS

- Si la toiture n'est pas isolée et la couverture est en bon état :

**Isolation de la toiture par l'intérieur.** 30-40 € HT/m<sup>2</sup>i

Pour bénéficier du crédit d'impôt 2008, choisir un isolant avec  $R \geq 5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

- *L'isolation des faux-combles, des cloisons de redressement et des combles perdus ne doit jamais être négligée. Ménager impérativement une lame d'air de plus de 2 cm pour la ventilation de la charpente.*
- *Pour une charpente ancienne, il faut impérativement avant d'entreprendre des travaux d'isolation procéder à un examen minutieux de l'état des bois (remplacement des bois attaqués ou affaiblis; traitement curatif ou préventif contre les insectes xylophages et les moisissures).*
- *Les toitures anciennes n'étaient pas conçues pour être isolées. Il importe lors de l'investissement des combles et de la pose d'une isolation, de ne pas aboutir à un confinement des bois de charpente. La mise en œuvre doit, soit les inclure le plus possible dans le volume chauffé, soit les en exclure totalement.*

### ■ TOITURE RAMPANTS

- Si la toiture n'est pas isolée et la couverture est en mauvais état :  
**lors de la réfection de la toiture, envisager la mise en place d'une isolation de la toiture par l'extérieur.**

40-50 € HT/m<sup>2</sup>i

### ■ TOITURE TERRASSE

- Si la toiture n'est pas isolée :  
**Lors de la réfection de l'étanchéité de la toiture terrasse, isolation de la toiture à condition que la hauteur de l'acrotère le permette.**

30-40 € HT/m<sup>2</sup>i

Pour bénéficier du crédit d'impôt 2008, choisir un isolant avec  $R \geq 3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

### ■ TOITURE TERRASSE

- Si la toiture n'est pas isolée :  
- *Une toiture terrasse ne doit pas être isolée par l'intérieur, elle doit toujours l'être par l'extérieur. En empêchant la diffusion de la chaleur solaire reçue par la dalle de couverture, l'isolant soumettrait celle-ci à des chocs thermiques désastreux pouvant entraîner des ruptures d'étanchéité et des fissurations graves.*

## FENÊTRES, VOILETS, VÉRANDA

### ■ FENÊTRES

- S'il y a des contraintes architecturales :  
**Mise en place de doubles-fenêtres à condition de pouvoir les positionner côté intérieur.** **150-400 €/m<sup>2</sup>f \***

- Il faut maintenir les dimensions des clairs de vitrage et des menuiseries existantes.

S'il y a des doubles-fenêtres : les conserver impérativement.

- S'il n'y a pas d'entrée d'air par ailleurs :  
- Lors du changement des fenêtres, prévoir des fenêtres avec des entrées d'air intégrées afin de garantir un renouvellement d'air minimal.
- Si les menuiseries à remplacer sont en métal :  
- Il faut remplacer les menuiseries existantes par des menuiseries à rupture de pont thermique pour avoir une meilleure performance thermique.

### ■ FENÊTRES

- Sinon :  
**Remplacement des fenêtres existantes par des fenêtres en double vitrage peu émissif.** **150-400 €/m<sup>2</sup>f \***

Pour bénéficier du crédit d'impôt 2009, choisir un  $U_w \leq 1,4$  W/m<sup>2</sup>.K (menuiseries PVC) ou  $U_w \leq 1,6$  W/m<sup>2</sup>.K (menuiseries bois) ou  $U_w \leq 1,8$  W/m<sup>2</sup>.K (menuiseries métalliques)

- Lorsque la menuiserie est en bon état :  
**Remplacement du simple vitrage par des doubles-vitrages peu émissifs.**

Pour bénéficier du crédit d'impôt 2008, choisir un  $U_g \leq 1,5$  W/m<sup>2</sup>.K

- Lorsque la menuiserie est en bon état et qu'il n'est pas possible de remplacer le vitrage : **Envisager la mise en place de survitrage si possible.**  
- L'amélioration de la performance thermique des baies vitrées permet surtout de réduire l'effet "paroi froide" en hiver et donc d'abaisser les températures de consigne.

### ■ VÉRANDA OU ORIEL

- Une véranda ou un oriel est un espace tampon qui permet de récupérer les apports solaires en hiver et qui protège des vents. Elle doit toujours être séparée du volume chauffé par des baies vitrées ou des parois. La séparation, en hiver, ne doit être ouverte que les jours ensoleillés.

### ■ VÉRANDA OU ORIEL

- Une véranda ou un oriel ne doit jamais être chauffée, car cela s'avère très consommateur d'énergie.

### ■ VOILETS OU CONTREVENTS

- Volets roulants existants non isolés avec entrées d'air intégrées :  
**Isolation des coffres des volets en veillant à ne pas obstruer les entrées d'air existantes.**
- Si des volets sont présents :  
- Maintenir et entretenir les volets existants. Un volet c'est moins de consommations de chauffage en hiver, plus de confort en été et plus de sécurité.  
**Il faut fermer les volets en hiver la nuit afin de limiter les déperditions de chaleur et en été la journée afin de limiter les apports solaires.**

### ■ VOILETS OU CONTREVENTS

- Volets roulants existants non isolés sans entrées d'air intégrées :  
**Isolation des coffres des volets.**
- Si des volets roulants sont envisagés :  
**Choisir des coffres de volets roulants isolés, en portant une attention particulière à la solidité du support recevant le coffre.**

Les prix indiqués sont des prix fournis et posés.

m<sup>2</sup>i m<sup>2</sup> isolé (de toiture, plancher, mur,...)

m<sup>2</sup>f m<sup>2</sup> de fenêtre à remplacer

mli mètre linéaire isolé

HT Hors taxe (pour obtenir des prix TTC, appliquer une TVA à 5,5 %)

\* Selon nature de menuiserie : PVC : 150 - 200 € HT/m<sup>2</sup>f

Bois : 250 - 350 € HT/m<sup>2</sup>f

Métal rupture de pont : 350 - 4000 € HT/m<sup>2</sup>f

\*\* Hors chape

\*\*\* Hors enduit de façade, échafaudage

Pour les bâtiments anciens : les parois anciennes possèdent un équilibre hygrothermique qui doit être préservé. Il ne faut pas mettre en place de produit étanche (enduit, revêtement, isolant). Toujours choisir des matériaux perméables à la vapeur d'eau (Z<4, Mu=1)

## PLANCHERS BAS

### ■ VIDE-SANITAIRE :

- Les entrées d'air d'un vide-sanitaire ne doivent jamais être obstruées, au risque d'engendrer des problèmes d'humidité.
- Si le vide-sanitaire n'est pas isolé mais est accessible :  
Envisager la mise en place d'un isolant en sous-face de plancher. **30-40 € HT/m<sup>2i</sup>**

Pour bénéficier du crédit d'impôt 2008, choisir un isolant avec  $R \geq 2,8 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

### ■ VIDE-SANITAIRE :

- Si le vide-sanitaire n'est pas isolé et n'est pas accessible :  
En cas de travaux de réhabilitation importants avec rénovation des sols et si la hauteur sous plafond le permet, envisager la mise en place d'une isolation. **15-30 € HT/m<sup>2i</sup> \*\***

Pour bénéficier du crédit d'impôt 2008, choisir un isolant avec  $R \geq 2,8 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

### ■ TERRE-PLEIN

- Si le terre-plein n'est pas isolé :  
En cas de travaux de réhabilitation importants avec rénovation des sols et si la hauteur sous plafond le permet, envisager la mise en place d'une isolation. **15-30 € HT/m<sup>2i</sup> \*\***

Pour bénéficier du crédit d'impôt 2008, choisir un isolant avec  $R \geq 2,8 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

### ■ TERRE-PLEIN

- Pour les bâtiments anciens :  
- Il ne faut pas mettre en place de revêtements étanches (chape ciment ou carrelage étanches,...), ils induisent une surcharge de remontées capillaires dans les murs. Envisager des chapes perméables à la vapeur d'eau et isolantes avec un drainage préalable du sol (hérissos) et des murs (drains périphériques), s'il y a des problèmes d'humidité.

### ■ SOUS-SOL

- Si le sous-sol n'est pas isolé :  
Envisager la mise en place d'un isolant en sous-face de plancher, si la hauteur sous plafond est suffisante. **30-40 € HT/m<sup>2i</sup>**

Pour bénéficier du crédit d'impôt 2008, choisir un isolant avec  $R \geq 2,8 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Les prix indiqués sont des prix fournis et posés.

m<sup>2i</sup> m<sup>2</sup> isolé (de toiture, plancher, mur,...)

m<sup>2f</sup> m<sup>2</sup> de fenêtre à remplacer

mli mètre linéaire isolé

HT Hors taxe (pour obtenir des prix TTC, appliquer une TVA à 5,5 %)

\* Selon nature de menuiserie : PVC : 150 - 200 € HT/m<sup>2f</sup>

Bois : 250 - 350 € HT/m<sup>2f</sup>

Métal rupture de pont : 350 - 4000 € HT/m<sup>2f</sup>

\*\* Hors chape

\*\*\* Hors enduit de façade, échafaudage

Pour les bâtiments anciens : les parois anciennes possèdent un équilibre hygrothermique qui doit être préservé. Il ne faut pas mettre en place de produit étanche (enduit, revêtement, isolant). Toujours choisir des matériaux perméables à la vapeur d'eau ( $Z < 4$ ,  $\mu = 1$ )

## MURS

- S'il y a un mur humide:  
- *Il faut impérativement trouver la cause de l'humidité et la traiter avant d'entreprendre des travaux d'isolation.*
- Si le mur est en béton ou en briques non isolé sans dessin ou parement extérieur:  
**Si un ravalement est prévu, effectuer une isolation par l'extérieur avec des retours d'isolant au niveau des tableaux des baies quand cela est possible.** 50-100 € HT/m<sup>2</sup> \*\*\*
- Si le mur est en béton ou en briques non isolé avec dessin ou parement extérieur:  
**Envisager une isolation par l'intérieur.** 30-40 € HT/m<sup>2</sup>
- Si le mur est en béton cellulaire ou en monomur terre cuite:  
**Ce système constructif a généralement une résistance thermique suffisante pour ne pas nécessiter un isolant supplémentaire.**
- S'il le mur n'est pas isolé et si c'est un mur double:  
**Isolation du mur par remplissage de la lame d'air, si cette dernière n'est pas ventilée avec un isolant perméable à la vapeur d'eau.** 10-20 € HT/m<sup>2</sup>
- Si la construction est ancienne:  
*Ne pas mettre en place des matériaux étanches à la vapeur d'eau (isolant Z > 4 ; enduit ; revêtement), consulter un professionnel.*
- Si la construction est ancienne, si la façade est d'intérêt patrimonial et qu'il y a des moulures ou autres spécificités décoratives à l'intérieur du logement:  
**Il paraît difficile d'isoler les murs de façon globale, il vaut mieux agir sur d'autres postes. Lorsque l'isolation globale n'est pas envisageable, on peut choisir d'isoler certains murs en fonction de leur orientation et des possibilités d'isolation (pignon).**
- Si les radiateurs sont placés en allège des fenêtres:  
**Il faut envisager lors du remplacement des fenêtres d'isoler la partie du mur en allège derrière le radiateur.** 30-40 € HT/m<sup>2</sup>
- Pour les murs pignons des constructions anciennes:  
**Envisager une isolation par l'extérieur ou si ce n'est pas possible par l'intérieur lorsque des travaux de décoration sont prévus.**
- Si la construction est ancienne, façade sans intérêt patrimonial et sans moulure ou autre spécificité décorative à l'extérieur du logement:  
**Envisager prioritairement une isolation par l'extérieur avec des matériaux perméables à la vapeur d'eau afin d'éviter la dégradation des maçonneries.** 50-100 € HT/m<sup>2</sup> \*\*\*
- Si une isolation par l'extérieur n'est pas possible:  
**Envisager une isolation par l'intérieur avec des matériaux perméables à la vapeur d'eau, si des travaux de décoration sont prévus.** 30-40 € HT/m<sup>2</sup>
- S'il y a des produits minces réfléchissants:  
- *Les performances thermiques des produits minces réfléchissants sont très faibles au regard des exigences thermiques actuelles (3 à 10 fois inférieures aux performances thermiques exigées pour les bâtiments neufs chauffés). Une utilisation non pertinente ou de mauvaises conditions de mise en œuvre peuvent conduire à des désordres (mauvaise ventilation des charpentes ou des ossatures bois de maisons).*
- S'il y a des produits minces réfléchissants (suite):  
- *L'utilisation en écran sous toiture est à proscrire, compte tenu d'une forte étanchéité du produit à la vapeur d'eau. Ce type de produit ne doit pas être utilisé seul, mais il peut être posé en complément d'un isolant traditionnel. Ce type d'isolant est à éviter dans les bâtiments anciens, puisqu'il est étanche.*

Dans le cas d'un mur en façade ou en pignon, pour bénéficier du crédit d'impôt 2008, choisir un isolant avec  $R \geq 2,8 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

## CONSTRUCTIONS RÉCENTES DE MOINS DE 10 ANS

- Si le bâtiment a été construit il y a moins de 10 ans et qu'un des garde-fous de la RT n'est pas respecté :
  - *Un des garde-fous de la réglementation en vigueur lors de la construction du logement n'a pas été respecté. Vous pouvez envisager un recours juridique.*

## CONFORT D'ÉTÉ

- S'il y a des volets sur les fenêtres et portes-fenêtres :
  - *Toutes les fenêtres et portes-fenêtres sont équipées de volets. Il faut les utiliser en hiver pour limiter les déperditions de chaleur la nuit et en été la journée pour se protéger des rayons du soleil.*
- S'il y a des fenêtres de toiture sans protection solaire :
  - *Installer une protection solaire (store ou volet) de préférence extérieure sur la fenêtre de toit afin de limiter les surchauffes en été.*
- S'il n'y a pas de volet dans les pièces principales orientées autres qu'au Nord et sans masque :
  - *Envisager l'installation de volets afin de limiter les déperditions de chaleur en hiver et les surchauffes en été.*
- Si le bâtiment est à inertie lourde :
  - *Ouvrir les fenêtres en été pendant la nuit afin de rafraîchir la structure pendant la nuit et de profiter le lendemain de la fraîcheur accumulée.*

## CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

- S'il y a des anciens convecteurs électriques :  
Remplacement des convecteurs par des émetteurs rayonnants au minimum dans les pièces principales. **550-850 € HT/appareil**
- Si des travaux de rénovation du sol sont prévus :  
Envisager un plancher rayonnant électrique associé à une chape thermique isolante (possibilité de murs rayonnants). Dans tous les cas d'installation de réseau de chauffage intégré à la maçonnerie, il est primordial de garder une trace écrite de ces installations afin que la localisation du réseau dans la maçonnerie ne devienne pas un risque lors de travaux ultérieurs.
- Chauffage électrique par accumulation :  
Pour que ce système soit économiquement intéressant, il doit fonctionner en tarif « heures creuses », s'il y a une souscription à un abonnement double tarif.
- S'il y a un conduit de cheminée ouvert :  
Envisager la pose d'un insert ou un poêle à bois pour assurer la base du chauffage et effectuer l'appoint par des convecteurs NFC ou panneaux rayonnants. Choisir un appareil labellisé « flamme verte », installé par un professionnel. **1 500-4 000 € HT/appareil**
- Pour les maisons individuelles chauffées par effet joule :  
Si un système de chauffage central est envisagé : vérifier la possibilité de mettre en place une pompe à chaleur. L'installation d'une pompe à chaleur nécessite d'avoir un très bon niveau d'isolation globale du bâtiment et est l'affaire d'un professionnel qualifié.  
Le prix dépend du niveau d'isolation et de la taille de la MI.

## ECS ÉLECTRIQUE

- Si le ballon est ancien :  
Remplacer par un ballon type NFB (qui garantit un bon niveau d'isolation du ballon) ou chauffe-eau thermodynamique.  
*Il est recommandé :*
  - Température d'eau du ballon conseillée # 55°C
  - fonctionnement pendant le tarif « heures creuses ».
  - Pendant les périodes d'inoccupation importantes, arrêter le ballon et faire une remise en température, si possible, à plus de 60°C avant usage (légionelles).

## CHAUFFAGE GAZ

- Si la chaudière est ancienne :  
Lors du remplacement de la chaudière, envisager son remplacement par une chaudière condensation ou à défaut basse température.  
Vérifier avec un professionnel que les émetteurs et l'évacuation des fumées sont adaptés.  
Choisir une chaudière sans veilleuse équipée d'un appareil de régulation et de programmation simple d'utilisation.
- condensation murale : **3 000-4 500 € HT**
- condensation au sol : **6 000-7 500 € HT**
- basse température murale : **2 000-3 500 € HT**
- basse température au sol : **3 000-5 000 € HT/chaudière**
- S'il y a un conduit d'évacuation des produits combustibles  
- Ramonage des conduits de fumées : il est obligatoire une fois par an pour éviter que le conduit ne s'obstrue et donc une intoxication par monoxyde de carbone.

Les prix indiqués sont des prix fournis et posés.

HT Hors taxe (pour obtenir des prix TTC, appliquer une TVA à 5,5 %)

## CHAUFFAGE FIOUL

- Si la chaudière est ancienne :  
Lors du remplacement de la chaudière, envisager son remplacement par une chaudière basse température ou condensation.
  - condensation : 8 000-10 000 € HT
  - basse température : 5 000-7 000 € HT/chaudière
- Une visite annuelle par un professionnel est obligatoire. Celui-ci va nettoyer, effectuer les réglages et contrôles nécessaires pour un bon fonctionnement de l'installation (éventuellement réparations). Une chaudière bien réglée consommera moins d'énergie et donc rejettera moins de CO<sub>2</sub>.

## CHAUFFAGE BOIS

- Si la chaudière est ancienne :  
Lors du remplacement de la chaudière, envisager son remplacement par une chaudière classe 3 ou à défaut classe 2 pour une chaudière à bûches. 4 000-8 000 € HT
- S'il y a une cheminée à foyer ouvert sans trappe d'obturation :  
Installation d'une trappe d'obturation dans le conduit de cheminée pour limiter les déperditions de chaleur en hiver. 150-300 € HT
- Pour les conduits d'évacuation des appareils de chauffage au bois :
  - Le conduit doit être ramoné 2 fois par an dont 1 pendant la saison de chauffe.

## RÉGULATION, PROGRAMMATION

- S'il y a des radiateurs sans robinet thermostatique :  
Envisager avec un professionnel la mise en place de robinets thermostatiques sur les radiateurs. 50-80 € HT/robinet
- S'il n'y a pas de régulation avec une installation de chauffage central :  
Envisager la mise en place d'une régulation en fonction de la température extérieure ou intérieure pour le système de chauffage central à eau chaude.  
Choisir un appareil simple d'emploi.
  - intérieur : 100-200 € HT
  - extérieur : 300-1 000 € HT
- S'il n'y a pas d'horloge de programmation :  
Envisager la mise en place d'une horloge de programmation pour le système de chauffage et choisir un programmeur simple d'emploi. Il existe des thermostats à commande radio pour éviter les câbles de liaison et certains ont une commande téléphonique intégrée pour un pilotage à distance. 200-300 € HT
- S'il n'y a pas de régulation avec une installation en chauffage électrique :  
Envisager la mise en place d'un thermostat d'ambiance programmable pour un système de chauffage électrique direct. Choisir un appareil simple d'emploi. Il existe des thermostats à commande radio pour éviter les câbles de liaison et certains ont une commande téléphonique intégrée pour un pilotage à distance. 400-600 € HT



## ECS SOLAIRE

- Si la toiture est orientée entre le sud-est et le sud-ouest, sans masque:
  - Envisager une installation d'eau chaude sanitaire solaire. **4 000-6 000 € HT**
  - capteur solaire **800-900 € HT/m<sup>2</sup>**
- S'il y a une installation solaire existante chauffage et/ou ECS:
  - Vérifier périodiquement le fonctionnement de la régulation solaire, des circulateurs,...
  - Réaliser un entretien régulier des surfaces vitrées des capteurs solaires.

## CANALISATIONS HORS DU VOLUME CHAUFFÉ

- S'il y a des canalisations de chauffage ou d'ECS hors du volume chauffé:
  - Isolation des canalisations hors du volume chauffé par manchons isolants. **20-60 € HT/mli**

## PISCINE CHAUFFÉE

- S'il y a une piscine dont l'eau du bassin est chauffée :  
Le chauffage de l'eau des piscines n'est pas pris en compte dans le diagnostic de performance énergétique.
  - Toutefois, ce poste est très énergivore si la production est assurée par électricité ou combustibles. Il faut impérativement une couverture du bassin et envisager une installation solaire.

Les prix indiqués sont des prix fournis et posés.

HT Hors taxe (pour obtenir des prix TTC, appliquer une TVA à 5,5 %)

## ■ EN CAS DE VMC SIMPLE FLUX

- Les entrées d'air et les bouches d'extraction doivent être nettoyées régulièrement (tous les 6 mois). Le caisson de ventilation doit être vérifié tous les 3 ans par un professionnel.
- La ventilation ne doit jamais être arrêtée.
- S'il y a des courants d'air au niveau des bouches ou si la ventilation est bruyante :
- Un dysfonctionnement au niveau de la VMC est possible : consulter un professionnel.

## ■ EN CAS DE VMC DOUBLE FLUX

- Les bouches de soufflage et les bouches d'extraction doivent être nettoyées régulièrement. Le caisson de ventilation doit être vérifié tous les 3 ans par un professionnel.
- La ventilation ne doit jamais être arrêtée.
- S'il y a des courants d'air au niveau des bouches ou si la ventilation est bruyante :
- Un dysfonctionnement au niveau de la VMC est possible : consulter un professionnel.

## ■ VENTILATION NATURELLE PAR INFILTRATIONS :

- Ne pas calfeutrer les défauts d'étanchéité avant d'avoir mis en place des entrées d'air.
- Ouvrir les fenêtres régulièrement, en pensant à fermer les émetteurs de chauffage situés sous les fenêtres en hiver.
- Ne jamais condamner les cheminées, installer des trappes d'obturation qui participent au renouvellement d'air.
- S'il y a des odeurs ou la présence d'humidité liée à une mauvaise ventilation :  
**La ventilation est insuffisante : installer des entrées d'air dans les pièces principales.**  
Si le problème persiste, malgré une ouverture régulière des fenêtres, vérifier la possibilité de mettre en place une ventilation hygroréglable ou une ventilation répartie (ventilateurs indépendants dans les pièces humides).

## ■ EN CAS DE VENTILATION NATURELLE PAR ENTRÉES D'AIR ET BOUCHES D'EXTRACTION :

- Nettoyer les bouches d'extraction et les entrées d'air régulièrement en les dépoussiérant.
- Si la ventilation est insuffisante, ouvrir les fenêtres régulièrement, en pensant à fermer les émetteurs de chauffage situés sous les fenêtres en hiver.
- S'il y a des odeurs ou la présence d'humidité :
- Si les entrées d'air et/ou les bouches d'extraction sont obstruées ou encrassées :  
- Nettoyer les bouches d'extraction et les entrées d'air régulièrement en les dépoussiérant.  
**Si le problème persiste, malgré une ouverture régulière des fenêtres, vérifier la possibilité de mettre en place une ventilation hygroréglable. Dans le cas d'une ventilation haute et basse, vérifier la possibilité d'installer une ventilation répartie (ventilateurs indépendants dans les pièces humides).**

## ■ DANS LES CONSTRUCTIONS ANCIENNES :

- S'il n'y a pas de système de ventilation :  
**La seule solution qui ne présente aucun risque dans les constructions anciennes est la VMR (Ventilation Mécanique Répartie) dans les pièces humides : salles de bain, sanitaires (surtout lorsqu'ils sont aveugles) et cuisines. Elle permet une ventilation en fonction de l'utilisation des locaux.**

- S'il y a une cheminée sans arrivée d'air propre ou s'il y a un appareil à combustion raccordé à un conduit de fumée fonctionnant en tirage naturel ou si la construction est ancienne :  
**Il faut proscrire la mise en place d'une ventilation mécanique contrôlée (VMC).**

## ■ DÉFAUTS D'ÉTANCHÉITÉ :

- S'il y a des défauts d'étanchéité et s'il y a des entrées d'air en nombre suffisant :  
**Calfeutrer les défauts d'étanchéité (menuiseries, portes,...)**

VMC simple flux :	500- 650 € HT/logement
VMC hygroréglable type A :	600-700 € HT/logement
VMC hygroréglable type A :	700-8000 € HT/logement

VMC double flux :	1 500-3 000 € HT/logement
VMC répartie :	100-150 € HT/logement



# Cas pratiques



## Maison individuelle 1960 Morbihan (56)

Type de bâtiment : Maison individuelle  
Année de construction : 1960  
Surface habitable : 112 m<sup>2</sup>

### Descriptif du logement et de ses équipements

Logement	Chauffage	Eau chaude sanitaire
<b>Murs :</b> Blocs béton creux non isolés	<b>Système :</b> Électrique	<b>Système :</b> Chauffe-eau électrique installé en 1995
<b>Toiture :</b> Combles aménagés isolés avec 16 cm de laine de verre	<b>Émetteurs :</b> Convecteurs et radiateurs à accumulation	
<b>Menuiseries :</b> Double vitrage menuiserie PVC et aluminium	<b>Ventilation :</b> VMC SDB et WC	
<b>Plancher bas :</b> Dalle béton sur vide-sanitaire non ventilé (grilles obstruées)	<b>Autres :</b> Véranda chauffée ; Problème d'humidité au RDC ; Fenêtre de toiture sans protection solaire	

## Recommandations d'amélioration énergétique

Sont présentées dans le tableau suivant quelques mesures visant à réduire vos consommations d'énergie.

Les consommations, économies, efforts et retours sur investissement proposés ici sont donnés à titre indicatif et séparément les uns des autres. Certains coûts d'investissement additionnels éventuels (travaux de finition, etc.) ne sont pas pris en compte. Ces valeurs devront impérativement être complétées avant réalisation des travaux par des devis d'entreprises. Enfin, il est à noter que certaines aides fiscales peuvent minimiser les coûts moyens annoncés (subventions, crédit d'impôt, etc.). La TVA est comptée au taux réduit de 5,5 %.

Mesures d'amélioration	Effort d'investissement	Économies	Rapidité du retour sur investissement	Crédit d'impôt
Si un ravalement est prévu, effectuer une isolation par l'extérieur avec des retours d'isolant au niveau des tableaux des baies quand cela est possible.	€€€	★★	+++	25-40 %
Le vide sanitaire doit être ventilé afin d'éviter les problèmes d'humidité dans la maison. Réouvrir ou installer des grilles d'entrée d'air afin d'y assurer une ventilation traversante.				
Si l'accès est possible, isoler votre plancher bas en sous face.	€€	★★	+++	25-40 %
La maison est équipée d'un conduit d'évacuation des fumées : envisager un appoint de chauffage au bois (poêle ou insert flamme verte).	€€€	★	++	50 %
Lorsque vous changerez votre chauffe-eau, optez pour un appareil bien isolé type NFB	€€€	★	+++	
Une véranda ne doit jamais être chauffée, car cela s'avère très consommateur d'énergie. Une véranda est un espace tampon qui permet de récupérer les apports solaires en hiver et qui protège des vents. Elle doit toujours être séparée du volume chauffé par des baies vitrées ou des parois. La séparation, en hiver, ne doit être ouverte que les jours ensoleillés.				
La toiture est orientée au sud, sans masque : envisager une installation d'eau chaude sanitaire solaire.	€€€€	★★	++++	50 %

Installer une protection solaire (store ou volet) de préférence extérieure sur la fenêtre de toit afin de limiter les surchauffes en été.

Les rapidités du retour sur investissement indiquées ci-dessus ne comprennent pas les déductions liées au crédit d'impôt.

<b>Effort d'investissement</b> € : moins de 200 € TTC €€ : de 200 à 1000 € TTC €€€ : de 1000 à 5000 € TTC €€€€ : plus de 5000 € TTC	<b>Économies</b> ★ : moins de 100 € TTC/an ★★ : de 100 à 200 € TTC/an ★★★ : de 200 à 300 € TTC/an ★★★★ : plus de 300 € TTC/an	<b>Rapidité du retour sur investissement</b> +++++ : moins de 5 ans ++++ : de 5 à 10 ans +++ : de 10 à 15 ans ++ : plus de 15 ans
---	---	---



## Maison de ville ancienne Epernay (51)

Type de bâtiment : Maison individuelle

Année de construction : 1870

Surface habitable : 150 m<sup>2</sup>

### Descriptif du logement et de ses équipements

Logement	Chauffage	Eau chaude sanitaire
<b>Murs :</b> Carreaux de terre crue - Enduit de plâtre	<b>Système :</b> Électrique	<b>Système :</b> Chauffe-eau électrique 1994
<b>Toiture :</b> Produit mince réfléchissant - Enduit de plâtre	<b>Émetteurs :</b> Convecteurs électriques	
<b>Menuiseries :</b> Double vitrage 4/12/4 Menuiserie bois Persiennes métalliques	<b>Ventilation :</b> Simple flux pour cuisine, SDB, WC	
<b>Plancher bas :</b> Solivage bois sur cave		

## Recommandations d'amélioration énergétique

Sont présentées dans le tableau suivant quelques mesures visant à réduire vos consommations d'énergie.

Les consommations, économies, efforts et retours sur investissement proposés ici sont donnés à titre indicatif et séparément les uns des autres. Certains coûts d'investissement additionnels éventuels (travaux de finition, etc.) ne sont pas pris en compte. Ces valeurs devront impérativement être complétées avant réalisation des travaux par des devis d'entreprises. Enfin, il est à noter que certaines aides fiscales peuvent minimiser les coûts moyens annoncés (subventions, crédit d'impôt, etc.). La TVA est comptée au taux réduit de 5,5 %.

Mesures d'amélioration	Effort d'investissement	Économies	Rapidité du retour sur investissement	Crédit d'impôt
Les parois anciennes possèdent un équilibre hygrothermique qui doit être préservé. Il ne faut pas mettre en place de produit étanche (enduit, revêtement, isolant). Toujours choisir des matériaux perméables à la vapeur d'eau ( $Z < 4$ , $\mu = 1$ ).				
Envisager la mise en place d'un isolant en sous-face de plancher.	€€€			25-40 %
Envisager la pose d'un insert ou un poêle à bois pour assurer la base du chauffage et effectuer l'appoint par des convecteurs NFC ou panneaux rayonnants. Choisir un appareil labellisé flamme verte installé par un professionnel.	€€€	★★★★★	++	50 %
Envisager la mise en place d'une horloge de programmation pour le système de chauffage électrique et choisir un programmateur simple d'emploi.	€€	★	++	25-40 %
Lorsque vous changerez votre chauffe-eau, optez pour un appareil bien isolé type NFB	€€€	★	+++	

Les combles sont insuffisamment isolés. Remplacer le produit mince réfléchissant par un isolant perméable à la vapeur d'eau et des performances thermiques certifiées ( $Z < 4$ ,  $\mu = 1$ )  $R \geq 4$ ,  $4\text{m}^2\text{K/W}$ ).

Les performances thermiques des produits minces réfléchissants sont très faibles au regard des exigences thermiques actuelles (3 à 10 fois inférieures aux performances thermiques exigées pour les bâtiments neufs chauffés). Une utilisation non pertinente ou de mauvaises conditions de mise en œuvre peuvent conduire à des désordres (mauvaise ventilation des charpentes ou des ossatures bois de maisons). Ce type d'isolant est à proscrire dans les bâtiments anciens.

Envisager la restitution des volets bois.

Les rapidités du retour sur investissement indiquées ci-dessus ne comprennent pas les déductions liées au crédit d'impôt.

<b>Effort d'investissement</b> € : moins de 200 € TTC €€ : de 200 à 1000 € TTC €€€ : de 1000 à 5000 € TTC €€€€ : plus de 5000 € TTC	<b>Économies</b> ★ : moins de 100 € TTC/an ★★ : de 100 à 200 € TTC/an ★★★ : de 200 à 300 € TTC/an ★★★★ : plus de 300 € TTC/an	<b>Rapidité du retour sur investissement</b> ++++ : moins de 5 ans +++ : de 5 à 10 ans ++ : de 10 à 15 ans + : plus de 15 ans
---	---	---



## Maison individuelle ancienne Corrèze (19)

Type de bâtiment : Maison individuelle

Année de construction : XV<sup>e</sup> siècle

Surface habitable : 170 m<sup>2</sup>

### Descriptif du logement et de ses équipements

Logement	Chauffage	Eau chaude sanitaire
<b>Murs :</b> Moellons granit - Enduit de chanvre et chaux	<b>Système :</b> Chaudière fuel ancienne	<b>Système :</b> Couplé à la chaudière
<b>Toiture :</b> Lauze - Lame d'air ventilée - Laine de lin 18 cm - Enduit de plâtre	<b>Émetteurs :</b> Radiateur avec robinet thermostatique	
<b>Menuiseries :</b> Simple vitrage 4 mm Menuiserie bois	<b>Ventilation :</b> Naturelle	
<b>Plancher bas :</b> Lit de sablon de tuf - Dalle de granit		



## Recommandations d'amélioration énergétique

Sont présentées dans le tableau suivant quelques mesures visant à réduire vos consommations d'énergie.

Les consommations, économies, efforts et retours sur investissement proposés ici sont donnés à titre indicatif et séparément les uns des autres. Certains coûts d'investissement additionnels éventuels (travaux de finition, etc.) ne sont pas pris en compte. Ces valeurs devront impérativement être complétées avant réalisation des travaux par des devis d'entreprises. Enfin, il est à noter que certaines aides fiscales peuvent minimiser les coûts moyens annoncés (subventions, crédit d'impôt, etc.). La TVA est comptée au taux réduit de 5,5 %.

Mesures d'amélioration	Effort d'investissement	Économies	Rapidité du retour sur investissement	Crédit d'impôt
Les parois anciennes possèdent un équilibre hygrothermique qui doit être préservé. Il ne faut pas mettre en place de produit étanche (enduit, revêtement, isolant). Toujours choisir des matériaux perméables à la vapeur d'eau ( $Z < 4$ , $\mu = 1$ ).				
Envisager la mise en place de doubles fenêtres ou le remplacement des fenêtres existantes par des fenêtres en double vitrage peu émissif respectant les dimensions des clairs de vitrage et des menuiseries.	€€€			25-40 %
Les fenêtres doivent être munies d'entrées d'air afin de ne pas dégrader le renouvellement d'air du logement.				
Lors du remplacement de la chaudière, envisager son remplacement par une chaudière condensation ou à défaut basse température.	€€€€			25-40 %
Vérifier avec un professionnel que les émetteurs et l'évacuation des fumées sont adaptés. Choisir une chaudière sans veilleuse équipée d'un appareil de régulation et de programmation simple d'utilisation.				
Envisager la mise en place d'une horloge de programmation pour le système de chauffage et choisir un programmeur simple d'emploi.	€€			25-40 %
Il existe des thermostats à commande radio pour éviter les câbles de liaison et certains ont une commande téléphonique intégrée pour un pilotage à distance.				
Pour le plancher bas : il ne faut surtout pas mettre en place de revêtements étanches (chape ciment ou carrelage étanches,...) car ils induisent une surcharge de remontées capillaires dans les murs. En cas d'isolation du plancher bas : envisager des chapes perméables à la vapeur d'eau et isolantes avec un drainage préalable du sol (hérisson) et des murs (drains périphériques).				
Le bâtiment est à inertie lourde : ouvrir les fenêtres en été pendant la nuit afin de rafraîchir la structure pendant la nuit et de profiter le lendemain de la fraîcheur accumulée.				

Les rapidités du retour sur investissement indiquées ci-dessus ne comprennent pas les déductions liées au crédit d'impôt.

<b>Effort d'investissement</b> € : moins de 200 € TTC €€ : de 200 à 1000 € TTC €€€ : de 1000 à 5000 € TTC €€€€ : plus de 5000 € TTC	<b>Économies</b> ★ : moins de 100 € TTC/an ★★ : de 100 à 200 € TTC/an ★★★ : de 200 à 300 € TTC/an ★★★★ : plus de 300 € TTC/an	<b>Rapidité du retour sur investissement</b> ++++ : moins de 5 ans +++ : de 5 à 10 ans ++ : de 10 à 15 ans + : plus de 15 ans
---	---	---



## Appartement dans un immeuble 1960 Paris (75)

Type de bâtiment : Appartement

Année de construction : 1960

Surface habitable : 63 m<sup>2</sup>

### Descriptif du logement et de ses équipements

Logement	Chauffage	Eau chaude sanitaire
<b>Murs :</b> Mur béton plein 20 cm	<b>Système :</b> Électrique	<b>Système :</b> Chauffe-eau électrique installé en 1995
<b>Toiture :</b> Appartement mitoyen	<b>Émetteurs :</b> Convecteurs anciens	
<b>Menuiseries :</b> Simple vitrage avec menuiserie métallique ; persiennes métalliques	<b>Ventilation :</b> Naturelle avec entrées d'air et grille d'extraction	
<b>Plancher bas :</b> Appartement mitoyen	<b>Autre :</b> Problème d'humidité dans les salles d'eau	

## Recommandations d'amélioration énergétique

Sont présentées dans le tableau suivant quelques mesures visant à réduire vos consommations d'énergie.

Les consommations, économies, efforts et retours sur investissement proposés ici sont donnés à titre indicatif et séparément les uns des autres. Certains coûts d'investissement additionnels éventuels (travaux de finition, etc.) ne sont pas pris en compte. Ces valeurs devront impérativement être complétées avant réalisation des travaux par des devis d'entreprises. Enfin, il est à noter que certaines aides fiscales peuvent minimiser les coûts moyens annoncés (subventions, crédit d'impôt, etc.). La TVA est comptée au taux réduit de 5,5 %.

Mesures d'amélioration	Effort d'investissement	Économies	Rapidité du retour sur investissement	Crédit d'impôt
Remplacer les fenêtres existantes par des fenêtres en double vitrage peu émissif.	€€€	★	+	25-40 %
Les fenêtres doivent être munies d'entrées d'air afin de ne pas dégrader le renouvellement d'air du logement. Les menuiseries métalliques devront être à rupture de pont thermique.				
Envisager une isolation des murs par l'intérieur.	€€	★	++++	40 %
La ventilation est insuffisante (problème d'humidité) : vérifier la possibilité de mettre en place une ventilation mécanique répartie dans les pièces humides.	€€	★	+++	
Lorsque vous changerez votre chauffe-eau, optez pour un appareil bien isolé type NFB	€€€	★	+++	

Toutes les fenêtres sont équipées de volets. Il faut les utiliser en hiver pour limiter les déperditions de chaleur la nuit et en été la journée pour se protéger des rayons du soleil.

Le bâtiment est à inertie lourde : ouvrir les fenêtres en été pendant la nuit afin de rafraîchir la structure pendant la nuit et de profiter le lendemain de la fraîcheur accumulée.

*Les rapidités du retour sur investissement indiquées ci-dessus ne comprennent pas les déductions liées au crédit d'impôt.*

<b>Effort d'investissement</b> € : moins de 200 € TTC €€ : de 200 à 1000 € TTC €€€ : de 1000 à 5000 € TTC €€€€ : plus de 5000 € TTC	<b>Économies</b> ★ : moins de 100 € TTC/an ★★ : de 100 à 200 € TTC/an ★★★ : de 200 à 300 € TTC/an ★★★★ : plus de 300 € TTC/an	<b>Rapidité du retour sur investissement</b> ++++ : moins de 5 ans +++ : de 5 à 10 ans ++ : de 10 à 15 ans + : plus de 15 ans
---	---	---



## Appartement dans un immeuble Paris (75)

Type de bâtiment : Appartement  
Année de construction : 17<sup>e</sup> siècle  
Surface habitable : 48 m<sup>2</sup>

### Descriptif du logement et de ses équipements

Logement	Chauffage	Eau chaude sanitaire
<b>Murs :</b> Façade nord : pierre calcaire - enduit plâtre Façade sud : pans de bois torchis - enduit plâtre	<b>Système :</b> Chaudière individuelle gaz	<b>Système :</b> Couplé à la chaudière
<b>Toiture :</b> Appartement mitoyen	<b>Émetteurs :</b> Radiateurs avec robinets thermostatiques	
<b>Menuiseries :</b> Simple vitrage 2,8 mm Menuiserie bois	<b>Ventilation :</b> Ventilation naturelle	
<b>Plancher bas :</b> Enduit - Scories - lame d'air - parquet de bois lourd		

## Recommandations d'amélioration énergétique

Sont présentées dans le tableau suivant quelques mesures visant à réduire vos consommations d'énergie.

Les consommations, économies, efforts et retours sur investissement proposés ici sont donnés à titre indicatif et séparément les uns des autres. Certains coûts d'investissement additionnels éventuels (travaux de finition, etc.) ne sont pas pris en compte. Ces valeurs devront impérativement être complétées avant réalisation des travaux par des devis d'entreprises. Enfin, il est à noter que certaines aides fiscales peuvent minimiser les coûts moyens annoncés (subventions, crédit d'impôt, etc.). La TVA est comptée au taux réduit de 5,5 %.

Mesures d'amélioration	Effort d'investissement	Économies	Rapidité du retour sur investissement	Crédit d'impôt
Les parois anciennes possèdent un équilibre hygrothermique qui doit être préservé. Il ne faut pas mettre en place de produit étanche (enduit, revêtement, isolant). Toujours choisir des matériaux perméables à la vapeur d'eau ( $Z < 4$ , $\mu = 1$ ).				
Envisager la mise en place de doubles-fenêtres ou le remplacement des fenêtres existantes par des fenêtres en double vitrage peu émissif.	€€€			25-40 %
Les fenêtres doivent être munies d'entrées d'air afin de ne pas dégrader le renouvellement d'air du logement.				
Lors du remplacement de la chaudière, envisager son remplacement par une chaudière condensation ou à défaut basse température.	€€€€	★★	+	25-40 %
Vérifier avec un professionnel que les émetteurs et l'évacuation des fumées sont adaptés. Choisir une chaudière sans veilleuse équipée d'un appareil de régulation et de programmation simple d'utilisation.				
Envisager la mise en place d'une horloge de programmation pour le système de chauffage et choisir un programmeur simple d'emploi.	€€			25-40 %
Il existe des thermostats à commande radio pour éviter les câbles de liaison et certains ont une commande téléphonique intégrée pour un pilotage à distance.				
Le bâtiment est à inertie lourde : ouvrir les fenêtres en été pendant la nuit afin de rafraîchir la structure pendant la nuit et de profiter le lendemain de la fraîcheur accumulée.				

Les rapidités du retour sur investissement indiquées ci-dessus ne comprennent pas les déductions liées au crédit d'impôt.

<b>Effort d'investissement</b> € : moins de 200 € TTC €€ : de 200 à 1000 € TTC €€€ : de 1000 à 5000 € TTC €€€€ : plus de 5000 € TTC	<b>Économies</b> ★ : moins de 100 € TTC/an ★★ : de 100 à 200 € TTC/an ★★★ : de 200 à 300 € TTC/an ★★★★ : plus de 300 € TTC/an	<b>Rapidité du retour sur investissement</b> ++++ : moins de 5 ans +++ : de 5 à 10 ans ++ : de 10 à 15 ans + : plus de 15 ans
---	---	---

# Lexique

**ACERMI:** Association pour la certification des matériaux isolants. La certification ACERMI garantit pour l'isolant un niveau de qualité et permet de connaître ses caractéristiques, indispensables pour sélectionner un isolant en fonction des travaux à réaliser. Cette certification est apposée sur l'emballage sous forme d'une étiquette.

**Acotherm:** Label de certification thermique et acoustique d'une fenêtre.

Niveau	Coefficient U en W/m <sup>2</sup> .K
Th5	$2,9 \geq U > 2,5$
Th6	$2,5 \geq U > 2,2$
Th7	$2,2 \geq U > 2,0$
Th8	$2,0 \geq U > 1,8$
Th9	$1,8 \geq U > 1,6$
Th10	$1,6 \geq U > 1,4$
Th11	$U \leq 1,4$

Le tableau ci-dessus fait référence au coefficient Uw: performance de la menuiserie et du vitrage.

**Acrotère:** Muret constituant un relevé en périphérie des terrasses.

**Aération:** Fonction assurant le renouvellement d'air d'une pièce ou d'une partie de logement.

**Air neuf:** Air extérieur introduit à l'intérieur des logements par des dispositifs adaptés (fenêtres, entrées d'air,...).

**Air vicié:** Air pollué extrait du logement par des dispositifs adaptés (fenêtres, bouches d'extraction,...).

**Allège:** Partie du mur située entre le sol et le bas d'une fenêtre.

**Avis technique:** Document officiel de constat d'aptitude relatif à un procédé, un matériau ou un équipement de construction, homologué par le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment).

**Baie:** Ouverture dans un mur. La baie est dite libre lorsqu'elle ne reçoit pas de menuiserie.

**Béton:** Matériau de construction composé d'agrégats (sable, gravier, cailloux) et d'un liant (ciment ou chaux).

**Béton Armé:** Béton de ciment incorporant une armature en acier lui conférant sa résistance aux efforts de flexion et de traction.

**Béton cellulaire:** Béton non armé léger comportant de multiples petites bulles qui lui confèrent de bonnes qualités d'isolation thermique.

**Boisseaux:** Éléments préfabriqués permettant le

montage, par emboîtement, de conduits de cheminée ou de ventilation.

**Bow-window:** Ouvrage vitré en avancée sur une façade.

**Briques:** Éléments de construction préfabriqués à base d'argiles. Elles peuvent être pleines ou creuses.

**Calfeutrement:** Garnissage de mortier ou de mastic souple, entre le dormant d'une fenêtre ou l'hubrisserie d'une porte, et la baie en maçonnerie qui reçoit cette menuiserie.

**Calorifuge:** Isolant thermique résistant aux hautes températures.

**Capacité thermique:** La capacité thermique d'un matériau est sa capacité à stocker de la chaleur par rapport à son volume. C'est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1°C la température de 1 m<sup>3</sup> de matériau ( $S = \rho \times c$  en kJ/m<sup>3</sup>. K).

**Chape:** surface en ciment ou en mortier établie sur une forme en béton, pour recevoir un revêtement de sol.

**CENCER:** Marque qualifiant la performance des robinets thermostatiques.

**CESI:** Le Chauffe-Eau Solaire Individuel (CESI) a pour fonction de produire de l'eau chaude sanitaire à usage domestique. Celui-ci est constitué de 3 éléments principaux:

- des capteurs thermiques solaires vitrés, qui reçoivent et absorbent le rayonnement solaire et échauffent le liquide (eau + antigel alimentaire) qui les parcourt,
- un ballon de stockage qui remplace le ballon d'eau chaude sanitaire traditionnel,
- les composants associés (échangeur, circulateur, régulation, tuyauterie).

**Charpente:** Ensemble d'éléments assemblés entre eux et servant d'ossature à la couverture d'un bâtiment.

**Chaudière:** Appareil permettant une production centralisée de la chaleur sous forme généralement d'eau chaude. Il se compose de plusieurs éléments:

- un brûleur
- un corps de chauffe
- un échangeur
- Des auxiliaires intégrés selon les modèles (pompe de circulation, vase d'expansion, parfois ventilateur). Les veilleuses sont interdites dans les bâtiments neufs depuis 2003.

- **Chaudière « standard »:** répond au seuil minimal de la directive européenne « rendement »; ex chaudière gaz
- **Chaudières basse température:** chaudières (gaz, fioul ou GPL) pouvant fonctionner en produisant de l'eau

à 50°C au lieu de 80/90°C, donc avec un meilleur rendement. BT = émetteurs plus importants.

- **Chaudière condensation:** Chaudières (gaz, GPL, parfois fioul) récupérant, en la condensant, la chaleur latente contenue dans les produits de combustion. Cette chaleur récupérée est utilisée pour préchauffer l'eau du circuit de chauffage. Pour connaître le type de chaudière: <http://www.rt2000-chauffage.com>

**Chauffage au bois:** L'énergie bois est une énergie renouvelable disponible abondamment qui permet de répondre aux défis énergétiques et économiques.

**Chaume:** Matériau utilisé en couverture. Il est à base végétale (paille de seigle, roseaux...). Matériau lourd et isolant.

**Cheminée:** Élément intégré à la construction comprenant un foyer, un avaloir et un conduit permettant l'évacuation extérieure des fumées.

**Chéneau:** Conduit situé en partie basse des toitures et destiné à recueillir et canaliser les eaux de pluie.

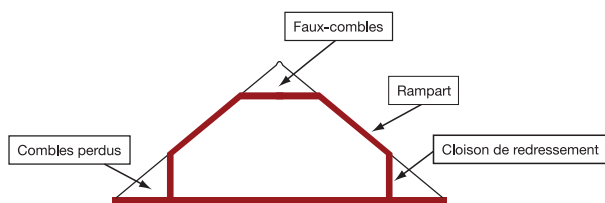
**Chevrons:** Pièces de bois posées sur les pannes et sur lesquelles sont fixées les lattes soutenant la couverture d'une toiture.

**Classement AEV:** Ce classement permet d'évaluer les menuiseries selon leur perméabilité à l'air (A), étanchéité à l'eau (E) et résistance au vent (V). Chaque critère est noté de 1 (« normal ») à 3 (« renforcé »). En réalité l'étanchéité reste un point sensible de la fenêtre, traité au moment de la pose.

**Climatisation:** Assure une température intérieure constante jusqu'à une température extérieure extrême conventionnelle (par exemple 38°C).

**Combles:** Partie de la maison située sous la toiture. Les combles peuvent être perdus ou aménagés.

**Combles aménagés:**



**Combles perdus non praticables:** Il peut y avoir une trappe d'accès aux combles, mais il y est déconseillé d'y circuler.

**Conductivité thermique  $\lambda$  (lambda) W/m.K:** Mesure de la quantité de chaleur qui traverse en une heure 1 m<sup>2</sup> d'une paroi d'un mètre d'épaisseur constituée d'une matière homogène.

**Conduction:** Mode de transfert de chaleur à travers les solides. Par exemple, lorsqu'on chauffe un barreau métallique à l'une de ses extrémités, l'autre extrémité

s'échauffe progressivement. La chaleur s'est propagée à partir de l'extrémité chauffée dans tout le reste du matériau. En arrêtant subitement de chauffer l'extrémité du barreau métallique, la température diminuera progressivement puis le barreau retrouvera sa température initiale celle de l'air ambiant. La chaleur transmise à travers les murs ou le plancher d'une maison se fait par conduction thermique.

Pour limiter le phénomène de conduction d'une paroi, il faut créer une barrière isolante.

**Contre-cloison:** Cloison construite contre une autre existante, sans liaison avec elle.

**Convecteur:** Appareil composé d'une gaine de tôle et de résistances électriques sur lesquels l'air froid s'échauffe avant de sortir par le haut de l'appareil.

**Convection:** Le mouvement de l'eau qui bout dans une casserole que l'on chauffe relève du phénomène de la convection; l'eau des zones les plus chaudes (celles qui sont au fond de la casserole) se dilate et s'élève (poussée d'Archimède) tandis que celle des zones les plus froides descend. Le mouvement d'ensemble des molécules d'eau dû à des différences de température est un mouvement de convection.

Pour limiter le phénomène de convection d'une paroi, il faut supprimer les mouvements d'air à l'intérieur de cette paroi.

**Couverture:** Ensemble permettant la mise hors d'eau d'une construction (tuiles, bacs acier, zinc, ardoises...).

**Dalle:** Structure horizontale reposant sur la structure d'une construction ou le sol.

La dalle flottante est une dalle désolidarisée de son support (plancher).

Les dalles sur plots sont des dalles de petites dimensions posées sur plots et permettant d'assurer la protection de l'étanchéité des terrasses accessibles.

**Dormant:** Partie d'une fenêtre fixée à la maçonnerie. Il se compose de la pièce d'appui, des montants et de la traverse supérieure.

**Doublage:** Revêtement rapporté contre une paroi permettant d'assurer une meilleure isolation thermique ou acoustique.

**Drain:** Conduit souterrain permettant de capter et d'évacuer les eaux souterraines.

**D.T.U.:** Documents Techniques Unifiés. Documents rassemblant la réglementation applicable aux techniques utilisées, notamment dans le domaine de la construction. Toutes les entreprises sont tenues au respect de ces réglementations lors de la mise en œuvre de leurs prestations.

**Effet paroi froide:** Pour une température d'air ambiant donnée, la température résultante sèche peut fortement s'abaisser au voisinage d'une paroi froide, telle qu'une baie vitrée. Cet effet est atténué lorsque les baies vitrées sont équipées de double vitrage et/ou lorsque les parois opaques sont isolées.

**Étanchéité:** Complexes généralement bitumineux permettant la mise hors d'eau des terrasses.

**Entrée d'air:** Orifice prévu pour permettre l'introduction de l'air neuf dans les logements.

**Entrevous:** Dans un plancher, espace situé entre deux solives.

**Faîtage:** Arête horizontale formée par la jonction de deux pans de toiture dans leur partie haute.

**Fenêtre à la française:** Le vantail ouvre vers l'intérieur suivant un axe vertical latéral.

**Fenêtre à l'anglaise:** Le vantail ouvre vers l'extérieur selon un axe vertical latéral.

**Fenêtre coulissante:** Panneaux coulissant suivant des rails horizontaux haut et bas.

**Fenêtre basculante:** Le vantail bascule autour d'un axe central horizontal.

**Fenêtre pivotante:** Le vantail pivote autour d'un axe central vertical.

**Fenêtre à soufflet:** Le vantail bascule vers l'intérieur autour d'un axe horizontal en partie basse

**Fenêtre à guillotine:** Panneaux coulissant suivant des rails verticaux situés de part et d'autre du châssis.

**Fenêtre oscillo-basculante:** Le vantail peut se mouvoir aussi bien autour d'un axe horizontal en partie basse que selon un axe vertical latéral (à la fois à la « française » et à soufflet).

**Flamme verte:** Label de qualité pour les appareils de chauffage au bois. Les constructeurs s'engagent à commercialiser des appareils récents et économiques, qui apportent sécurité, confort et performances énergétiques et environnementales.

**Ferme:** Assemblage en bois ou en métal, triangulé, formant la structure principale d'une charpente.

**Flocage:** Projection de fibres mélangées à un liant en vue d'assurer l'isolation thermique d'une surface.

**Freine-vapeur:** Film augmentant la résistance à la diffusion de la vapeur d'eau.

**GPL:** Gaz Propane Liquéfié.

**Hors œuvre:** Se dit d'une surface calculée à partir du nu extérieur des murs.

**Hourdis:** Éléments préfabriqués de remplissage disposés entre les solives ou les poutrelles d'un plancher.

**Huisserie:** Bâti métallique ou en bois, fixé dans la maçonnerie ou les cloisons et servant d'encadrement à une porte.

**Insert:** Appareil placé dans la cheminée et permettant de récupérer la chaleur.

**Isolation:** Matériau mis en œuvre en vue de limiter les transmissions thermiques et/ou acoustiques au travers des parois.

**Isolation thermique:** Les matériaux de base permettant d'assurer une bonne isolation thermique sont la laine de verre ou de roche, le polystyrène, le béton cellulaire, la laine de chanvre, le liège, ...

**Linteau:** Poutre horizontale située au-dessus d'une ouverture.

**Loggia:** Balcon couvert et fermé latéralement, ne faisant pas saillie par rapport au plan de la façade.

**Lucarne:** Ouvrage situé en saillie de la toiture et intégrant un châssis.

**Mezzanine:** Plancher complémentaire aménagé dans une pièce offrant une grande hauteur sous plafond.

**Menuiserie à rupture de pont thermique:** A rupture de pont thermique est un principe technique qui permet d'isoler thermiquement la face extérieure de la face intérieure d'un profilé en métal (le plus souvent de l'aluminium). Une barrette en polyamide armée de fibres de verre est introduite entre la partie extérieure et la partie intérieure du profilé. Cette technique souvent optionnelle permet d'obtenir la bonne isolation d'une fenêtre en métal et de réduire les risques de condensation.

**Monomur:** Mur dont l'isolant est réparti dans toute l'épaisseur.

#### Murs:

- **Mur aveugle:** mur sans ouvertures.
- **Mur banché:** mur en béton ou en terre (pisé).
- **Mur d'échiffre:** mur sur lequel reposent les marches d'un escalier.
- **Mur mitoyen:** mur situé sur la limite séparative entre deux propriétés.
- **Mur pignon:** mur latéral d'une construction, perpendiculaire aux façades principales.
- **Mur porteur:** mur structurant assurant la descente des charges d'une construction.
- **Mur de refend:** mur porteur situé à l'intérieur de la construction et reliant les façades ou les pignons entre eux.
- **Mur de soutènement:** mur permettant de résister à des poussées latérales (poussées des terres en sous-sol,...)
- **Mur bahut:** mur de faible hauteur formant soubassement.

**Œil-de-bœuf:** Baie circulaire ou ovale.

**Oriel:** Ensemble vitré en saillie par rapport au nu de la façade.

**PAC (Pompe à chaleur):** Une pompe à chaleur peut faire du chaud et/ou du froid. En chaud: système qui prélève, par l'intermédiaire d'un fluide, la chaleur dans un milieu



extérieur au local (air extérieur, eau de forage, sol,...) et qui la restitue dans le local à chauffer. Ce principe permet d'obtenir une quantité de chaleur supérieure à l'énergie électrique consommée: environ 2,5 à 4,5 kWh thermique pour 1 kWh électrique consommé. En froid: principe identique avec prélèvement de chaleur dans le local à refroidir et restitution de la chaleur à l'extérieur.

**PAC air/air ou air/eau:** La pompe à chaleur prélève la chaleur dans l'air extérieur et la transfère à un niveau de température plus élevé dans l'air ambiant du logement ou dans le circuit d'eau chaude de l'installation du chauffage. Suivant les modèles, la pompe à chaleur peut être installée à l'intérieur ou à l'extérieur du logement.

Un appoint électrique est généralement prévu au moment de l'installation pour fournir un complément de chauffage à la pompe à chaleur. Cette solution de pompe à chaleur récupérant la chaleur dans l'air extérieur est simple à mettre en œuvre.

**PAC géothermique:** La chaleur est prélevée dans le sol à l'aide: soit d'un capteur horizontal composé d'un réseau de tubes enterré dans le sol à faible profondeur (de 0,6 m à 1,2 m); pour cela, vous devez disposer d'une surface de terrain d'environ 1,5 fois la surface à chauffer sur laquelle aucune plantation avec des racines profondes ne pourra être réalisée; soit d'un capteur vertical composé de sondes qui peuvent atteindre une profondeur d'environ 100 mètres. La pompe à chaleur prélève la chaleur dans le sol et la transfère à un niveau de température plus élevé dans le circuit d'eau chaude de l'installation du chauffage.

**PAC eau/eau:** La chaleur est prélevée dans une nappe phréatique, un lac ou un cours d'eau. La pompe à chaleur prélève la chaleur dans l'eau et la transfère à un niveau de température plus élevé dans le circuit d'eau chaude de l'installation du chauffage.

**Panne:** Pièce de charpente horizontale. Elle repose sur les fermes et supporte les chevrons.

**Parement:** Surface assurant la finition d'une paroi (plaquettes de brique, pierre...).

**Pare-vapeur:** Feuille étanche destinée à empêcher le passage de la vapeur d'eau, qui risquerait de condenser dans l'isolant.

**Pare-pluie:** Film ou panneau perméable à la vapeur d'eau.

**Parpaings:** Blocs parallélépipédiques en béton, existent en plusieurs épaisseurs, utilisés pour la construction des murs porteurs ou de cloisons de distribution.

**Pierres gélives:** Pierres craignant le gel. Elles risquent de se fissurer par temps froid lorsqu'il y a de l'humidité.

**Point de rosée:** Le point de rosée est la température à laquelle l'air devient saturé en vapeur d'eau. Le point de rosée peut aussi être défini comme la température à laquelle la pression en vapeur devient égale à la pression de vapeur saturante. Lorsque le point de rosée est atteint, il y a début de condensation.

**Pont thermique:** Transmission thermique par conduction créée une rupture de continuité dans l'isolation thermique d'un ouvrage. Ce pont thermique peut entraîner de la condensation.

**Programmateurs:** Système de gestion doté d'une horloge. Il permet de déclencher, d'arrêter ou de réduire automatiquement le fonctionnement d'une installation à des périodes prédéterminées.

**Rafraîchissement:** Gains de quelques degrés par rapport à l'extérieur, mais n'assure pas une température intérieure constante.

**Rampants:** Parties de toiture des combles disposées en pente.

**Rayonnement thermique:** Émission d'ondes électromagnétiques d'un corps vers d'autres corps plus froids. Par exemple: la Terre reçoit la chaleur du soleil par rayonnement. Durant l'hiver une paroi extérieure se refroidit en partie par rayonnement thermique vers l'environnement.

**Résistance thermique (R):** Qualifie l'aptitude d'une paroi ou d'une couche de matériau à réduire le transfert de chaleur par conduction si  $e$ =épaisseur et  $\lambda$ =conductivité thermique,  $R=e/\lambda$ .

**Robinet thermostatique:** Réalise automatiquement le maintien d'une température ambiante par réglage du débit dans un émetteur de chauffage à eau chaude (radiateur) en fonction des apports ou des besoins.

**Sarking:** Dans un toit « sarking », la couche isolante est fixée sur les chevrons, et non entre eux. Constitue un manteau isolant continu sans pont thermique.

**Solives:** Pièces de bois structurant les planchers et reposant sur les poutres ou murs porteurs.

**Soubassement:** Assise d'une construction.

**Souche:** Conduit d'une cheminée maçonné émergeant de la couverture.

**Split:** Le système de climatisation par des splits et des multisplits systèmes est basé sur le principe de la détente directe d'un fluide frigorigène.

Chaque système comprend: Une unité extérieure; des liaisons frigorifiques; une ou plusieurs unités intérieures. Il assure:

- le chauffage et le rafraîchissement des locaux pour les systèmes réversibles sachant que, selon les caractéristiques intrinsèques du système:
  - tous les appareils sont en mode « chauffage »,
  - tous les appareils sont en mode « rafraîchissement »,
  - les appareils sont, par exemple, 2 par 2, les uns en mode « chauffage », les autres en mode « rafraîchissement »,
  - chaque appareil est indépendant, selon les besoins du local;
- le rafraîchissement seul pour les systèmes non réversibles.

**Surface habitable:** Surface de plancher calculée après déduction de l'emprise des murs, des cloisons, des caves, des sous-sols, des balcons et locaux dont la hauteur sous plafond est inférieure à 1,80 m.

**Survitrage:** Mise en place d'un vitrage complémentaire sur vitrage existant avec joints périphériques, permettant de créer le survitrage.

**Surface hors œuvre nette (SHON):** Ensemble des surfaces construites y compris l'emprise des murs et cloisons et déduction faite des surfaces extérieures et des surfaces non aménageables.

**Thermostat d'ambiance:** Compare la température mesurée à la température de consigne et agit sur un contacteur qui commande un émetteur, ou bien en chauffage collectif le brûleur, le circulateur ou une vanne de mélange et peut gérer l'alimentation de plusieurs émetteurs qui pourront posséder leur régulation terminale.

**Tuiles:** Éléments de couverture généralement en terre cuite. Elles existent en plusieurs dimensions et sont de forme variable (Tuiles mécaniques, tuiles plates, tuiles canal,...).

**Vantail:** Partie mobile d'une fenêtre ou d'une porte.

**Ventilo-convecteur:** Appareil de chauffage et de rafraîchissement. Le réchauffement se fait par l'action d'un ventilateur envoyant de l'air à travers un corps de chauffe.

**Ventilation mécanique contrôlée (V.M.C.):** Système d'aération Générale et permanent consistant à extraire mécaniquement par un ventilateur l'air vicié par les pièces humides et à laisser l'air neuf s'introduire dans les pièces principales par des entrées d'air autoréglable (débit fixé).

**Ventilation mécanique contrôlée hygroréglable type A:** Même principe que le VMC avec des bouches d'extraction asservies à l'humidité.

**Ventilation mécanique contrôlée hygroréglable type B:** Même principe que le VMC avec des entrées d'air et des bouches d'extraction asservies à l'humidité.

**Ventilation mécanique contrôlée gaz (V.M.C. gaz):** Système d'aération général et permanent consistant à extraire mécaniquement par un ventilateur l'air vicié par les pièces humides et à laisser l'air neuf s'introduire dans les pièces principales par des entrées d'air autoréglable (débit fixé).

**Ventilation mécanique double flux avec échangeur:** Système permettant de réchauffer l'air neuf introduit dans le logement en récupérant la chaleur de l'air évacué.

**Ventilation mécanique répartie (VMR):** Système constitué d'aérateurs individuels placés dans les pièces de service; fonctionne selon le même principe qu'une VMC (balayage de l'air depuis les pièces principales jusqu'aux pièces de service d'où il est rejeté, en passant sous les portes de communication).

**Véranda:** espace vitré adjacent au logement qui permet:

- capter le soleil en hiver (elle doit en être abritée l'été)
- stocker la chaleur captée
- la transférer efficacement vers le logement.

**Verrière:** Surface vitrée de grande dimension située en toiture ou en façade.

**Vide sanitaire:** Vide entre le sol et le dessous de la première dalle. Le vide sanitaire doit être d'une hauteur minimale de 20 cm et ventilé.

**Vitrage peu émissif:** Vitrage comportant une fine couche d'argent ou d'oxydes métalliques déposée sur l'une des faces intérieures du double vitrage. Cette couche faiblement émissive s'oppose au rayonnement infrarouge et forme une barrière thermique, en retenant à l'intérieur du logement la chaleur (essentiellement celle émanant des appareils de chauffage).

# Quelques caractéristiques thermiques

## Propriétés thermiques de quelques matériaux

Matière	Densité ou masse vol. $\rho$ en kg/m <sup>3</sup>	Conductivité $\lambda$ en W/m °C	Chaleur spécifique $c$ en J/kg °C	Capacité thermique $S = \rho.c$ en KJ/m <sup>3</sup> °C	Effusivité $E_f = \sqrt{\rho.c.\lambda}$ en J/√s.m <sup>2</sup> °C
Air	1,29	0,024	1 005	1 256	0,0056
Polystyrène	15	0,04	1 380	21	0,029
Laine de verre	120	0,04	828	99	0,063
Liège	215 - 220	0,04 - 0,05	1 750	376 - 385	0,122 - 0,139
Bois	400 - 800	0,13 - 0,2	2 400 - 2 700	960 - 2 160	0,353 - 0,657
Béton cellulaire	400 - 800	0,14 - 0,23	1 000	400 - 800	0,237 - 0,429
Isolant fibreux	500	0,05	600	300	0,120
Béton léger	600 - 2 000	0,22 - 102	1 000 - 1 100	600 - 2 200	0,360 - 1,600
Linoléum naturel	700	0,081	1 900	1 330	0,330
Maçonnerie en briques	700 - 2 000	0,30 - 0,96	900	630 - 1 800	0,480 - 1,300
Terre sèche	1 500	0,75	900	1 350	1,000
Pierres naturelles (poreuses)	1 600	0,55	700	1 120	0,785
Béton ordinaire	2 200 - 2 400	1,6 - 2,1	1 100	2 400 - 2 640	1,960 - 2,350
Aluminium	2 700	200	900	2 430	22,000
Pierres naturelles (non poreuses)	2 800 - 3 100	3,5	900	2 520 - 2 790	2,970 - 3,120
Fer	7 250	56	540	3 915	14,800
Acier	7 800	60	500	3 900	15,300
Cuivre	9 000	348	385	3 465	34,700
Eau	1 000	0,58	4 200	4 200	1,560

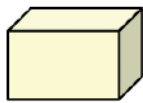
Source: L'isolation écologique; Jean-Pierre Oliva

Béton cellulaire: conductivité entre 0,10 et 0,23

## Exemples de coefficients K (ou U) de murs sans isolation rapportée



Murs en pierre de taille et moellons (granit, gneiss, porphyres, pierres calcaires, grès, meulières, schistes, pierres volcaniques)



Murs en pisé ou béton de terre stabilisé (à partir d'argile crue)



Murs en pans de bois



Murs en rondins de bois

Épaisseur (cm)	K ou U (W/m <sup>2</sup> .K)		Épaisseur (cm)	K ou U (W/m <sup>2</sup> .K)	Épaisseur (cm)	K ou U (W/m <sup>2</sup> .K)	Épaisseur (cm)	K ou U (W/m <sup>2</sup> .K)
	Murs constitués d'un seul matériau ou "ne sait pas"	Murs avec remplissage tout venant						
20	3.2	-	40	1.75	8	3	10	1.6
25	2.85	-	45	1.65	10	2.7	15	1.2
30	2.65	-	50	1.55	13	2.35	20	0.95
35	2.45	-	55	1.45	18	1.98	25	0.8
40	2.3	-	60	1.35	24	1.65	inconnue	1.6
45	2.15	-	65	1.25	32	1.35		
50	2.05	1.90	70	1.2	inconnue	3		
55	1.90	1.75	75	1.15				
60	1.80	1.60	80	1.1				
65	1.75	1.50	inconnue	1.75				
70	1.65	1.45						
75	1.55	1.30						
80	1.50	1.25						
inconnue	3.2	1.90						



Murs bois avec remplissage  
K ou U (W/m<sup>2</sup>.K) = 1,7



Murs en briques pleines

Murs simple

Murs doubles avec lame d'air



Murs en briques creuses

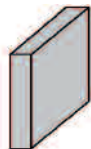


Murs en blocs de béton pleins

Épaisseur (cm)	K ou U (W/m <sup>2</sup> .K)	Épaisseur (cm)	K ou U (W/m <sup>2</sup> .K)	Épaisseur (cm)	K ou U (W/m <sup>2</sup> .K)	Épaisseur (cm)	K ou U (W/m <sup>2</sup> .K)
9	3.9	20	2	15	2.15	20	2.9
12	3.45	25	1.85	18	2.05	23	2.75
15	3.05	30	1.65	20	2	25	2.6
19	2.75	35	1.55	23	1.85	28	2.5
23	2.5	45	1.35	25	1.7	30	2.4
28	2.25	50	1.25	28	1.68	33	2.3
34	2	60	1.2	33	1.65	35	2.2
45	1.65	inconnue	2	38	1.55	38	2.1
55	1.45			43	1.4	40	2.05
60	1.35			inconnue	2.15	inconnue	2.9
70	1.2						
inconnue	3.9						



Murs en blocs de béton creux



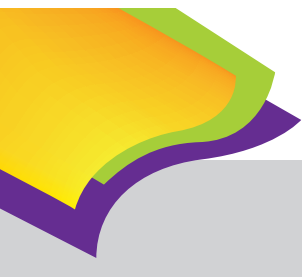
Murs en béton branché

Monomur terre cuite

Béton cellulaire

Épaisseur (cm)	K ou U (W/m <sup>2</sup> .K)	Épaisseur (cm)	K ou U (W/m <sup>2</sup> .K)	Épaisseur (cm)	K ou U (W/m <sup>2</sup> .K)	Épaisseur (cm)	K ou U (W/m <sup>2</sup> .K)
20	2.8	20	2.9	30	0.47	5	2,12
23	2.65	22.5	2.75	37.5	0.40	7	1,72
25	2.3	25	2.65			10	1,03
inconnue	2.8	28	2.5			15	0,7
		30	2.4			20	0,6
		35	2.2			25	0,46
		40	2.05			28	0,4
		45	1.9			30	0,4
		inconnue	2.9			32,5	0,35
						37,5	0,32

Sources : règles ThK-1977 et règles Th-bât (RT2000) pour Monomur terre cuite et béton cellulaire.



## Aides

### Les crédits d'impôts :

<http://www.industrie.gouv.fr/energie/developp/econo/textes/credit-impot-2005.htm>

### La TVA à 5.5%

La France appliquera jusqu'en 2010 la TVA à taux réduit (5.5 %) pour les travaux d'entretien des logements.

### Les prêts

Il existe des prêts à taux avantageux pour les travaux d'entretien des logements proposés par les établissements bancaires, les organismes sociaux et les fournisseurs d'énergie.

### Les subventions ANAH

Ces subventions concernent les propriétaires ou locataires à revenus modestes qui souhaitent réaliser des travaux d'économies d'énergie et d'isolation acoustique. Elles représentent 20 à 35 % du montant des travaux.

<http://www.anah.fr/>

### Aides aux collectivités locales

<http://ademe.fr>

# Bibliographie

- Guide pratique « habitat » ADEME: Le confort d'été: chaud dehors, frais dedans; mai 2004.
- Guide pratique « habitat » ADEME: La ventilation.
- Guide pratique « habitat » ADEME: L'entretien des chaudières: préservez les performances de votre installation au fioul ou au gaz, janvier 2004.
- Guide pratique « habitat » ADEME: L'isolation thermique.
- L'isolation thermique dans les bâtiments d'habitation existants; Guides techniques pour maîtriser l'énergie; AFME et Plan Construction et Architecture; janvier 1991.
- Amélioration énergétique des bâtiments existants: les bonnes solutions; Connaître pour agir; collection recherche et développement métier; FFB & ADEME; mars 2004.
- Les guides CFE: Isolation thermique et acoustique en résidentiel; centre français de l'électricité; Sophie Brindel-Beth et Paul de Tricaud.
- Connaissance du patrimoine rural bâti; Tony Marchal; centre de formation et de perfectionnement de Maisons Paysannes de France; 2006.
- Diagnostic du patrimoine rural bâti; Tony Marchal; centre de formation et de perfectionnement de Maisons Paysannes de France; 2006.
- Restauration du patrimoine rural bâti; Tony Marchal; centre de formation et de perfectionnement de Maisons Paysannes de France; 2006.
- La maison ancienne: Construction, diagnostic, intervention; Au pied du Mur; J. Coignet et L. Coignet; Eyrolles.
- Prévention des sinistres dus à l'humidité dans les bâtiments anciens; FFB et CEBTP.
- Améliorer le confort de son logement; 60 millions de consommateurs; Hors-série mars-avril 2004; n°82.
- L'isolation écologique; Jean-Pierre Oliva; terre vivante.
- Comment concevoir et réaliser l'isolation thermique et acoustique dans l'habitation; Comité Français de l'Isolation; 1977.
- Livret d'entretien du matériel de ventilation; habitat collectif; ALDES.
- VMC et la maison respire; ALDES.
- L'aération dans l'habitat existant; guide de conception; Plan Construction et Architecture.
- Isolation thermique des murs par l'intérieur; techniques d'amélioration dans l'habitat existant; Électricité de France; décembre 1985.
- Prévention et lutte contre les mères / Recommandations pour une réhabilitation durable; ANAH; 2006.
- Building Regulations and Historic Buildings; English Heritage.
- Construire avec le climat; Ministère de l'environnement et du cadre de vie; 1979.
- Le guide de l'énergie solaire passive; Edward Mazria; Parenthèses; 1981.
- Guide de l'architecture bioclimatique; Cours fondamental: Tome 1 Connaître les bases; Maisons solaires Maisons d'Aujourd'hui; Learnet (source 1).
- Guide de l'architecture bioclimatique; Cours fondamental: Tome 2 Construire avec le climat; Maisons solaires Maisons d'Aujourd'hui; Learnet (source 1).
- Guide de l'architecture bioclimatique; Cours fondamental: Tome 4 Construire avec le développement durable; Maisons solaires Maisons d'Aujourd'hui; Learnet (source 1).
- Archi bio.; Jean-Louis Izart; Parenthèses; 1979.
- Réhabiliter et entretenir un immeuble ancien point par point; ANAH; Editions du Moniteur; 1989 (source 3).

## Pour en savoir plus :

■ Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire (MEEDDAT): [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

■ Ministère du Logement: [www.logement.gouv.fr](http://www.logement.gouv.fr)

■ Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME): [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

■ Site d'information sur les dispositifs réglementaires pour améliorer la performance énergétique des bâtiments: [www.rt-batiment.fr](http://www.rt-batiment.fr)



**Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire**  
[www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

**Ministère du Logement**  
[www.logement.gouv.fr](http://www.logement.gouv.fr)

**Direction Générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature**  
**Sous direction de la qualité et du développement durable dans la construction (QC)**  
**Bureau de la qualité technique et réglementation technique de la construction (QC1)**  
**Arche Sud**  
**92055 LA DEFENSE CEDEX**

**Tel : 01.40.81.98.05**  
**Fax : 01.40.81.95.30**  
**Mèl : Qc1.Dgaln@developpement-durable.gouv.fr**