



RECOMMANDATIONS AUX CANDIDATS CONSTRUCTEURS OU RENOVATEURS

*Vous envisagez de construire prochainement une nouvelle maison, ou peut-être
entreprendre une rénovation en profondeur de votre habitation ?*

*Nous souhaitons vous apporter un certain nombre d'éléments de réflexion qui guideront
votre choix vers la construction/rénovation d'une habitation à haute performance
énergétique (**HPE**)...*



Rédaction du document

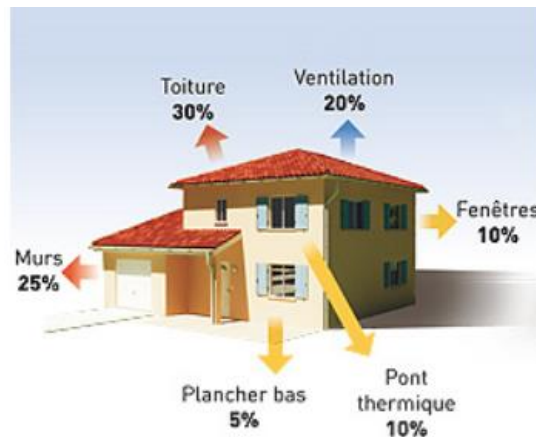
Raymond Betz – membre du Comité de Pilotage du Plan Climat LASNE 2030

Pour faire face aux problèmes climatiques que plus personne ne conteste aujourd'hui, il est devenu indispensable de réduire notre empreinte carbone et plus récemment de nous adapter à cet élément nouveau.

C'est dans ce contexte que la commune de Lasne a adopté un Plan d'Actions en faveur de l'Energie Durable et du Climat (PAEDC) qui doit nous aider à atteindre les objectifs qui ont été fixés par l'Europe en matière de réduction des gaz à effet de serre.

1 – Le bilan du PAEDC de Lasne révèle que 78 % des émissions de CO₂ proviennent des bâtiments résidentiels, publics ou commerciaux, à travers le chauffage de ceux-ci.

2 – Les experts ont évalué la répartition des **pertes de chaleur** dans une habitation-type 4 façades, qui sont à la source des émissions de CO₂ :



Nous allons analyser chacun des constituants de cette habitation, en proposant une ou des bonnes pratiques, pour réduire grandement ces pertes de chaleur, et donc diminuer le niveau d'émission de CO₂ de votre construction/rénovation.

Comment économiser l'énergie dépensée en chauffage ?

Première règle : la recherche d'un bâtiment à haute performance énergétique (HPE) passe par un choix très raisonné du terrain sur lequel la construction sera implantée.

Tenez compte du fait que **le bâtiment sera construit avec sa façade principale** orientée vers le **SUD** (si ce n'est pas possible une orientation Sud-Ouest est acceptable, éventuellement une orientation sud-est). Pourquoi ? Il faut que le soleil vous fournisse, en hiver, un maximum de rayonnement solaire afin de **diminuer le plus possible** l'apport interne de calories par le chauffage de la maison. (point 2).

La maison sera préférentiellement équipée de grandes baies vitrées pour les pièces de vie, qui seront obligatoirement ouvertes vers le sud (point 4). On tiendra compte de l'orientation, de la taille et des performances des vitrages, et en été, des protections solaires indispensables (point 9).

Cette orientation (favorable) du bâtiment constitue la base de la conception d'une maison

« bioclimatique » (*La maison bioclimatique est une construction qui s'adapte à son environnement. Écologique, elle s'inscrit dans le paysage et puise dans la nature de quoi fonctionner sans l'impacter*).

Un autre pilier consiste à utiliser, dans la mesure du possible, des matériaux biosourcés, qui ont un impact positif sur la diminution du CO2 émis, tout en assurant la même fonction. Toutefois, ce type de construction est peu fréquente en Belgique (au contraire de la France – norme RE2020), à l'exception des maisons à ossature bois (voir point 9).

Deuxième règle, bien connue, mais trop peu appliquée :

La meilleure énergie est celle qu'on ne consomme pas...

Voyons dès lors comment appliquer ce principe pour chaque élément de la construction. Ces principes s'appliquent également, dans une large mesure, à la rénovation *en profondeur* d'une habitation, seule manière d'atteindre une performance énergétique suffisante (pour les constructions neuves en Wallonie, minimum classe PEB A, A+ ou même A++, ou Q-ZEN, depuis janvier 2021).

Voir : <https://vu.fr/FFnB>



1 – Le toit

L'isolation du toit est absolument primordiale, puisque 30% des pertes de chaleur se font à travers cette partie du bâtiment (voir dessin ci-dessus). À titre d'exemple, on y mettra une **très épaisse couche d'isolant** : au minimum 20 cm d'épaisseur, voire 50 cm (si le choix se porte sur la laine de verre) dans le cadre d'une habitation dite passive (en fonction du type d'isolant – voir tableau de l'efficacité énergétique des isolants en annexe – la réglementation PEB exige que la valeur U_{max} de la paroi soit de 0,24 W/m².K. ; par comparaison le passif demande 0,15 W/m².K. max). Des matériaux souples (laine de verre, laine de roche, fibre de bois, de coton, de chanvre) ou des matériaux rigides (polyisocyanurate (PIR), polyuréthane (PU), polyéthylène expansé (PEX)...) peuvent être placés entre ou sur les chevrons du toit.

Il est recommandé de placer également un film de sous toiture (protection à la pluie), sous la couverture (tuiles, ardoises) et un film « pare-vapeur », frein-vapeur ou « intelligent » du côté « chaud » de la pièce (voir point 4).

Faites un rapide calcul de l'économie engendrée par une plus grande épaisseur d'isolant (de préférence un rapport prix/efficacité énergétique).

2 – Les murs

À cause de leur grande surface (plusieurs dizaines ou centaines de mètres carrés), les murs doivent être particulièrement bien isolés, puisqu'ils constituent 25% des pertes de chaleur de la maison. Pensons au fait qu'une construction neuve est faite pour durer 50, voire 100 ans. L'*amélioration* de l'isolation des murs d'un bâtiment *existant* est une opération à laisser à des professionnels, et qu'on ne fait qu'une fois, au cours de la durée de vie de l'habitation. Elle est, de plus, coûteuse (plusieurs dizaines de milliers d'euros). Il est donc *préférable de privilégier DÈS LE DÉPART* une **forte épaisseur d'isolant**, qui doit être la PREMIÈRE PRIORITÉ à envisager dans une construction NEUVE, au détriment d'autres améliorations moins importantes.

Les constructions belges comprennent traditionnellement une « coulisse ventilée » (aération derrière la brique de façade) ; actuellement, les constructions-type ont la structure suivante :

1 - bloc intérieur de soutènement, souvent en béton, en terre cuite ou cellulaire

2 – application (crochet d'isolant) d'une (10 cm minimum pour la norme wallonne Q-ZEN) ou deux couches d'isolant (minimum 12+10 cm – 2 plaques croisées - à 22 cm = passif), de préférence rigides (les laines de verre et de roche sont abandonnées progressivement dans les murs verticaux, vu les éventuels problèmes de tassement).

3 – coulisse ventilée de 1 à 3 cm

4 – brique de parement, enduit accroché à l'isolant (sans coulisse ventilée), plaques de briquettes.



Isolant : 12 + 10 cm (PIR, PUR...) – (© R.Betz)

À nouveau, il est recommandé de faire un calcul du bénéfice thermique engendré par une plus forte épaisseur d'isolant, en fonction du coût, **et surtout des économies d'énergie (gaz – attention ! à moyen terme le gaz – énergie fossile – sera banni par la Commission européenne – le mazout ne sera plus accepté au 1^{er} mars 2025) Par contre, l'utilisation de l'électricité pour une pompe à chaleur (chauffage dans le sol + eau chaude) est recommandée pendant toute ou partie de l'existence de la maison.**

Les maisons à ossature bois constituent une autre manière de construire des maisons HPE. Plusieurs facteurs doivent être soigneusement étudiés dans ce type de construction : inertie du bâtiment initialement faible, à renforcer par des cloisons « lourdes » accumulant la chaleur entrée dans le bâtiment, protection contre le feu, solidité en cas d'évènements climatiques extrêmes, prix...).

Les meilleures habitations, très économes en énergie, sont les maisons **passives**, qui **en principe**, ont un besoin minimal de chauffage. Le niveau de performance énergétique de ces maisons est atteint avec un besoin en énergie de chauffage de maximum 15 kWh/m².an. Pour cela, il faut prévoir une épaisseur minimale du meilleur isolant (PIR) de **22 cm**.

3 – Le sol

Les principes appliqués aux murs peuvent aussi s'appliquer au sol. Très fréquemment, l'habitation est construite sur une dalle de béton posée sur le sol. Une première question se pose au niveau des éventuelles caves. Si le choix se porte sur des caves, celles-ci seront construites sur une dalle en béton souvent non isolée et le volume des caves aura avantage à se situer en dehors du « volume protégé » (= volume très bien isolé). Il faudra dans ce cas prévoir une ouverture (porte au bas d'un escalier p. ex.) particulièrement bien isolée (avec un seuil de porte spécial très étanche à l'air).

Si on opte pour l'absence de caves, la dalle en béton reposera sur le sol nu. Il faudra alors particulièrement veiller à l'isolation des sols des pièces *par l'intérieur*. On procédera au placement d'un isolant sur la dalle de sol (exemple : projection de polyuréthane), puis d'une chape recevant un carrelage ou un plancher. La valeur U de cet isolant de sol sera plus ambitieuse que la norme (valeur $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2.\text{K}$).

Le raccordement des murs (extérieurs) avec la dalle de sol (pont thermique !) se fera par la pose d'une première couche de blocs isolants cellulaires (à haute isolation thermique et hydrophobes, par exemple C500).

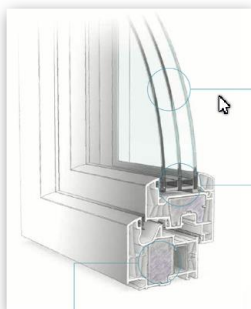
Un problème se pose également lors du raccordement de colonnes en béton montées sur la dalle de sol. Chaque interruption de la couche isolante est définie comme un potentiel pont thermique et doit donc être étudié afin d'en diminuer l'impact au maximum. On veillera à prévoir une isolation *périphérique* de la colonne et *sous* la dalle de sol, à l'endroit de l'implantation de la colonne en béton, avec un isolant particulièrement **efficace** et **rigide** (par exemple : plaques de verre cellulaire).

En l'absence de caves, on visera, pour la dalle de sol, une épaisseur d'isolation similaire à celle des murs...

4 – Les fenêtres et les portes

Les châssis seront de préférence en bois ou PVC. L'aluminium est moins recommandé car il faut obligatoirement des châssis avec rupture thermique, qui sont souvent plus chers (surtout avec la hausse du prix de l'électricité).

On prévoira préférentiellement des châssis contenant une isolation supplémentaire (par exemple en sandwich pour le bois – ou remplissage d'une ou plusieurs chambres avec une mousse isolante pour des châssis PVC).



Châssis super isolés (certaines chambres remplies d'isolant) © Pierret

Les vitrages seront au minimum des vitrages doubles à haute isolation (couche métallique à basse émissivité sur l'intérieur de l'un des vitrages) et injection d'argon dans le creux. De plus, on choisira des intercalaires pour double ou triple vitrage à haute isolation, préférentiellement de couleur noire : boîtier de l'intercalaire en résine composite.

Au niveau isolation, les vitrages constituent un des premiers points faibles de la construction. S'il faut pousser l'isolation, l'investissement en vitrage triple viendra **en deuxième position** après l'augmentation de l'épaisseur de l'isolant mural.

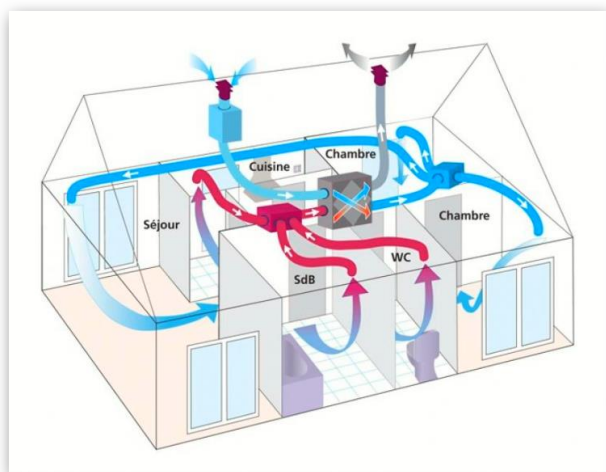
Les portes dites extérieures (entrée, terrasse) seront particulièrement isolées et étanches à l'air. S'il y a un ou des vitrages dans la porte, voir les recommandations pour les fenêtres. Si elles sont pleines, choisir ces portes en fonction de leur résistance thermique élevée (bois, PVC, avec isolant supplémentaire en partie pleine).

Le seuil de porte sera particulièrement efficace, si possible avec dispositif d'étanchéité inférieur (ex. Alusodial). On veillera à poser les châssis sur blocs de béton avec coupure thermique, bloc cellulaire isolant ou en verre cellulaire. Enfin, demander au fabricant des châssis de coller tout autour de ceux-ci une membrane d'étanchéité à l'air (point 6).

5 – Ventilation

La forte isolation (type « bouteille thermos ») et la grande étanchéité (voir point 6) du bâtiment exigent un dispositif de ventilation efficace. Dans un bâtiment peu étanche, la ventilation est assurée par toutes les petites entrées d'air autour des portes, des châssis ou des réglettes d'aération.

Deux types de dispositifs d'aération sont préconisés. Le premier système, dit type C, est dit « système d'extraction ». L'arrivée d'air frais est réalisée via les grilles de ventilation dans les châssis. Seule l'extraction de l'air vicié est mécanique. Pour une maison HPE, il est de loin préférable d'installer le système dit à « double flux avec échangeur de chaleur », de type D. L'air vicié intérieur échange ses calories avec l'air frais extérieur, dans un échangeur de chaleur souvent cubique. L'efficacité d'un tel système peut atteindre 90%. Il est obligatoire pour les **maisons passives**. Les systèmes à **simple flux** avec extraction sont moins efficaces. Pour ce système, les pertes calorifiques sont importantes.



Ventilation mécanique double flux (Système D) © DR

6 – Étanchéité à l'air

Un bâtiment à haute performance énergétique ou passif doit être **le plus étanche possible**.

Ces entrées d'air parasites sont la source de beaucoup de pertes de chaleur. Nous avons déjà vu l'intérêt d'un film intérieur pare-vapeur en toiture. On soignera le raccordement des murs du bâtiment en contact avec l'extérieur, avec les sols : pose d'un film d'étanchéité à la jointure, ou encore peinture d'étanchéité. Tous les orifices (pour boîtier électrique, passage de tuyaux ou de câbles électriques) seront rendus étanches avec des boîtes à membrane souple, de dispositifs spéciaux pour passage de mur etc... Les châssis de fenêtre seront munis d'une bande d'étanchéité lors de la fabrication du châssis, qui sera immergée dans le plafonnage entourant la fenêtre. Le plafonnage des murs sera particulièrement soigné, car il assure, lui aussi, une part de la bonne étanchéité.

On mesurera l'étanchéité du bâtiment grâce au test dit « Blowerdoor ». Un ventilateur réglable, est calé de façon hermétique dans une ouverture du bâtiment et crée une différence de pression entre l'intérieur du bâtiment et l'extérieur, toutes les portes et fenêtres étant fermées. On mesure la quantité d'air s'infiltrant ou s'exfiltrant du bâtiment (test en dépression et surpression) sous une différence de pression de 50 Pa. Ce chiffre doit être aussi faible que possible. Dans le cas d'un bâtiment passif, il doit être inférieur à 0,6 x le volume du bâtiment par heure.



Test Blowerdoor © R. Betz

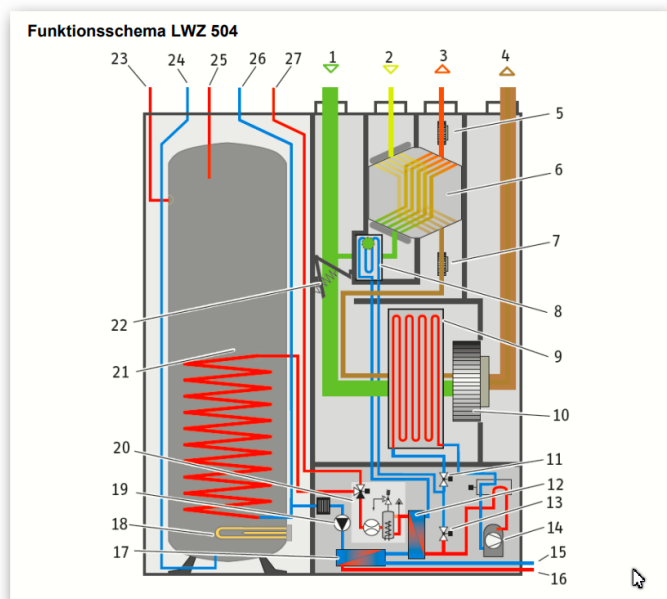
7 – Chauffage et eau chaude

Nous avons vu plus haut que progressivement les énergies fossiles allaient être supprimées (en Europe au plus tard en 2050). Si vous voulez diminuer vos besoins en chauffage (et aussi en électricité) au maximum, il est nécessaire de s'approcher le plus possible d'une maison de type « **passif** ». Le principe de ce type de construction a été émis et réalisé en 1996 en Allemagne. Ce type de construction s'étend maintenant partout en Europe et en Amérique. Rien qu'en Belgique, une centaine de maisons passives (ou HPE) ont été construites (des milliers en Europe). Les propriétaires sont quasi unanimes à être très satisfaits de ce type de construction.

Nous avons vu qu'un bâtiment suffisamment économe en énergie peut se satisfaire d'un dispositif de pompe à chaleur (air-eau ou sol-eau = géothermique p.ex). Plus le bâtiment sera bien isolé, plus la pompe à chaleur pourra être de faible puissance, et donc meilleur marché ! Encore, une économie substantielle en vue !

Enfin, pour l'eau chaude, vous avez aussi la possibilité de découpler le chauffage et l'eau chaude, en plaçant un chauffage-eau *thermodynamique*, qui puise ses calories dans l'air ambiant (de préférence extérieur).

Il existe aujourd'hui certaines solutions, où le réservoir d'eau chaude, la pompe à chaleur, le chauffage et la ventilation (type D) sont couplés dans une seule armoire, toutes ces parties étant interconnectées. Vous avez une grande armoire blanche, propre, nette et efficace, sans les multiples connections de plomberie et d'électricité si ces éléments sont séparés. L'armoire permet aussi, à travers la pompe à chaleur *du type « inverter »*, d'enclencher un refroidissement de l'eau qui circule dans les tuyaux de chauffage (rafraîchissement pour l'été – l'eau peut circuler dans le sol à 10°C - ce système ne vaut toutefois pas un refroidissement par pompe à chaleur air-air).



Exemple d'armoire comprenant réservoir d'eau chaude (21), chauffage (27), ventilation (2/3) et pompe à chaleur (12/14)

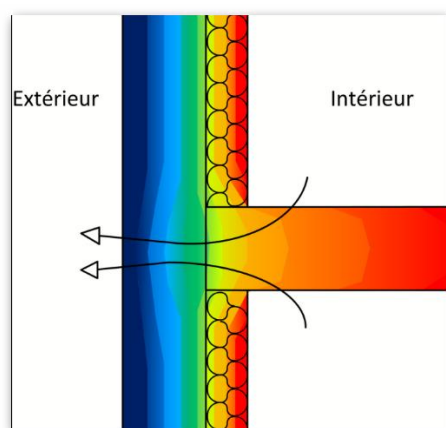
© Stiebel Eltron.

8 – Les ponts thermiques

Un bâtiment traditionnel présente une multitude de **ponts thermiques**. Ce sont des points faibles de l'enveloppe thermique du bâtiment, tels que des interruptions ou diminutions ponctuelles de la couche isolante. Nous avons déjà vu deux endroits où un pont thermique peut s'établir : le bas des murs reposant sur une dalle de sol non isolée et le pied des colonnes en béton (point 3).

Tous les autres ponts thermiques seront pourchassés et éliminés. Citons-en quelques autres : raccordement d'un plancher en béton posé sur un mur extérieur, raccordement d'un mur extérieur avec la couverture de toiture, les tablettes de fenêtre et seuils de porte en pierre (bleue) en contact avec l'intérieur, les linteaux de fenêtre, les cages de volets roulants, et tout endroit où l'isolation (de la « bouteille thermos ») est interrompue.

Il existe, pour chaque cas, une solution spécifique afin d'éliminer ce pont thermique : c'est le rôle de l'architecte de détecter ces ponts et d'y remédier. Il existe d'ailleurs des « catalogues » de types de ponts thermiques.



(CC BY SA 3.0)

9 – Surchauffe en été

La règle d'orientation vers le Sud, édictée au début de ce guide, présente malheureusement un **inconvenient majeur**. Il y a un sérieux risque de **surchauffe** en été. Il faut donc, obligatoirement, dans un bâtiment à haute performance énergétique, prévoir pour l'été, des moyens arrêtant le rayonnement solaire excédentaire. Et ce d'autant plus que le réchauffement climatique nous promet des étés de plus en plus chauds.

Plusieurs solutions sont possibles. À nouveau, il appartient à l'architecte de les présenter à son client et d'aider à un choix judicieux. Nous citerons, sans classement, les avancées de toiture ou de terrasse, les cloisons coulissantes devant les grandes fenêtres situées au sud, la pose de stores bannes ou de screens **extérieurs** (les screens *intérieurs* ne sont pas efficaces puisque la chaleur est déjà entrée dans le bâtiment), et enfin l'ombrage par des arbres à feuilles caduques (laissant passer le soleil d'hiver).

Une diminution de la surchauffe peut également être obtenue par l'ouverture en mode oscillo-battant, et de préférence la nuit, de plusieurs fenêtres situées au nord, afin de créer un courant d'air rafraîchissant. On supprimera également, par un by-pass, en été, l'échangeur de chaleur du dispositif de ventilation (ou l'enlèvement, parfois possible, de l'élément échangeur remplacé par un double circuit entrée/sortie). On peut aussi créer une « surventilation mécanique nocturne, qui crée toutefois une nuisance acoustique pour l'occupant.

10 – Les matériaux biosourcés

L'utilisation de matériaux biosourcés (tels que la paille, le bois ou la fibre de bois, le chanvre, le coton) peut constituer une alternative aux matériaux non naturels (briques, béton, isolants synthétiques). Nous entrons ici dans le domaine plus privé de la philosophie personnelle de chaque constructeur. Ces matériaux consomment effectivement moins d'énergie (et donc émettent moins de CO₂) lors de leur fabrication. Cependant, ils sont moins efficaces au niveau isolation. Il faut donc en utiliser plus, ce qui peut augmenter le prix de la construction/rénovation. En annexe 1, vous trouverez un tableau comparatif de la conductivité thermique (λ) de divers matériaux d'isolation.

11 – Divers

Les énergies renouvelables sont devenues **incontournables**. Vu les prix imprévisibles de l'énergie, il est extrêmement rentable de mettre des panneaux photovoltaïques (PV) en autoconsommation. Vous produirez votre propre électricité, que vous consommerez pendant la journée, pour tous vos appareils gros consommateurs d'énergie : séchoir, lave-linge, réfrigérateur, congélateur...et chauffage (point 7). Le soir, pour la cuisson des repas ou l'éclairage et les loisirs, vous puiserez éventuellement sur le réseau, à moins de mettre une batterie de stockage. Le prix des batteries est actuellement encore trop élevé, mais celui-ci baisse chaque année...donc d'ici 2 ou 3 ans, il faudra y penser...Actuellement, en Wallonie, et jusqu'en 2030, normalement, vous profiterez SURTOUT du compteur « tournant à l'envers » ; ce qui veut dire que l'électricité produite vous permet d'économiser l'électricité prélevée au prix du réseau...Une aubaine...ne changez surtout pas votre compteur tournant à l'envers pour un compteur bidirectionnel ou intelligent, sauf si ces derniers deviennent obligatoires ! Mais cet élément est tout un sujet en soi...questionnez le responsable Énergie de votre commune !

Donc, installez des PV sur votre toit (sans nécessité d'un permis d'urbanisme) ou dans votre jardin (avec permis) ; n'oubliez pas qu'il faut nettoyer vos panneaux, malgré la pluie, au moins tous les 2-3 ans (sinon baisse de rendement), ce qui nécessite (sur le toit), échelle, ou nacelle et main d'œuvre (soit plusieurs centaines d'euros).

Pensez à la **borne de recharge** pour véhicule électrique (le successeur se profile déjà sur le marché : la voiture à hydrogène).

Prévoyez des **arbres et arbustes** qui font baisser la température ambiante, surtout valable dans les villes...

Et n'oubliez pas de demander les **primes** que pourraient vous octroyer la commune, la province et la Région wallonne (voir le guichet de l'énergie ou votre conseiller en Énergie).

12 – Conclusions

La construction/rénovation d'un bâtiment à **haute performance énergétique** (HPE) est devenue une **quasi-nécessité**, face à la transition énergétique programmée et le prix de plus en plus élevé de l'énergie. De plus, on observe que les règlements régionaux constituent une obligation *légal*e toujours plus contraignante mais nécessaire à l'obtention, en Wallonie, d'un parc d'habitations économes en énergie (rappel : tous les bâtiments devraient être de classe PEB « A » en moyenne en 2050...). Le coût d'une isolation performante, dès le départ, peut paraître élevé, mais est rentabilisé en quelques années...

Il est donc souhaitable de privilégier, **dès le départ**, cette HPE au détriment d'autres domaines moins critiques de la construction/rénovation (sanitaire, peinture, jardin, décoration...) ; il est toujours possible, dans les années qui viennent, de revenir sur ces domaines moins critiques ; il est quasi impossible (ou très coûteux) de refaire l'isolation à posteriori...

Les bâtiments qui ne sont pas performants du point de vue énergétique vont perdre rapidement de la valeur (immobilière et locative) ; cet élément qui est apparu très récemment doit nous inciter à privilégier dans toute la mesure du possible les dépenses qui contribuent aux meilleures performances énergétiques.

Si vous souhaitez avoir encore plus de détails sur la Haute Performance Énergétique des bâtiments, ou vous faire aider par des partenaires compétents, nous vous recommandons de contacter ces organismes qui sont susceptibles de vous conseiller *au mieux* :

Pour les professionnels :

- Asbl « Objectif Zéro » - Centre d'expertise et de conseil pour la sobriété des bâtiments :
<https://www.objectifzero.be>



Pour les particuliers :

- Guichets Énergie de la Région wallonne – ou votre conseiller communal en Énergie (M. Modave)
<https://energie.wallonie.be/fr/guichets-energie-wallonie.html?IDC=6946>



Découvrez le Plan d'Actions Energie Durable et Climat (PAEDC) en détail

<https://vu.fr/JWFz>



ANNEXE 1

Conductivité thermiques des matériaux d'isolation (du plus performant au moins performant – en W/m.K.)

- PIR XENTRO (Recticel)	0,019
- PIR classique	0,024
- PUR	0,027
- Laine de verre	de 0,032 à 0,035
- Laine de roche	0,035
- Fibre de coton	de 0,037 à 0,042
- Fibre de chanvre	de 0,039 à 0,050
- Fibre de bois	de 0,041 à 0,050
- Paille	0,052

Comparer le matériau d'isolation avec son prix, pour une conductivité *équivalente* !

ANNEXE 2

Dans le texte ci-dessus, nous sommes parfois amenés à citer des épaisseurs d'isolant (en cm p.ex), une valeur U ou Λ . Ces valeurs sont souvent utilisées dans les normes (ex. Q-ZEN) ou dans des catalogues de fabricants. C'est la raison pour laquelle ils sont présentés ici. Afin d'être plus complets, nous avons créé

le tableau suivant, destiné aux architectes, constructeurs et techniciens, qui quantifie trois situations différentes, figées en septembre 2022, comparant la norme minimale légale Q-ZEN, une habitation à haute performance (HPE), et enfin le meilleur, une habitation passive.