

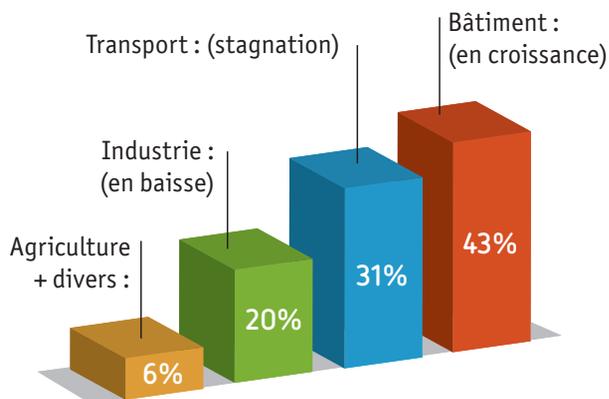
# LES 7 CLÉS POUR RÉUSSIR VOTRE PROJET

## CONSEILS

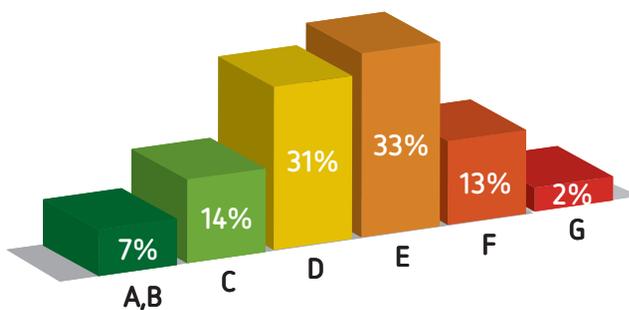


**RÉNOVATION - CONSTRUCTION**  
**BÂTIMENT BASSE CONSOMMATION**  
Toutes les démarches et explications

Les bâtiments participent pour **43%** de l'énergie consommée en France et 22% des émissions de GES\*.



Part de la consommation d'énergie par secteur



#### Répartition des logements par étiquette énergétique

Plus de 50 % du parc immobilier français nécessite une rénovation thermique : à l'échelle du pays, c'est un potentiel d'économie d'énergie considérable.

## L'ÉNERGIE, UN ENJEU MAJEUR

### ► DANS LE MONDE, UN RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE QU'IL FAUT CONTRÔLER

Face à la menace du réchauffement climatique, la maîtrise de la consommation d'énergie est une urgence. Les travaux du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le Climat (GIEC) et les accords de Kyoto ont conduit les États à engager des politiques de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES\*). La France s'est donnée pour objectif le Facteur 4, à savoir la division par quatre des émissions d'ici 2050. Pour y parvenir, les actions doivent se multiplier à tous niveaux et sur trois fronts : la sobriété, l'efficacité énergétique et l'utilisation des énergies renouvelables.

### ► EN FRANCE, LE BÂTIMENT, PREMIER CONSOMMATEUR D'ÉNERGIE

Avec 43 % de l'énergie consommée, ce secteur contribue aussi pour 22 % aux émissions de GES\*. Cela comprend l'énergie utilisée pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire et les consommations électriques. Par ailleurs, il faut également prendre en compte l'énergie dépensée pour la fabrication des matériaux de construction, leur transport et leur mise en oeuvre durant les travaux. Cette part, appelée « énergie grise », doit nécessairement être prise en compte, notamment pour le choix des matériaux.

### ► CHEZ VOUS, UN PROJET EFFICACE ET RENTABLE

"Les petits ruisseaux font les grandes rivières" : votre projet de construction ou de rénovation contribuera à la réduction de la consommation d'énergie et des émissions de GES\* sur une très longue durée. S'il est bien mené, avec le soutien de conseillers objectifs, il sera aussi pour vous un investissement rentable. Et plus tôt vous entreprendrez les travaux, plus vite vous réaliserez des économies d'énergie.



Un spa ou des panneaux solaires ? Un portail électrique ou de nouvelles fenêtres ? Le dernier gadget high-tech ou un investissement pour l'avenir ? Entre deux dépenses, il est urgent de choisir celle qui vous fera faire des économies et contribuera à réduire vos émissions de GES\* : le climat de demain dépend des choix que chacun fait aujourd'hui.

\* GES : Gaz à Effet de Serre

# SOMMAIRE

> RÉNOVATION BBC :  
VOS TROIS AVANTAGES p.4

> POUR RÉNOVER BBC,  
PAR OÙ JE COMMENCE ? p.6

> LES PROFESSIONNELS  
DU BBC-EFFINERGIE ALSACE p.6

> LES LABELS QU'IL FAUT CONNAÎTRE p.7

> UNE RÉNOVATION BBC, MOINS CHÈRE  
QU'UNE RÉNOVATION STANDARD ? p.8

> ADOPTER LES ÉCO-GESTES p.9

> LES 7 CLÉS DE VOTRE RÉNOVATION  
OU CONSTRUCTION BBC :

• Clé 1 / Compacité et ouverture au soleil p.10

• Clé 2 / Isolation renforcée des parois p.11

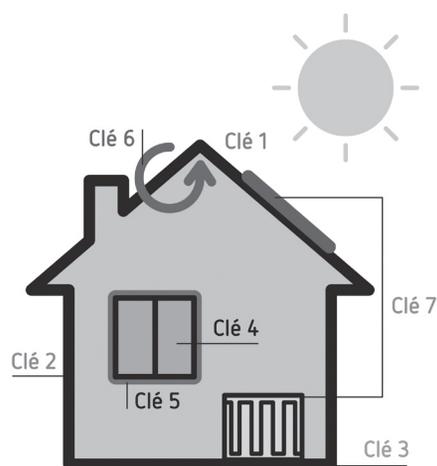
• Clé 3 / Traiter les ponts thermiques p.13

• Clé 4 / Installer des fenêtres performantes p.14

• Clé 5 / Éviter les fuites d'air p.16

• Clé 6 / Opter pour une ventilation  
performante p.18

• Clé 7 / Investir dans un chauffage  
à haut rendement p.20



## 🔑 CLÉ 1 / Compacité et ouverture au soleil

La bonne orientation de la maison et son ouverture au soleil permettent d'économiser de l'énergie... mais il faut bien se protéger des excès de chaleur l'été.

## 🔑 CLÉ 2 / Isolation renforcée des parois

Aujourd'hui, les épaisseurs d'isolants des maisons performantes varient de 20 à plus de 40 cm pour les murs !

## 🔑 CLÉ 3 / Traiter les ponts thermiques

Parvenir à éviter les ponts thermiques, sans réduire l'architecture à un simple cube : aujourd'hui, les techniques et savoir-faire le permettent.

## 🔑 CLÉ 4 / Installer des fenêtres performantes

Il s'agit de maximiser l'apport solaire en hiver tout en minimisant les déperditions thermiques.

## 🔑 CLÉ 5 / Éviter les fuites d'air

C'est un nouveau défi pour les concepteurs, les entreprises et les artisans : ils doivent tous collaborer pour traquer les moindres fuites d'air de l'enveloppe du bâtiment.

## 🔑 CLÉ 6 / Opter pour une ventilation performante

Plus la maison est étanche, mieux il faut la ventiler : mais sans gaspiller l'énergie, en rejetant le minimum d'air chaud à l'extérieur de la maison.

## 🔑 CLÉ 7 / Investir dans un chauffage à haut rendement

Une maison performante se contente d'un chauffage peu puissant mais il faut tout de même rechercher le meilleur rendement et privilégier les énergies renouvelables.

# RÉNOVATION BBC, VOS TROIS AVANTAGES

## 1 - PLUS DE CONFORT

L'isolation renforcée, la suppression des ponts thermiques, l'élimination des parois froides, le contrôle de l'air ambiant... se traduisent au quotidien par un supplément de confort qui transforme les conditions de vie : le climat intérieur est plus sain, la chaleur est mieux répartie, l'humidité est contrôlée. La qualité de l'air est également améliorée, avec la disparition des odeurs et la possibilité de filtrer les particules allergènes telles que le pollen et les poussières urbaines. Enfin, une maison BBC offre un meilleur confort l'été et évite le recours à une climatisation énérgivore, bruyante et malsaine.

## 2 - PLUS D'ÉCONOMIES

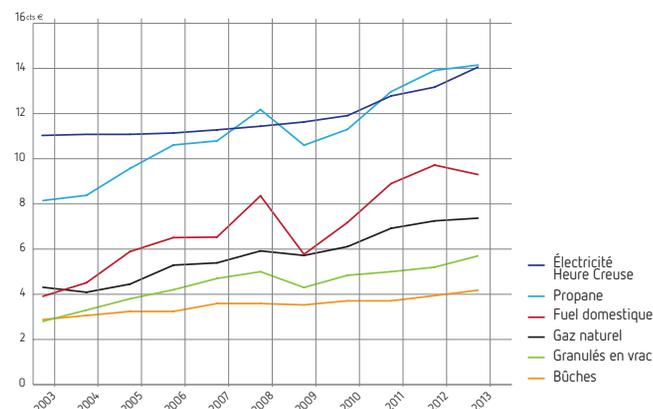
Une rénovation BBC est aussi un geste important pour l'environnement, qui permet en moyenne de diviser votre facture énergétique par quatre : ces 75 % d'énergie économisés sont considérables aujourd'hui, ils le seront, encore davantage demain, avec l'augmentation inéluctable du prix de l'énergie. L'investissement est amortissable relativement rapidement, généralement entre 6 et 12 ans, selon la situation de départ et l'ambition du projet. Et grâce aux différentes aides, qui peuvent souvent être cumulées, cette durée peut être plus courte.

## 3 - PLUS DE VALEUR IMMOBILIÈRE

À mesure que le coût de l'énergie augmente, la valeur d'un bâtiment est de plus en plus liée à ses performances énergétiques : chiffres de consommations en mains, une maison BBC se vendra plus facilement et à un meilleur prix. Il en va de même pour la location : la promesse de charges réduites est un atout décisif.

## ► ÉVOLUTION DU PRIX DES ÉNERGIES POUR LE CHAUFFAGE

(en centimes d'euros TTC courants par kWh PCI)



**BON À SAVOIR**

### \* DÉFINITION DE L'ÉNERGIE PRIMAIRE

Les consommations conventionnelles utilisées pour définir la norme BBC ou pour le Diagnostic de Performance Énergétique sont exprimées en « kWh/m<sup>2</sup>.an d'Énergie Primaire » ou kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.an. Cette énergie primaire prend en compte les pertes énergétiques lors de la transformation de l'énergie et de son transport, et privilégie les énergies renouvelables :

- 1 kWh d'électricité au compteur correspond à 2,58 kWh<sub>ep</sub>
- 1 kWh de fioul ou de gaz correspond à 1 kWh<sub>ep</sub>
- 1 kWh d'énergie bois correspond à 0,6 kWh<sub>ep</sub>

## QU'EST-CE QU'UNE RÉNOVATION BBC ?

Pour atteindre le niveau BBC-effinergie Rénovation, une habitation rénovée doit avoir une consommation d'énergie primaire\* inférieure à 80 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.an, un chiffre modulé selon la zone climatique concernée et l'altitude.

En plaine dans le Grand Est, il est par exemple de 104 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.an. Le niveau BBC-effinergie Rénovation pose également d'autres conditions, notamment la réalisation d'un test d'étanchéité à l'air du bâtiment, un enjeu très important pour maîtriser la consommation.

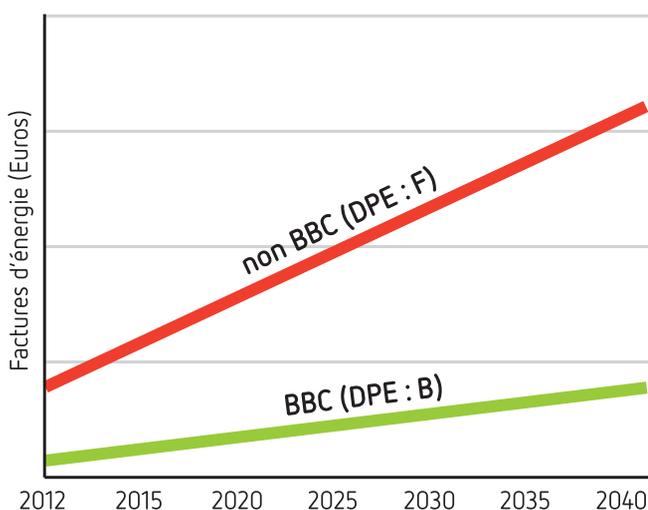


## ► EN BBC, C'EST PARTI POUR 40 ANS !

Un bâtiment construit ou rénové aujourd'hui aux normes BBC ne nécessitera aucune réhabilitation thermique lourde avant environ 40 ans, alors qu'un bâtiment rénové de façon standard devra être à nouveau repris au niveau thermique avant 20 ans pour faire face à l'augmentation continue des prix des énergies.

## ► SCÉNARIO D'UNE AUGMENTATION MODÉRÉE DU COÛT DES ÉNERGIES

L'écart entre la facture énergétique d'un bâtiment classé B et d'un autre classé F ne va cesser de s'accroître : jusqu'où sera-t-il supportable pour ses occupants ?



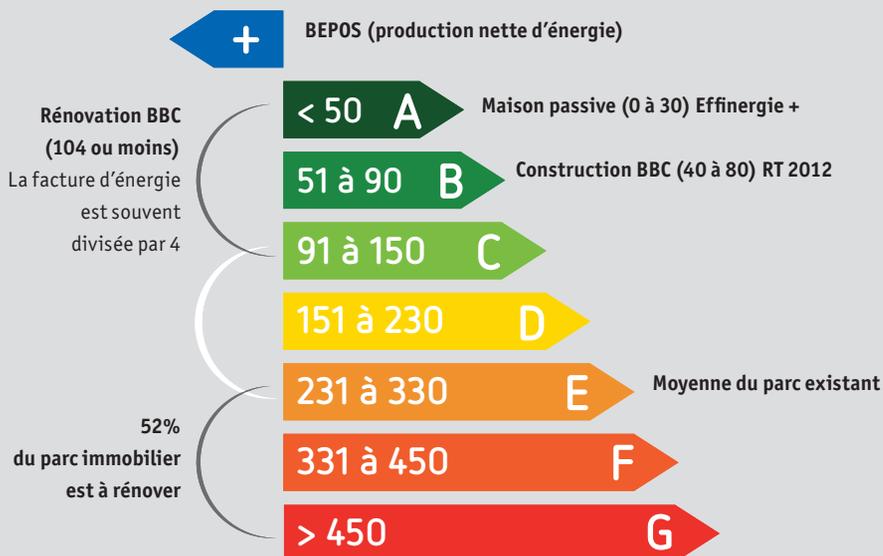
## BBC, MAISON PASSIVE ET MAISON À ÉNERGIE POSITIVE

Avec la nouvelle réglementation thermique RT 2012, un pas important a été franchi : depuis janvier 2013, toute construction neuve est nécessairement BBC, avec une consommation maximale fixée à 65 kWhep/m<sup>2</sup>.an pour le Grand Est. Mais la course à la réduction continue et avec un investissement supplémentaire de l'ordre de 7 à 20 %, il est possible d'aller beaucoup plus loin : construire une maison passive qui ne consomme que très peu d'énergie pour le chauffage ou un Bâtiment à Énergie POSitive (BEPOS) qui en produit plus qu'il n'en consomme. Ces BEPOS seront la norme à l'horizon 2020.



## LE DIAGNOSTIC DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE (DPE)

Pour vendre ou louer un bien, un propriétaire doit produire le Diagnostic de Performance Énergétique : une note A ou B est un atout incontestable.



Consommations annuelles en kWhep/m<sup>2</sup>.an : kilowattheure d'énergie primaire par rapport à la surface habitable et incluant chauffage, rafraîchissement et eau chaude sanitaire

## POUR RÉNOVER BBC, PAR OÙ JE COMMENCE ?

### ► PROFITEZ DE CONSEILS OBJECTIFS

En matière de BBC, vous trouverez ici et là toutes sortes de conseils, d'opinions, voire de croyances ! Climaxion vous propose de construire votre projet de manière structurée et rationnelle, en tenant compte de vos contraintes, et en dehors de tout intérêt financier : là où certains vendent une énergie, une technique ou des matériaux, le programme Climaxion de l'ADEME et de la Région vous apporte un éclairage objectif sur les plans technique et financier.

Le conseiller INFO ÉNERGIE vous proposera de réaliser une visite énergétique de votre maison, si votre projet le nécessite.

Visitez le site [www.climaxion.fr](http://www.climaxion.fr) et prenez rendez-vous avec un conseiller INFO ÉNERGIE au **0 800 60 60 44** Service & appel gratuits

### ► CUMULEZ LES AIDES FINANCIÈRES

Pour accélérer le retour sur investissement de votre rénovation, vous pouvez bénéficier de différents types d'aides, généralement cumulables. Voici les différentes sources :

- le programme Climaxion de l'ADEME et de la Région ;
- les aides de certaines communes ou communautés de communes pour les économies d'énergie et le développement des énergies renouvelables ;
- la CITE, Crédit d'Impôt Transition Énergétique, à demander lors de la déclaration d'impôt ;
- les Prêts à Taux Zéro : le PTZ+ pour le neuf et l'Eco-PTZ pour la rénovation, à demander à votre banque ;
- les Certificats d'Économies d'Énergie (CEE) proposés par certaines entreprises ;
- les aides de l'ANAH et des Conseils Départementaux à découvrir sur [www.anah.fr](http://www.anah.fr) ou sur le site de notre département.

### ► TROUVEZ LES PROFESSIONNELS DU BBC

Avec les exigences de qualité imposées par le BBC, les professionnels du bâtiment font évoluer leurs pratiques. Un vaste chantier de formation est en cours mais certains professionnels et entreprises ont déjà une expérience avérée dans la rénovation de BBC : vous trouverez le contact de ces professionnels auprès des plateformes territoriales de rénovation ou du service d'oktave ([www.oktave.fr](http://www.oktave.fr)). Mais quelles que soient les entreprises que vous décidez de consulter, votre conseiller INFO ÉNERGIE vous aidera à comprendre les différents devis, à choisir le plus compétitif, mais aussi celui qui offre les meilleures garanties.

À compter du 1er juillet 2014 pour le ECO-PTZ et du 31 décembre 2014 pour la CITE, seuls les travaux réalisés par les entreprises satisfaisant à des critères de qualification, à savoir les entreprises RGE, seront éligibles à ces dispositifs.

## ET POUR VOTRE PROJET DE CONSTRUCTION...

**1. Conseils** : que vous ayez choisi de construire en mode BBC, passif ou BEPOS, les conseillers INFO ÉNERGIE sont à votre disposition.

**2. Aides** : les principales aides sont les suivantes : Crédit d'Impôt Transition Énergétique, exonération de la taxe foncière dans certaines communes et bonification du COS.

**3. Professionnels** : vous trouverez sur [www.climaxion.fr](http://www.climaxion.fr) une liste de professionnels expérimentés dans ce type de construction.

Vous rénovez BBC

Bénéficiez de conseil objectifs  
appelez un conseiller INFO ÉNERGIE au

**0 800 60 60 44** Service & appel gratuits

Trouvez les professionnels expérimentés BBC  
consultez une plateforme Territoriale Rénovation Énergétique

Bénéficiez d'aides financières

- Crédit d'Impôt Transition Énergétique
  - Eco-prêt à taux zéro
  - Aide à la rénovation BBC

Lancez les travaux !



## LES LABELS À CONNAÎTRE

Les différents labels qui certifient les performances des bâtiments sont tantôt complémentaires, tantôt redondants... et parfois concurrents. D'où la difficulté de s'y retrouver. Par ailleurs, il convient de se méfier d'une foule de pseudo labels à caractère commercial et qui n'ont rien d'officiel... sinon l'apparence.

### ► RÉGLEMENTATIONS THERMIQUES RT2005 ET RT2012

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2013, dans le secteur du logement, la Réglementation Thermique 2005 a passé le flambeau à la RT2012. Définie par la loi, elle fixe une limite maximale à la consommation énergétique des bâtiments neufs. Le niveau de la RT2012 est comparable aux exigences BBC.

### ► RÉGLEMENTATION THERMIQUE POUR L'EXISTANT

Elle s'applique aux opérations de rénovation « élément par élément » et indique les performances minimales à respecter pour les travaux d'isolation... mais il est plus intéressant pour vous d'aller plus loin que ce minimum et d'atteindre la basse consommation (rénovation « complète »).

### ► LABELS EFFINERGIE 2017

Soucieuse de continuer à accompagner la filière, l'association effinergie a lancé, en 2017, 3 nouveaux labels pour la construction : les labels BBC-effinergie 2017, BEPOS-effinergie 2017 et BEPOS+effinergie 2017. Basés sur la RT 2012, ils accompagnent ce qui préfigure la future réglementation thermique et surtout gardent les exigences de sobriété, efficacité et de qualité chères à l'association.

Un Bâtiment à Énergie POSitive produit plus d'énergie qu'il n'en consomme pour son fonctionnement. C'est généralement un bâtiment très performant, équipé de systèmes de production d'énergie, généralement photovoltaïques.

### ► MINERGIE ET PASSIVHAUS (MAISON PASSIVE)

Ces labels précurseurs ont été créés dans les années 90, respectivement en Suisse et en Allemagne. Un bâtiment passif qualifie un bâtiment où le système de chauffage est très limité voire absent.

### ► LABEL HQE

Ce label de Haute Qualité Environnementale est moins exigeant que les précédents du point de vue de la performance énergétique, mais il est plus large : il intègre des critères comme l'intégration du bâtiment à son environnement immédiat, un chantier à faibles nuisances, la gestion de l'eau, la qualité sanitaire, le confort acoustique...



### ► LABEL ENERGIE CARBONE : L'EXPERIMENTATION E+C-

La nouvelle réglementation environnementale est prévue en 2018 pour les bâtiments publics et en 2020 pour toute construction neuve avec l'exigence d'effectuer un bilan carbone.

Une expérimentation est en cours afin d'ajuster les niveaux d'exigence à respecter pour atteindre les niveaux de consommation d'énergie et d'impact carbone prévus.

L'évaluation des impacts environnementaux se base sur le principe de l'Analyse de Cycle de Vie (ACV).

## **RGE** RECONNU GARANT DE L'ENVIRONNEMENT

Parce que la qualité des travaux est un enjeu essentiel pour la réussite de votre projet et que le choix d'un professionnel est parfois complexe, l'ADEME et le Ministère du Développement Durable ont créé la mention « Reconnu Garant de l'Environnement ».

Des organisations partenaires (FFB, CAPEB, Qualibat, Qualit'EnR, Qualifelec) ont défini, d'un commun accord, dans une charte d'engagement les exigences à respecter pour bénéficier de cette mention « Reconnu Garant de l'Environnement ».

Les qualifications ou les signes de qualité concernés\* bénéficient de la mention « Reconnu Garant de l'Environnement », ce qui permet désormais aux particuliers de repérer plus facilement les entreprises apportant la confiance nécessaire pour réaliser leurs travaux d'économie d'énergie, même sans forcément aller jusqu'au niveau BBC.

\* marques « Les Pros de la performance énergétique » et « ECO Artisan » ; appellations Qualisol, QualiPV, Qualibois, Qualipac et Qualifelec.

# UNE RÉNOVATION BBC, MOINS CHÈRE QU'UNE RÉNOVATION STANDARD ?

Ces deux exemples réels donnent la réponse : grâce à la généralisation des techniques du BBC, aux avantages fiscaux et aux économies d'énergie réalisées, une construction ou une rénovation BBC peuvent être vite rentables.

## ► RÉNOVATION D'UNE MAISON INDIVIDUELLE F4 DE 120 M<sup>2</sup> À HOLTZWIHR

- 3 personnes
- revenu mensuel de 4 100 euros

Exemple 1	Sans travaux	Rénovation BBC
Coût des travaux énergétiques	0 €	57 000 €
Facture de chauffage annuelle après travaux	2 500 €	500 €
<b>Financement</b>		
Apport initial	0 €	0 €
Aides (CITE, CEE, etc.)	0 €	8 900 €
ECO-PTZ	0 €	30 000 €
Prêt complémentaire (Taux 2%)	0 €	18 100 €
<b>Budget mensuel ménage en 2018</b>	<b>208 €</b>	<b>326 €</b>
Mensualités prêts	0 €	284 €
Dépense mensuelle chauffage	208 €	42 €
<b>Budget mensuel ménage en 2028</b>	<b>280 €</b>	<b>341 €</b>
Mensualités prêts	0 €	284 €
Dépense mensuelle chauffage	280 €	57 €
<b>Budget mensuel ménage en 2033</b>	<b>324 €</b>	<b>65 €</b>
Mensualités prêts	0 €	0 €
Dépense mensuelle chauffage	324 €	65 €

## ► RÉNOVATION D'UN APPARTEMENT F3 DE 70 M<sup>2</sup> À REIMS

- 2 personnes
- revenu mensuel de 3 600 euros

Exemple 2	Sans travaux	Rénovation BBC
Coût des travaux énergétiques	0 €	15 000 €
Facture de chauffage annuelle après travaux	1 200 €	240 €
<b>Financement</b>		
Apport initial	0 €	0 €
Aides (CITE, CEE, etc.)	0 €	6 000 €
ECO-PTZ	0 €	9 000 €
Prêt complémentaire (Taux 2%)	0 €	0 €
<b>Budget mensuel ménage en 2018</b>	<b>100 €</b>	<b>95 €</b>
Mensualités prêts	0 €	75 €
Dépense mensuelle chauffage	100 €	20 €
<b>Budget mensuel ménage en 2028</b>	<b>135 €</b>	<b>27 €</b>
Mensualités prêts	0 €	0 €
Dépense mensuelle chauffage	135 €	27 €
<b>Budget mensuel ménage en 2033</b>	<b>155 €</b>	<b>32 €</b>
Mensualités prêts	0 €	0 €
Dépense mensuelle chauffage	155 €	32 €

## ADOPTER LES ÉCO-GESTES

**Économiser l'énergie et l'eau, trier, valoriser ou composter les déchets : des gestes simples pour agir chez soi au quotidien en faveur de la qualité de son logement et de l'environnement.**

### ► EN HIVER

La très bonne isolation du bâtiment économe en énergie et la qualité des fenêtres permettent un bon confort dès 19 °C. C'est important de respecter cette température parce que, pour chaque degré de plus dans votre logement BBC, votre consommation de chauffage et donc l'émission de gaz favorisant le changement climatique augmentent de 15% !

N'occultez jamais les bouches de soufflage ou de reprise d'air. Il n'y aurait plus de renouvellement d'air dans votre logement (ce qui pourrait être dangereux pour votre santé et dégrader le bâtiment). L'ouverture des volets pendant la journée permet de profiter des apports solaires, leur fermeture la nuit permet de réduire les consommations de chauffage.

### ► EN ÉTÉ

Il faut prendre garde de ne pas faire entrer la chaleur dans le logement et fermer les fenêtres dès que la température extérieure atteint la température intérieure. Il faut aussi impérativement :

- ouvrir vos fenêtres les nuits d'été pour évacuer la chaleur emmagasinée dans le logement en cours de journée et profiter de la fraîcheur nocturne ;
- arrêter et débrancher tous les appareils électriques dont vous n'avez pas besoin : même en veille, ils consomment de l'électricité et chauffent le logement ;
- utiliser plutôt de courtes douches que des bains, cela apportera moins de chaleur au logement ;
- fermer les volets en journée pour éviter la pénétration du soleil ;
- végétaliser les abords du logement quand c'est possible pour limiter la réverbération du soleil et l'accumulation de la chaleur dans les murs.

### ► EN TOUTES SAISONS

- j'utilise des mitigeurs qui permettent de réduire la consommation d'eau ;
- j'installe une chasse d'eau avec double commande 3/6 litres ;
- je dégivre régulièrement mon congélateur ;
- j'évite d'utiliser un sèche-linge, qui représente à lui seul 15% de mes consommations en électricité (hors chauffage). Je sèche le linge à l'extérieur ou dans un local bien ventilé, pour faire des économies ;
- je lave mon linge à basse température. Les cycles à 40°C économisent 25% d'énergie par rapport à un lavage à 60 °C. De plus, en utilisant la touche Eco sur votre lave-linge, vous réduisez votre consommation en électricité jusqu'à 45% ;
- j'éteins complètement mes appareils électriques car ils consomment aussi en veille.

### ► ATTENTION AU SURÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE !

Ces appareils font aujourd'hui partie de notre environnement familial. Réfrigérateurs et lave-linge équipent plus de 95% des ménages et la technologie s'est installée dans nos salons : TV, lecteur DVD, Hi-fi, ordinateur, tablette numérique, box... attention au suréquipement.

En 20 ans, la consommation d'électricité pour alimenter tous nos équipements a augmenté de plus de 80%, à tel point qu'elle peut représenter l'équivalent de la consommation de chauffage d'un bâtiment BBC ! Pour l'électroménager, vous pouvez diviser la consommation de votre équipement par trois en choisissant un appareil classé A+++ au lieu de A. Les ampoules basse consommation vous permettent de diviser par quatre vos dépenses d'éclairage.

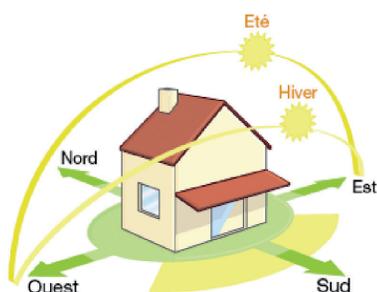


# LES 7 CLÉS DE VOTRE RÉNOVATION EN CONSTRUCTION BBC

## CLÉ 1

### COMPACTITÉ ET OUVERTURE AU SOLEIL

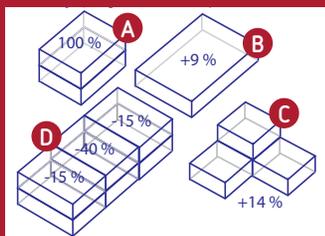
**Quel meilleur chauffage que le soleil lui-même ? Des volumes simples et compacts additionnés à une façade sud largement vitrée et dotée de protections solaires adéquates valorisent les apports solaires et favorisent la réduction des besoins de chauffage.**



L'orientation du bâtiment et l'aménagement des espaces intérieurs doivent être bien pensés pour bénéficier pleinement des apports solaires. Pièces à vivre au sud avec de larges ouvertures verticales et toit débordant ; chambres à coucher et pièces utilitaires au nord avec des ouvertures plus réduites : c'est en résumé le plan à suivre pour réduire la consommation énergétique tout en gagnant en confort. La répartition des fenêtres dans la construction doit être judicieusement conçue : 50% des surfaces vitrées au sud, 20% à l'est et l'ouest, 10% au nord.

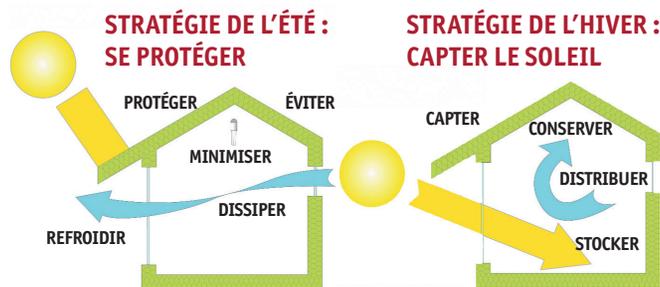
## PRIVILÉGIER LA COMPACTITÉ

Un bâtiment compact est un bâtiment dont la forme se rapproche de celle d'un cube (A). Sans brider la conception architecturale, il est plus économique à la construction et bénéfique pour l'efficacité thermique de retenir une forme plutôt compacte. Un bâtiment étalé (B) ou « découpé » (C) nécessitera un effort particulier pour bien isoler l'ensemble des décrochements et découpes, car ils représenteront une part non négligeable dans les déperditions, les points faibles pour l'étanchéité à l'air et le traitement des ponts thermiques. Par ailleurs, passer de la maison individuelle à un habitat « en bande » (D) ou à du petit collectif, permet de diminuer les surfaces déperditives et donc d'améliorer la compacité et de diminuer les coûts d'investissement.



Exemple de déperditions comparées de l'enveloppe de différents logements de 96 m<sup>2</sup>.

Ces déperditions ont un effet direct sur la note de chauffage.



### LE CONFORT D'ÉTÉ

Dans les bâtiments très bien isolés, le confort d'été peut devenir problématique. En effet, l'énergie du soleil captée ressort difficilement du fait de l'importante isolation, ce qui peut provoquer des surchauffes. Pour les éviter :

#### - bien dimensionner les ouvertures

Attention aux grandes parois vitrées qui captent la chaleur en hiver mais aussi en été et peuvent donc, si elle ne sont pas occultées, entraîner un inconfort important en saison chaude. On évitera de dépasser un ratio de 1 m<sup>2</sup> de paroi vitrée pour 5 ou 6 m<sup>2</sup> de surface habitable.

#### - limiter les apports solaires

La protection solaire des parois vitrées est un élément essentiel. Utiliser des masques architecturaux (balcon, casquette, loggia, auvent, volets...) : sur la façade sud, ils permettent, en hiver, de laisser entrer le soleil, mais ils apportent de l'ombre en été lorsque le soleil est haut.

#### - aménager des masques végétaux

On peut aussi utiliser le cycle des végétaux pour se protéger des rayonnements solaires. Les végétaux à feuilles caduques perdent leur feuillage en hiver, laissant ainsi pénétrer le soleil, mais permettent de s'en protéger en été (arbres et pergolas) sur les façades est ou ouest.

#### - limiter les apports internes

Les apports internes liés à l'usage du bâtiment peuvent se traduire par une contribution de 3°C à 5°C de plus. Il est donc nécessaire de choisir des appareils électrodomestiques efficaces et bien dimensionnés, un éclairage économe en énergie et de les utiliser avec modération.

## L'INERTIE THERMIQUE

**BON À SAVOIR**

Comment garder, même les jours très chauds, une ambiance fraîche et confortable en tirant parti de la fraîcheur de la nuit ? Pour cela, il faut utiliser **la masse** de la structure du bâtiment (murs, planchers) pour augmenter son inertie. Il faudra aussi **ventiler très largement pendant la nuit** en ouvrant les fenêtres pour évacuer les calories accumulées la journée et stocker la fraîcheur de la nuit. L'inertie aura également un rôle positif l'hiver en permettant de **stocker la chaleur du soleil**, afin de réduire les consommations d'énergie. En rénovation comme en construction neuve, la position de l'isolant joue un rôle important sur l'inertie thermique. Placée à l'extérieur, l'isolation permet de **conserver la masse des murs dans l'inertie intérieure**. À l'inverse, placée à l'intérieur, l'isolation limite l'inertie thermique.

## CLÉ 2

### ISOLATION RENFORCÉE DES PAROIS

**Pour passer des classes énergétiques C,D,E... à la classe A, l'isolation renforcée des parois est essentielle.**

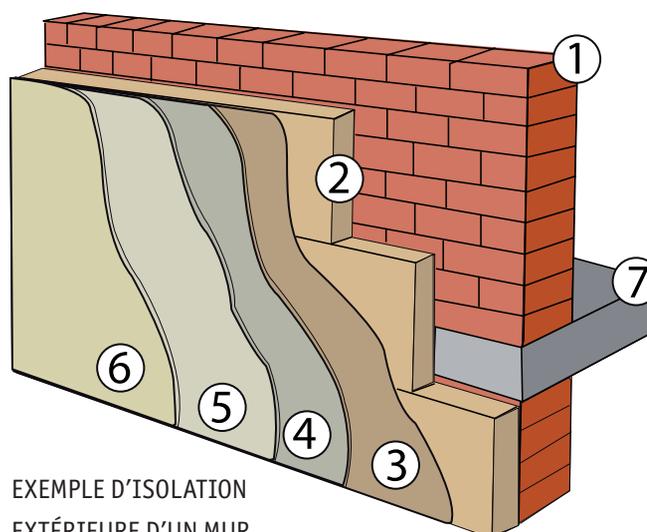
L'isolation des parois peut être réalisée soit par l'intérieur, au détriment de la surface habitable, soit par l'extérieur. Cette dernière solution doit être privilégiée en construction neuve et en rénovation car elle permet de supprimer presque tous les ponts thermiques tout en simplifiant les travaux de rénovation, notamment si le bâtiment est occupé. L'isolation répartie est intégrée au mur lui-même. Elle suppose l'utilisation de matériaux particuliers qui assurent à la fois la tenue mécanique et l'isolation (briques à alvéoles multiples, blocs de béton cellulaire, ossatures de bois isolées...).

**Les épaisseurs d'isolant** (équivalent laine minérale) doivent être au moins égales à 30 cm pour la toiture ou le plancher des combles, entre 12 et 20 cm pour les murs et de 15 cm pour le plancher sur cave. Une attention particulière est portée aux phases de conception et de chantier, afin de limiter au maximum les « fuites » de chaleur liées à une discontinuité de l'enveloppe isolante et/ou de l'étanchéité à l'air.

**Les isolants conventionnels** sont principalement les laines minérales (laines de verre et de roche) et les plastiques alvéolaires (polystyrène et polyuréthane). Ils sont issus de matières non renouvelables.

**Les isolants naturels** sont fabriqués avec une part variable de matières renouvelables. Il s'agit en particulier de produits fabriqués à base de fibres végétales ou animales, comme la ouate de cellulose, la laine de bois, le liège, le chanvre ou encore la paille. Plusieurs de ces produits bénéficient d'une reconnaissance technique pour leur mise en œuvre, et sont de plus en plus disponibles sur le marché.

Plus d'infos sur les matériaux d'isolation dans le « guide des matériaux isolants » Climaxion.



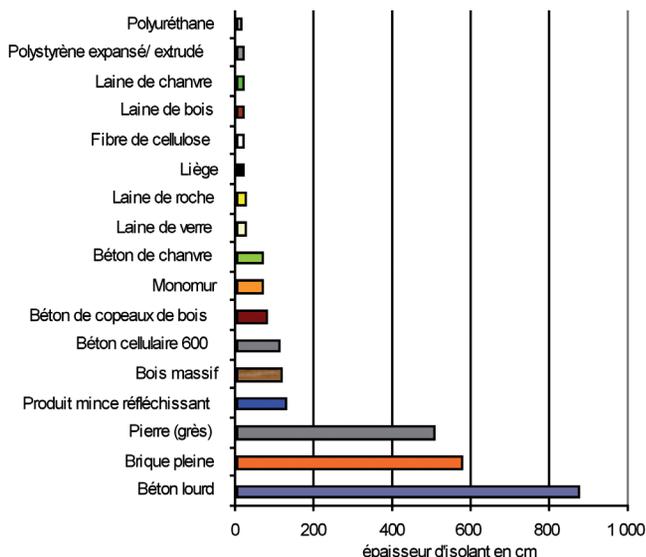
EXEMPLE D'ISOLATION EXTÉRIEURE D'UN MUR

- 1/ Mur d'origine
- 2/ Panneaux isolants
- 3/4/5/ Treillis d'homogénéisation et couches d'accrochage
- 6/ Enduit de finition
- 7/ Dalle de plancher

**BON À SAVOIR**

#### QUESTION DE TEMPÉRATURES

La température ressentie est la moyenne entre la température de l'air et celle des parois qui nous entourent. Avec une température de parois de 17°C et une température de l'air de 21°C, la température ressentie par le corps sera de  $(21+17)/2=19^{\circ}\text{C}$ . Ainsi, pour avoir une température ressentie agréable, vous êtes obligé de surchauffer l'air pour compenser la froideur de murs mal isolés ou de fenêtres peu performantes.



Épaisseur de matériau nécessaire pour obtenir une résistance thermique (R) de 5 m².K/W

### CHIFFRE CLÉ

Il faut une épaisseur de béton **45** fois plus grande qu'une épaisseur de laine de chanvre pour atteindre la même performance d'isolation.

L'investissement dans l'isolation pourra être compensé, au moins en partie, par des économies sur le système de chauffage, nécessairement moins puissant qu'avant isolation.

**Les propriétés des matériaux** utilisés pour les murs, le sol, le plafond et les fenêtres d'une maison ont une influence directe sur la consommation d'énergie.

La résistance thermique d'un matériau représente l'aptitude de celui-ci à ralentir la propagation de l'énergie qui le traverse.

### ► ET L'ÉNERGIE GRISE ?

Parmi les matériaux utilisés dans le bâtiment, il existe des différences d'impacts environnementaux, lesquels doivent être évalués sur l'ensemble du cycle de vie, « du berceau à la tombe » : extraction de matière première, production, mise en oeuvre, recyclage...

Généralement, l'énergie économisée par l'action d'isoler un bâtiment pendant son cycle de vie est de très loin supérieure à l'énergie dépensée (énergie grise) pour fabriquer l'isolant. Mais quand le bâtiment est conçu de manière à atteindre la basse consommation, la quantité d'énergie utilisée pour fabriquer l'isolant devient significative.

\* Consommation d'énergie primaire pour les usages : chauffage + eau chaude + éclairage + auxiliaires de ventilation + rafraîchissement

\*\* Isolant de conductivité thermique  $d = 0,04 \text{ W/(m.K)}$  ouate de cellulose, laine de bois, laine minérale, etc.

**BON À SAVOIR**

### PETIT LEXIQUE THERMIQUE

**Conductivité thermique ( $\lambda$ )** : elle caractérise l'aptitude d'un matériau à conduire la chaleur. Plus le chiffre est petit, plus la paroi est isolante. Elle s'exprime en  $\text{W/(m.K)}$ .  
**Résistance thermique d'une paroi (R)** : c'est la résistance qu'oppose la paroi au passage de la chaleur. Plus le chiffre est élevé, plus la paroi est isolante. Elle s'exprime en  $\text{m}^2.\text{K/W}$ .  
**Transmission thermique d'une paroi (U)** : elle caractérise l'aptitude d'une paroi à transmettre la chaleur. Plus le chiffre est petit, plus la paroi est isolante. C'est l'inverse de la résistance. Elle s'exprime en  $\text{W/(m}^2.\text{K)}$ .



Panneaux de fibres de bois dense (matériau biosourcé)

### ÉPAISSEURS MINIMALES D'ISOLANT SELON LE NIVEAU DE CONSOMMATION SOUHAITÉ

	Niveau « basse consommation » (RT 2012 / BBC-effi-nergie) 40 à 80 kWh/m².an*	Niveau « passif » < 40 kWh/m².an*
<b>Isolation R toit</b> cm isolant**	7,5 30 cm	10 40 cm
<b>Isolation R plancher</b> cm isolant**	3,5 15 cm	6 30 cm
<b>Isolation R façade</b> cm isolant**	5 Isolation par l'extérieur 20 cm	7 Isolation par l'extérieur 30 cm

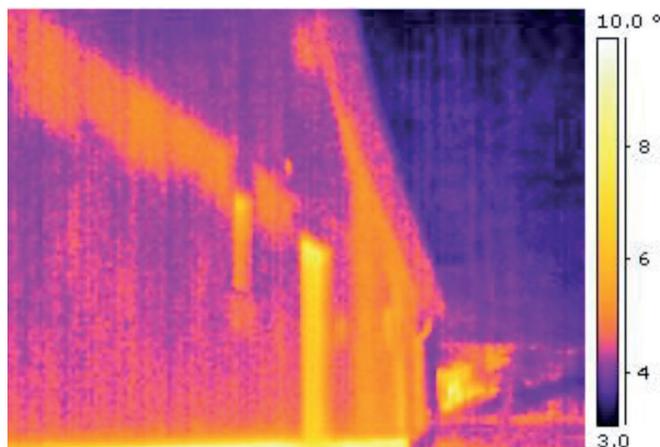


## CLÉ 3

### TRAITER LES PONTS THERMIQUES

**Quels que soient les systèmes de construction ou d'isolation, il est indispensable de veiller au traitement des ponts thermiques. Qu'ils soient de structure ou liés à l'insertion des balcons, coffres de volets roulants, baies, loggias...**

Les ponts thermiques sont des zones de « fuite » de chaleur, là où l'isolation fait défaut. Ils se situent généralement aux points de jonction des différentes parties de la construction : nez de planchers, linteaux à la périphérie des ouvertures... Ces ponts thermiques doivent faire l'objet de croquis détaillés afin de comprendre l'origine de la « fuite » et de la traiter le mieux possible. Les ponts thermiques sont à l'origine de zones froides dans la maison et donc sources d'inconfort. À leur niveau, on constate souvent la condensation de l'humidité, l'apparition de moisissures ou le décollement des papiers peints. D'où l'intérêt de l'isolation extérieure qui élimine une bonne partie des ponts thermiques.



Thermographie

#### CHIFFRE CLÉ

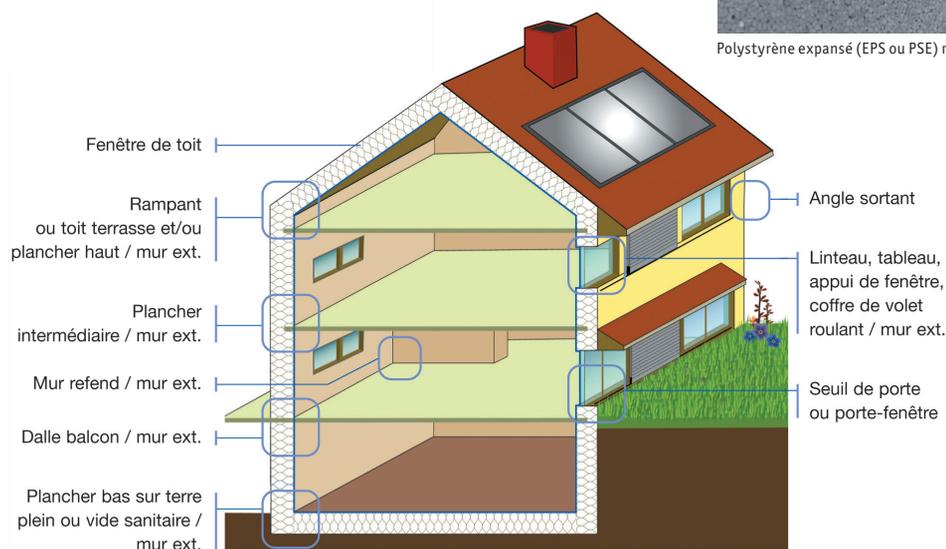
# 40%

**Lorsqu'ils ne sont pas traités, les ponts thermiques représentent 10 à 40% des déperditions totales du bâtiment.**



Polystyrène expansé (EPS ou PSE) matériau synthétique

#### Principaux ponts thermiques à traiter :

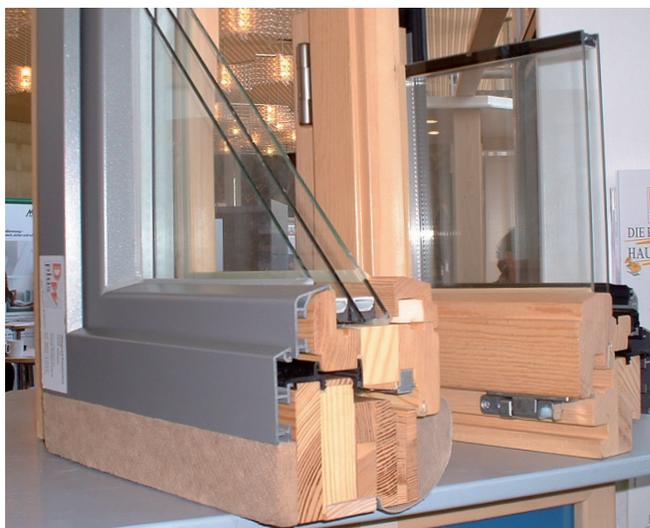




## CLÉ 4

### INSTALLER DES FENÊTRES PERFORMANTES

Si la qualité même des menuiseries extérieures influe sur les consommations énergétiques et sur le confort, leur pose est également un point important à soigner pour assurer une bonne étanchéité à l'air et une limitation des ponts thermiques.



Autrefois, la taille des fenêtres était limitée pour éviter les déperditions excessives en hiver. Aujourd'hui, avec des fenêtres performantes équipées de volets efficaces, cet aspect s'atténue considérablement même si une fenêtre reste entre 5 et 10 fois moins isolante qu'un mur correctement isolé. Des fenêtres orientées vers le sud permettent même de gagner plus d'énergie solaire durant la saison de chauffe qu'elles ne perdent de chaleur. Cette disposition judicieuse des baies vitrées permet, en outre, de limiter l'éclairage artificiel.

En revanche, des précautions doivent être prises en matière de confort d'été. **Il faut éviter un taux de vitrage trop important générateur d'échauffement excessif.** En particulier, si le bâtiment est situé dans un environnement trop bruyant limitant la possibilité d'ouvrir les fenêtres, on aura intérêt à limiter le taux de vitrage et à bien les protéger du soleil. Les fenêtres de toit sont caractérisées par une inclinaison qui favorise les risques de surchauffe en été.



**BON À SAVOIR**

#### SIGNES DISTINCTIFS DE QUALITÉ

Ils sont issus de démarches volontaires des fabricants qui choisissent de se faire labelliser ou d'adhérer à une charte afin d'afficher la qualité de leurs produits.

> le certificat « Acotherm » garantit les niveaux d'isolation acoustique et thermique de la fenêtre selon la classification suivante (plus l'indice est élevé, plus la fenêtre est isolante) : AC1 à AC4 pour la qualité acoustique, Th5 à Th11 pour la qualité thermique. Préférez les classes Th11, Th10, Th9 pour une meilleure qualité thermique.

> la certification « NF Fenêtres bois » garantit de nombreux critères techniques de la fenêtre : longévité, étanchéité à l'air et à l'eau, résistance au vent et tenue des finitions.

> la charte « menuiseries 21 » engage ses signataires sur la qualité technique de leurs produits (étanchéité, résistance, isolation), sur un niveau élevé de services ainsi que sur des procédés de fabrication à moindre impact sur l'environnement.

CHIFFRE CLÉ

**20-25%**

Si la RT2012 impose dans le neuf un taux de vitrage minimum de 1/6 de la surface habitable, attention à ne pas dépasser 20-25% pour limiter les risques de surchauffe estivale.

PERFORMANCES MINIMALES À METTRE EN OEUVRE SELON LE NIVEAU DE CONSOMMATION SOUHAITÉ		
	<b>Niveau « basse consommation »</b> (RT 2012 / BBC-effi-nergie) 40 à 80 kWh/m <sup>2</sup> .an*	<b>Niveau « passif »</b> < 40 kWh/m <sup>2</sup> .an*
<b>Fenêtre [U<sub>w</sub>max]</b>	<b>1,4 W/(m<sup>2</sup>.K)</b> [double vitrage à l'isolation thermique renforcée Ugmax = 1,1 W/(m <sup>2</sup> .K)]	<b>1,1 W/(m<sup>2</sup>.K) à 0,8</b> [triple vitrage Ugmax = 0,8 W/(m <sup>2</sup> .K)]

\* Consommation d'énergie primaire pour les usages : chauffage + eau chaude+ éclairage+ auxiliaires de ventilation + rafraîchissement.

U<sub>w</sub> : transmission thermique de la fenêtre (vitrage + châssis)

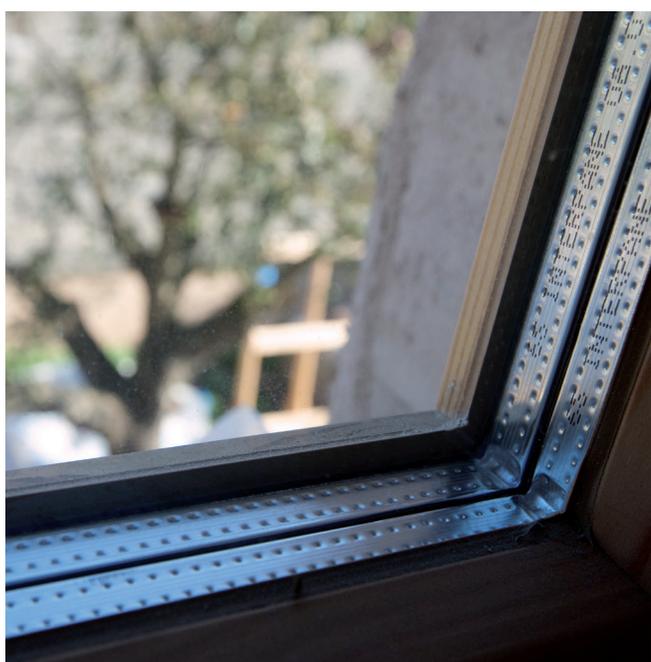
U<sub>g</sub> : transmission thermique du vitrage seul

En construction comme en rénovation, **il est impératif d'utiliser les meilleures fenêtres que l'on trouve sur le marché et qui présentent un coefficient de transmission thermique performant.** Elles sont composées d'un double vitrage peu émissif à isolation thermique renforcée.

**Les fenêtres à triple vitrage peuvent être nécessaires pour atteindre les performances recherchées.** Il reste qu'un compromis peut être trouvé, dans le neuf comme en rénovation, en plaçant le triple vitrage uniquement en façade nord, où les apports solaires sont inexistantes.

Autre recommandation : **choisir des menuiseries extérieures possédant une étanchéité parfaite et une très bonne isolation thermique.** Le bois et le PVC offrent de bonnes performances. Les encadrements de fenêtres métalliques sans rupteur de pont thermique sont, en revanche, peu efficaces en termes d'isolation. Certains vitrages dits « thermo acoustiques » réduisent également les nuisances sonores.

Enfin, c'est un excellent moyen de stocker du carbone et de choisir des produits fabriqués en région.



## EN BOIS, C'EST ENCORE MIEUX !

Grâce aux avancées technologiques de ses différents composants, la fenêtre en bois est aujourd'hui très performante. Une très bonne étanchéité et des performances mécaniques, thermiques et anti-effraction prouvées en font un matériel fiable dont le prix est devenu très compétitif.

Le bois apporte une note chaleureuse. Grâce à la multiplicité de ses formes et de ses reliefs, la fenêtre bois s'adapte à toutes les architectures. Quel que soit le bois utilisé, vous pouvez exiger le label PEFC, FSC ou équivalent qui garantit la provenance d'une forêt gérée durablement.

La menuiserie bois possède une rigidité et une longévité exceptionnelles, si elle est bien entretenue. L'entretien permet en effet de nourrir le bois et de le protéger de l'humidité, du soleil, des insectes et des champignons. Les produits de finition de plus en plus performants, permettent d'espacer davantage l'entretien dans le temps. Choisissez des solutions d'entretien de préférence à base de produits naturels comme l'huile de lin.



## CLÉ 5

### ÉVITER LES FUITES D'AIR

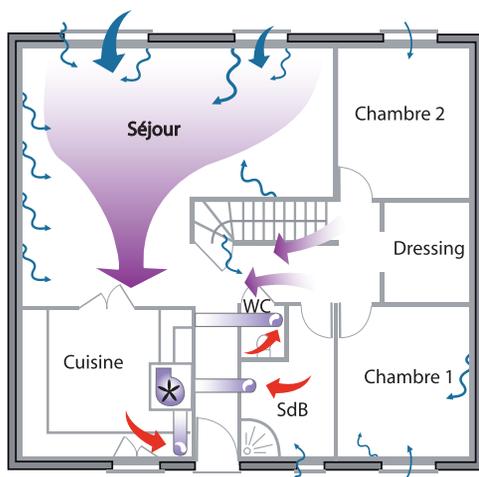
**L'impact énergétique d'une mauvaise étanchéité à l'air est particulièrement significatif, surtout si le climat est froid et venteux. Il est nécessaire d'intégrer cette préoccupation dès la phase de conception du bâtiment.**

Des défauts d'étanchéité à l'air sont souvent rencontrés, au niveau des fenêtres par exemple, ou du passage des différents câbles. Dans un logement classique, ces fuites peuvent générer un grand gaspillage d'énergie.

Des produits spécifiques existent pour résoudre ces problèmes d'étanchéité (rubans, manchons, bandes d'étanchéité...), que ce soit dans la construction ou la rénovation. La bonne étanchéité à l'air d'un bâtiment se contrôle à l'aide d'un test d'infiltrométrie appelé aussi test de la porte soufflante (blower door test) : une porte du bâtiment est remplacée par un châssis équipé d'un ventilateur et de manomètres, reliés à un ordinateur. Le système chasse l'air du volume intérieur, créant une dépression qui active les fuites d'air aux points de non étanchéité. Il est ainsi possible de mesurer la performance de l'enveloppe et de repérer les éventuels défauts.

Quelques conseils pratiques :

- la porte d'entrée, point faible au niveau de la perméabilité, ne doit pas être placée sur la façade exposée au vent dominant ;
- placer le tableau électrique ainsi que le chauffe-eau à l'intérieur de l'enveloppe ;
- ne pas intégrer le garage dans l'enveloppe étanche à l'air ;
- éviter de placer les prises électriques sur les murs de façade ou prévoir un espace technique entre le mur et les finitions intérieures pour le passage des gaines pour éviter d'avoir à la traverser.



Dans cette habitation dotée d'une VMC simple flux (flèches rouges), les flux d'air sont mal répartis notamment à cause des infiltrations (flèches bleues). S'y ajoutent d'autres fuites au niveau des fenêtres, des prises électriques, télévision, téléphone et des encadrements de menuiseries dès lors, le balayage de l'ensemble des pièces n'est plus assuré correctement.



Test d'étanchéité à l'air, à découvrir en vidéo sur [www.climaxion.fr](http://www.climaxion.fr) ou [www.oktave.fr](http://www.oktave.fr)

**BON À SAVOIR**

#### LES AVANTAGES D'UNE BONNE ÉTANCHÉITÉ À L'AIR BIEN FAITE

- Réduction des besoins énergétiques
- Augmentation de la durée de vie du bâtiment
- Insonorisation améliorée entre intérieur et extérieur
- Réduction des courants d'air parasites
- Optimisation de la ventilation

### TOUT SAVOIR SUR L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

**Hygrométrie :** taux d'humidité.

**Sd :** coefficient de résistance à la migration de la vapeur d'eau. Il s'exprime en m.

**Pare-pluie :** membrane d'étanchéification imperméable à l'eau, ouverte à la diffusion de la vapeur d'eau (Sd très faible, proche de 0,10 m), qui protège l'isolant ou le mur du milieu extérieur.

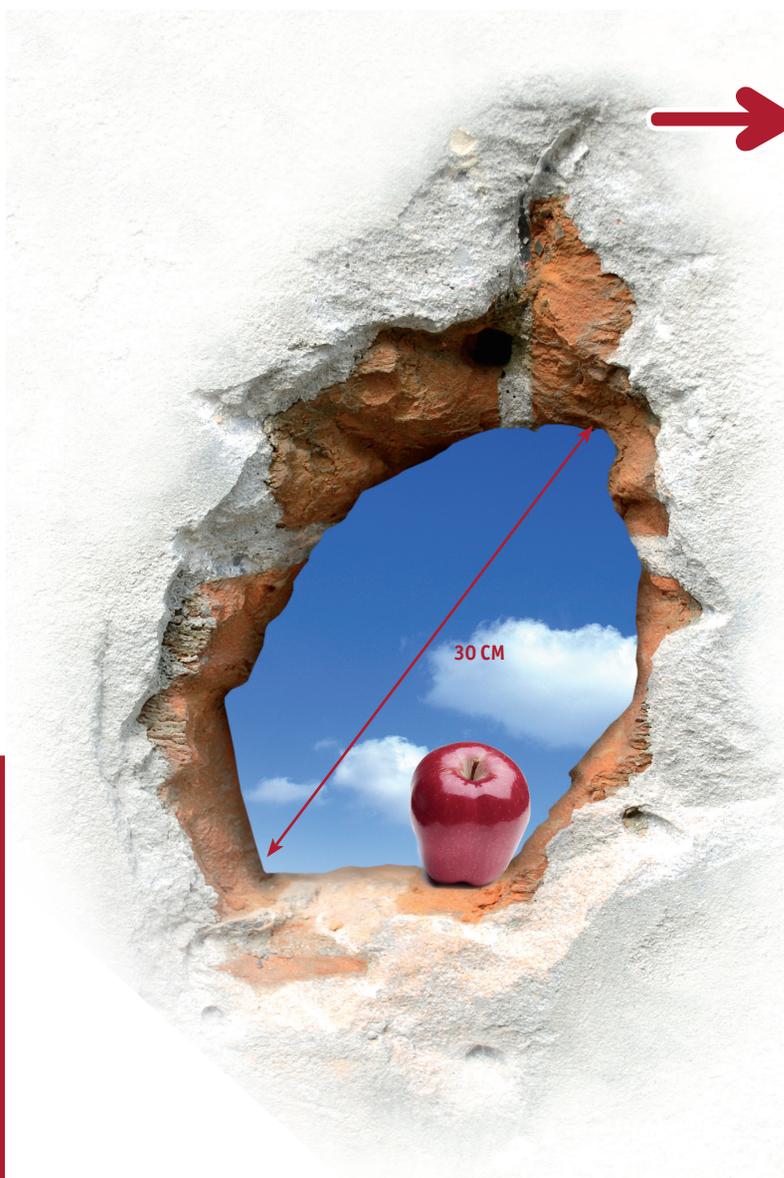
**Pare-vapeur :** membrane d'étanchéification fermée à la diffusion de la vapeur d'eau (Sd très élevé, 10m).

**Freine-vapeur :** membrane d'étanchéification à l'air ouverte à la diffusion de la vapeur d'eau pouvant être soit à diffusion constante (Sd moyen, de 1 à 3 m), soit à diffusion hygroadaptée : ouverte à la diffusion en ambiance à hygrométrie absolue élevée (en été, Sd faible, environ 0,5m) mais beaucoup plus fermée à la diffusion en ambiance à hygrométrie absolue faible (conditions hivernales, Sd de 4 à 10m).

## LA RESPIRABILITÉ D'UNE MAISON EST ESSENTIELLE

Ses parois doivent pouvoir évacuer l'humidité qui peut s'y trouver. En particulier, la migration de vapeur d'eau à travers la paroi est un phénomène physique qui a pour cause la différence des taux d'humidité et des températures entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment. Il y a donc un risque de condensation dans les murs. Le système de construction des murs doit respecter précisément l'emplacement de l'isolant et des différents matériaux qui le

composent afin d'optimiser les transferts d'humidité. Sans ces précautions, des dégradations irréversibles peuvent apparaître (moisissures, corrosion, perte d'efficacité des isolants, pourriture de la structure...). Les matériaux seront disposés de telle sorte que leur résistance à la vapeur d'eau soit dégressive de l'intérieur vers l'extérieur : le freine-vapeur à l'intérieur (hygroadapté si possible), le pare-pluie à l'extérieur.



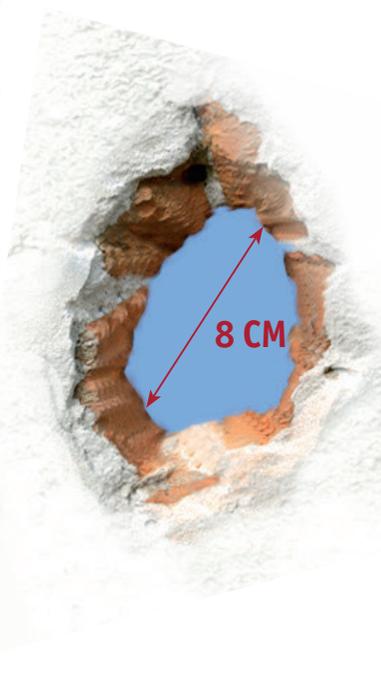
### CE QUE REPRÉSENTENT LES DÉFAUTS D'ÉTANCHÉITÉ

Imaginez un immense trou dans la façade de votre maison : c'est ce que représentent tous les défauts d'étanchéité cumulés.

Ici, la comparaison des deux diamètres est révélatrice.

**Le plus petit** – soit l'équivalent d'une carte de crédit – correspond à l'exigence d'une maison passive.

**Le plus grand** – soit l'équivalent d'une feuille A4 – correspond à la surface équivalente des défauts d'étanchéité pour une maison individuelle.



#### CHIFFRE CLÉ

# 200 m<sup>3</sup>/h

Fuites d'air d'une maison « standard » de 100 m<sup>2</sup>

# 92% de moins

Fuites d'air d'une maison passive

### ÉTANCHÉITÉ DE L'AIR DES BÂTIMENTS

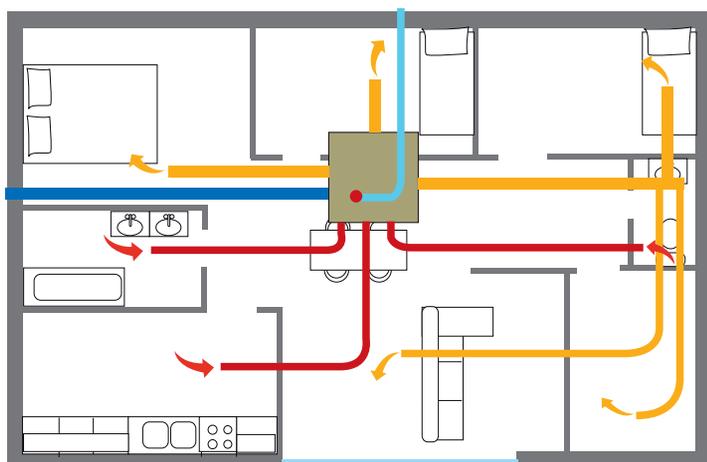
Pour visionner le film : [www.climaxion.fr](http://www.climaxion.fr), rubrique « actualités »

Pour recevoir le guide accompagné du film sur DVD, contactez votre fédération professionnelle ou envoyez un message à [contact@climaxion.fr](mailto:contact@climaxion.fr)



## CLÉ 6

### OPTER POUR UNE VENTILATION PERFORMANTE



VMC\* double flux avec récupération d'énergie

- Air neuf froid extérieur entrant
- Air chaud vicié sortant de l'intérieur
- Air neuf préchauffé entrant à l'intérieur
- Air vicié sortant à l'extérieur



Dès lors que l'on améliore l'étanchéité à l'air d'un bâtiment, il y a lieu d'assurer la continuité du renouvellement d'air pour garantir une bonne qualité de l'air intérieur.

La ventilation d'un logement est impérative pour maintenir une ambiance saine. Elle a pour fonction d'évacuer la vapeur d'eau et l'air pollué ou vicié par les occupants, la cuisine, les appareils sanitaires et ménagers afin d'éviter condensation, odeurs et dégradations. Mais en hiver, lorsque la température est basse, le réchauffement de l'air froid entrant dans le logement représente une part très importante des besoins de chauffage : c'est là que la VMC\* double flux montre sa supériorité.

La ventilation générale et permanente des logements est une obligation légale pour tous les logements postérieurs à 1982. L'installation et l'utilisation d'une VMC\*, est le moyen le plus sûr de s'y conformer. Les techniques de ventilation sont aujourd'hui bien maîtrisées.

**BON À SAVOIR**

#### CHOISIR ET ENTREtenir SA VMC\*

- Une VMC\* est prévue pour fonctionner toute l'année, 24h/24 : il est donc important de choisir un modèle équipé d'un moteur performant et peu gourmand. Cela est d'autant plus vrai pour un modèle à double-flux, équipé de deux moteurs. À moyen terme, le choix d'un modèle économe en énergie sera gagnant.
- L'entretien régulier de la VMC\* permet de conserver les performances d'origine, d'avoir une consommation électrique faible et d'assurer une bonne qualité d'air : vous veillerez à nettoyer les bouches trois fois par an, les circuits deux fois par an et des filtres une à deux fois par an.

CHIFFRE CLÉ

**80%**

La qualité des ventilations double flux peut être variable : il faut choisir un produit présentant une efficacité de récupération de l'échangeur de plus de 80 % avec des moteurs à faible consommation d'énergie (à courant continu).

\* Ventilation mécanique contrôlée

## CARACTÉRISTIQUES MINIMALES À METTRE EN OEUVRE SELON LE NIVEAU DE CONSOMMATION SOUHAITÉ

	<b>Niveau « basse consommation »</b> (RT 2012 / BBC-effi-nergie) 40 à 80 kWh/m <sup>2</sup> .an*	<b>Niveau « passif »</b> < 40 kWh/m <sup>2</sup> .an*
<b>Ventilation</b>	Double flux avec récupération de chaleur, rendement élevé	Double flux avec récupération de chaleur, rendement élevé

\* Consommation d'énergie primaire pour les usages : chauffage + eau chaude + éclairage + auxiliaires de ventilation + rafraîchissement

### • VMC\* simple flux

L'air frais venant de l'extérieur traverse d'abord les pièces de séjour et les chambres puis est évacué des pièces de service (cuisine, salle d'eau, WC) grâce à un groupe d'extraction comportant un ventilateur.

Ce dispositif est à éviter car il ne permet absolument pas de contrôler les pertes d'énergie et ne permet donc pas d'atteindre les performances de la basse consommation.

### • VMC\* simple flux hygroréglable

Le débit d'air varie en fonction de l'humidité ambiante : l'évacuation est plus forte lorsque l'air est très humide. Lorsque l'air est peu humide, la ventilation est ralentie et on évite de rejeter trop d'air chaud à l'extérieur.

Ce système permet une petite économie par rapport à la VMC\* simple flux et peut constituer une solution suffisante dans le cas d'une rénovation basse consommation.

### • VMC\* double flux avec récupération d'énergie

Dans une maison basse consommation la ventilation mécanique double flux est conseillée pour récupérer la chaleur de l'air extrait par la ventilation : grâce à un échangeur de chaleur, ce type de ventilation insuffle l'air entrant réchauffé par les calories récupérées sur l'air extrait.

Avec ce système, il n'y a plus de bouches d'entrées d'air froid particulièrement désagréables dans les pièces de vie. On peut même filtrer l'air entrant, mais dans tous les cas il faut assurer une maintenance régulière des installations pour assurer une bonne qualité de l'air intérieur.

Cet équipement est plus coûteux qu'une VMC\* simple flux mais permet des économies de chauffage importantes (jusqu'à 30%) en récupérant jusqu'à 70% (90% dans les systèmes haute performance) de l'énergie contenue dans l'air vicié extrait et en profitant de la chaleur dégagée par la cuisson, la chaleur humaine ou la toilette.

L'installation peut aussi être raccordée à un puits canadien. Bien sûr, les hautes performances de ces systèmes ne sont possibles qu'à condition d'avoir éliminé les fuites d'air au préalable (voir clé n°5).

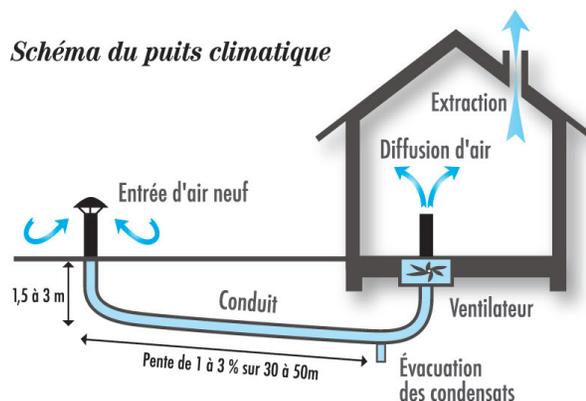


Exemple de caisson de ventilation double flux avec récupération de chaleur à haut rendement.

## LE Puits CANADIEN, C'EST QUOI ?

Le puits canadien appelé aussi puits climatique ou puits provençal constitue un système de ventilation qui tempère l'air neuf entrant dans la maison. L'air neuf, aspiré à l'extérieur, circule dans un tube d'une trentaine de mètres de long, enfoui à plus d'un mètre de profondeur dans le sol où la température est assez constante toute l'année. Il s'y rafraîchit en été, s'y réchauffe en hiver. Il est ensuite pulsé à l'intérieur.

Attention ! Ce dispositif, simple dans son principe, est délicat à mettre en oeuvre. Mal dimensionné, il est inefficace d'un point de vue thermique. Si le puits n'est pas parfaitement réalisé, la vapeur d'eau y condense et des moisissures peuvent s'y développer, contaminant l'air dans la maison. C'est un équipement plutôt destiné aux bâtiments neufs.





# CLÉ 7

## INVESTIR DANS UN CHAUFFAGE À HAUT RENDEMENT

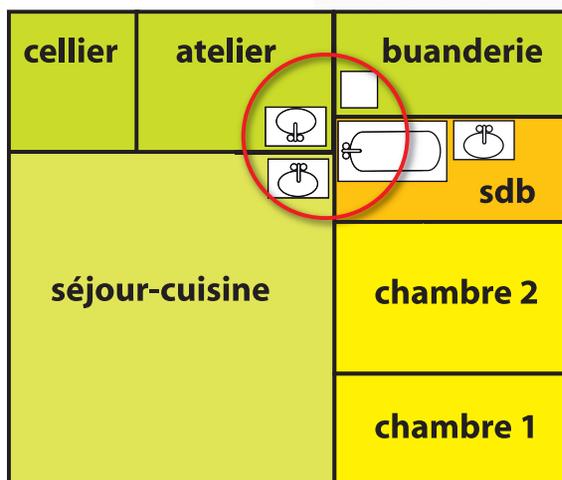
**Le chauffage représente un poste important de consommation dans un logement. L'investissement dans un système performant est déterminant pour réaliser des économies.**

Lors du renouvellement d'un système de chauffage, il est impératif de raisonner en « coût global » : le coût d'acquisition du matériel, les coûts prévisionnels d'utilisation et d'entretien de l'installation et sa durée de vie. Si vous faites le choix du fioul ou du gaz, privilégiez les équipements à haut rendement. Dans tous les cas, un bâtiment économe en énergie nécessitera un appareil de chauffage et des émetteurs moins puissants, donc moins coûteux.

Dans un bâtiment économe, une attention particulière doit être portée au dimensionnement des installations qui sont plus réduites : puissance de la chaudière, diamètre des canalisations, taille des radiateurs.

Une installation de chauffage est toujours dimensionnée pour répondre aux périodes de froid extrême. Pendant le reste de la période de chauffe, c'est le système de régulation qui a pour fonction d'ajuster la puissance utilisée. Une mauvaise adéquation entre la demande et l'offre de chaleur peut être à l'origine d'une insuffisance de chaleur et d'un inconfort. Le système de régulation prend en compte la totalité des besoins de l'habitation grâce à un thermostat d'ambiance et/ou une sonde extérieure. Il agit pour cela sur la production et la distribution de chaleur. Il peut aussi prendre en compte les besoins d'une pièce en particulier grâce à des robinets thermostatiques.

Le système agit alors sur l'émission de chaleur et génère des gains sur la facture de chauffage pouvant atteindre 20%.



Le regroupement des points de puisage permet d'économiser l'eau et l'énergie, en limitant la longueur du réseau de distribution.

CHIFFRE CLÉ

### 10 000 km

Un chauffe-eau solaire individuel évite le rejet de 800 à 1 500 kg de CO<sub>2</sub> par an, soit l'équivalent de ce que produit une petite voiture en parcourant 10 000 km.

**BON À SAVOIR**

### EAU CHAUDE SANITAIRE : CONSEILS PRATIQUES

Il est essentiel de faire attention aux points suivants pour limiter ses consommations :

- les ballons de stockage peuvent représenter des pertes de chaleur considérables. Il est impératif qu'ils soient fortement isolés eux-mêmes ou insérés dans des placards bien isolés. Alors que dans un bâtiment classique, une partie de ces pertes sert au chauffage, dans un logement basse consommation, où les besoins de chauffage sont réduits, elles se traduisent par un gaspillage important et des risques de surchauffe en été ;
- l'installation de régulateurs de débits sur la robinetterie permet de diminuer la consommation en eau ;
- enfin, le rapprochement des points de puisage permet de réduire les pertes de chaleur dues à la distribution et les consommations en eau.



## OSER LES ÉNERGIES RENOUVELABLES

À la faveur de techniques perfectionnées et abordables, de plus en plus de constructions intègrent le solaire et le bois-énergie pour l'eau chaude sanitaire et le chauffage. Les énergies renouvelables sont des solutions fiables, économiques et écologiques.

### Une solution fiable...

Qu'il s'agisse de capteurs solaires ou de chaudières à bois, les équipements actuels sont performants et fiables. Bien conçue et bien mise en oeuvre, une installation solaire ou bois-énergie peut fonctionner pendant plus de 20 ans.

### ...économique...

Les prix du bois-énergie sont moins élevés que ceux du fioul, du gaz et de l'électricité qui sont dépendants des cours mondiaux du prix du pétrole. Inépuisables, les énergies renouvelables multiplient les avantages à moyen et long terme. Elles génèrent aussi également plus d'emplois locaux.

### ...et écologique

Recourir à l'énergie naturelle fournie par le soleil ou nos forêts, c'est consommer une énergie locale qui limite les émissions de gaz à effet de serre, et réduit notre contribution au réchauffement climatique.

Inépuisable et non polluante, l'énergie solaire comporte deux filières : le solaire thermique (production de chaleur) et le photovoltaïque (production d'électricité).

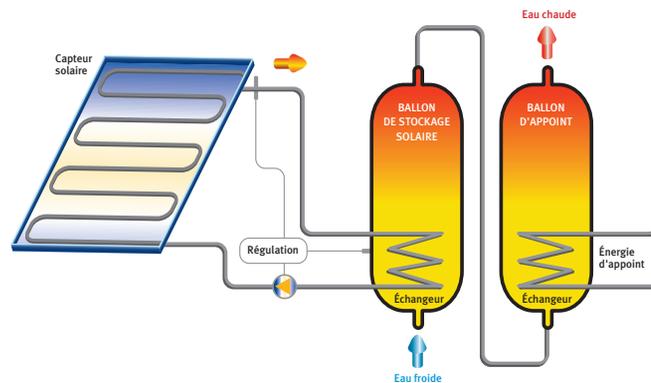
Le solaire thermique est aujourd'hui économique grâce à des matériels performants, des primes d'installation et un crédit d'impôt. L'énergie du soleil est absorbée grâce à des capteurs solaires basés sur le principe d'une serre.

Les panneaux photovoltaïques convertissent la lumière du soleil en électricité grâce à des cellules photovoltaïques. L'électricité ainsi produite est achetée par le réseau à un prix supérieur au tarif résidentiel.

#### CHIFFRE CLÉ

# 1m<sup>2</sup>

Pour la production d'eau chaude sanitaire, il faut compter 1 m<sup>2</sup> de capteur par personne, sur la base d'une consommation moyenne de 30 à 50 litres d'eau chaude par jour/personne.



#### LE FONCTIONNEMENT DU CHAUFFE-EAU SOLAIRE

Un liquide caloporteur circule entre le capteur exposé au soleil et le ballon de stockage. Dans le ballon, le liquide traverse un échangeur thermique et cède sa chaleur à l'eau sanitaire.

**BON À SAVOIR**

### UN CHAUFFE-EAU SOLAIRE INDIVIDUEL, COMBIEN ÇA COÛTE ?

Nombre d'habitants : 5

#### Détails de l'installation

Surface des panneaux : 5 m<sup>2</sup>

Ballon de stockage : 250 litres

Productivité moyenne des capteurs : 520 kWh/m<sup>2</sup>/an

Taux de couverture solaire : environ 50% des besoins énergétiques

#### Coût

Coût de l'installation : 6 500 € TTC (dont 5 000 € TTC de matériel)

#### Aide financière 2018

CITE 2017 : [www.ecocitoyens.fr](http://www.ecocitoyens.fr)

Aide éventuelle de votre commune

**Coût final : environ 4 700 € TTC** en fonction du crédit d'impôt variable selon les équipements choisis

#### Effet sur l'environnement :

1 tonne de CO<sub>2</sub> en moins chaque année !

# PRIVILÉGIÉ

## LES CHAUDIÈRES À BOIS

**À plaquettes ou à granulés, les chaudières bois actuelles affichent leurs performances. Pourquoi s'en priver ?**

**Les chaudières bois actuelles** sont modernes et performantes. L'alimentation, la combustion et l'évacuation des cendres sont automatisées. Une chaudière à bois à alimentation automatique peut couvrir jusqu'à 100 % des besoins en chauffage et en eau chaude de votre maison.

**Les chaudières bois peuvent fonctionner avec des plaquettes ou des granulés.** Les plaquettes résultent du broyage de bois issus de la forêt. Les granulés sont fabriqués à partir de sciures provenant des industries du bois (scieries et menuiseries) ou de plaquettes. Ils offrent plusieurs avantages : automatisation totale de l'installation, multiplicité des modes de livraison, pouvoir calorifique élevé.

Il est fortement conseillé de se fournir en granulés respectant la norme DIN ou DIN+, encore plus exigeante. Lorsqu'on réduit fortement les besoins en chauffage d'un logement, on peut envisager l'installation d'appareils de taille réduite et ne nécessitant plus l'utilisation d'un réseau de chauffage à eau, donc moins coûteux.

L'avantage du poêle à granulés par rapport au poêle à bûches réside dans son fonctionnement automatique. Le besoin en combustible est de quelques kilos de granulés par jour. La réserve ne nécessite donc que très peu de place. La combustion, grâce au contrôle automatique de l'alimentation en granulés, est aussi optimisée.

**Le label Flamme Verte** s'applique aux appareils domestiques de chauffage au bois. Il garantit leur qualité, leurs performances énergétique et environnementale et donne droit au crédit d'impôt. De même, des chartes de qualité visent à promouvoir un bois bûche de qualité à haut rendement énergétique.

**Le fonctionnement d'une chaudière bois à alimentation automatique.** Le bois, sous forme de plaquettes ou de granulés, est stocké dans un silo. De là, il est acheminé automatiquement vers la chaudière par le biais d'une vis sans fin. Une régulation contrôle les arrivées d'air à l'intérieur de la chaudière, de manière à optimiser la qualité de la combustion.

**BON À SAVOIR**

### UNE CHAUDIÈRE BOIS AUTOMATIQUE À GRANULÉS, COMBIEN ÇA COÛTE ?

Surface de la maison (récente et bien isolée) : 140 m<sup>2</sup>

#### Détails de l'installation

Puissance de chaudière nécessaire : 5 à 12 kW

Volume de silo pour une autonomie d'un an : environ 4 m<sup>3</sup>

Consommation annuelle de granulés : 1 à 2 tonnes

#### Coût

Coût de l'installation (chaudière + silo) : 15 000 € TTC (dont 13 000 € TTC de matériel)

Coût du combustible : 200 à 400 € TTC /an

Entretien annuel : 150 € TTC

#### Aide financière 2018

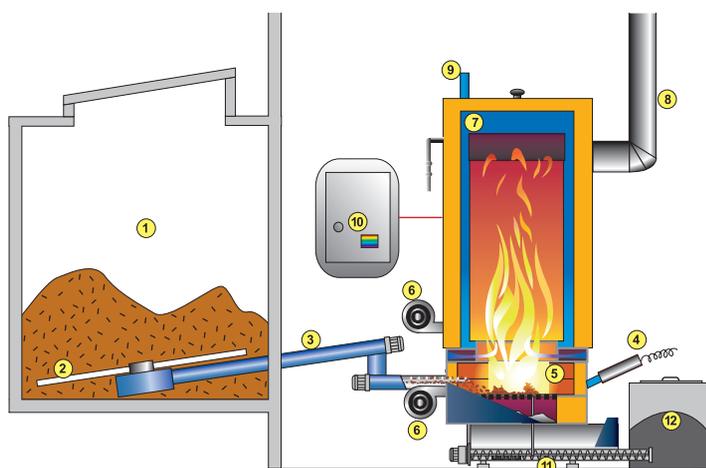
CITE 2017 : [www.ecocitoyens.fr](http://www.ecocitoyens.fr)

Région Grand Est : 1 500 € TTC

#### Coût final

- entre 15 000 € TTC et 20 000 € TTC installation comprise ;

- si remplacement d'une installation existante : de 10 500 € TTC à 14 000 € TTC.



- 1- Silo d'alimentation
- 2- Désilage rotatif à lames souples
- 3- Vis d'alimentation
- 4- Allumage automatique
- 5- Chambre de combustion
- 6- Ventilateur d'air de combustion
- 7- Échangeur de chaleur
- 8- Cheminée
- 9- Départ réseau de chaleur
- 10- Armoire de régulation
- 11- Vis de décendrage
- 12- Conteneur à cendres

## ET LES AUTRES ÉNERGIES ?

**Pompe à chaleur, chaudière à condensation, chauffage électrique : d'autres solutions de chauffage existent, avec leurs avantages et leurs inconvénients.**

**La Pompe à Chaleur (PAC)** capte la chaleur contenue dans un milieu (le sol : géothermie, l'air : aérothermie, l'eau d'une nappe : aquathermie) pour la diffuser à l'intérieur d'un logement grâce à un appareil équipé d'un compresseur et d'échangeurs de chaleur.

Ses avantages ? C'est d'abord un procédé « efficace ». En effet, 1 kWh électrique consommé permet de restituer théoriquement jusqu'à 5 kWh de chauffage (pour les plus performantes).

Mais, plus que les autres systèmes décrits, une PAC mal posée et mal entretenue peut être très néfaste pour l'environnement. C'est un système qui doit être posé et entretenu par un professionnel qualifié.

Il existe des systèmes compacts – PAC sur air extrait – qui intègrent à la fois le traitement de l'air au moyen d'une ventilation double flux à laquelle est associée une micro-pompe à chaleur permettant de fournir un complément de chauffage de l'air si nécessaire et parfois le chauffage de l'eau sanitaire.

Ces systèmes, encore peu fréquents, sont particulièrement bien adaptés aux maisons passives. Vous trouverez plus d'informations dans le guide climaxion sur la géothermie sur les pompes à chaleur.

**Les chaudières à condensation.** La chaudière récupère de la chaleur dite latente contenue dans les produits de combustion (la vapeur d'eau). Cette vapeur d'eau passe par un échangeur de chaleur et transmet cette chaleur au circuit d'eau chaude de l'habitation.

Ce système permet d'augmenter le rendement de 20 % par rapport à une chaudière standard. La condensation est uniquement compatible avec des circuits à basse température (plancher chauffant, radiateurs spécialement dimensionnés).



## LE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE, PRISONNIER D'UNE SEULE ÉNERGIE

Le faible coût d'installation du chauffage électrique est certainement son seul avantage, car ensuite, l'horizon s'assombrit ! Le coût de fonctionnement est élevé, tout comme l'impact environnemental : 1 kWh d'électricité au compteur « coûte » 2,58 kWh d'énergie primaire à la planète ou sociétal : l'usage massif du chauffage électrique en France implique des consommations d'électricité multipliées par 3 à 4 en période de grand froid, ce qui implique le surdimensionnement de la production et de la distribution pour de courtes périodes.

De plus, la maison qui est équipée d'un chauffage électrique direct est captive à long terme de cette énergie... à moins de réaliser de gros investissements.

Dans le cas d'un chauffage central, la chaudière bois, gaz, fioul ou la pompe à chaleur peut facilement être remplacée en fin de vie par un autre appareil, utilisant l'énergie la plus disponible et la plus compétitive à ce moment.

**BON À SAVOIR**

### TENDANCE : LE CHAUFFE-EAU THERMODYNAMIQUE

Cette nouvelle génération de chauffe-eau se développe rapidement, grâce à l'annonce par les fabricants de Coefficients de Performance (COP) élevés : animé par une pompe à chaleur air-eau, le chauffe-eau thermodynamique produirait environ 1 kWh d'eau chaude avec 0,25 kWh d'électricité.

Ce gain le rendrait plus compétitif que son cousin solaire... mais c'est loin d'être le cas en réalité, il est donc conseillé d'étudier la question de près, au cas par cas, avec votre conseiller.

# CONSULTEZ NOS AUTRES PUBLICATIONS :



## Contacts

### Pour les particuliers :

Pour obtenir des conseils pratiques, gratuits et neutres pour rénover votre logement ainsi que des informations sur les aides financières possibles, contactez un espace info énergie au

**ESPACES INFO ÉNERGIE**  
**N° Vert 0 800 60 60 44**

[www.eie-grandest.fr](http://www.eie-grandest.fr)



### Pour les professionnels du bâtiment :

Les centres de ressources Envirobat Grand Est

À Strasbourg : [www.energivie.pro](http://www.energivie.pro) / 03 88 14 49 96

À Nancy : [www.lqe.fr](http://www.lqe.fr) / 03 83 31 09 88

À Saint-Dizier : [www.arcad-ca.fr](http://www.arcad-ca.fr) / 03 25 94 41 18

À Reims : PQE FFB Grand Est / 03 26 48 42 06

Plus d'informations  
[www.climaxion.fr](http://www.climaxion.fr)

**climaxion**  
 anticiper • économiser • valoriser

