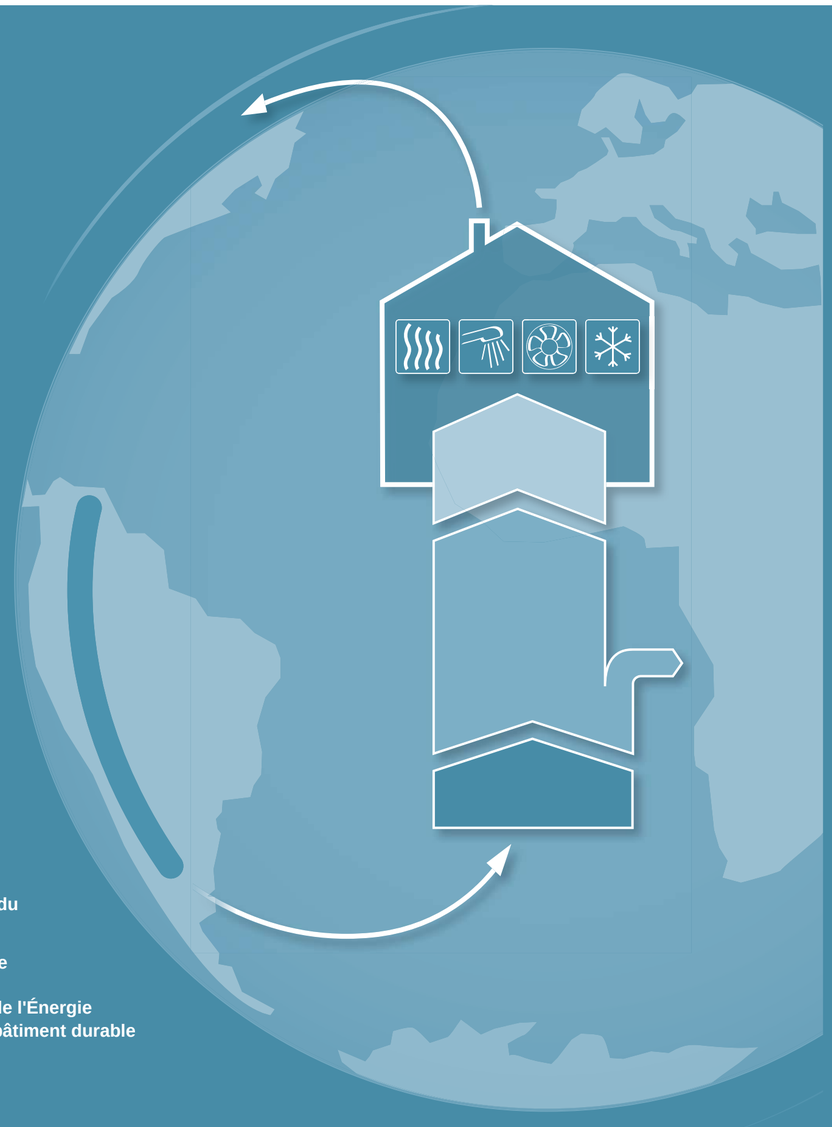


GUIDE PEB

PERFORMANCE ENERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS

Ouvrage réalisé avec le soutien du

Service public de Wallonie
Direction générale opérationnelle
de l'Aménagement du Territoire,
du Logement, du Patrimoine et de l'Énergie
Département de l'Énergie et du bâtiment durable

et du

Fonds social européen

2009

Ouvrage conçu et réalisé par le
Centre interdisciplinaire de formation
de formateurs de l'Université de Liège (CIFFUL)

Jean-Marc Guillemeau
Paul Wagelmans
Jean-Louis Wagelmans
Marie-Claire Pirenne

Comité de lecture

Monique Glineur
Ronald Gilot
Manuel De Nicolo
Service public de Wallonie
Département de l'Énergie et du Bâtiment durable
Direction du bâtiment durable

Antoine Tilmans
Xavier Loncour
Christophe Delmotte
Centre scientifique et technique
de la Construction (CSTC)
Département Acoustique, Énergie et Climat

Géraldine Dupont
Jean-Marie Hauglustaine
Université de Liège
Énergie & Développement durable

Véronique Feldheim
Stéphanie Nourricier
Adeline De Meyer
Facultés polytechniques de Mons
Pôle Énergie

Mauro Crapiz
Institut wallon de formation en alternance et des indépendants et petites et moyennes entreprises (IFAPME)

Nicolas Spies
Confédération Construction wallonne (CCW)

Eric Vandebroek
Architecte

Ce guide présente la nouvelle réglementation wallonne visant à accroître la performance énergétique des bâtiments.

Il est le résultat d'une collaboration entre la Direction des Bâtiments durables du Service public de Wallonie et le partenariat Confluence-Construction créé dans le cadre des programmes Convergence et Compétitivité soutenus par le Fonds social européen.

Les Éditions de l'Université de Liège
31, boulevard Frère-Orban - 4000 Liège (Belgique)

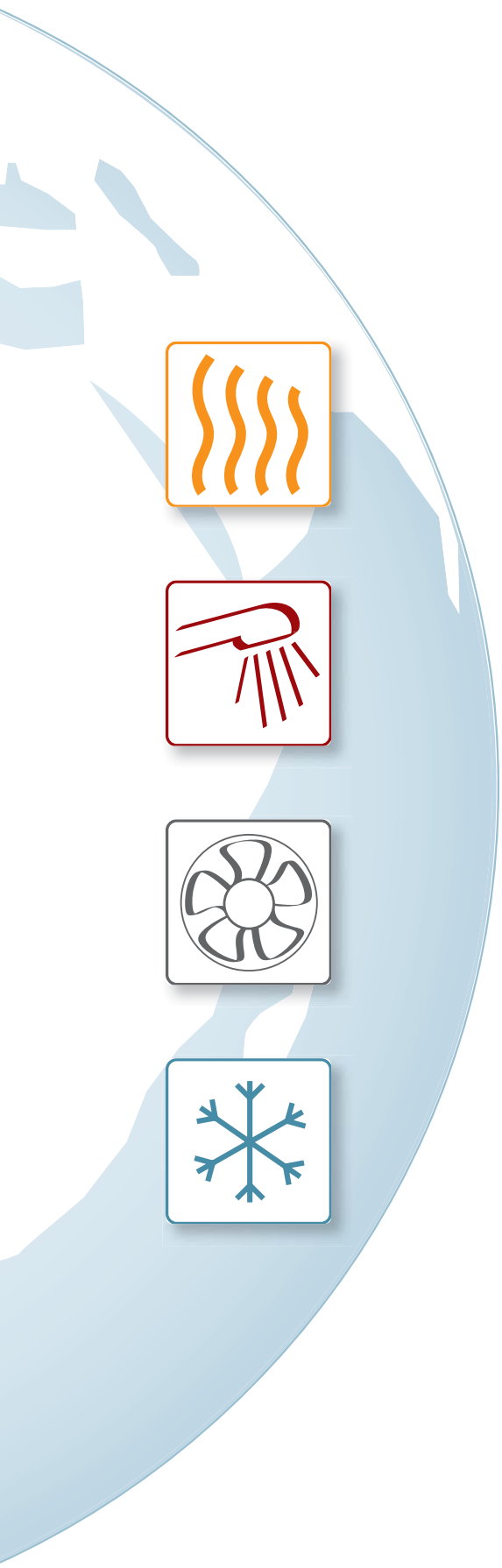
CIFFUL
Centre interdisciplinaire de formation de formateurs de l'Université de Liège
Sart Tilman, B5 - 4000 Liège (Belgique)

© 2009 Les Éditions de l'Université de Liège
Tous droits de reproduction et de traduction réservés pour tous pays.

Imprimé en Belgique

Dépôt légal : D/2009/8886/17

Isbn : 9782874560996



GUIDE PEB

Ce guide présente la nouvelle réglementation wallonne visant à accroître la performance énergétique des bâtiments.

Pour obtenir un bâtiment efficace sur le plan énergétique, isoler n'est aujourd'hui plus suffisant. Il est aussi nécessaire de prendre en compte les différents postes de la consommation d'énergie : le chauffage des locaux, l'eau chaude sanitaire, le recours à des auxiliaires et à une climatisation éventuelle…

Le présent guide se concentre principalement sur les bâtiments neufs du secteur résidentiel. Il définit les éléments à considérer depuis la conception jusqu'à la réalisation d'un projet. Il aborde les diverses notions et méthodes proposées dans la réglementation. En un mot, il poursuit l'objectif d'aider à la compréhension de cette nouvelle approche globale de la performance énergétique.

Ce guide s'adresse à tous les acteurs de la construction mais avant tout aux auteurs de projets : c'est à eux que la Région offre, à travers cette nouvelle réglementation, l'opportunité de devenir porteur du développement durable. Dès l'esquisse, à travers leurs choix architecturaux et techniques, ceux-ci sont les promoteurs de la performance énergétique de chaque bâtiment. A eux de prolonger cette démarche jusqu'en fin de chantier.

Le défi à relever est grand : l'objectif est d'intégrer au mieux cette nouvelle approche dans les procédures de travail. C'est, aujourd'hui plus que jamais, devenu indispensable : la planète, notre source de vie, doit être préservée avant qu'il ne soit trop tard… pour nous et pour nos enfants.

Michel Grégoire
Directeur de la Direction des Bâtiments durables
du Service public de Wallonie.

SPW

1. OBJECTIFS

Défi PEB 1.1
Objet du guide PEB 1.2
Textes de référence 1.3

2. ACTEURS ET ACTES

Procédure 2.1
Déclarant PEB 2.2
Responsable PEB 2.3
Auteur de l'étude de faisabilité technique 2.4
Documents PEB 2.5

3. METHODE DE CALCUL

Cadre réglementaire 3.1
Chauffage 3.2
Eau chaude sanitaire 3.3
Auxiliaires 3.4
Refroidissement éventuel 3.5
Consommation d'énergie primaire du bâtiment 3.6
Bilan énergétique d'un bâtiment 3.7
Indicateurs PEB 3.8

4. INDICATEURS

Exigences PEB 4.1
Consommation spécifique E_{spec} 4.2
Niveau E_w 4.3
Niveau K 4.4
Valeur U 4.5
Surchauffe 4.6

5. ESPACES ET SURFACES

Subdivision d'un bâtiment 5.1
Volume protégé 5.2
Unité PEB 5.3
Secteur énergétique 5.4
Détermination des aires et volumes 5.5
Aire de plancher chauffée - A_{ch} 5.6
Aire totale de déperdition - A_T 5.7

6. ISOLATION THERMIQUE

Procédure 6.1
Déperditions vers l'environnement extérieur 6.2
Déperditions vers le sol 6.3
Déperditions vers un espace adjacent non chauffé 6.4
Valeurs R et U d'une paroi 6.5
Valeurs λ ou R d'un matériau 6.6
Résistance thermique d'une couche d'air - R_a 6.7
Résistance thermique d'échange - R_{si} et R_{se} 6.8
Valeur U d'une fenêtre ou d'une porte 6.9
Valeurs U indicatives pour les fenêtres 6.10
Joints de maçonnerie 6.11
Fixations mécaniques 6.12
Toitures inversées 6.13
Structure en bois 6.14
Ponts thermiques 6.15

7. ETANCHEITE A L'AIR

Procédure 7.1
Débit de fuite par unité de surface $\dot{v}_{50}$ 7.2
Test d'étanchéité à l'air 7.3
Points à surveiller 7.4

8. VENTILATION

Procédure 8.1
Exigences pour la qualité de l'air 8.2
Impact de la ventilation sur le niveau E_w 8.3
Systèmes de ventilation et énergie 8.4
Débits de ventilation 8.5
Facteur m 8.6
Système double flux avec récupération de chaleur 8.7
Points à surveiller 8.8
Nouvelles prescriptions et recommandations 8.9

9. SURCHAUFFE

Procédure 9.1
Apports solaires 9.2
Mesures pour limiter la surchauffe 9.3
Inertie thermique 9.4
Facteur solaire g 9.5

10. SYSTEMES ET AUXILIAIRES

Procédure 10.1
Rendement du système de chauffage 10.2
Rendement du chauffage central 10.3
Rendement du chauffage local 10.4
Rendement de production pour l'ECS 10.5
Contribution du solaire thermique 10.6
Consommation d'énergie des auxiliaires 10.7

11. ENERGIE PRIMAIRE

Procédure 11.1
Facteur de conversion en énergie primaire 11.2
Autoproduction d'électricité 11.3

ANNEXES

Index ..... I.1 - I.7
Abréviations A.1
Facilitateurs mandatés par la Région wallonne F.1
Ressources ..... R.1 - R.2
Données :
Valeurs λ par défaut (1) D.1
Valeurs λ par défaut (2) D.2
Valeurs λ par défaut (3) D.3
Valeurs λ par défaut (4) D.4
Valeurs λ par défaut (5) D.5
Valeurs λ par défaut (6) D.6
Valeurs λ par défaut (7) D.7
Valeurs R par défaut D.8
Valeurs U par défaut des encadrements métalliques D.9
Valeurs U par défaut des encadrements en bois D.10
Valeurs U par défaut des encadrements en plastique D.11
Valeurs ψ par défaut des intercalaires D.12

1. OBJECTIFS

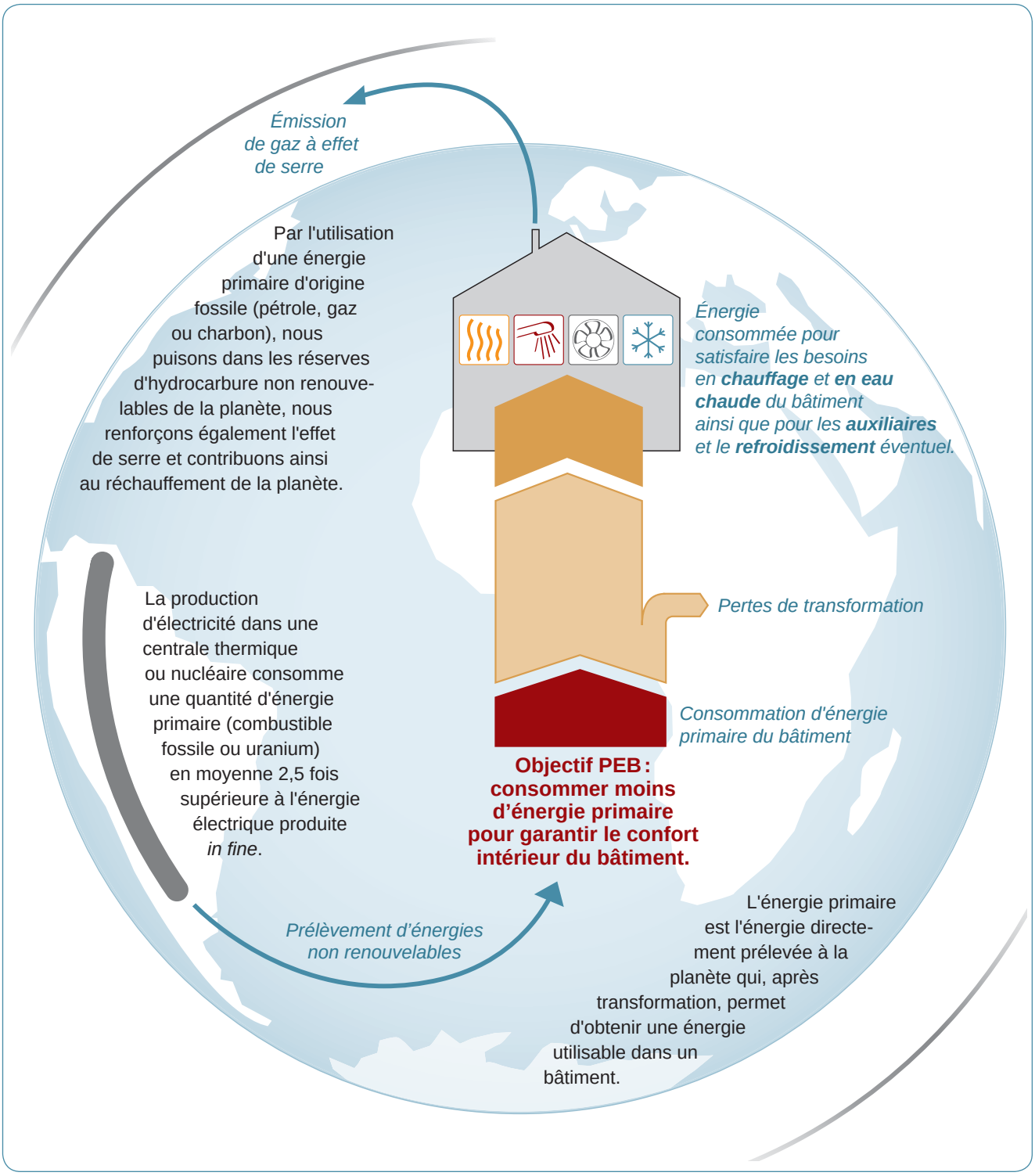
Défi PEB 1.1
Objet du guide PEB 1.2
Textes de référence 1.3

Le 16 décembre 2002, la Directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments (2002/91/CE) a été adoptée par le parlement européen et le Conseil de l'Union européenne. La transposition de cette Directive dans la réglementation wallonne a été amorcée par le Décret-cadre visant à promouvoir la performance énergétique des bâtiments approuvés par le Gouvernement wallon, le 19 avril 2007.

Le but de la performance énergétique des bâtiments (PEB), telle que préconisée par la Directive européenne et la nouvelle réglementation wallonne, est de réduire la consommation d'énergie primaire des bâtiments.

Toutefois, cet objectif ne doit pas se faire au détriment du confort des occupants. La garantie du confort intérieur des bâtiments fait donc partie intégrante de la PEB.

Surtout, en fixant des exigences performantielles, la réglementation PEB respecte la liberté de conception de l'architecte.



Le présent guide vise à présenter le nouveau cadre réglementaire sur la performance énergétique des bâtiments : acteurs, procédure administrative, méthode de calcul, indicateurs de performance, exigences à respecter et conseils pour la conception et la mise en œuvre.

Ce guide se concentre sur la PEB des nouvelles constructions à usage résidentiel.

Nouveaux acteurs

Responsable PEB : ce rôle pourra être assumé par l'architecte, responsable du projet.
Auteur de l'étude de faisabilité technique
Certificateur

Nouvelle procédure

Engagement PEB
Etude de faisabilité : requise dans certains cas uniquement.
Déclaration PEB initiale
Déclaration PEB finale
Certificat PEB

Nouveaux indicateurs associés à de nouvelles exigences

Niveau E_w de consommation d'énergie primaire
Consommation spécifique E_{spec}
Risque de surchauffe

Anciens indicateurs avec, parfois, de nouvelles exigences

Niveau K
Valeurs U

Nouvelle méthode de calcul

Approche globale de la PEB

Procédure de calcul pour chaque poste
et conseils pour accroître la PEB
Ce calcul peut se faire selon une approche simplifiée reposant sur des valeurs par défaut ou selon une approche détaillée prenant en compte les caractéristiques précises du bâtiment et de ses installations.

Mesures obligatoires associées

Exigences en matière de ventilation :
pour les bâtiments résidentiels, celles-ci sont définies dans l'annexe V de l'AGW du 17 avril 2008 ;
elles sont, pour l'essentiel, fondées sur la norme NBN D50.001, déjà obligatoire depuis 1996.

Préchauffage solaire de l'eau chaude sanitaire :
ou tout autre système présentant une économie au moins équivalente.
Cette obligation entrera en vigueur lorsque le Gouvernement wallon aura arrêté les modalités d'application.

Les textes légaux relatifs à la PEB sont repris ci-dessous ainsi que les liens internet utiles.

Directive européenne (2002/91/CE) sur la performance énergétique et le climat intérieur des bâtiments

Adoptée le 16 décembre 2002.
La Directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments constitue un tournant majeur pour le secteur du logement.

http://www.eco.public.lu/attributions/dg3/d_energie/energyefficient/info/directive_fr.pdf

Le Décret-cadre modifiant le Code wallon de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme et du Patrimoine en vue de promouvoir la performance énergétique des bâtiments (CWATUPE)

Adopté le 19 avril 2007
Publié au Moniteur belge le 29 mai 2007.

http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi/article_body.pl?language=fr&caller=summary&pub_date=2007-05-29&numac=2007201675

Arrêté du Gouvernement wallon déterminant la méthode de calcul et les exigences, les agréments et les sanctions applicables en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments.

Cet AGW comprend 8 annexes :

Annexe 1 - Méthode de détermination du niveau de consommation d'énergie primaire des bâtiments résidentiels
Annexe 2 - Méthode de détermination du niveau de consommation d'énergie primaire des immeubles de bureaux et de services et des bâtiments destinés à l'enseignement
Annexe 3 - Valeurs U maximales admissibles ou valeurs R minimales à réaliser
Annexe 4 - Traitement des ponts thermiques
Annexe 5 - Dispositifs de ventilation dans les bâtiments résidentiels
Annexe 6 - Dispositifs de ventilation dans les bâtiments non résidentiels
Annexe 7 - Document de référence pour les pertes par transmission et règles pour le calcul des pertes par transmission dans le cadre de la réglementation PEB
Annexe 8 - Détermination des amendes administratives

Adopté le 17 avril 2008
Publié au Moniteur belge le 30 juillet 2008.

http://energie.wallonie.be/fr/arrete-du-gouvernement-wallon-du-17-avril-2008.html?IDC=6476

Cette directive européenne ainsi que la règlementation wallonne qui en découle sont des conséquences directes de l'adhésion de la Belgique au protocole de Kyoto.

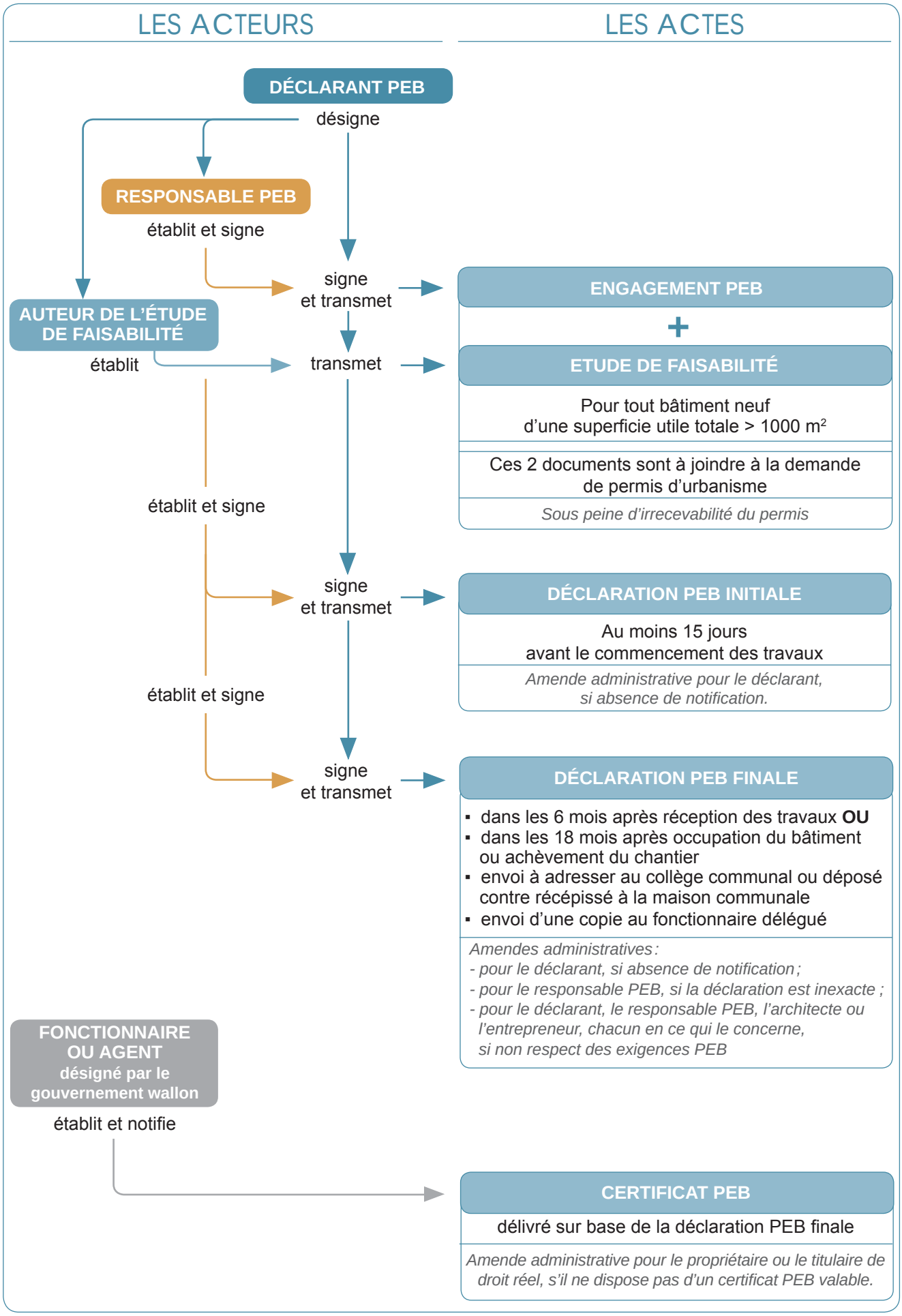
Protocole de Kyoto

Cet accord est l'instrument majeur pour lutter contre les changements climatiques. Il a été ratifié par la plupart des pays industrialisés dont la Belgique, qui s'engagent ainsi à réduire leurs émissions de certains gaz à effet de serre, responsables du réchauffement planétaire.

http://europa.eu/scadplus/leg/fr/lvb/l28060.htm
http://www.admin.ch/ch/f/rs/i8/0.814.011.fr.pdf

2. ACTEURS ET ACTES

Procédure 2.1
Déclarant PEB 2.2
Responsable PEB..... 2.3
Auteur de l'étude de faisabilité technique..... 2.4
Documents PEB 2.5


LES ACTEURS
LES ACTES
DÉCLARANT PEB
désigne
RESPONSABLE PEB
établit et signe
signe et transmet
ENGAGEMENT PEB
+
AUTEUR DE L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ
établit
transmet
ETUDE DE FAISABILITÉ
Pour tout bâtiment neuf d'une superficie utile totale > 1000 m²
Ces 2 documents sont à joindre à la demande de permis d'urbanisme
Sous peine d'irrecevabilité du permis
établit et signe
signe et transmet
DÉCLARATION PEB INITIALE
Au moins 15 jours avant le commencement des travaux
Amende administrative pour le déclarant, si absence de notification.
établit et signe
signe et transmet
DÉCLARATION PEB FINALE
▪ dans les 6 mois après réception des travaux OU
▪ dans les 18 mois après occupation du bâtiment ou achèvement du chantier
▪ envoi à adresser au collège communal ou déposé contre récépissé à la maison communale
▪ envoi d'une copie au fonctionnaire délégué
Amendes administratives :
- pour le déclarant, si absence de notification ;
- pour le responsable PEB, si la déclaration est inexacte ;
- pour le déclarant, le responsable PEB, l'architecte ou l'entrepreneur, chacun en ce qui le concerne, si non respect des exigences PEB
FONCTIONNAIRE OU AGENT
désigné par le gouvernement wallon
établit et notifie
CERTIFICAT PEB
délivré sur base de la déclaration PEB finale
Amende administrative pour le propriétaire ou le titulaire de droit réel, s'il ne dispose pas d'un certificat PEB valable.

Qui

est le déclarant PEB ?

C'est la personne physique ou morale tenue de respecter les exigences PEB :

- soit le maître d'ouvrage ;
- soit l'acquéreur lorsque les conditions suivantes sont remplies simultanément.

☐ L'acte de vente précise que l'obligation de notifier la ou les déclarations PEB initiale ou finale a été transférée à l'acquéreur ;

☐ L'acte de vente vise et reprend en annexe un rapport signé par le maître d'ouvrage, le responsable PEB et l'acquéreur, qui comprend :
- soit, lors de la vente sur plan d'un bâtiment à construire, un descriptif de toutes les mesures qui doivent être mises en oeuvre pour répondre aux exigences PEB ;
- soit, lors de la vente d'un bâtiment en cours de construction, un descriptif de toutes les mesures qui ont été mises en oeuvre ou qui doivent être exécutées pour répondre aux exigences PEB.

Pour quelle responsabilité ?

Il désigne :
☐ le responsable PEB ;
☐ l'auteur de l'étude de faisabilité.

Il signe avec le responsable PEB :
☐ l'engagement PEB ;
☐ la déclaration PEB initiale ;
☐ la déclaration PEB finale.

Il est tenu de transmettre, dans les forme et délai prévus :
☐ l'engagement PEB, à joindre au dossier de demande de permis ;
☐ la déclaration PEB initiale, à notifier au moins 15 jours avant le début des travaux ;
☐ la déclaration PEB finale, dans les 6 mois après réception des actes et travaux ou, à défaut, dans les 18 mois après occupation du bâtiment ou achèvement de chantier ; la survenance du premier des ces deux événements constitue le point de départ du délai de 18 mois ;
☐ le cas échéant, l'étude de faisabilité technique, environnementale et économique.

Sont sanctionnés d'une amende administrative les manquements suivants.

☐ Pour le déclarant :
- le fait de ne pas procéder a la notification de la déclaration PEB initiale ;
- le fait de ne pas procéder à la notification de la déclaration PEB finale.

☐ Pour le propriétaire ou pour le titulaire de droit réel : le fait de ne pas disposer, dans les hypothèses où il est requis*, d'un certificat PEB valable.

☐ Pour le déclarant, pour le responsable PEB, pour l'architecte ou pour l'entrepreneur, chacun en ce qui le concerne : le fait de ne pas respecter les exigences PEB.

Le montant de l'amende administrative est compris entre 250 euros et 50.000 euros.

** Le propriétaire ou le titulaire de droit d'un bâtiment neuf ou d'un bâtiment existant est tenu de disposer du certificat PEB :*

- *lors de l'établissement d'un acte qui confère un droit personnel de jouissance ;*
- *lors de l'établissement de tout acte déclaratif, translatif ou constitutif d'un droit réel ;*
- *en cas de mise en location.*

Qui
peut être responsable PEB ?

- ☐ L'architecte du projet ou toute personne physique qui est titulaire d'un diplôme d'architecte, d'ingénieur civil architecte, d'ingénieur civil ou d'ingénieur industriel ou bio-ingénieur ; cette personne doit être agréée par le gouvernement wallon.
- ☐ Toute personne morale qui compte parmi son personnel ou ses collaborateurs au moins une personne titulaire d'un des diplômes précités et liée avec elle par une convention dont la durée est au moins égale à celle de l'agrément, en ce compris les conventions à durée indéterminée. Cette personne doit être agréée.

Le responsable PEB ne peut être agréé que s'il établit que sa responsabilité professionnelle, en ce compris sa responsabilité décennale, est couverte par une assurance.

Comment
devenir responsable PEB ?

- ☐ Dossier de demande d'agrément à adresser à l'Administration. Information et formulaire : http://energie.wallonie.be

Pour quelle durée ?

- ☐ L'agrément est octroyé pour cinq ans et peut être renouvelé.

Par qui
est désigné le responsable PEB d'un projet ?

Le déclarant PEB désigne le responsable PEB qui est :

- ☐ l'architecte du projet **ou**
- ☐ toute autre personne agréée par le gouvernement wallon pour jouer ce rôle.

Pour quelle responsabilité ?

- ☐ Signer l'engagement PEB.
- ☐ Concevoir et décrire les mesures à mettre en oeuvre pour atteindre les exigences PEB.
- ☐ Établir et signer avec le déclarant la déclaration PEB initiale.
- ☐ Contrôler l'exécution des travaux relatifs à la PEB.
  Lorsque le responsable PEB constate, en cours de réalisation du projet, que celui-ci s'écarte ou pourrait s'écarter des exigences PEB qui s'appliquent, il en informe immédiatement, par envoi, le déclarant (et l'architecte chargé du contrôle de l'exécution des travaux si ce dernier n'est pas le responsable PEB).
- ☐ Établir et signer avec le déclarant la déclaration PEB finale.

Le responsable PEB répond envers le déclarant de l'impossibilité qui résulte de son fait de notifier dans les délais* la déclaration PEB initiale ou la déclaration PEB finale.

Sont sanctionnés d'une amende administrative les manquements suivants.

- ☐ Pour le responsable PEB : le fait de ne pas établir avec exactitude la déclaration PEB finale.
- ☐ Pour le déclarant, pour le responsable PEB, pour l'architecte ou pour l'entrepreneur, chacun en ce qui le concerne : le fait de ne pas respecter les exigences PEB.

Le montant de l'amende administrative est compris entre 250 euros et 50.000 euros.

** Dépôt de la déclaration initiale : au moins 15 jours avant le commencement des travaux.*

** Dépôt de la déclaration finale :*

- *dans les 6 mois après réception des actes et travaux **ou**,*
- *à défaut, dans les 18 mois après occupation du bâtiment ou achèvement du chantier.*
  La survenance du premier de ces deux événements constitue le point de départ du délai de 18 mois.

Qui

peut être auteur de l'étude de faisabilité technique ?

- ☐ Toute personne physique ou morale qui justifie de titres, de qualifications ou d'une expérience dans le domaine des systèmes alternatifs de production et d'utilisation d'énergie.

Comment

devenir auteur de l'étude de faisabilité technique ?

- ☐ Dossier de demande d'agrément à adresser à l'Administration Information et formulaire : http://energie.wallonie.be

Par qui

est désigné l'auteur de l'étude de faisabilité technique ?

- ☐ Le déclarant PEB.

Pour quel rôle ?

- ☐ Élaborer l'éventuelle étude de faisabilité technique, environnementale et économique.

Engagement PEB

☐ Document par lequel le déclarant et le responsable PEB déclarent sur l'honneur avoir pris connaissance des exigences PEB et des sanctions applicables en cas de non-respect de celles-ci.

Etude de faisabilité technique, environnementale et économique

Requise pour tout bâtiment neuf d'une superficie utile totale > 1000 m².

☐ Document qui contient une liste de mesures d'économie d'énergie satisfaisant à des critères « coût-efficacité ».
Il analyse la possibilité de recourir à des systèmes alternatifs de production et d'utilisation d'énergie, tels que :

1. les systèmes décentralisés d'approvisionnement en énergie basés sur des sources d'énergie renouvelables ;
2. la cogénération à haut rendement ;
3. les systèmes de chauffage ou de refroidissement urbains ou collectifs, s'ils existent ;
4. les pompes à chaleur.

Il comprend au moins les éléments suivants :

- la présentation des besoins énergétiques à satisfaire et les consommations d'énergie ;
- une estimation du calcul de dimensionnement technique et les grandeurs de référence ainsi que les hypothèses de travail utilisées pour ce calcul ;
- le cas échéant, une évaluation des contraintes d'utilisation, notamment en termes de maintenance, de disponibilité et de type de combustible envisagé ;
- une évaluation des économies d'énergie ;
- une estimation du coût économique et du temps de retour.

Déclaration initiale PEB

☐ Document qui décrit les **mesures à mettre en oeuvre** pour atteindre les exigences PEB et qui comprend une estimation du résultat attendu du calcul de la PEB.

Déclaration finale PEB

☐ Document qui décrit les **mesures mises en oeuvre** afin de respecter les exigences PEB et qui comprend le résultat du calcul de la performance énergétique du bâtiment.

Certificat PEB

☐ Document qui décrit la situation réelle du bâtiment en indiquant le résultat du calcul de la performance énergétique, exprimé par un ou plusieurs indicateurs numériques ou alphabétiques.

La durée maximale de validité du certificat PEB est de 10 ans.

*Le propriétaire ou le titulaire de droit d'un **bâtiment neuf** ou d'un **bâtiment existant** est tenu de disposer du certificat PEB :*

- *lors de l'établissement d'un acte qui confère un droit personnel de jouissance ;*
- *lors de l'établissement de tout acte déclaratif, translatif ou constitutif d'un droit réel ;*
- *en cas de mise en location.*

*Pour un **bâtiment neuf**, le certificat PEB est établi, sur base de la déclaration PEB finale, et notifié par tout fonctionnaire ou agent désigné par le gouvernement wallon.*

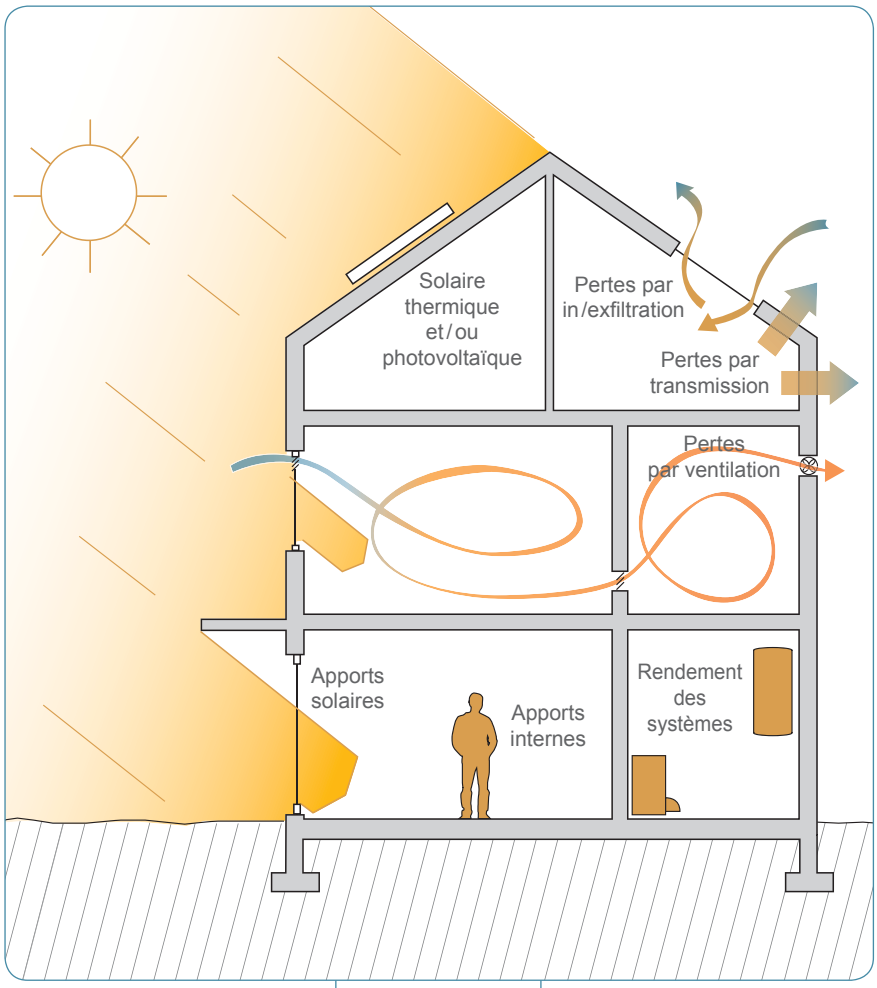
*Pour un **bâtiment existant**, le certificat PEB est établi par toute personne agréée par le gouvernement wallon, sur base des critères et de la procédure qu'il arrête. Le dossier de demande d'agrément est à adresser à l'administration. Information et formulaire : http://energie.wallonie.be*

3. MÉTHODE DE CALCUL

Cadre réglementaire 3.1
Chauffage 3.2
Eau chaude sanitaire 3.3
Auxiliaires 3.4
Refroidissement éventuel 3.5
Consommation d'énergie primaire du bâtiment 3.6
Bilan énergétique d'un bâtiment 3.7
Indicateurs PEB 3.8

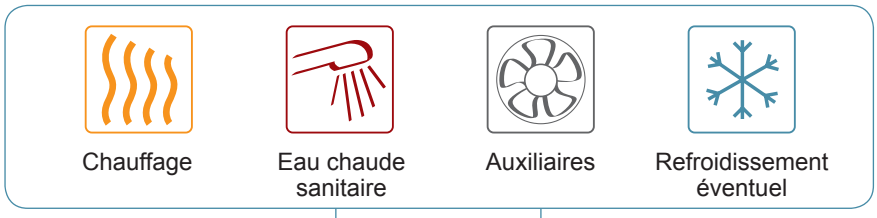
La méthode de calcul élabore pas à pas le bilan énergétique du bâtiment pour un usage standardisé. Le principe est de calculer les besoins en énergie de celui-ci ainsi que les consommations d'énergie pour les satisfaire.

Dans le cas de logement, cette méthode prend en compte les composantes du bâtiment qui influencent la consommation d'énergie : déperditions, apports, rendements des systèmes…



Pour ce faire, la Région met à disposition un logiciel de calcul agréé et gratuit.

L'énergie primaire consommée par le bâtiment intègre les consommations pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, les auxiliaires et le refroidissement éventuel.



La performance énergétique du bâtiment est exprimée par deux indicateurs.

Niveau E_w

Consommation spécifique E_{spec}

+

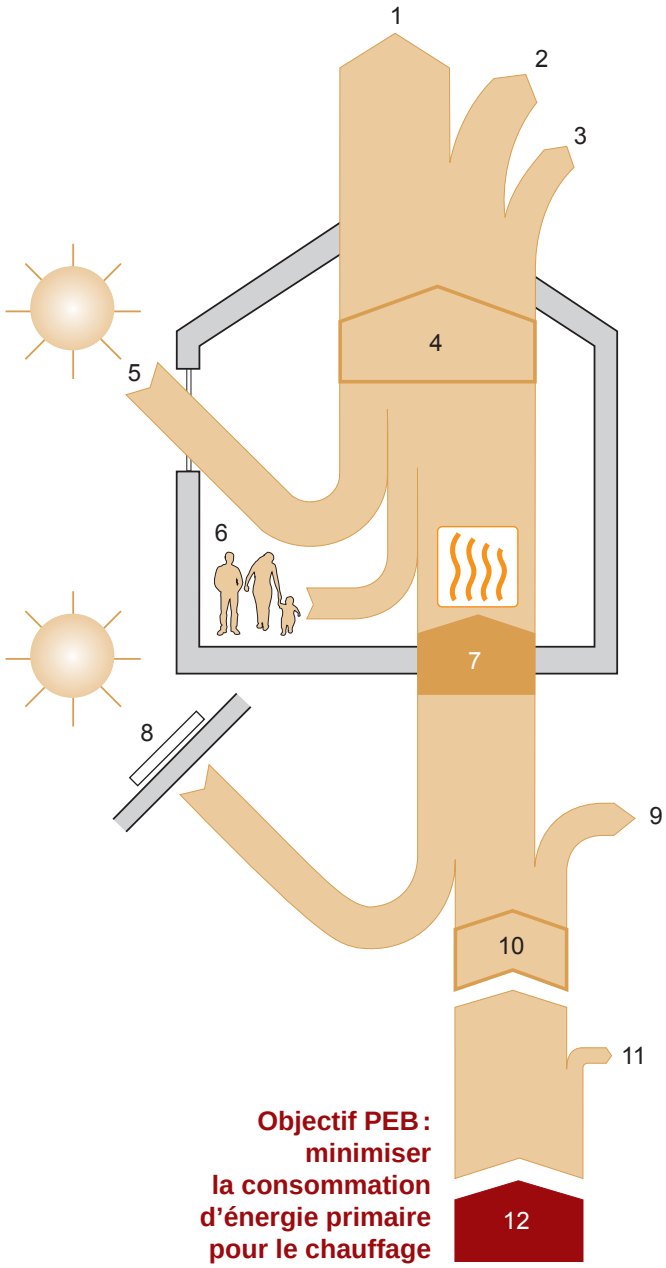
Des indicateurs complémentaires permettent également d'évaluer certaines caractéristiques énergétiques du bâtiment.

Niveau K

Valeurs U

Indicateur de surchauffe

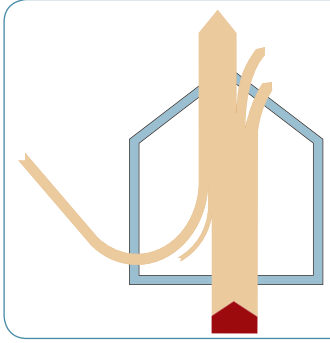
Lorsque la température intérieure est plus élevée que celle de l'extérieur, toute la chaleur contenue dans le bâtiment se propage plus ou moins rapidement vers l'extérieur. Les déperditions thermiques prises en compte dans la procédure de calcul sont de trois types : pertes par transmission de chaleur au travers des parois, pertes générées par la ventilation des locaux et pertes dues aux in/exfiltrations d'air. Afin de maintenir la température de confort, il est nécessaire de compenser ces pertes par des apports équivalents : apports solaires et internes, chaleur captée par les éventuels panneaux solaires thermiques et chaleur apportée par le système de chauffage.



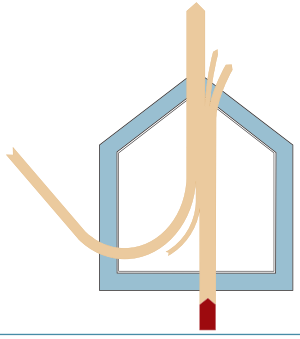
	1. Déperditions par transmission
+	2. Déperditions par ventilation
+	3. Déperditions par in/exfiltration
=	4. **Déperditions totales de l'enveloppe**
-	5. Apports solaires
-	6. Apports internes
=	7. **Besoins nets en énergie pour le chauffage**
-	8. Solaire thermique éventuel
+	9. Pertes du système de chauffage
=	10. **Consommation finale d'énergie pour le chauffage**
+	11. Pertes de transformation
=	12. **Consommation d'énergie primaire pour le chauffage**

La priorité est de minimiser les déperditions totales de l'enveloppe.

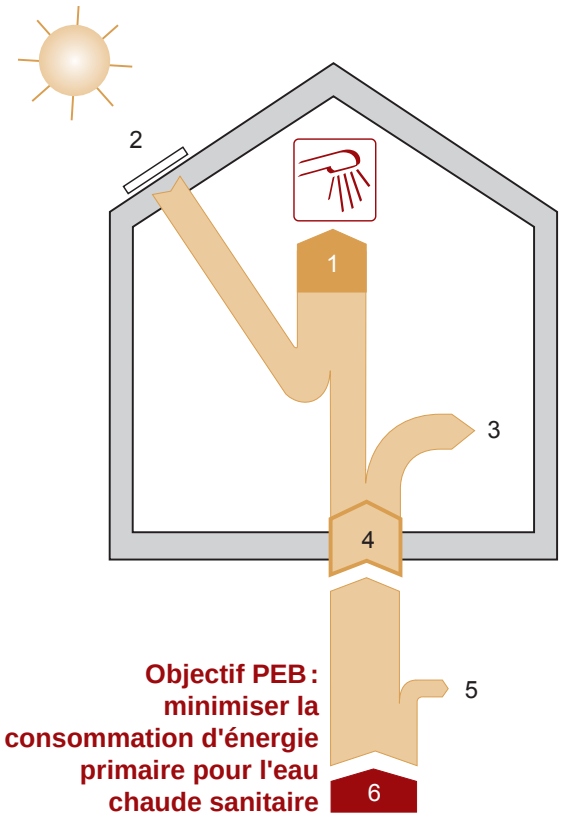
Pour ce faire :
- renforcer l'isolation thermique des parois ;
- récupérer la chaleur extraite par la ventilation ;
- assurer l'étanchéité à l'air de l'enveloppe.



Réduire les déperditions totales de l'enveloppe permet de réduire les besoins nets en énergie pour le chauffage.



Les besoins nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire (ECS) sont évalués sur une base forfaitaire en fonction du volume du bâtiment. Le préchauffage solaire permet de réduire la consommation d'énergie pour amener l'eau à la température nécessaire.



1. **Besoins nets en énergie pour l'ECS**

\- 2. Préchauffage de l'ECS via panneaux solaires thermiques éventuels

\+ 3. Pertes du système ECS (production, stockage et distribution)

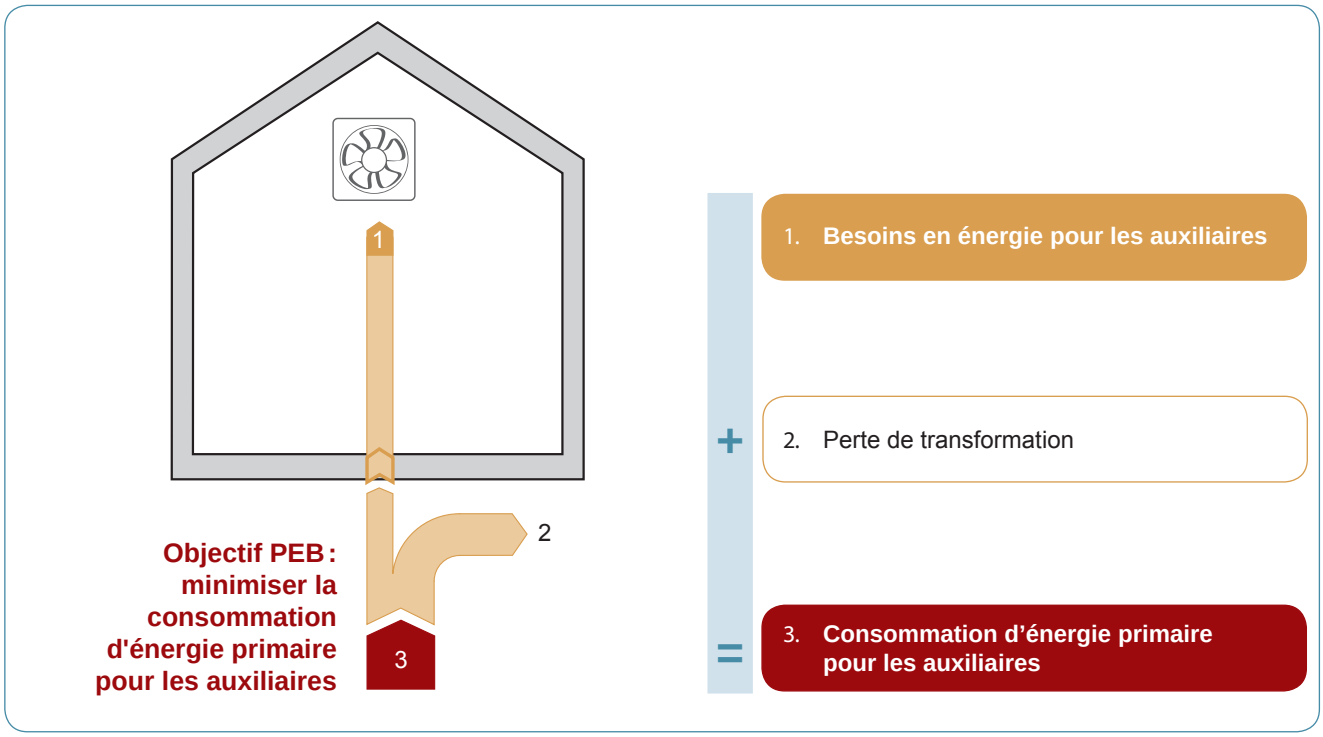
= 4. **Consommation finale d'énergie pour l'ECS**

\+ 5. Pertes de transformation

= 6. **Consommation d'énergie primaire pour l'ECS**

Aux fins de production d'ECS, la réglementation PEB rend obligatoire de placer un ou plusieurs capteurs solaires thermiques, lorsque leur placement est techniquement justifié et qu'un rendement minimal est assuré, ou tout autre système qui permet une économie d'énergie au moins équivalente à l'économie générée par ces capteurs.

Les auxiliaires sont les équipements électriques (circulateur, ventilateur…), ou veilleuses, nécessaires au fonctionnement des installations de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire et de ventilation.
La consommation d'énergie des auxiliaires est prise en compte dans le calcul de l'énergie primaire consommée par le bâtiment.

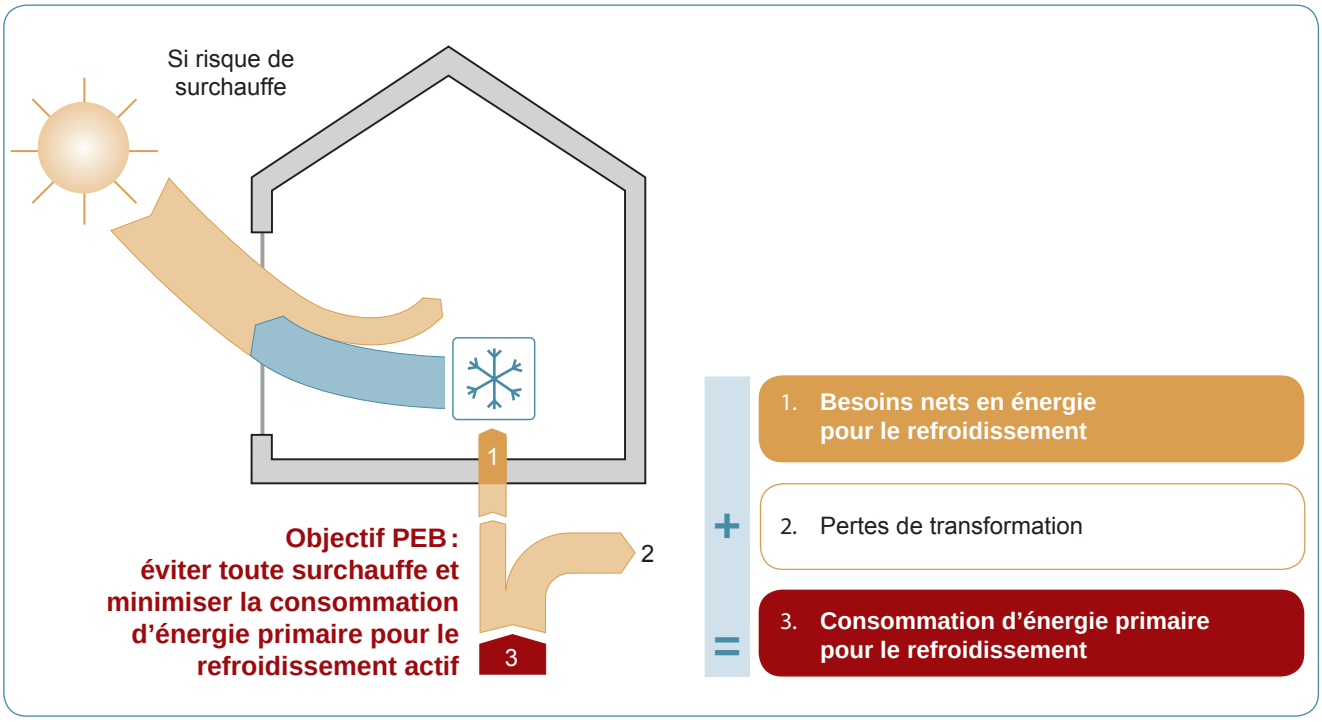


Si le bâtiment présente un risque de surchauffe, la procédure de calcul considère une consommation d'énergie **fictive** pour le refroidissement.

Le risque de surchauffe est établi sur base des caractéristiques du bâtiment :

- apports solaires et internes,
- inertie thermique,
- pertes par transmission et ventilation.

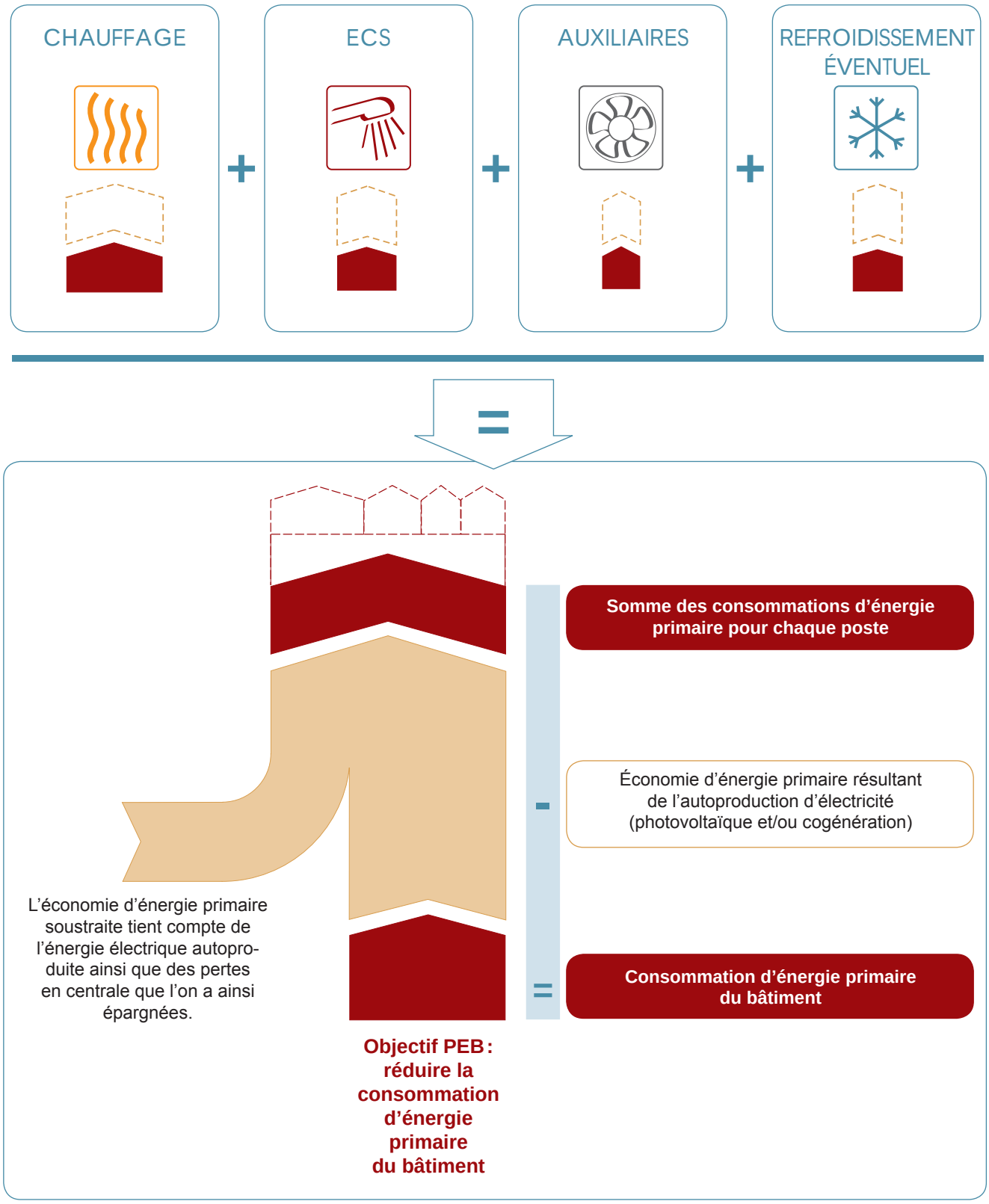
Si une climatisation est prévue et que le risque de surchauffe n'est pas nul, c'est la consommation d'énergie réelle de celle-ci qui est prise en compte pour calculer l'énergie primaire consommée par le bâtiment.



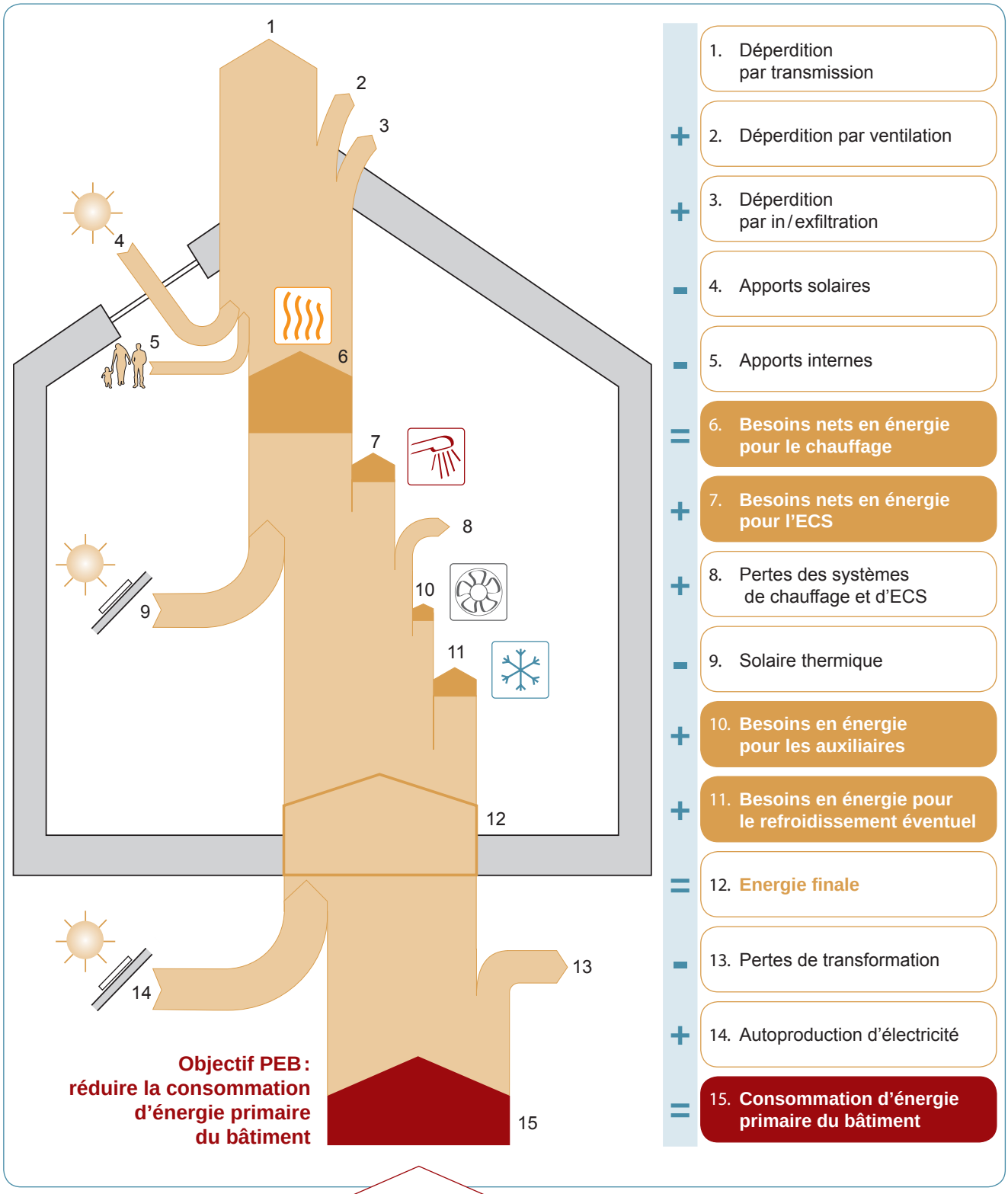
La consommation d'énergie primaire d'un bâtiment est calculée de la maniére suivante.

Première opération : on additionne les consommations d'énergie primaire pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, les auxiliaires et le refroidissement éventuel.
Deuxième opération : on soustrait l'économie d'énergie primaire résultant de l'électricité autoproduite par le solaire photovoltaïque et/ou la cogénération.
Au final, on obtient ainsi la consommation d'énergie primaire du bâtiment.

Ce calcul est effectué pour chaque mois de l'année en fonction des gains solaires et températures extérieures.



Ce schéma résume le bilan énergétique d'un bâtiment. Il reprend l'ensemble des postes qui influencent la consommation d'énergie primaire pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, les auxiliaires et le refroidissement éventuel. Au final, ce bilan donne la consommation d'énergie primaire du bâtiment, mois par mois, puis annuelle en effectuant la somme des consommations mensuelles.



L'énergie primaire est l'énergie directement prélevée à la planète (pétrole, gaz, uranium…), qui après transformation, permet d'obtenir une énergie utilisable dans le bâtiment (mazout, gaz, électricité…).

Pour chaque poste du bilan énergétique, des actions spécifiques contribuent à la performance énergétique du bâtiment. Celle-ci est évaluée grâce à des indicateurs PEB.

	Postes du bilan énergétique	Actions en faveur de la PEB	Indicateurs PEB
	1. Déperdition par transmission	Renforcer l'isolation thermique de l'enveloppe.	Niveau K Valeurs U
+	2. Déperdition par ventilation	Respecter les exigences de ventilation. Installer une récupération de chaleur.	
+	3. Déperdition par in/exfiltration	Augmenter l'étanchéité à l'air. Mesurer le débit de fuite v_{50}.	
-	4. Apports solaires	Valoriser les apports solaires en évitant la surchauffe (voir point 11 ci-dessous).	
-	5. Apports internes	(La méthode de calcul considère une valeur forfaitaire en fonction du volume du bâtiment).	
=	**6. Besoins nets en énergie pour le chauffage**		
+	**7. Besoins nets en énergie pour l'ECS**	(La méthode de calcul considère une valeur forfaitaire en fonction du volume du bâtiment).	
+	8. Pertes des systèmes de chauffage et d'ECS	Choisir des systèmes ayant un rendement élevé.	
-	9. Solaire thermique	Placer des capteurs solaires thermiques pour le préchauffage de l'ECS et/ou le chauffage.	
+	**10. Besoins en énergie pour les auxiliaires**	Choisir des auxiliaires à faible consommation d'énergie. Proscrire les veilleuses.	
+	**11. Besoins en énergie pour le refroidissement éventuel**	Garantir le confort d'été en évitant la surchauffe, placer si nécessaire des protections solaires.	Indicateur de surchauffe
=	12. **Energie finale**		
-	13. Pertes de transformation	Tenir compte du facteur de conversion en énergie primaire f_p, très défavorable en cas de recours à l'électricité.	
+	14. Autoproduction d'électricité	Placer des capteurs solaires photovoltaïques et/ou opter pour la cogénération.	
=	**15. Consommation d'énergie primaire du bâtiment**		Niveau E_w Consommation spécifique E_{spec}

4. INDICATEURS

Exigences PEB 4.1
Consommation spécifique E_{spec} 4.2
Niveau E_w 4.3
Niveau K 4.4
Valeur U 4.5
Surchauffe 4.6

Pour chaque indicateur PEB, des exigences sont fixées par la réglementation. Elles ont pour objectif d'atteindre un niveau minimal de performance énergétique des bâtiments et ce pour tous les types de bâtiments.

Ces exigences PEB ne peuvent pas entrer en contradiction avec d'autres exigences essentielles, telles que l'accessibilité, la sécurité et l'affectation du bâtiment. En cas de rénovation, elles ne peuvent pas être incompatibles avec la fonction, la qualité ou le caractère donné au bâtiment.

Le présent guide se concentre sur le résidentiel

EXIGENCES DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

Consommation E_{spec} | **Niveau E_w** | **Niveau K** | **Valeurs U** | **Indicateur de surchauffe**

Exigences de ventilation

BÂTIMENTS NEUFS OU ASSIMILÉS *

	Consommation E_{spec}	Niveau E_w	Niveau K	Valeurs U	Indicateur de surchauffe	Exigences de ventilation
Résidentiels Habitations Immeubles à appartements	< 170 kWh/m² an	≤ 100	≤ K45	≤ U_{max} et/ou ≥ R_{min}	< 17.500 Kh	Annexe V de AGW du 17.04.2008
Non résidentiels Bureaux Services Enseignement						Annexe VI de AGW du 17.04.2008
Autres destinations Hôpitaux Commerces Horeca...						Annexe VI de AGW du 17.04.2008
Industriels Entrepôts Fabriques Ateliers			≤ K55			

BÂTIMENTS EXISTANTS FAISANT L'OBJET DE TRAVAUX DE RÉNOVATION

Changements d'affectaction → résidentiels → non résidentiels → autres destinations			≤ K65	≤ U_{max} et/ou ≥ R_{min} des éléments de construction faisant l'objet de modification		Annexe V pour le résidentiel ou Annexe VI
Rénovations lourdes ou légéres						Uniquement dans les locaux dits secs où les châssis de fenêtres ou de portes extérieures sont remplacés

Pour les bâtiments industriels faisant l'objet de rénovation, il n'y a pas d'exigences.

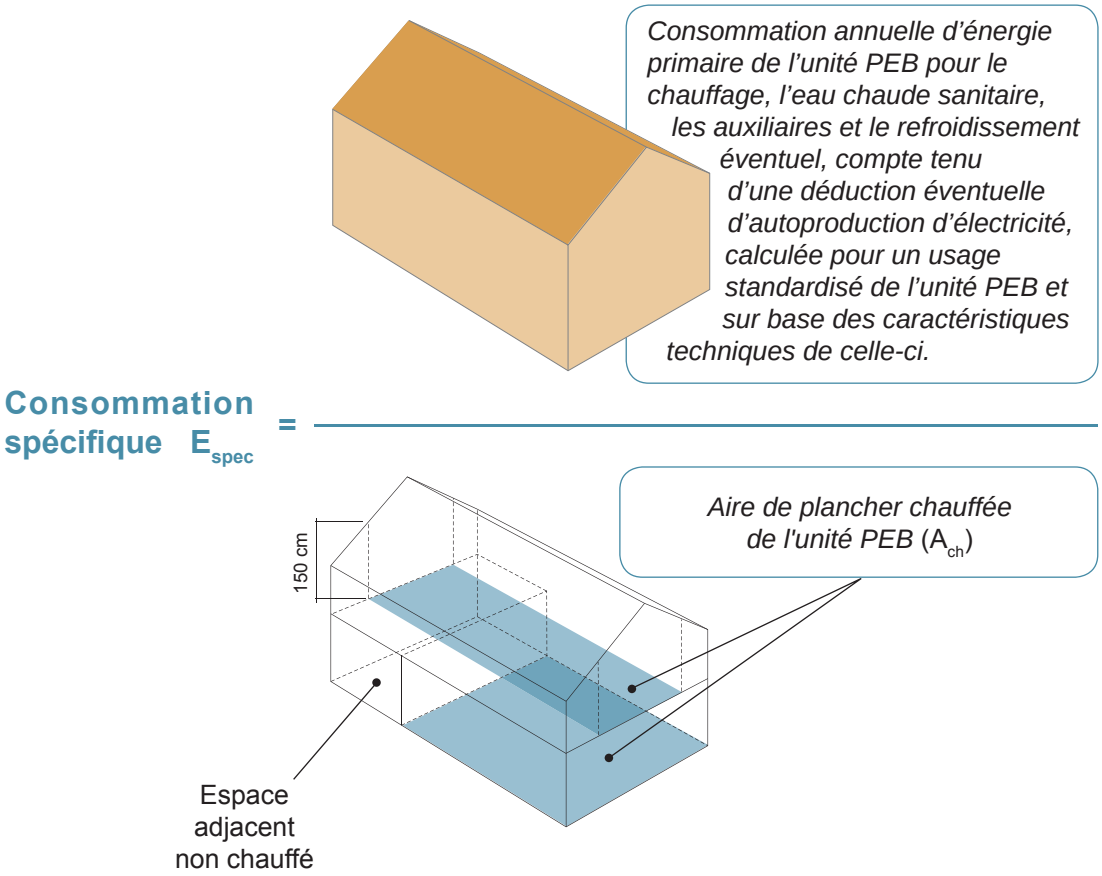
(*) Sont assimilés à des bâtiments neufs, selon leur destination, tous les bâtiments faisant l'objet d'actes et travaux de reconstruction ou d'extension soumis à permis et qui consistent à créer une unité d'habitation ou un volume protégé > 800 m³.

S'appliquent également, selon leur destination, à tous les bâtiments existants de plus de 1000 m² lorsque leur structure portante est conservée mais que les installations visées par la méthode de calcul (PEB) et au moins 75% de l'enveloppe sont remplacés.

La consommation spécifique en énergie primaire, E_{spec}, est calculée pour une unité PEB, c'est-à-dire pour un bâtiment ou une partie de bâtiment ayant une destination précise, par exemple un logement. Elle est exprimée en kWh/m²an ou en MJ/m²an.

On évalue d'abord l'énergie nécessaire pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, les auxiliaires et le refroidissement éventuel de l'unité PEB. Ces consommations sont calculées pour un usage standardisé de l'unité PEB définie par des hypothèses portant sur la température moyenne intérieure, le taux de ventilation volontaire, les besoins en eau chaude sanitaire...

On décompte ensuite l'énergie résultant de l'autoproduction d'électricité via une installation photovoltaïque et/ou de cogénération. L'énergie primaire est obtenue en tenant compte des pertes à la transformation de l'énergie.



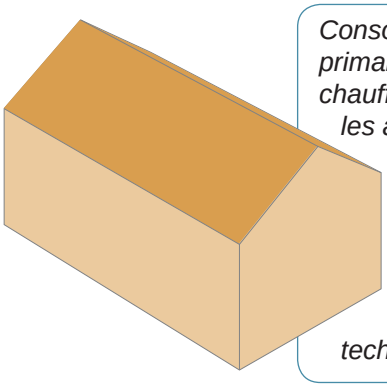
AIRE DE PLANCHER CHAUFFÉE - Ach 5.6

Exigences PEB pour un logement neuf	Consommation spécifique E_{spec} < 170 kWh/m²an* ou 612 MJ/m²an

Plus la consommation spécifique E_{spec} est faible, plus le logement est performant.

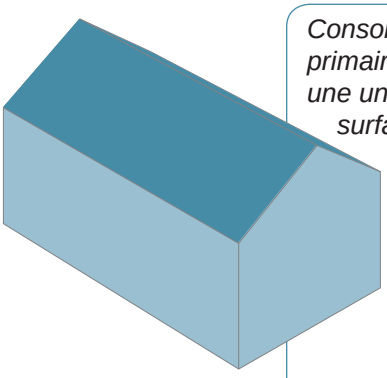
(*) 10 kWh équivalent à 1 litre de mazout ou 1 m³ de gaz.

Le niveau de consommation d'énergie primaire, niveau E_w, est calculé pour une unité PEB. Il est le rapport entre la consommation annuelle d'énergie primaire de l'unité (même procédure de calcul que pour déterminer la consommation spécifique) et une consommation annuelle d'énergie primaire de référence, multiplié par 100.



Consommation annuelle d'énergie primaire de l'unité PEB pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, les auxiliaires et le refroidissement éventuel, compte tenu d'une déduction éventuelle d'autoproduction d'électricité, calculée pour un usage standardisé de l'unité PEB et sur base des caractéristiques techniques de celle-ci.

Niveau E_w = ——— x 100



Consommation annuelle d'énergie primaire de référence calculée pour une unité PEB présentant la même surface de plancher chauffée (A_{ch}), la même surface totale de déperdition (A_T), le même volume protégé (V_P) et le même usage standardisé avec les caractéristiques techniques de base suivantes.

Isolation	niveau K45
Ventilation	système mécanique simple flux (type C)
Étanchéité à l'air	débit de fuite $\dot{v}_{50}$ = 8 m³/hm²
Chauffage	chaudière mazout basse température rendement global = 0,728
Eau chaude sanitaire	préparation instantanée rendement de production = 0,5
Apports solaires	surface des fenêtres = 0,15 A_{ch} répartition uniforme N, S, O, E
Refroidissement	néant (p_{cool} = 0)

Exigences PEB pour un logement neuf → **Niveau E_w ≤ 100**

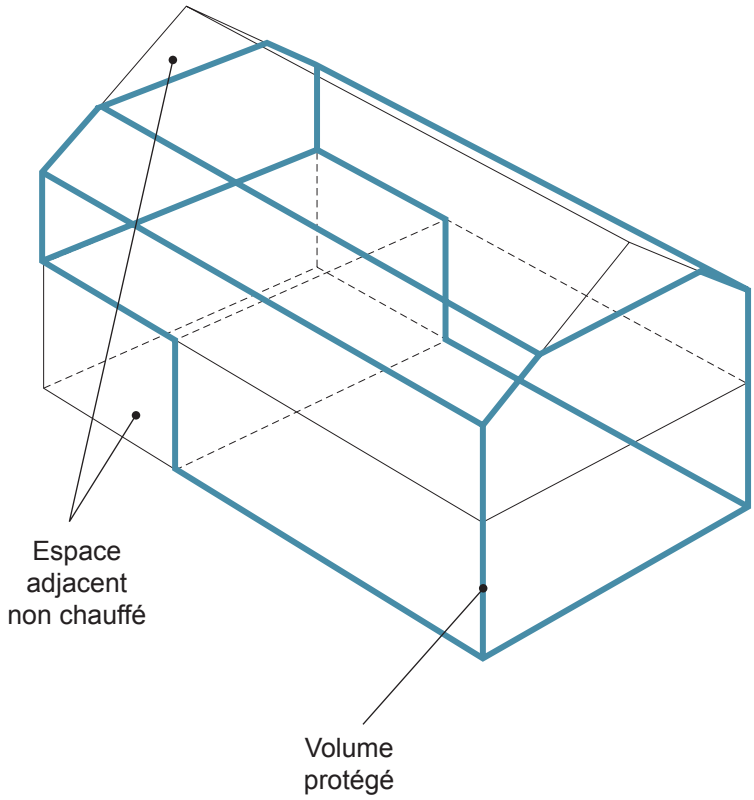
Plus E_w est faible, plus le logement est performant.

E_w > 100 La consommation de l'unité est supérieure à la consommation de référence, **le projet ne répond pas à la réglementation PEB, il doit être modifié**.

E_w ≤ 100 La consommation de l'unité est égale ou inférieure à la consommation de référence, **le projet répond à la réglementation PEB**.

L'exigence sur le niveau E_w sera renforcée dans les années à venir.
Un niveau E_w ≤ 80 est déjà annoncé dès 2011.

Le niveau d'isolation thermique globale K est un indicateur de la performance énergétique de l'enveloppe du volume protégé.



Le niveau K est calculé sur base :

- des déperditions thermiques au travers des parois ;
- de la surface totale de déperdition ;
- du volume protégé.

☐ **Sont comptabilisées**, toutes les parois délimitant le volume protégé en contact avec l'environnement extérieur, le sol et tous les espaces adjacents non chauffés.

☐ **Ne sont pas comptabilisées,** les parois séparant deux volumes protégés (murs mitoyens par exemple).

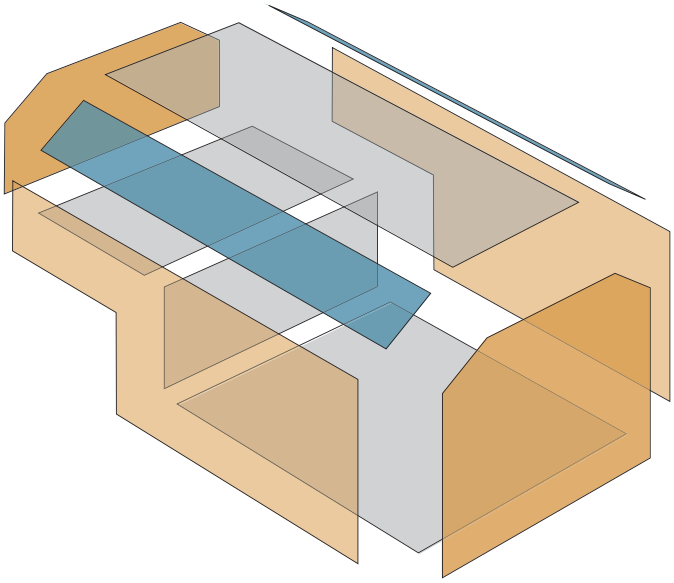
Exigence PEB pour un logement neuf → **Niveau K ≤ K45**

Plus le niveau K est faible, plus l'enveloppe est performante.

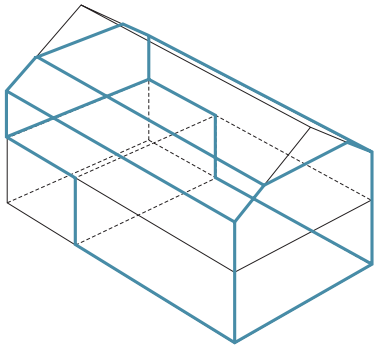
Pour un immeuble à appartements, il est permis de calculer un seul niveau K pour l'ensemble du bâtiment.

La valeur U (coefficient de transmission thermique) d'une paroi correspond à la quantité de chaleur qui traverse 1m² de cette paroi, par seconde et pour un écart de température de 1 K (=1°C) entre l'intérieur et l'extérieur, elle est exprimée en W/m²K.

La valeur R (résistance thermique) est l'inverse de la valeur U, elle est exprimée en m²K/W.



La valeur U (ou valeur R) est calculée pour chaque paroi délimitant le volume protégé.



Exigence PEB pour chaque paroi du volume protégé → **Valeur U ≤ U_{max}**
Valeur R ≥ R_{min}

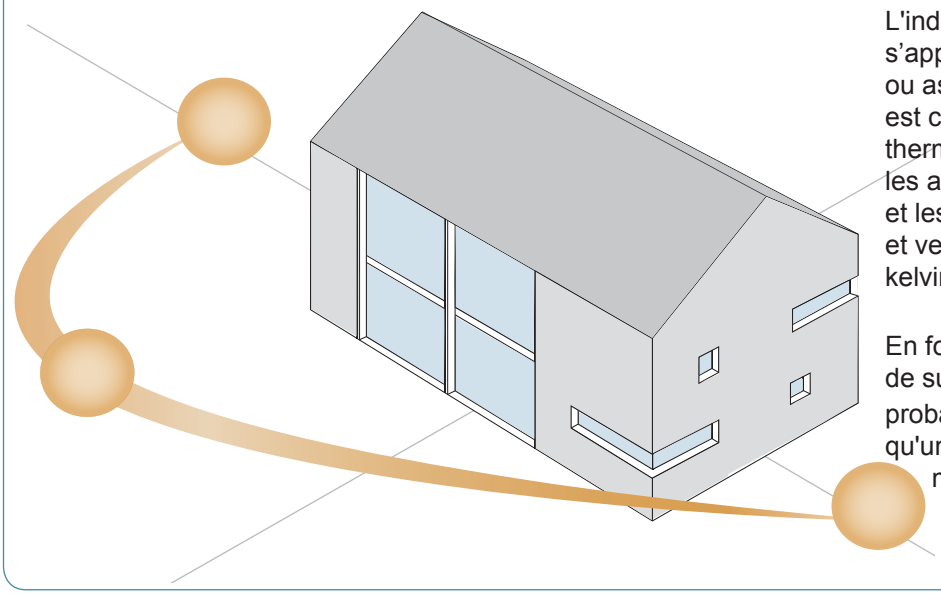
Plus la valeur U est faible (R est élevé), plus la paroi est performante.

		U_{max} W/m²K	R_{min} m²K/W
1.	Parois délimitant le volume protégé à l'exception des parois formant la séparation avec un volume protégé adjacent.		
	Toitures et plafonds	0,3	
	Fenêtres	2,5	
	avec U du vitrage	*1,6*	
	Portes et portes de garage	2,9	
	Façades légères	2,9	
	avec U du vitrage	*1,6*	
	Parois en briques de verre	3,5	
	Murs extérieurs	0,4	
	Murs en contact avec le sol		1,0
	Parois verticales ou en pente en contact avec un vide sanitaire ou une cave		1,0
	Plancher en contact avec l'environnement extérieur	0,6	
	Plancher sur sol, vide sanitaire ou cave	0,4*	1,0
2.	Parois entre 2 volumes protégés situés sur des parcelles adjacentes	1,0	
3.	Parois opaques à l'intérieur du volume protégé ou adjacent à un volume protégé sur la même parcelle à l'exception des portes et portes de garage entre unités d'habitation distinctes entre unités d'habitation et espaces communs (cage d'escalier, hall d'entrée, couloirs…) entre unités d'habitation et espaces à affectation non résidentielle entre espaces à affectation industrielles et à affectation non industrielles	1,0	

* *La valeur U tient compte de la résistance thermique du sol et doit être calculée conformément aux spécifications fournies à l'annexe VII de l'AGW 17.04.2008.*

VALEUR U ET R D'UNE PAROI 6.5

Bien orienter les surfaces vitrées conduit à une économie d'énergie grâce aux apports solaires. Il faut cependant éviter toute surchauffe en été.



L'indicateur de surchauffe s'applique aux bâtiments neufs ou assimilés du résidentiel. Il est calculé sur base de l'inertie thermique et du rapport entre les apports (solaires et internes) et les pertes (par transmission et ventilation), il est exprimé en kelvin heure [Kh].

En fonction de cet indicateur de surchauffe, il est défini une probabilité conventionnelle (p_{cool}) qu'une installation de refroidissement actif soit effectivement placée. Cette probabilité est comprise entre 0 et 1.

Exigence PEB pour un logement neuf → **Indicateur de surchauffe < 17.500 Kh**

Si l'indicateur est inférieur à 8.000 Kh	Si l'indicateur est compris entre 8.000 et 17.500 Kh	Si l'indicateur est supérieur à 17.500 Kh
$p_{cool} = 0$	p_{cool} est compris entre 0 et 1	$p_{cool} = 1$
Risque de surchauffe négligeable	Risque de surchauffe, modéré à élevé	Risque trop élevé de surchauffe : **amende administrative sur base de la déclaration PEB finale**

8.000 Kh — 17.500 Kh — 0 — 1

Lorsque p_{cool} est compris entre 0 et 1, le calcul du niveau E_w tient compte de la consommation d'énergie pour le refroidissement.

- *Si une installation de climatisation est prévue par le concepteur, la consommation d'énergie réelle de celle-ci est intégrée dans le calcul du niveau E_w.*
- *Si aucune installation n'est prévue, le calcul du niveau E_w considère une consommation d'énergie fictive proportionnelle à p_{cool}.*

Dans le cas d'un risque trop élevé de surchauffe, $p_{cool} = 1$, il est conseillé de prendre des mesures pour ramener l'indicateur de surchauffe en-dessous de la valeur maximale admise, que l'on place ou non un refroidissement actif.

Plus l'indicateur de surchauffe est faible, plus le logement est performant.

5. ESPACES ET SURFACES

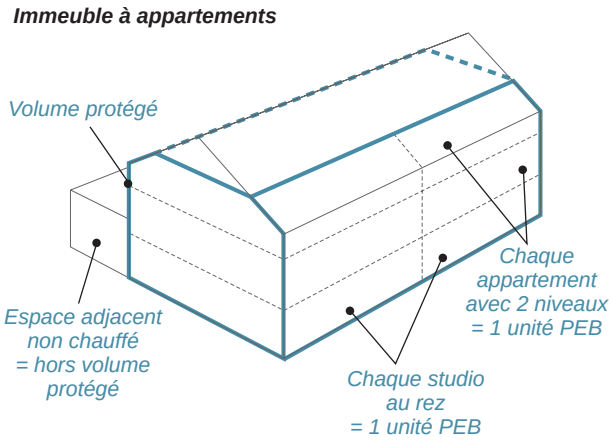
Subdivision d'un bâtiment 5.1
Volume protégé 5.2
Unité PEB 5.3
Secteur énergétique 5.4
Détermination des aires et volumes 5.5
Aire de plancher chauffée - A_{ch} 5.6
Aire totale de déperdition - A_T 5.7

Il appartient au concepteur et au responsable PEB de définir, au sein d'un bâtiment, les espaces pour lesquels sont calculés les indicateurs PEB soumis aux exigences PEB.

Étape 1
Volume protégé

Le volume protégé rassemble les espaces que l'on souhaite protéger des déperditions thermiques. L'enveloppe du volume protégé doit respecter les exigences sur :

- **le niveau K ;**
- **les valeurs U ou R**.

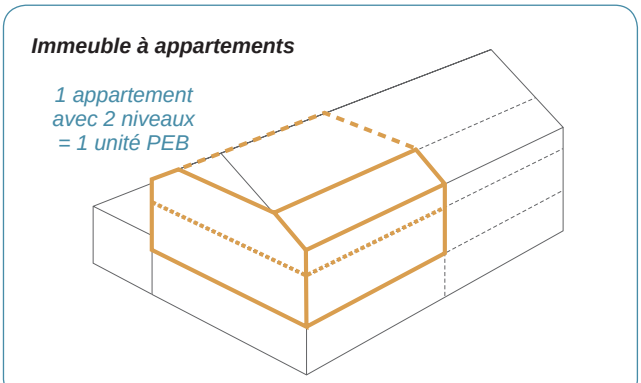


Étape 2
Unités PEB

Au sein du volume protégé, on distingue les unités PEB en fonction de leur destination, par exemple : un logement, un commerce, une entreprise de service…

Chaque unité PEB de logement doit respecter les exigences sur :

- **le niveau E_w ;**
- **la consommation spécifique E_{spec} ;**
- **la surchauffe.**



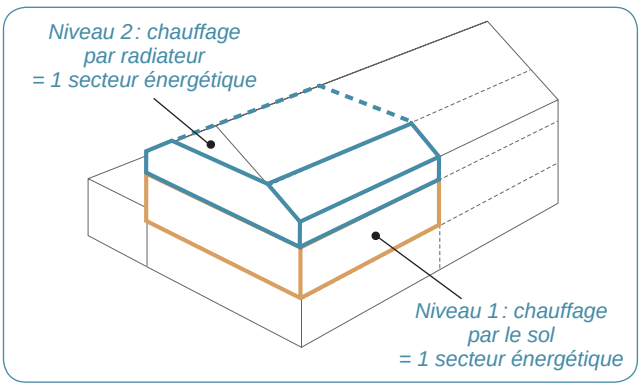
Étape 3
Zones de ventilation

Lorsqu'une unité PEB dispose de plusieurs systèmes de ventilation, il faut la découper en zones de ventilation ; chaque zone étant équipée d'un système indépendant de ventilation.

Cas particulier : pour une unité PEB de logement, la règlementation n'autorise qu'un système de ventilation et donc une seule zone de ventilation.

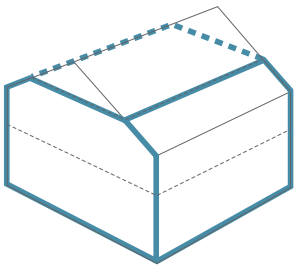
Étape 4
Secteurs énergétiques éventuels

Pour chaque zone de ventilation, il peut être utile de distinguer les équipements du point de vue de leur performance énergétique. Dans ce cas, la zone de ventilation est découpée en secteurs énergétiques.



Cas de la maison unifamiliale

En général, une maison unifamiliale
= un seul volume protégé
= une seule unité PEB
= une seule zone de ventilation correspondant à un seul secteur énergétique (ex.: chauffage central avec radiateurs)



Le **volume protégé**, **V_P**, est constitué par l'ensemble des espaces que l'on souhaite protéger des déperditions thermiques vers l'environnement extérieur, le sol et tous les espaces adjacents non chauffés.
Il comprend :

- les espaces chauffés (et/ou refroidis), en continu ou par intermitence ;
- les espaces chauffés indirectement, dépourvus d'un corps de chauffe (couloirs, dégagements...).

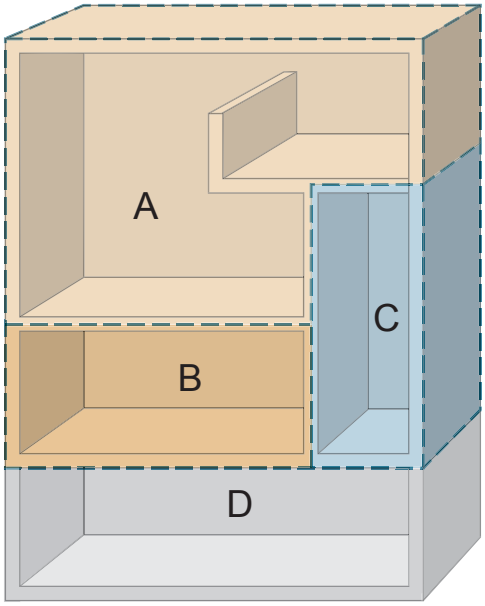
La performance énergétique de l'enveloppe du volume protégé est évaluée via les indicateurs PEB :
- **niveau K**
- **valeurs U ou R**

Le volume protégé doit répondre aux exigences PEB sur ces indicateurs

NIVEAU K 4.4
VALEUR U 4.5

Un bâtiment peut contenir :
- un seul volume protégé ou plusieurs ;
- une seule unité PEB ou plusieurs ;

Voici différents découpages d'un même bâtiment



Cas 1

Habitation unifamiliale
A+B+C = 1 logement = 1 unité PEB
D = cave

Un volume protégé avec le niveau K ≤ K45

A+B+C = V_P

Cas 2

Immeuble à appartements
A = appartement = 1 unité PEB
B = appartement = 1 unité PEB
C = couloir, parties collectives
D = caves communes

Un volume protégé avec le niveau K ≤ K45

A+B+C = V_P
Le volume protégé comprend les parties collectives

Cas 3

Bâtiment avec partie bureaux au rez et partie résidentielle à l'étage
A = appartement = 1 unité PEB
B = bureaux = 1 unité PEB
C = couloir, parties collectives
D = caves communes

Un volume protégé avec le niveau K ≤ K45

A+B+C = V_P
Le volume protégé comprend les parties collectives

Cas 4

Bâtiment avec partie industrielle au rez et partie résidentielle à l'étage
A = appartement = 1 unité PEB
B = espace de stockage = 1 unité PEB
C = couloir, parties collectives
D = caves communes

Deux volumes protégés

A = V_{P_A}
avec niveau K ≤ K45
et
B = V_{P_B}
avec niveau K ≤ K55
C est à rattacher à l'un ou l'autre volume suivant la configuration des lieux.

Dans le cas d'immeubles présentant plusieurs unités PEB, les parties collectives ne sont comptabilisées dans aucune unité PEB. Par contre, elles sont à intégrer dans un volume protégé.

Chaque bâtiment ou partie d'un bâtiment ayant une destination précise constitue une unité PEB.
Un logement, un bureau (entreprise de service publique ou privée), un commerce... sont chacun une unité PEB.

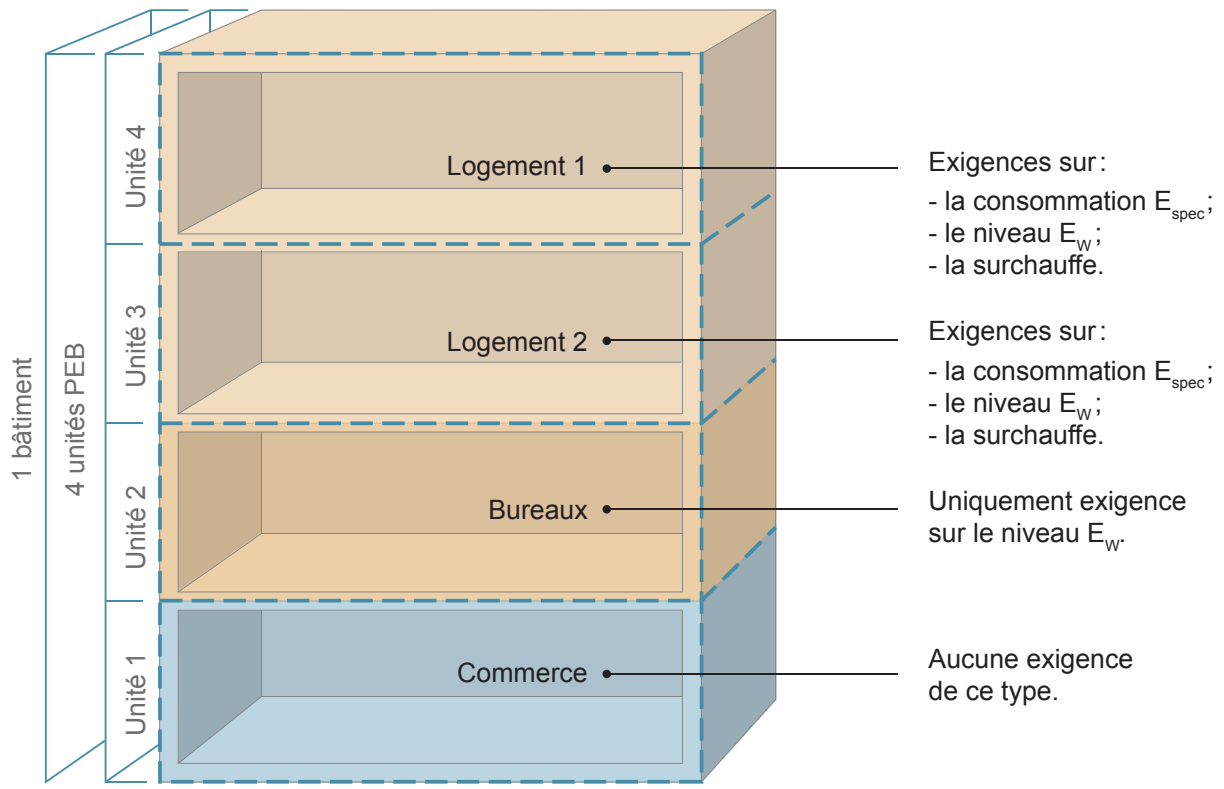
La performance énergétique d'une unité PEB du type logement neuf est évaluée via les indicateurs :

- **consommation spécifique E_{spec} ;**
- **niveau E_W ;**
- **surchauffe.**

Une telle unité doit répondre aux exigences PEB sur ces indicateurs.

Dans l'exemple ci-dessous, il y a :
- 2 logements,
- 1 bureau,
- 1 commerce ;

soit 4 unités PEB distinctes.

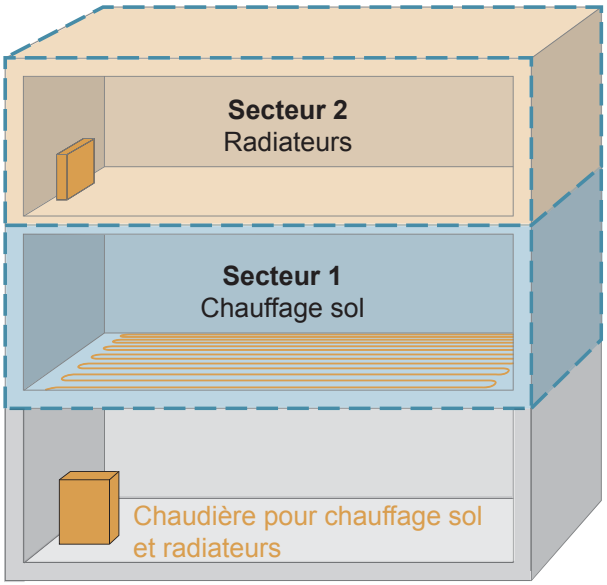


CONSOMMATION SPÉCIFIQUE E_{spec} 4.2
NIVEAU E_W 4.3
SURCHAUFFE 4.6

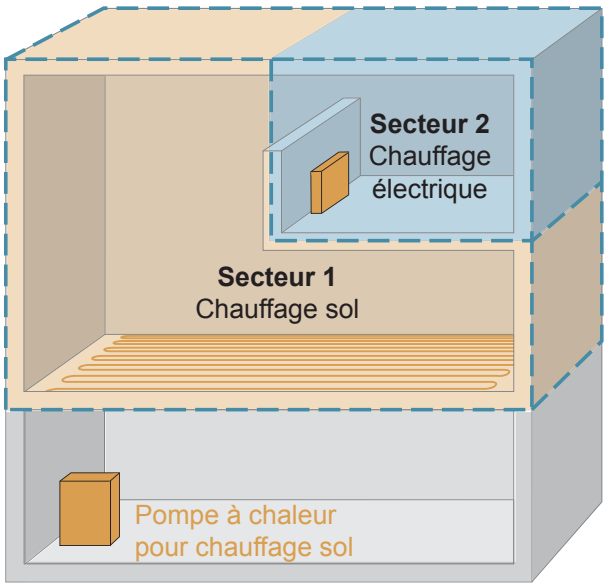
C'est uniquement lorsqu'on souhaite distinguer des installations différentes au sein d'une unité PEB qu'il faut effectuer une subdivision en secteurs énergétiques :

- plusieurs systèmes d'émission de chaleur lorsque les différents rendements sont pris en considération (par exemple radiateurs et chauffage sol) ;
- plusieurs appareils producteurs de chaleur avec des rendements différents (par exemple un chauffage central au gaz et un chauffage local électrique).

Exemple 1 : 1 volume protégé,
1 unité PEB résidentielle,
2 secteurs énergétiques.



Exemple 2 : 1 volume protégé,
1 unité PEB résidentielle,
2 secteurs énergétiques.



Lorsqu'on ne souhaite pas distinguer des installations différentes au sein d'une unité PEB, seul le moins bon rendement est pris en considération ; on a donc un seul secteur énergétique.

Dans le cas d'une installation de chauffage central :

- avec un appoint électrique, on ne tient compte que du rendement de l'appoint ;
- avec un appoint du type feu ouvert ou poêle à bois, celui-ci n'est pas pris en considération.

Généralement, une unité PEB résidentielle constitue un seul secteur énergétique car :

- elle présente un seul système de ventilation (la règlementation n'autorise qu'un seul système de ventilation au sein d'un logement) ;
- elle est équipée d'un même type d'émission de chaleur (des radiateurs OU un chauffage sol OU un chauffage mural) ou lorsque le rendement d'émission le plus faible est considéré ;
- elle est chauffée par un même appareil de production de chaleur (ou, le cas échéant, une même combinaison d'appareils producteurs de chaleur ayant le même rendement).

La partie du bâtiment que l'on considère doit être définie univoquement :
- volume protégé,
- unité PEB
- et secteur énergétique.

VOLUME D'UNE PARTIE D'UN BÂTIMENT.

Ce volume est déterminé sur base des dimensions extérieures, avec le volume des parois intérieures compris.

Les parois mitoyennes entre deux volumes protégés appartiennent pour moitié à l'un et pour l'autre moitié à l'autre volume protégé.

On procède de la même manière pour déterminer le volume d'une unité PEB ou d'un secteur énergétique.

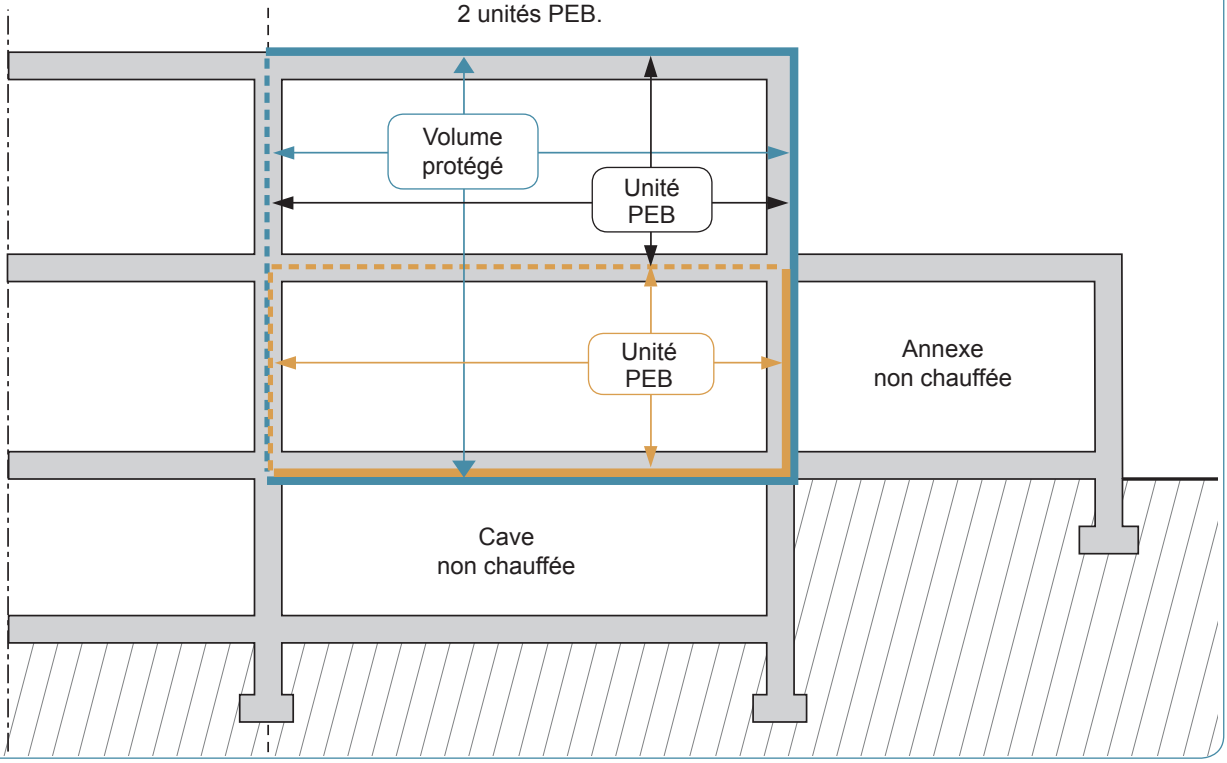
AIRE DES PAROIS D'UN BÂTIMENT

Pour les parois qui séparent le volume protégé de l'environnement extérieur, du sol et des espaces contigus non chauffés, les aires sont déterminées sur base des dimensions extérieures.

Pour les portes et fenêtres, il faut utiliser les dimensions des ouvertures de jour (vues de l'extérieur).

C'est uniquement pour le système de ventilation que l'on prend en compte les dimensions intérieures des locaux pour définir les débits nominaux des locaux.

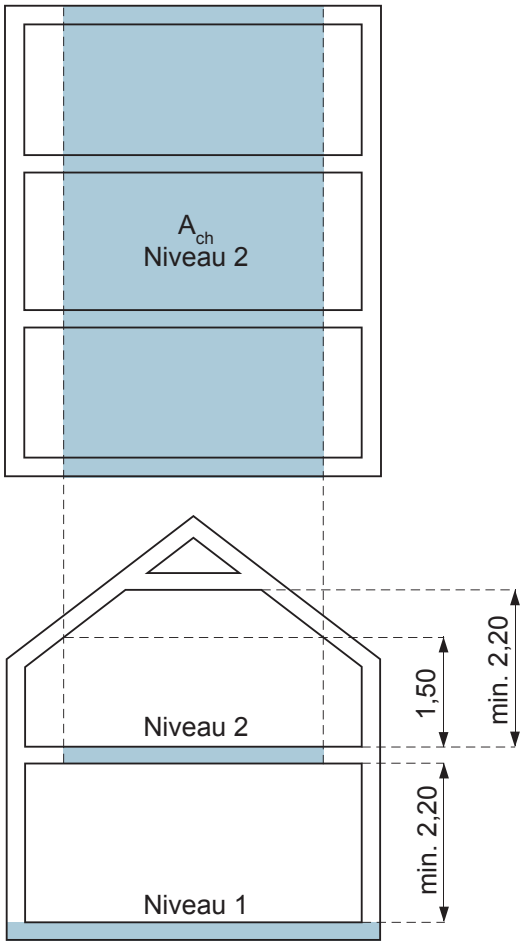
Immeuble avec 2 appartements :
1 volume protégé,
2 unités PEB.



CONSOMMATION SPÉCIFIQUE E spec 4.2
NIVEAU E w 4.3
UNITÉ PEB 5.3

L'aire de plancher chauffée ou climatisée A_{ch} intervient dans le calcul des indicateurs PEB : niveau E_w et consommation spécifique E_{spec}.

Cette surface de plancher chauffée a une grande incidence sur ces indicateurs. Celle-ci doit donc être évaluée avec précision, notamment pour éviter que la surface de plancher des espaces qui ne seront jamais habitables soit comptabilisée. En effet, une surface chauffée surévaluée engendre une consommation spécifique et un niveau E_w plus flatteurs qu'ils ne devraient être puisque tenant compte d'une surface de plancher en réalité non utilisable.

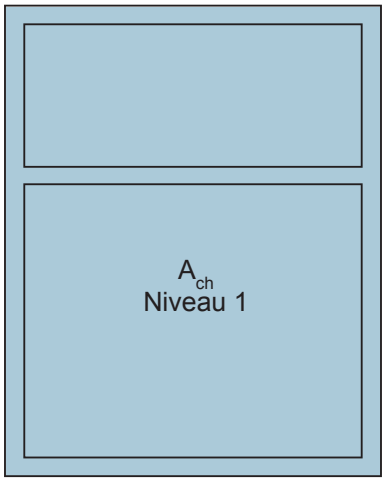


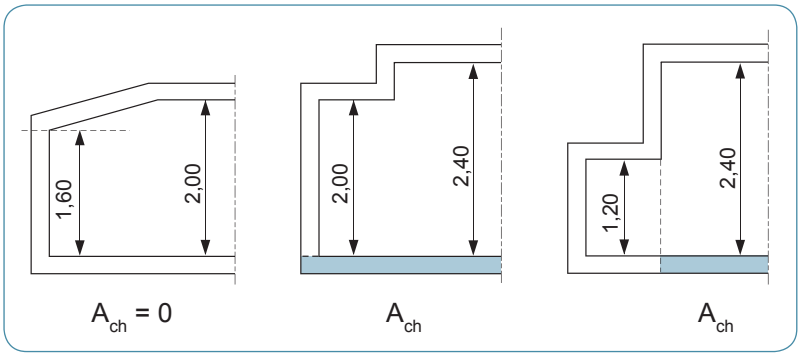
L'aire de plancher chauffée, $\mathbf{A_{ch}}$ [m²], est calculée pour chaque unité PEB en effectuant la somme des aires de plancher de chaque niveau situé dans le volume protégé, mesurées entre les faces externes des murs extérieurs.

Sont comptabilisées les surfaces ayant une hauteur sous plafond minimale de 1,50 m, pour autant que l'espace considéré présente au moins en un point une hauteur minimale de 2,20 m.

La surface des escaliers, ascenseurs et gaines techniques fait partie à chaque niveau de la surface de plancher chauffée. Remarque : la hauteur sous un escalier n'est pas prise en considération.

Sont à exclure, les ouvertures dans un plancher et les vides plus grands que 4 m².





Les parois de déperdition de chaleur du volume protégé sont celles qui séparent ce volume :

- de l'environnement ;
- du sol ou des espaces enterrés non chauffés ;
- des espaces contigus non chauffés.

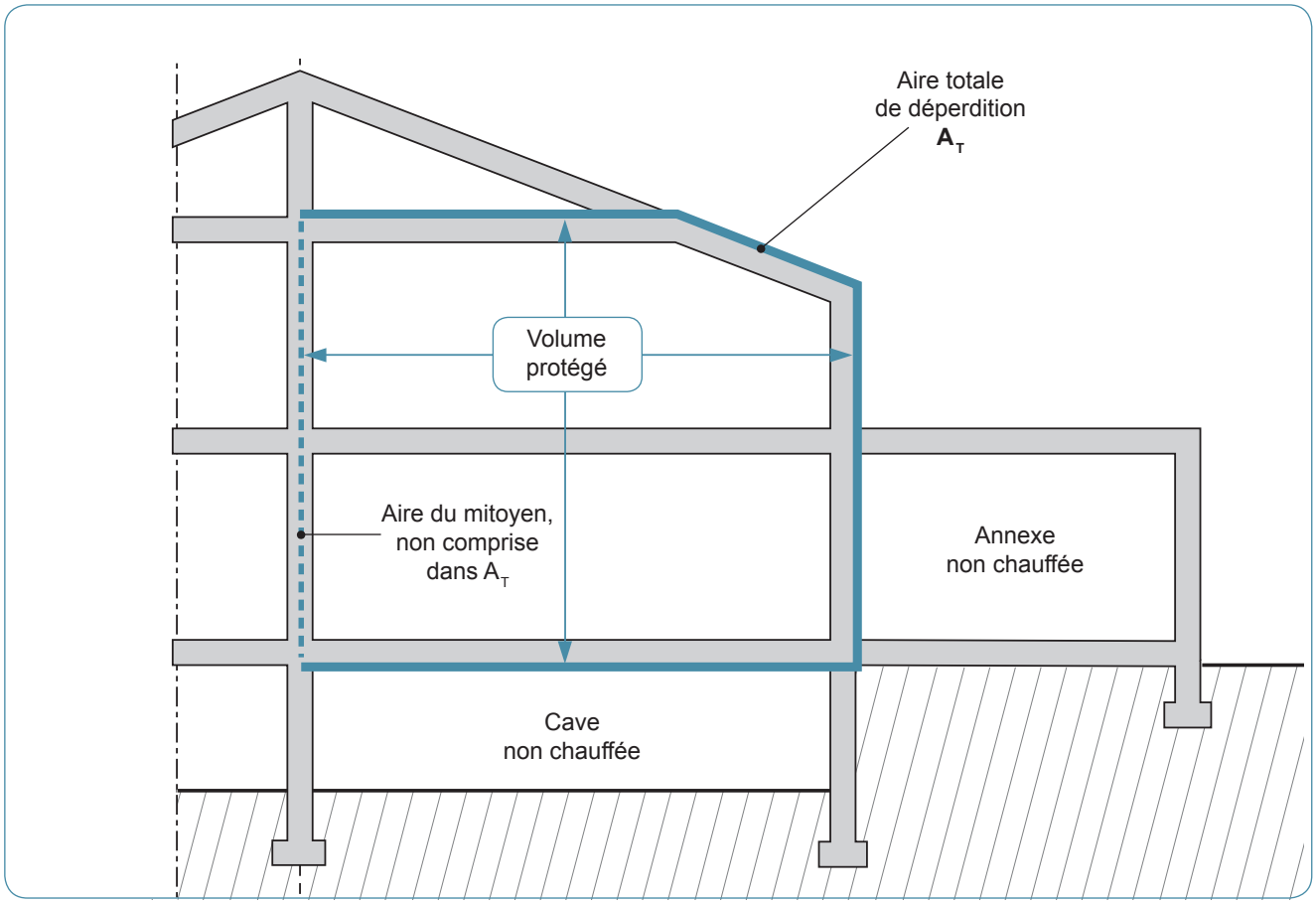
L'aire totale de déperdition, A_T [m²], est la somme des aires des parois de déperdition.

Les aires de déperdition de chaleur ainsi que le volume protégé sont déterminés sur base des dimensions extérieures.

Les accès vers les espaces situés hors du volume protégé (caves, greniers…), les murs ou cloisons de la cage d'escalier ainsi que l'escalier lui-même, ou encore une trappe, sont autant de parois du volume protégé. Leur épaisseur complète fait partie du volume protégé.

En procédant ainsi, on définit une surface de déperdition continue qui enveloppe le volume protégé.

Les parois entre deux volumes protégés ne font pas partie des parois de déperdition. Dans ce cas les dimensions extérieures s'arrêtent à l'axe de la paroi de séparation.



6. ISOLATION THERMIQUE

Procédure 6.1
Déperditions vers l'environnement extérieur 6.2
Déperditions vers le sol 6.3
Déperditions vers un espace adjacent non chauffé 6.4
Valeurs R et U d'une paroi 6.5
Valeurs λ ou R d'un matériau 6.6
Résistance thermique d'une couche d'air - R_a 6.7
Résistance thermique d'échange - R_{si} et R_{se} 6.8
Valeur U d'une fenêtre ou d'une porte 6.9
Valeurs U indicatives pour les fenêtres 6.10
Joints de maçonnerie 6.11
Fixations mécaniques 6.12
Toitures inversées 6.13
Structure en bois 6.14
Ponts thermiques 6.15

L'isolation thermique d'un bâtiment est une priorité pour garantir sa performance énergétique : de faibles pertes par transmission de chaleur au travers des parois permettent d'obtenir un bâtiment économe en énergie pour le chauffage de celui-ci.

La performance d'un bâtiment du point de vue de son isolation thermique est évaluée par les indicateurs PEB : **niveau K et valeur U**.

NIVEAU K

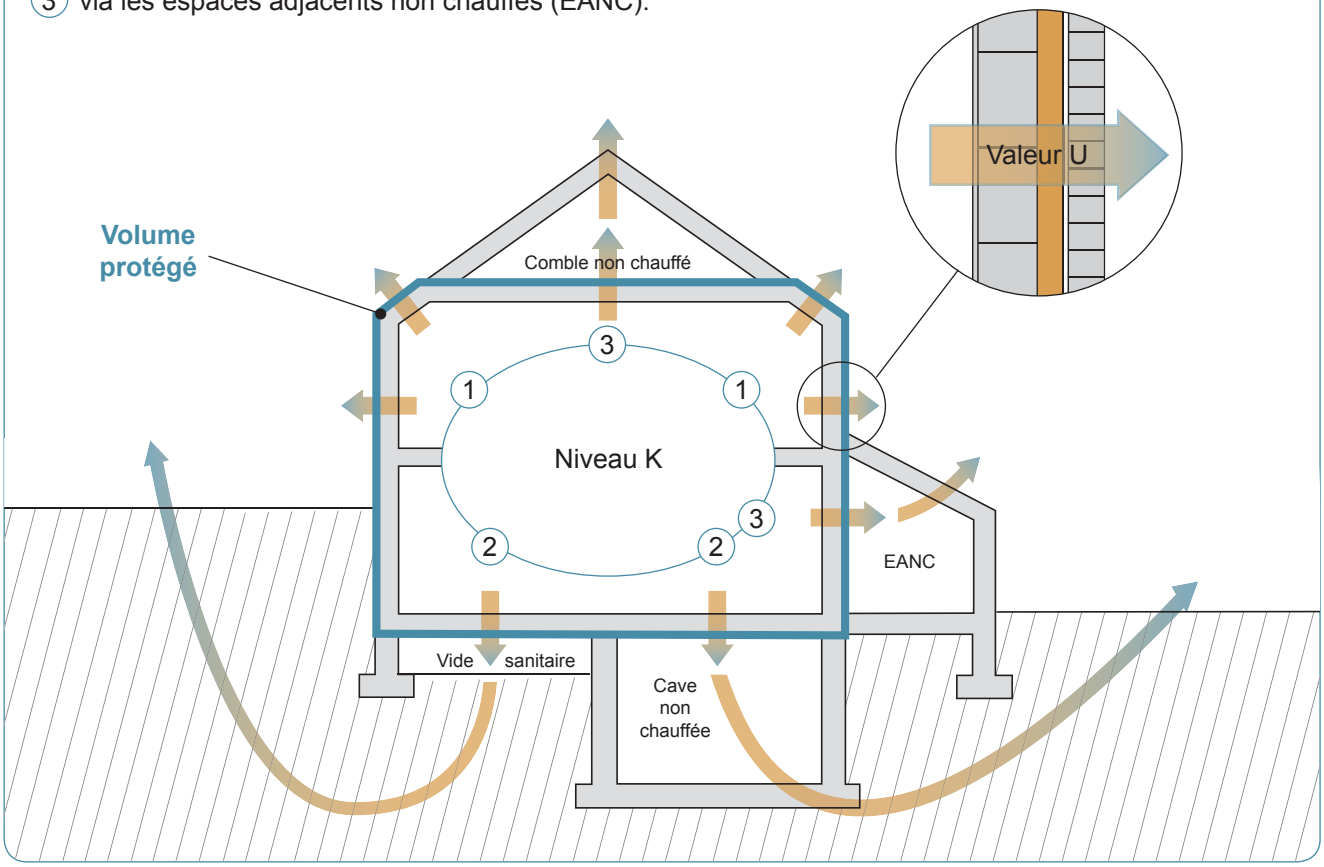
Le niveau K est un indicateur de la performance thermique de l'enveloppe d'un bâtiment, il globalise les déperditions par transmission de chaleur au travers des parois délimitant le volume protégé.

La méthode de calcul du niveau K distingue les déperditions par transmission de chaleur :

1. vers l'environnement extérieur ;
2. via le sol, en direct ou via un vide sanitaire ou une cave non chauffée ;
3. via les espaces adjacents non chauffés (EANC).

VALEUR U

La valeur U est un indicateur de la performance thermique d'une paroi particulière d'un bâtiment. Elle est calculée sur base de la composition de la paroi et des environnements qu'elle sépare. Elle caractérise les déperditions de chaleur par transmission au travers de celle-ci. **La présence d'un isolant thermique influence fortement cette valeur U**.



Déclaration PEB initiale.

Le niveau K et les valeurs U sont estimés pour le bâtiment projeté dans le but de vérifier que les exigences PEB seront atteintes.

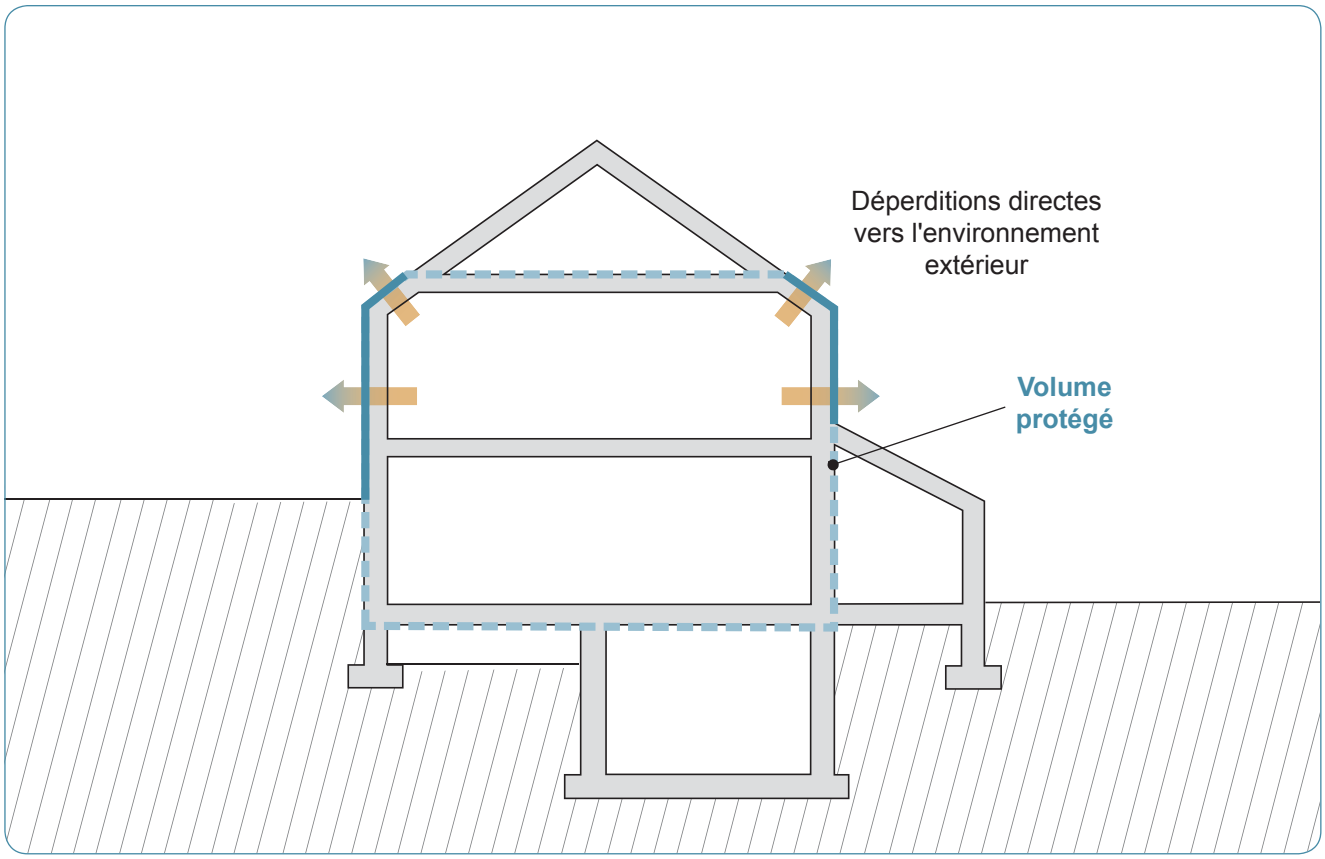
A ce stade, on peut recourir aux valeurs λ et R par défaut des matériaux constituant les parois.

Déclaration PEB finale.

Le bâtiment réalisé doit respecter les exigences PEB. Le niveau K et les valeurs U gagnent à être calculés sur base des valeurs λ et R certifiées des matériaux mis en œuvre. Dans ce cas, les documents ou références attestant les valeurs prises en compte sont à joindre à la déclaration.

NIVEAU K 4.4
VALEUR U 4.5
VALEUR R ET U D'UNE PAROI 6.5
DOCUMENTS PEB 2.5

La déperdition totale par transmission directe de chaleur vers l'environnement extérieur est la somme des transferts de chaleur au travers des parois en contact direct avec l'air extérieur.



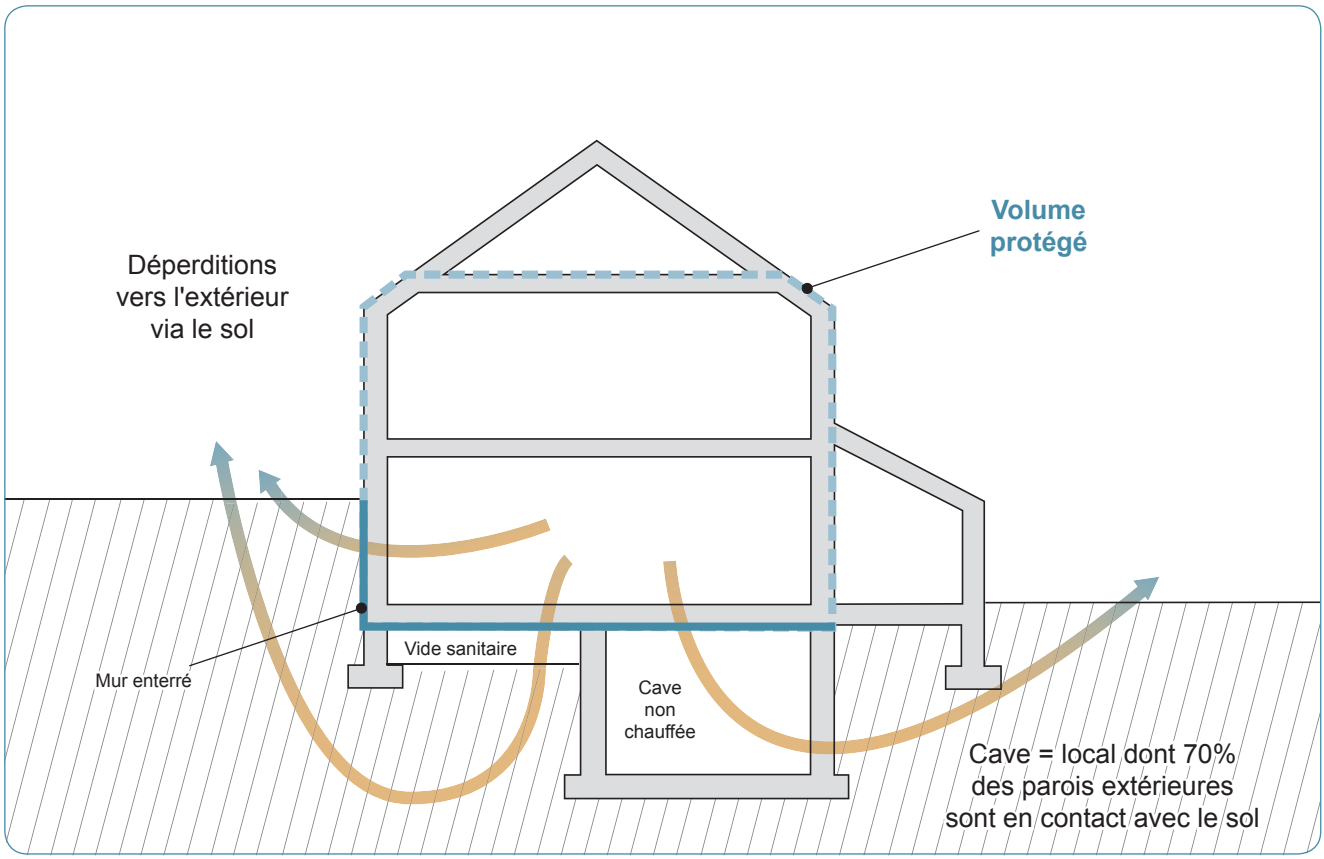
Ces déperditions sont calculées par le logiciel PEB sur base des données suivantes.

PAROIS DU VOLUME PROTÉGÉ	DONNÉES NÉCESSAIRES PEB
Pour chaque paroi en contact direct avec l'air extérieur	Aire [m²], déterminée avec les dimensions extérieures Valeur U [W/m²K] = coefficient de transmission thermique de la paroi

Les éventuels ponts thermiques linéaires ou ponctuels devraient être pris en compte dans le calcul de ces déperditions directes vers l'extérieur. Cependant, la méthode précise pour évaluer leur impact doit encore être définie par le Gouvernement wallon. Dans l'attente de ces prescriptions, le niveau K peut être calculé sans tenir compte d'éventuels ponts thermiques.

5 DÉTERMINATION DES AIRES ET VOLUMES 5.5
VALEUR R ET U D'UNE PAROI 6.5

La déperdition totale de chaleur via le sol est la somme des transferts de chaleur au travers
- des planchers en contact direct avec le sol,
- des parois en contact avec un vide sanitaire ou une cave non chauffée
- et des murs enterrés.

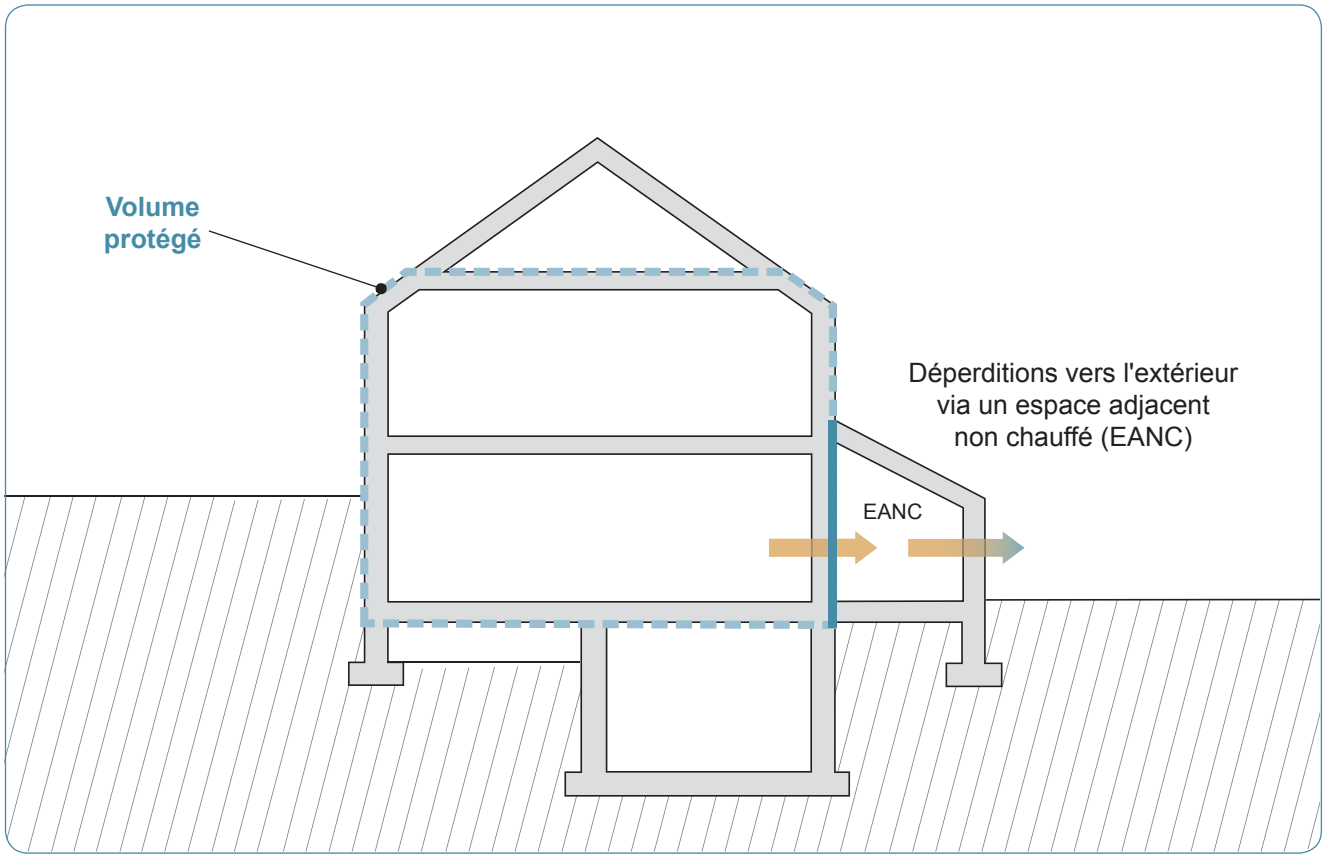


Cette déperdition est calculée par le logiciel PEB sur base des données suivantes.

PAROIS DU VOLUME PROTÉGÉ	DONNÉES NÉCESSAIRES PEB
Pour chaque plancher en contact direct avec le sol	Aire [m²], déterminées avec les dimensions extérieures Valeur R [m²K/W], calculée avec une résistance superficielle extérieure nulle (R_{se} = 0)
Pour chaque paroi en contact avec un vide sanitaire ou une cave non-chauffée qui est enterré(e): plancher, mur, porte (vers vide sanitaire par ex.) ...	Aire [m²], déterminée avec les dimensions extérieures Valeur R [m²K/W] Vide sanitaire: pas, peu ou très ventilé Cave: avec ou sans fenêtre ou porte extérieure
Pour chaque mur enterré d'un local chauffé	Valeur R [m²K/W] du mur enterré Valeur R [m²K/W] du plancher du sol en contact avec le mur enterré Épaisseur à hauteur du niveau du sol [m] Profondeur moyenne dans le sol [m] Périmètre, surface et volume du local

DÉTERMINATION DES AIRES ET VOLUMES 5.5
VALEUR R ET U D'UNE PAROI 6.5

La déperdition totale par transmission de chaleur vers l'environnement via un espace adjacent non chauffé, situé au-dessus du sol, résulte d'un équilibre thermique entre, d'une part, les transferts de chaleur entre l'espace chauffé et l'espace adjacent non chauffé, et d'autre part, entre cet espace et l'environnement extérieur. Un tel espace non chauffé constitue donc un espace tampon entre le volume chauffé et l'environnement.

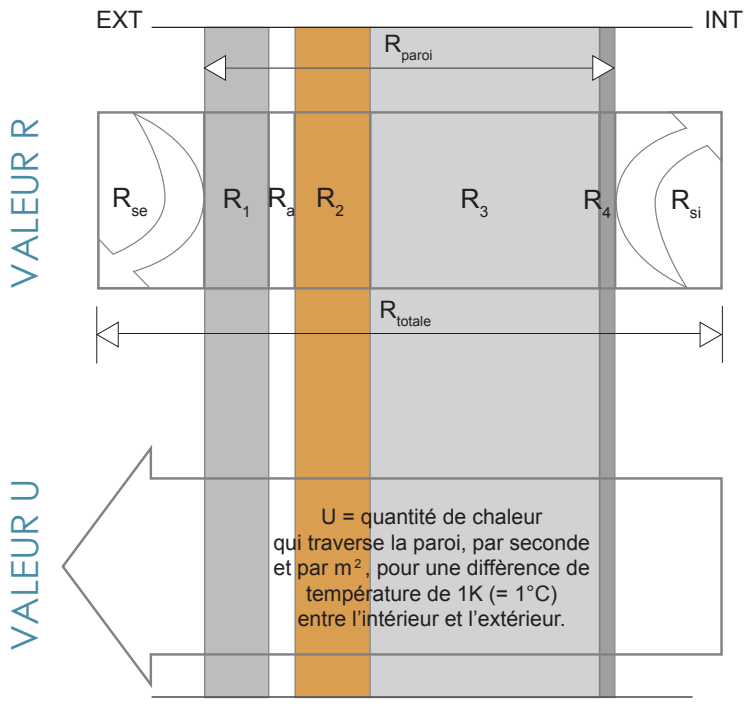


Cette déperdition est calculée par le logiciel PEB sur base des données suivantes.

PAROIS	DONNÉES NÉCESSAIRES PEB
Pour chaque paroi entre l'espace chauffé et l'espace adjacent non chauffé	Aire [m²] Valeur U [W/m²K]
Pour chaque paroi entre l'espace adjacent non chauffé et l'environnement extérieur	Aire [m²] Valeur U [W/m²K]
Pour l'espace adjacent non chauffé	Volume [m³] Étanchéité à l'air, à définir d'après la situation la plus adéquate reprise ci-dessous

Type	Description de l'étanchéité à l'air de l'espace adjacent non chauffé
1	Pas de porte ni de fenêtre Jonctions entre les éléments de construction étanches à l'air Pas d'ouverture de ventilation
2	Jonctions entre les éléments de construction étanches à l'air Pas d'ouverture de ventilation
3	Jonctions entre les éléments de construction étanches à l'air Petites ouvertures et ventilation prévues
4	Absence d'étanchéité à l'air en raison d'inétanchéités locales ou d'ouvertures de ventilation permanentes
5	Absence d'étanchéité à l'air en raison de nombreuses inétanchéités ou de grandes ou nombreuses ouvertures de ventilation

Les valeurs R et U d'une paroi opaque sont calculées à partir des résistances thermiques des couches composant celle-ci : c'est cependant la couche isolante qui influence le plus ces valeurs. Lorsqu'on vise la performance thermique d'une paroi, c'est essentiellement sur cette couche qu'il faut travailler.



La résistance thermique R d'une paroi est la somme des résistances partielles.

$$R_{paroi} = R_a + \sum R_i \quad [m^2K/W]$$

On obtient la résistance totale en ajoutant les résistances superficielles R_{se} et R_{si}.

$$R_{totale} = R_{paroi} + R_{se} + R_{si} \quad [m^2K/W]$$

La valeur U (coefficient de transmission thermique) est l'inverse de la résistance totale.

$$U = \frac{1}{R_{totale}} \quad [W/m^2K]$$

La valeur U d'une paroi est soit calculée via le logiciel PEB sur base de la composition de celle-ci, soit encodée directement ; dans ce cas, il faut joindre à la déclaration PEB un document justificatif dont la référence est à indiquer dans le logiciel.

COMPOSITION DE LA PAROI	DONNÉES NÉCESSAIRES PEB
R Résistances thermiques d'une couche	
- Matériau homogène : $R = \frac{d}{\lambda}$	Épaisseur du matériau, d [m] Valeur λ déclarée ou par défaut du matériau [W/mK]
- Matériau non homogène	Valeur R déclarée ou par défaut du matériau
R_a Résistance thermique d'une lame d'air éventuelle	Type de lame d'air (non, peu ou fortement ventilée), son épaisseur et la direction du flux de chaleur
R_{si} et R_{se} Résistance thermiques superficielles (d'échange) intérieure et extérieure	Type de paroi (mur, toiture, plancher…) Inclinaison Environnement

Exemple d'un mur creux :

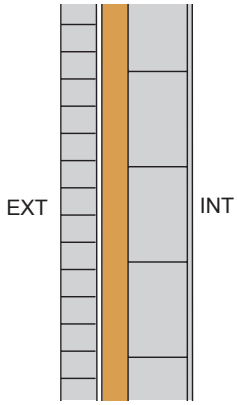
Parement en brique collée, 9 cm, λ_e = 1,1 W/mK

Lame d'air non ventilée, 2 cm, R_a = 0,17 m²K/W

Isolant thermique d'épaisseur variable (voir ci-contre), λ_i = 0,045 W/mK

Bloc creux en béton collé, 14 cm, R_i = 0,11 m²K/W

Plafonnage, 1 cm, λ_i = 0,52 W/mK



Épaisseur de l'isolant [cm]	$R_{isolation}$ [m²K/W]	R_{totale} [m²K/W]	U [W/m²K]
0	0,00	0,55	**1,82**
6	1,33	1,88	**0,53**
8	1,78	2,33	**0,43**
10	2,22	2,77	**0,36**
12	2,67	3,22	**0,31**

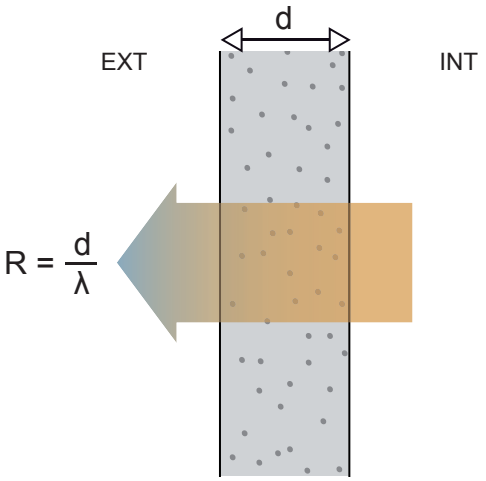
Pour une telle paroi, il faut donc prévoir un isolant ayant une épaisseur ≥ 10 cm pour respecter l'exigence $U < U_{max}$ = 0,4 W/m²K.

VALEUR λ OU R D'UN MATÉRIAU 6.6
RÉSISTANCE THERMIQUE D'UNE COUCHE D'AIR - Ra 6.7
RÉSISTANCE THERMIQUE D'ÉCHANGE Rsi ET Rse 6.8

La valeur λ ou R précise dans quelle mesure un matériau est conducteur de la chaleur.

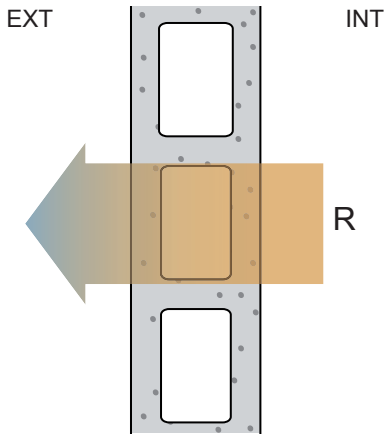
VALEUR λ

Un matériau homogène
(verre, isolant…) est caractérisé par la valeur λ, conductivité thermique, exprimée en W/mK. Connaissant l'épaisseur de la couche homogène, d [m], sa résistance thermique est obtenue par le quotient d / λ.



VALEUR R

Un matériau non homogène
(bloc creux ou brique perforée, panneau composite…) est caractérisé par sa valeur R, résistance thermique, exprimée en m²K/W.



Une valeur λ faible ou une valeur R élevée correspond à un matériau peu conducteur de chaleur.
Dans la construction, un matériau est appelé communément « isolant thermique » si sa valeur λ est inférieure à 0,07 W/mK.

De façon générale, il faut prendre la **valeur λ ou R par défaut** reprise dans l'annexe VII de l'AGW du 17.04.08 : voir annexes du présent guide.

Pour les produits d'isolation et les produits pour lesquels la valeur λ ou R constitue une propriété importante, il est conseillé de prendre la valeur λ ou R **déclarée** du produit considéré pour améliorer les valeurs U et R des parois.

La **valeur λ ou R déclarée** peut être obtenue de trois manières.

- Produit repris dans la base de données officielle commune aux trois Régions www.epbd.be : elle rassemble les valeurs à utiliser dans le cadre de la réglementation PEB, elle est régulièrement mise à jour.
- Produit avec marquage CE : l'attestation de conformité renseigne la valeur à utiliser.
- Produit avec ATG ou ATE : l'agrément technique indique cette valeur.

Pour aider le concepteur dans l'application de la réglementation PEB, plusieurs bases de données sont à sa disposition.

Base de données créée dans le cadre de la réglementation PEB en collaboration avec les trois Régions :

http://www.epbd.be

Base de données de l'Union belge de l'Agrément technique dans la Construction (UBAtc). Ce site reprend la liste des ATG (agréments techniques belges) et des ETA (agréments techniques européens) :

http://www.ubatc.be

Base de données de la Fédération de l'Industrie du Verre relative aux vitrages présents sur le marché belge :

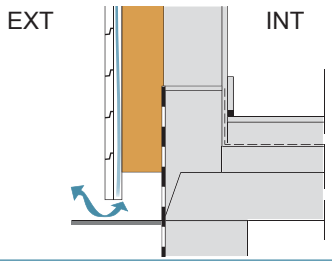
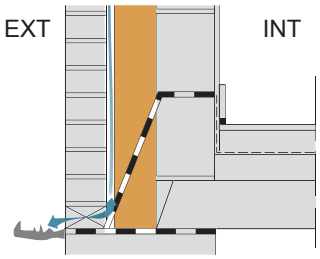
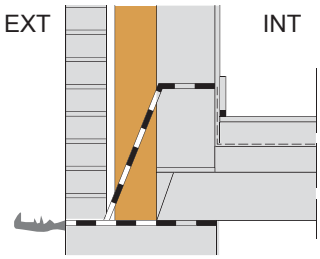
http://www.vgi-fiv.be/content.publications/valeurs-k-vitrages-isolants.php

Le logiciel PEB génère la valeur de la résistance thermique d'une couche d'air, R_a, sur base des caractéristiques suivantes :

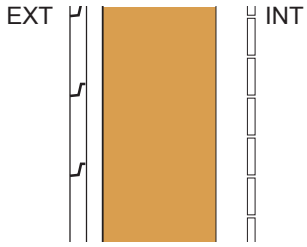
- type de paroi ;
- épaisseur de la couche ;
- couche en contact avec l'extérieur ou l'intérieur ;
- couche fortement, peu ou non ventilée si en contact avec l'extérieur.

Une couche d'air est limitée à 30 cm. Au delà, elle est considérée comme un espace adjacent non chauffé.

COUCHE D'AIR EN CONTACT AVEC L'EXTÉRIEUR

Dans le logiciel PEB, encoder soit le type de couche d'air, soit la superficie totale de ventilation par mètres courants ou par m²		Valeur R_a générée par le logiciel	Exemple
Couche d'air fortement ventilée		La superficie totale des ouvertures de ventilation **> 1500 mm² par mètres courants ou m²**	R_a=0 La résistance thermique des couches de construction situées entre cette couche d'air et l'environnement extérieur est ignorée	Bardage ou toiture inclinée dont la base et/ou le sommet sont ventilés sur toute la longueur par un joint ≥ 1,5 cm
Couche d'air peu ventilée		La superficie totale des ouvertures de ventilation **> 500 et ≤ 1500 mm² par mètres courants ou m²**	R_a est une moyenne entre les valeurs ci-dessus et ci-dessous en fonction de l'ouverture de ventilation. De plus, la résistance thermique totale des couches de construction situées entre cette couche d'air et l'environnement extérieur est plafonnée à 0,15 m²K/W.	Parement de mur creux avec joint ouvert de 1 cm tous les mètres courants en pied de façade
Couche d'air non ventilée		La superficie totale des ouvertures de ventilation **≤ 500 mm² par mètres courants ou m²** *500 mm² = un joint ouvert de 1cm de large sur une brique de 5 cm de haut tous les mètres courants*	$0 < R_a < 0,23$ m²K/W selon l'épaisseur de la couche d'air et la direction du flux de chaleur	Parement de mur creux sans joint ouvert en pied de façade

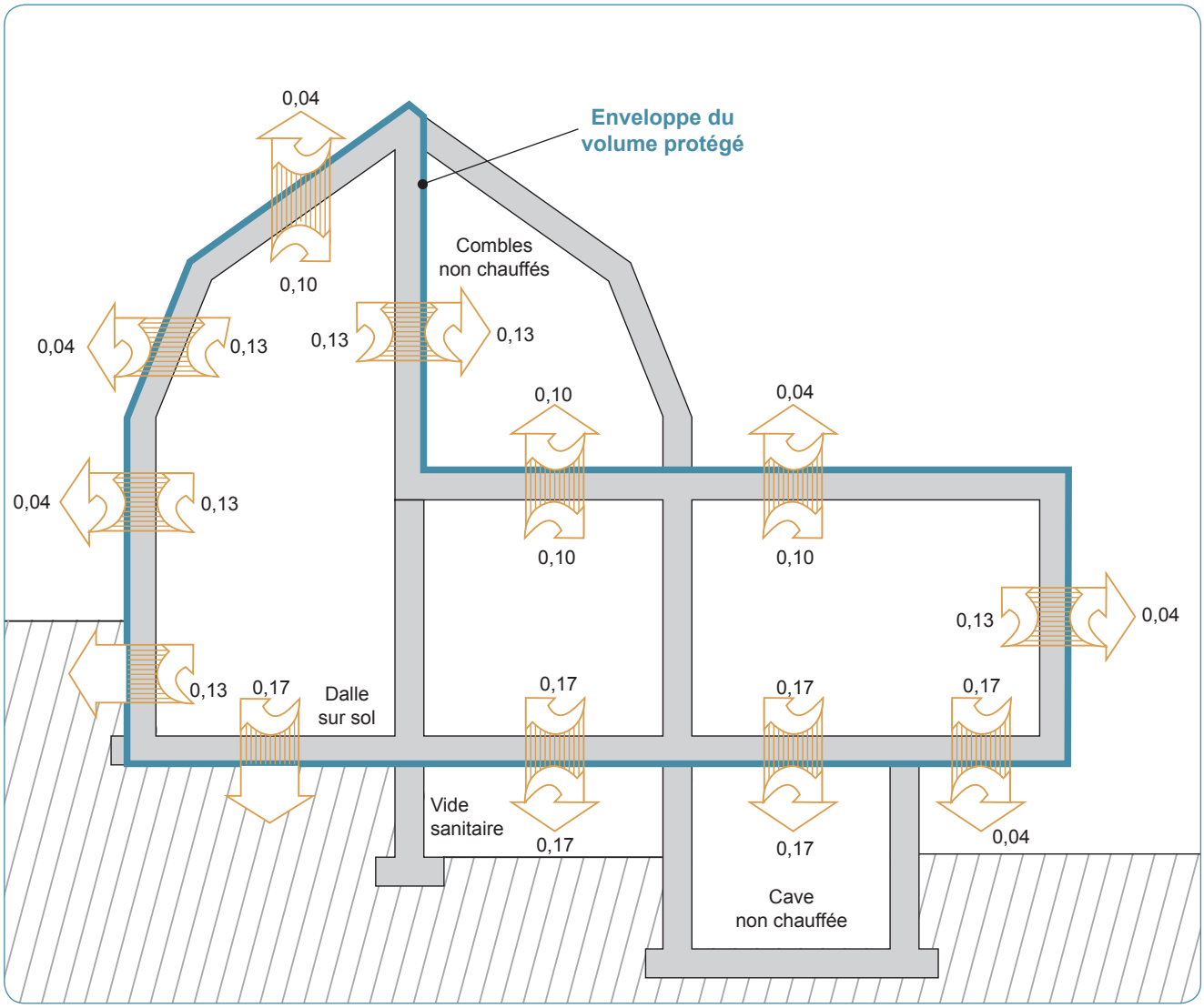
COUCHE D'AIR EN CONTACT AVEC L'INTÉRIEUR

		Une couche d'air qui **n'est pas hermétiquement fermée** est considérée comme faisant partie de l'espace intérieur chauffé avec lequel elle est en liaison au travers des ouvertures, des fentes ou des joints	Dans ce cas, R_a = 0 De plus, il faut ignorer la résistance thermique de toutes les couches de construction se trouvant entre cette couche d'air et l'ambiance intérieure	Profilés de finition ajourés montés sur structure

Les échanges de chaleur à travers une paroi sont freinés par ce que l'on appelle une résistance thermique superficielle d'échange. Elle se présente en surface de chaque paroi aussi bien à l'intérieur (R_{si}) qu'à l'extérieur (R_{se}) de la paroi.

Cette valeur est d'autant plus faible qu'elle suit le flux naturel de l'air chaud ; c'est ainsi que cette résistance sera moindre vers le haut et plus importante vers le bas ; pour ce qui est du flux horizontal, elle se situe dans une valeur moyenne.

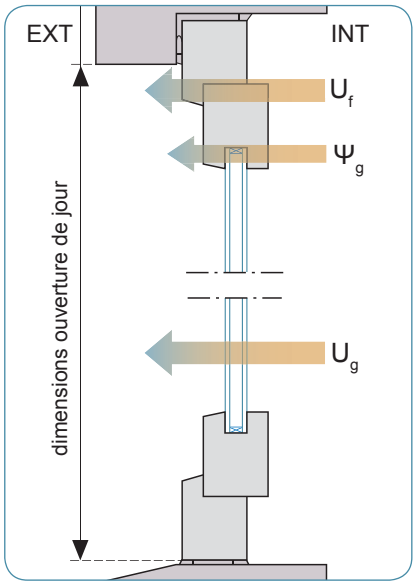
Les valeurs R_{si} et R_{se} sont calculées par le logiciel PEB en fonction
- du type de paroi,
- de l'environnement de celle-ci,
- et de leur inclinaison.



Selon la position de la paroi, les valeurs R_{si} et R_{se} prises en compte sont les suivantes.
- Dans le cas d'une paroi oblique, le flux sera considéré horizontal si l'inclinaison de la paroi est supérieure ou égal à 60 ° par rapport à l'horizontal.
  En dessous de 60° par rapport à l'horizontal, le flux sera considéré comme vertical.
- Dans le cas d'une paroi enterrée, il n'y a pas de résistance d'échange du côté du sol.
- Dans le cas d'une paroi en contact avec un espace non chauffé, R_{se} est égale à R_{si}.
- Dans le cas d'une lame d'air fortement ventilée (bardage, couverture...), il n'est pas tenu compte de la résistance thermique des couches de construction situées du côté extérieur de la couche d'air ; de plus les résistances d'échange sont égales à R_{si} des deux côtés de la paroi.

Le calcul de la valeur U des fenêtres et portes d'un bâtiment est effectué grâce au logiciel PEB.
Deux méthodes sont proposées : **une simplifiée et une générale**.

METHODE SIMPLIFIEE

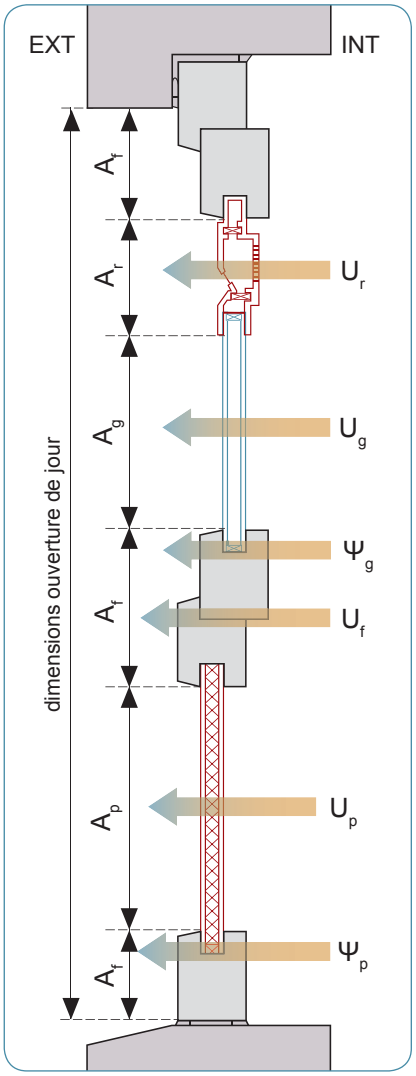


Pour un ensemble de fenêtres ayant un même type de vitrage, d'encadrement, de panneau de remplissage opaque et de grilles de ventilation et étant placé dans un **même bâtiment**, on peut adopter une seule valeur U moyenne. Celle-ci tient compte d'une proportion fixe entre l'aire du vitrage et l'aire du châssis ainsi que d'un périmètre fixe des intercalaires.

Dans le cas de fenêtres simples sans panneau ni grille de ventilation, les données nécessaires sont les suivantes.

DONNÉES NÉCESSAIRES PEB	VALEURS PAR DÉFAUT
Valeur U de l'encadrement (U_f)	Voir annexes
Valeur U du vitrage (U_g)	
Valeur ψ de l'intercalaire du vitrage (Ψ_g)	**ordinaire** = Ψ_g = 0,11 W/mK **isolant** : Ψ_g = 0,07 W/mK

METHODE GENERALE



La méthode de calcul de la valeur U d'une fenêtre ou d'une porte tient compte des différents composants de celle-ci : encadrement, vitrage, intercalaire, panneau et grille de ventilation éventuels.

DONNÉES NÉCESSAIRES PEB	VALEURS PAR DÉFAUT
Encadrement, dormant et ouvrant : - aire (A_f) - valeur U (U_f)	Voir annexes
Vitrage : - aire (A_g) - valeur U (U_g)	
Intercalaire du vitrage - longueur (l_g) - valeur ψ (ψ_g), coefficient de transmission thermique linéique tenant compte des effets combinés du vitrage, de l'intercalaire et de l'encadrement	**ordinaire** = Ψ_g = 0,11 W/mK **isolant** : Ψ_g = 0,07 W/mK
Grille de ventilation : - aire (A_r) - valeur U (U_r)	U_r = 6,0 W/m²K
Panneau de remplissage opaque : - aire (A_p) - valeur U (U_p)	
Intercalaire du panneau de remplissage - longueur (l_p) - valeur ψ (ψ_p), coefficient de transmission thermique linéique tenant compte des effets combinés du panneau, de l'intercalaire et de l'encadrement	

Dans tous les autres cas, les méthodes de calcul sont précisées dans l'annexe VII de l'AGW du 17 avril 2008.

ANNEXES D 9 - D 12

Les tableaux ci-dessous sont fournis **à titre indicatif** : ils mettent en évidence les compositions de fenêtre (châssis - vitrage - intercalaire) qui répondent aux exigences U_{max}, les valeurs U de fenêtre étant calculées sur base de la méthode simplifiée. Ils constituent ainsi une aide à la conception.

En vert, les fenêtres qui répondent aux deux exigences :

$U_{vitrage} < 1,6$ W/m²K

$U_{fenêtre} < 2,5$ W/m²K

En rouge, celles qui n'y répondent pas.

Pour le vitrage, il faut obtenir la valeur déclarée de la part du fabricant sur base de l'ATG ou du CE.
Pour le châssis, les valeurs reprises dans le tableau sont les valeurs par défaut notifiées dans l'annexe VII de l'AGW du 17 avril 2008 : voir annexes - A9 à A11.

Valeur U de fenêtre			Vitrage avec intercalaire isolant (Ψ_g = 0,07 W/mK)				
Châssis			DV clair	DV peu émissif			TV
				air	argon	krypton	krypton
Type de châssis		U_f	U_g = 2,9	U_g = 1,75	U_g = 1,3	U_g = 1,1	U_g = 0,5
PUR		2,80	3,09	2,28	1,96	1,82	1,40
PVC avec ou sans renforts métalliques	3 chambres	2,00	2,93	2,04	1,72	1,58	1,16
	4 chambres	1,80	2,89	1,98	1,66	1,52	1,10
	5 chambres	1,60	2,85	1,93	1,60	1,46	1,04
Bois ép. 60 mm	feuillus	2,20	2,97	2,10	1,78	1,64	1,22
	résineux	1,93	2,92	2,01	1,70	1,56	1,14
Métal (alu, acier...)	sans coupure thermique	5,90	4,01	3,21	2,89	2,75	2,33
	coupure 10 mm	3,36	3,25	2,44	2,13	1,99	1,57
	coupure 20 mm	2,75	3,08	2,26	1,95	1,81	1,39
	coupure 30 mm	2,53	3,04	2,19	1,88	1,74	1,32
PVC avec remplissage en PUR		0,81	2,69	1,77	1,41	1,25	0,80

Valeur U de fenêtre			Vitrage avec intercalaire ordinaire (Ψ_g = 0,11 W/mK)				
Châssis			DV clair	DV peu émissif			TV
				air	argon	krypton	krypton
Type de châssis		U_f	U_g = 2,9	U_g = 1,75	U_g = 1,3	U_g = 1,1	U_g = 0,5
PUR		2,80	3,21	2,40	2,08	1,94	1,52
PVC avec ou sans renforts métalliques	3 chambres	2,00	3,05	2,16	1,84	1,70	1,28
	4 chambres	1,80	3,01	2,10	1,78	1,64	1,22
	5 chambres	1,60	2,97	2,05	1,72	1,58	1,16
Bois ép. 60 mm	feuillus	2,20	3,09	2,22	1,90	1,76	1,34
	résineux	1,93	3,04	2,13	1,82	1,68	1,26
Métal (alu, acier...)	sans coupure thermique	5,90	4,13	3,33	3,01	2,87	2,45
	coupure 10 mm	3,36	3,37	2,56	2,25	2,11	1,69
	coupure 20 mm	2,75	3,20	2,38	2,07	1,93	1,51
	coupure 30 mm	2,53	3,16	2,31	2,00	1,86	1,44
PVC avec remplissage en PUR		0,81	2,81	1,89	1,53	1,37	0,92

U_f = valeur U du châssis.
U_g = valeur U du double vitrage (DV) ou du triple vitrage (TV).
Ψ_g = valeur Ψ tenant compte des effets combinés de l'intercalaire, du vitrage et du châssis.

La résistance thermique, valeur R, d'une couche maçonnée ou collée doit tenir compte de l'influence du joint.

Si épaisseur du joint < 3 mm : pas de correction, la valeur R de la couche est égale à la valeur R du matériau.

Si épaisseur du joint > 3 mm : la valeur R corrigée de la couche est calculée via le logiciel PEB.

DONNÉES NÉCESSAIRES PEB	VALEURS PAR DÉFAUT
Valeur λ du joint [W/mK] si celui-ci est supérieur à 3mm.	
Pour une géométrie rectangulaire répétitive pour laquelle les joints de boutisse et de panneresse ont la même épaisseur, comme dans les maçonneries en général, il est nécessaire d'encoder l'une de ces trois informations suivantes.	Fraction de joints pour les maçonneries extérieures : 0,28 (28%) maçonneries intérieures : 0,16 (16%)

	λ_i [W/mK]	λ_e [W/mK]
Mortier de ciment	0,93	1,50
Mortier de chaux	0,70	1,20
Plâtre	0,52	–

Dimensions du matériau (l et h) et épaisseur du joint (d)

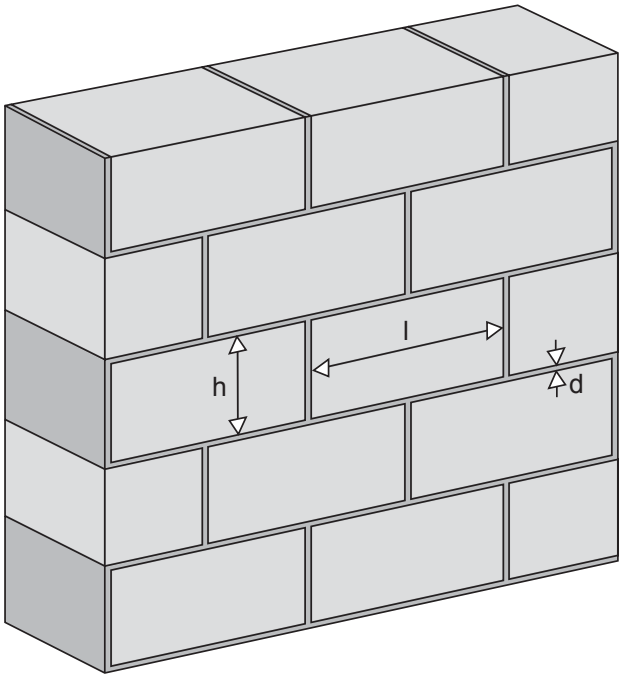
OU

Aire du matériau (l . h) et du joint (d . [l+h+d])

OU

$$\text{Fraction de joint} = \frac{\text{Aire (joint)}}{\text{Aire (matériau)} + \text{A (joint)}}$$

$$= 1 - \frac{l \,.\, h}{(l + d) \,.\, (h + d)}$$

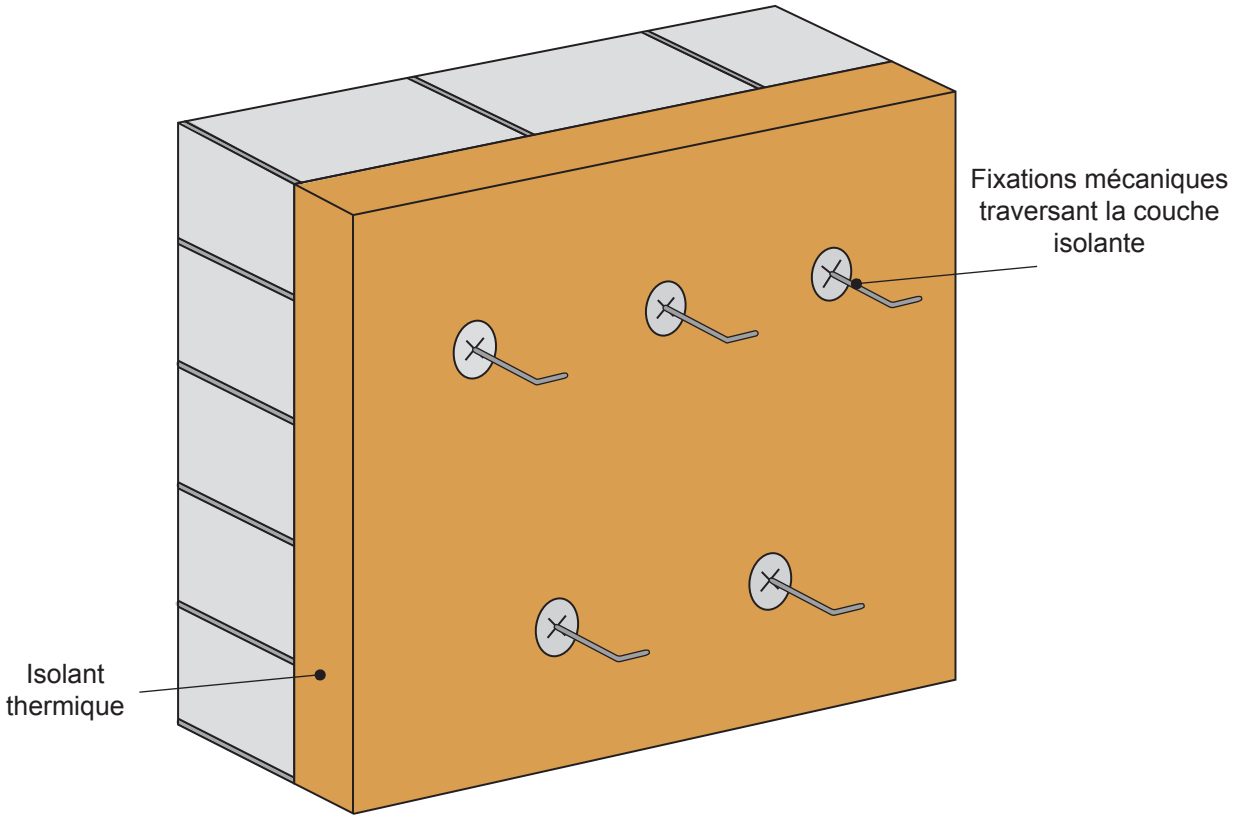


La valeur U d'une paroi doit tenir compte des fixations mécaniques qui traversent la couche d'isolation (crochets de mur, fixations de toiture…). En effet, un élément métallique qui traverse l'isolant affaiblit la résistance thermique de la couche isolante.

Pour un **mur isolé**, la valeur U corrigée est calculée via le logiciel PEB sur base des données suivantes.

DONNÉES NÉCESSAIRES PEB	VALEURS PAR DÉFAUT POUR LES CROCHETS DE MUR
Nombre de fixation par m²	5 fixations/m²
Section de la fixation [m²]	Section = $1{,}3.10^{-5}$ m² (ø = 4 mm)
Valeur λ de la fixation [W/mK]	λ = 50 W/mK
Longueur de la fixation noyée dans l'isolant [m]	

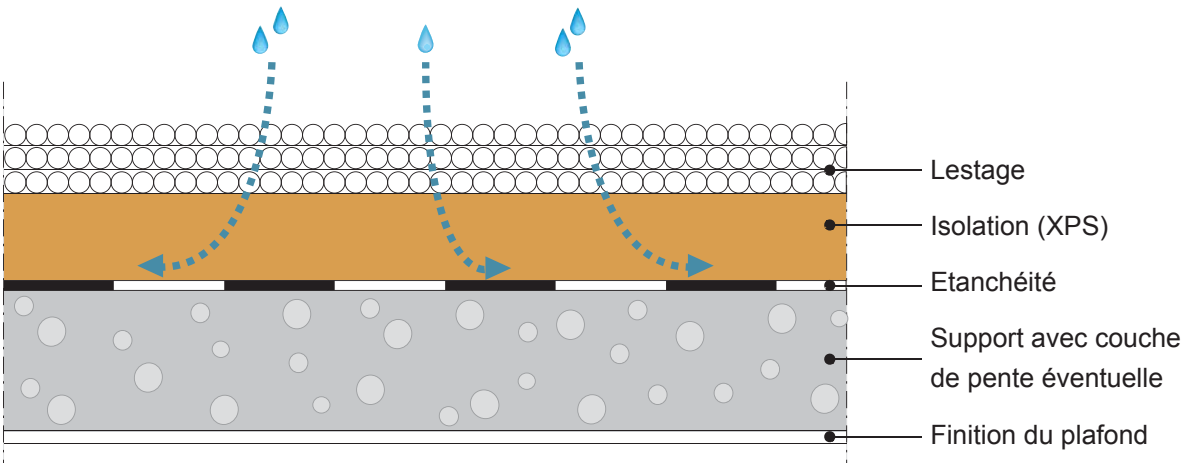
Cette correction n'est pas effectuée si les crochets :
- sont dans un creux non isolé ;
- ont une valeur λ inférieure à 1 W/mK (matière synthétique par exemple).



Il y a aussi la possibilité de faire un calcul numérique. Ceci est obligatoire dans le cas de bardage métallique.

Dans le cas de toitures inversées où la membrane d'étanchéité est située sous la couche d'isolation, une valeur U corrigée est calculée afin de tenir compte de l'impact de l'eau de pluie qui s'écoule entre la couche d'isolation et la membrane.

La procédure suivante est d'application **uniquement** pour les couches d'isolation composées de **polystyrène extrudé (XPS).**



La valeur U corrigée, est calculée via le logiciel PEB sur base des données suivantes.

DONNÉES NÉCESSAIRES PEB	VALEURS PAR DÉFAUT
Quantité moyenne des précipitations pendant la saison de chauffe [mm/jour]	**2 mm/jour** (valeur générée par le logiciel)
Produit du facteur de drainage, caractérisant la fraction moyenne de pluie qui atteint la membrane (sans unité) **et du** facteur qui caractérise le transfert de chaleur accru par suite de l'écoulement d'eau de pluie sous la couche d'isolation [W jour/m²Kmm]	Choisir entre ces 3 cas : **0,04** W jour/m²Kmm pour les plaques avec bords droits et lest ouvert comme le gravier, les briques, ou une couche de finition appliquée en usine **0,03** W jour/m²Kmm pour les plaques avec rainures et lest ouvert (comme le gravier, les briques) ou couche de finition appliquée en usine **0,02** W jour/m²Kmm pour toit vert ou jardin sur toit
Valeur λ de l'isolant XPS [W/mK]	Choisir dans la base de données du logiciel
Valeur R_{XPS} corrigée de la couche d'isolation afin de tenir compte d'une augmentation du taux d'humidité par diffusion [m²K/W]	Choisir entre ces 2 cas : **1,023** m²K/W pour lest ouvert comme le gravier, les briques ou une couche de finition appliquée en usine **1,069** m²K/W pour toit vert ou jardin sur toit dans lequel la résistance thermique de la couche isolante est calculée avec la valeur λ_{XPS} = 0,04 W/mK
Résistance thermique totale du toit, sans tenir compte d'une correction quelconque [m²K/W]	

Beaucoup de parois en structure en bois se rencontrent dans les bâtiments résidentiels :

- chevronnages dans une toiture inclinée ou plate,
- planchers ou plafonds en bois,
- parois à ossature bois…

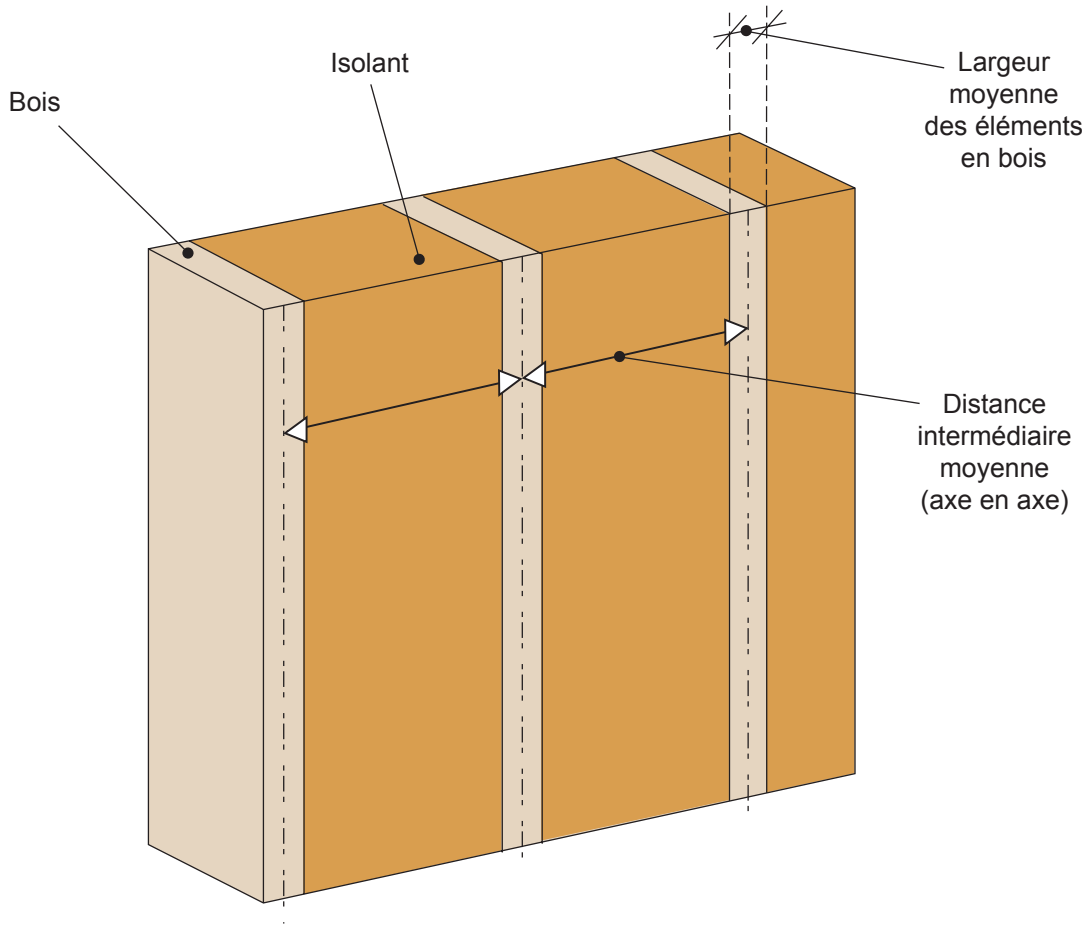
Dans tous les cas de figure où l'isolation est placée entre les éléments de structure, le pouvoir isolant est affaibli par la présence des éléments en bois qui interrompent les couches d'isolation.

La valeur U est calculée via le logiciel PEB sur base de la fraction de bois de la paroi.

DONNÉES NÉCESSAIRES PEB	VALEURS PAR DÉFAUT
Fraction de bois de la paroi (située en général entre 0,10 et 0,20 ; c'est-à-dire entre 10% et 20%)	Choisir la fraction de bois correspondant au type de structure : **0,11** pour une isolation entre pannes **0,20** pour une isolation entre chevrons **0,12** pour une isolation entre fermettes **0,11** pour un plancher isolé **0,15** pour une paroi isolée à ossature

$$\textbf{Fraction de bois} = \frac{\text{largeur moyenne des éléments en bois}}{\text{distance intermédiaire moyenne}}$$

En présence d'entretoises, la fraction de bois est augmentée de 0,01



La continuité de l'isolation est une condition essentielle à la performance thermique de l'enveloppe du volume protégé d'un bâtiment.

Un pont thermique est une interruption de la couche isolante : c'est à la fois une zone contrastée de déperdition de chaleur et une zone privilégiée de condensation propice au développement de moisissures. Une priorité est donc d'éviter tout pont thermique.

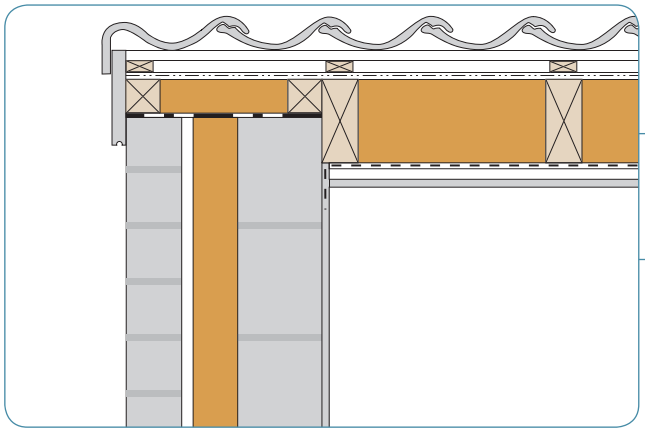
Le Gouvernement wallon doit encore définir des prescriptions précises en cette matière. Dans l'attente de celles-ci, le niveau K peut être calculé sans tenir compte des éventuels ponts thermiques.

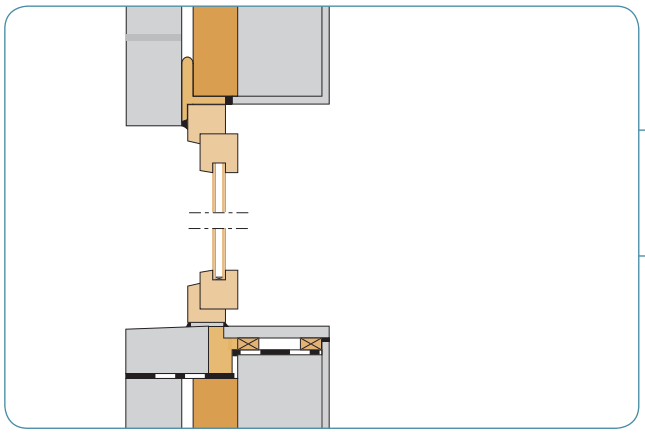
EVITER LES PONTS THERMIQUES lors de la CONCEPTION :

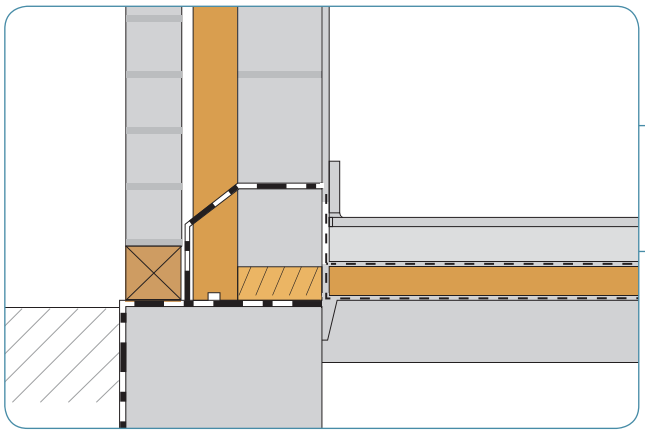
fournir les détails d'exécution pour chaque point critique du bâtiment.

PRÉVENIR LES PONTS THERMIQUES lors de la RÉALISATION :

effectuer un contrôle sur chantier de la conformité aux détails d'exécution.







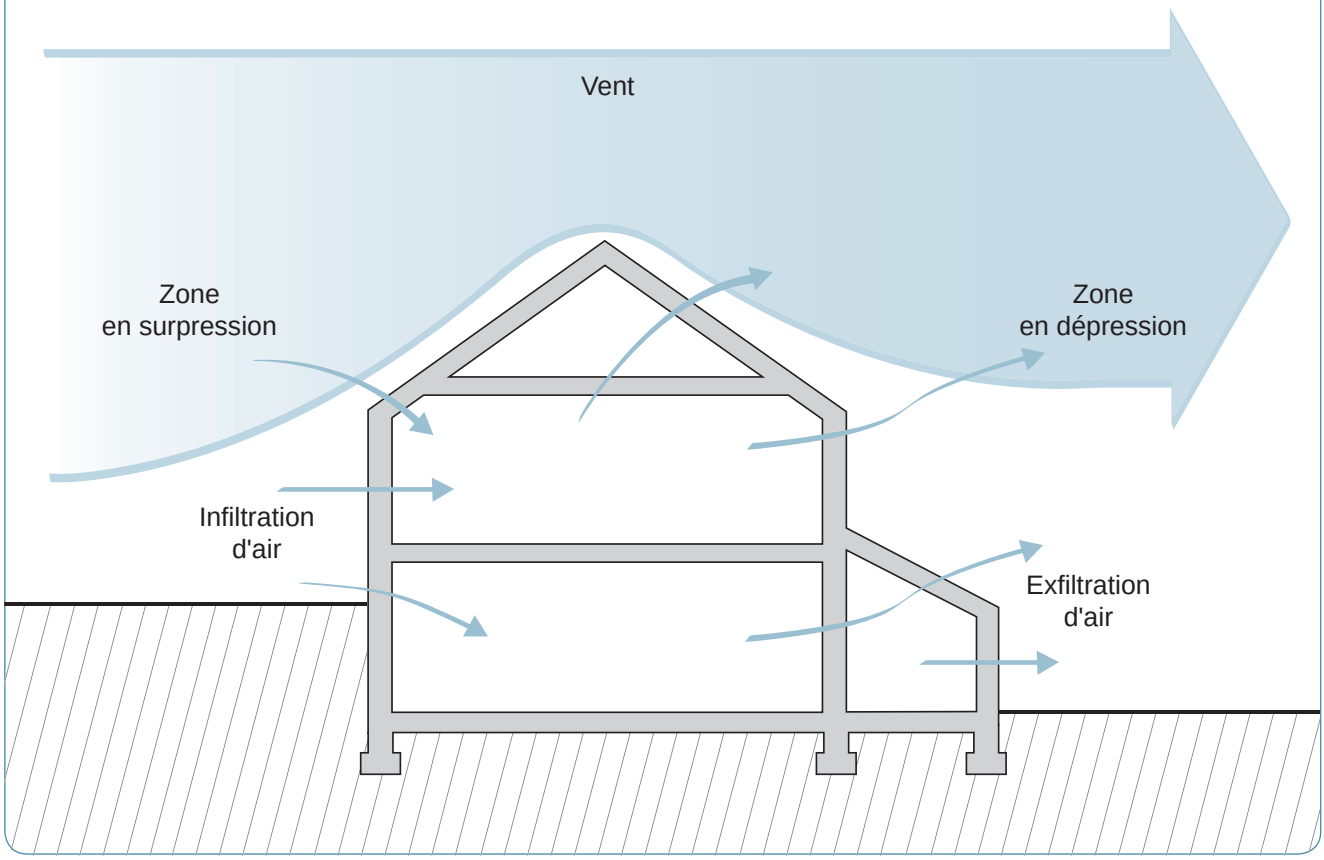
7. ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

Procédure 7.1
Débit de fuite par unité de surface $\dot{v}_{50}$ 7.2
Test d'étanchéité à l'air 7.3
Points à surveiller 7.4

Le degré d'étanchéité à l'air d'un bâtiment influence fortement sa performance énergétique : de faibles pertes de chaleur par infiltration d'air froid et exfiltration d'air chaud permettent d'obtenir un bâtiment économe en énergie pour le chauffage de celui-ci.

DÉBIT DE FUITE

La performance du bâtiment du point de vue de son étanchéité à l'air est évaluée par le **débit de fuite à 50 Pa par unité de surface de l'enveloppe : $\dot{v}_{50}$ [m³/hm²]**.



Déclaration PEB initiale.

On peut choisir entre deux options pour calculer le niveau E_w :

- ne rien spécifier en matière d'étanchéité à l'air et donc prendre la valeur par défaut de $\dot{v}_{50}$;
- cibler une valeur de $\dot{v}_{50}$ nettement inférieure à la valeur par défaut et décrire les mesures pour y parvenir.

Déclaration PEB finale.

De nouveau deux options se présentent pour calculer le niveau E_w :

- si aucun test d'étanchéité n'a été effectué, il est impératif de prendre la valeur par défaut de $\dot{v}_{50}$;
- si un test d'étanchéité a été effectué, conformément aux spécifications de la Région wallonne, celui-ci permet d'obtenir la valeur $\dot{v}_{50}$ à prendre en considération. Le document attestant cette valeur est à joindre à la déclaration.

NIVEAU E w 4.3
DOCUMENTS PEB 2.5

Le débit de fuite, $\dot{v}_{50}$, est le volume d'air qui s'échappe par les défauts d'étanchéité du bâtiment, par heure, pour une différence de pression de 50 Pa entre l'intérieur et l'extérieur et par unité de surface de l'enveloppe.

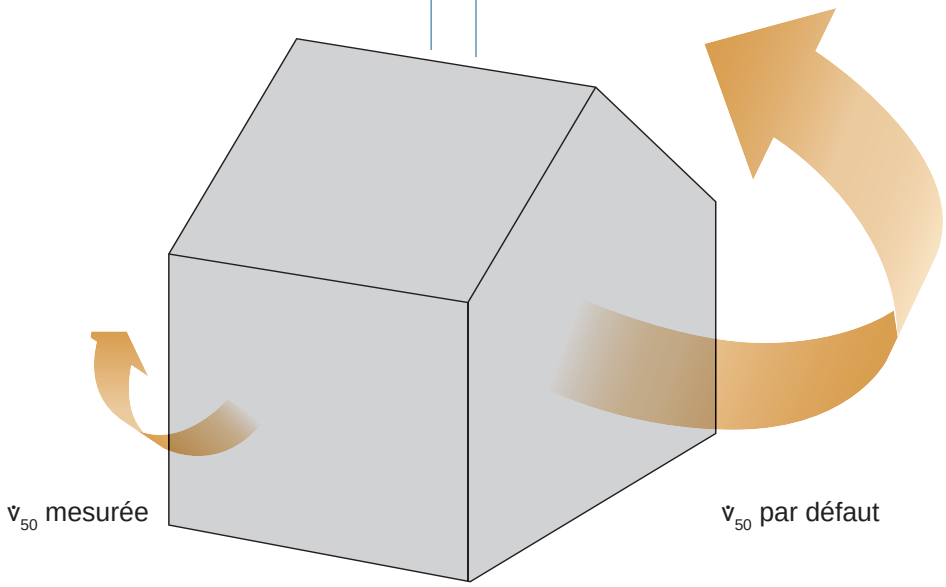
VALEUR MESUREE

Pour obtenir la valeur réelle de $\dot{v}_{50}$, il est nécessaire d'effectuer un test d'étanchéité, conformément aux spécifications de la Région wallonne. Cette valeur $\dot{v}_{50}$ peut alors être prise en compte dans le calcul du niveau E_w.

VALEUR PAR DEFAUT

En l'absence d'un test d'étanchéité, la valeur par défaut à prendre en comte dans le calcul du niveau E_w est

$\dot{v}_{50}$ = 12 m³/hm²



La déperdition de chaleur par in/exfiltration est directement proportionnelle à $\dot{v}_{50}$.

Le degré d'étanchéité à l'air du bâtiment influence fortement le niveau E_w

Sans précaution particulière de mise en oeuvre, des tests d'étanchéité à l'air effectués sur des bâtiments récents révèlent une valeur moyenne de $\dot{v}_{50}$ = 8 m³/hm². La valeur par défaut est donc très pénalisante. Avec certaines précautions, il est aisé d'obtenir des valeurs inférieures à 3 m³/hm².

Le test d'étanchéité à l'air, appelé aussi test d'infiltrométrie ou test de pressurisation, permet de mesurer le degré d'étanchéité à l'air d'un volume.

C'est actuellement le seul moyen pour déterminer avec précision les pertes par in/exfiltration.

Il est recommandé de le réaliser **après** la pose de l'isolation et du pare-vapeur (ou freine-vapeur) et, **avant** de placer les panneaux de finitions afin de pouvoir corriger tout défaut éventuel. Une seconde mesure réalisée après pose des finitions donnera de meilleurs résultats.

Le débit de fuite du bâtiment doit être mesuré conformément à la norme NBN EN 13829 et aux spécifications complémentaires reprises sur le site *epbd.be* dans l'onglet « *Mesure de l'étanchéité* ».

PROCÉDURE

1. Toutes les ouvertures extérieures de la maison, y compris les conduits de ventilation et hotte de cuisine, sont fermées afin d'empêcher l'air d'entrer dans la maison.

2. Le technicien installe un équipement de pressurisation dans l'ouverture d'une baie extérieure de la maison. Il s'agit d'un ventilateur commandé par un ordinateur ; il crée ainsi une différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur de la maison.

3. Le technicien effectue plusieurs mesures de débit d'air en notant les valeurs nécessaires pour obtenir une série normalisée de différences de pression.

4. Un tel test permet de calculer le volume d'air qui s'échappe par les défauts dans l'enveloppe du bâtiment en un temps donné et ainsi de déterminer le débit total de fuite $\dot{V}_{50}$.

Le débit de fuite par unité de surface, $\dot{v}_{50}$, à prendre en compte dans le calcul du niveau E_w, est obtenu par le quotient suivant :

$$\dot{v}_{50} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_{test}} \quad [m^3/hm^2]$$

$\dot{V}_{50}$ [m³/h] représente le volume total d'air, par heure, qui s'échappe par les défauts d'étanchéité du bâtiment, il est déduit du test d'étanchéité.

A_{test} [m²] est l'aire totale (sur base des dimensions extérieures) des parois qui enveloppent le volume mesuré lors du test d'étanchéité à l'air, à l'exception des parois en contact avec des espaces contigus chauffés.

L'étanchéité à l'air doit faire l'objet d'attentions au niveau des plans, des détails d'exécution, du cahier des charges et, bien sûr, sur chantier.

Exemple de mise en œuvre :

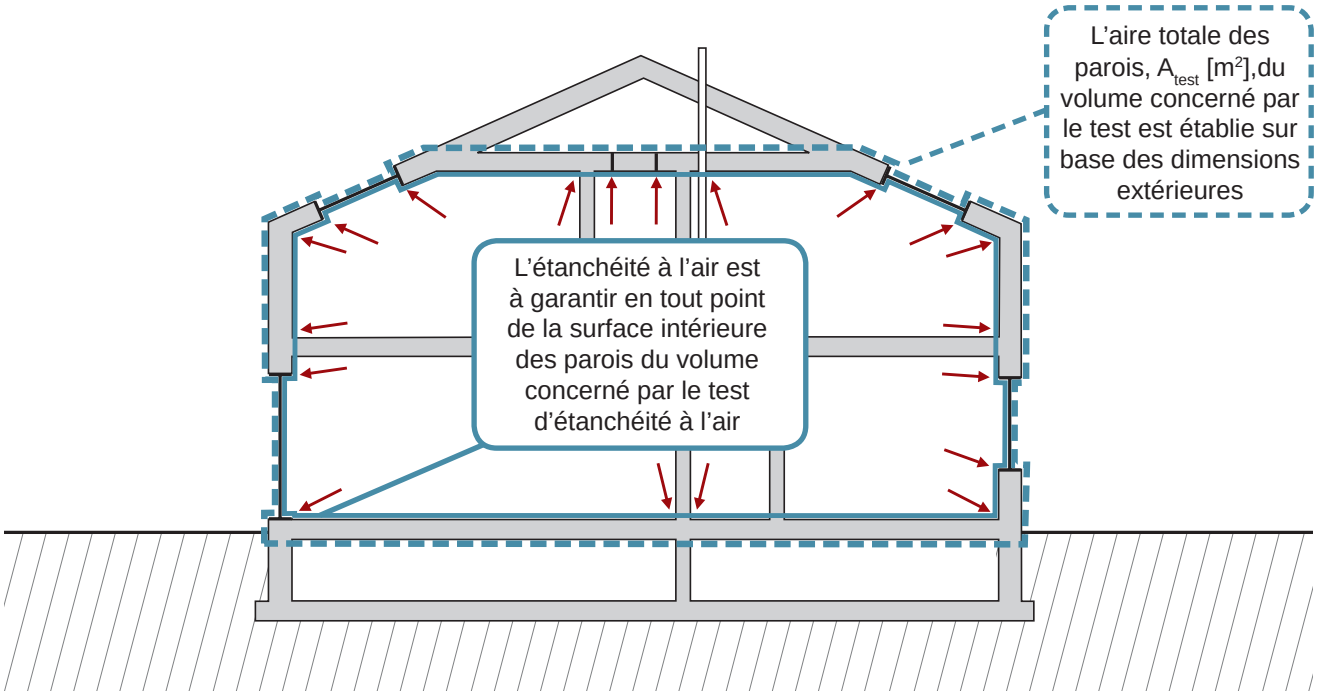
les lés du film étanche à l'air (polyéthylène par exemple) sont collés au moyen d'une bande adhésive. Cette même bande est utilisée pour obturer les trous résultant de l'agrafage et des percements (conduits gaines...). Le film est collé au droit des raccords avec les murs au moyen de mastic.

L'étanchéité à l'air des parois extérieures d'un bâtiment est garantie par les aménagements suivants.

- ☐ Enduit continu sur la face interne des murs et des plafonds
- ☐ Chape continue sur les planchers
- ☐ Film étanche à l'air (ou pare-vapeur) dans les parois à ossature (plancher, mur, toiture) avec raccords entre lés rendus étanches
- ☐ Plaques de plâtre dont les joints sont également rendus étanches
- ☐ Châssis munis de joints à comprimer entre l'ouvrant et le dormant

Les principaux points à surveiller, sources d'éventuelles fuites d'air, sont les suivants.

- ☐ Fermeture de la jonction entre les parois et les châssis de fenêtre
- ☐ Continuité de l'enduit intérieur entre une paroi maçonnée et une paroi à ossature
- ☐ Étanchéité des trappes et portes menant à des espaces non chauffés : combles, caves…
- ☐ Enduit sur les surfaces intérieures destinées à rester cachées : derrière les plinthes, dans les gaines, derrière les placards et meubles fixés aux parois…
- ☐ Étanchéité des percements nécessaires au passage des amenées et évacuations d'eau, des canalisations électriques, des gaines de ventilation, des conduits de cheminée… Pour ce faire, il existe des accessoires adaptés à certains conduits permettant de réaliser une jonction très étanche



8. VENTILATION

Procédure 8.1
Exigences pour la qualité de l'air 8.2
Impact de la ventilation sur le niveau E_w 8.3
Systèmes de ventilation et énergie 8.4
Débits de ventilation 8.5
Facteur m 8.6
Système double flux avec récupération de chaleur 8.7
Points à surveiller 8.8
Nouvelles prescriptions et recommandations 8.9

La ventilation volontaire d'un bâtiment est le renouvellement d'air des espaces intérieurs grâce à un système de ventilation qui organise l'alimentation et l'évacuation de l'air ainsi que sa circulation au sein du bâtiment.

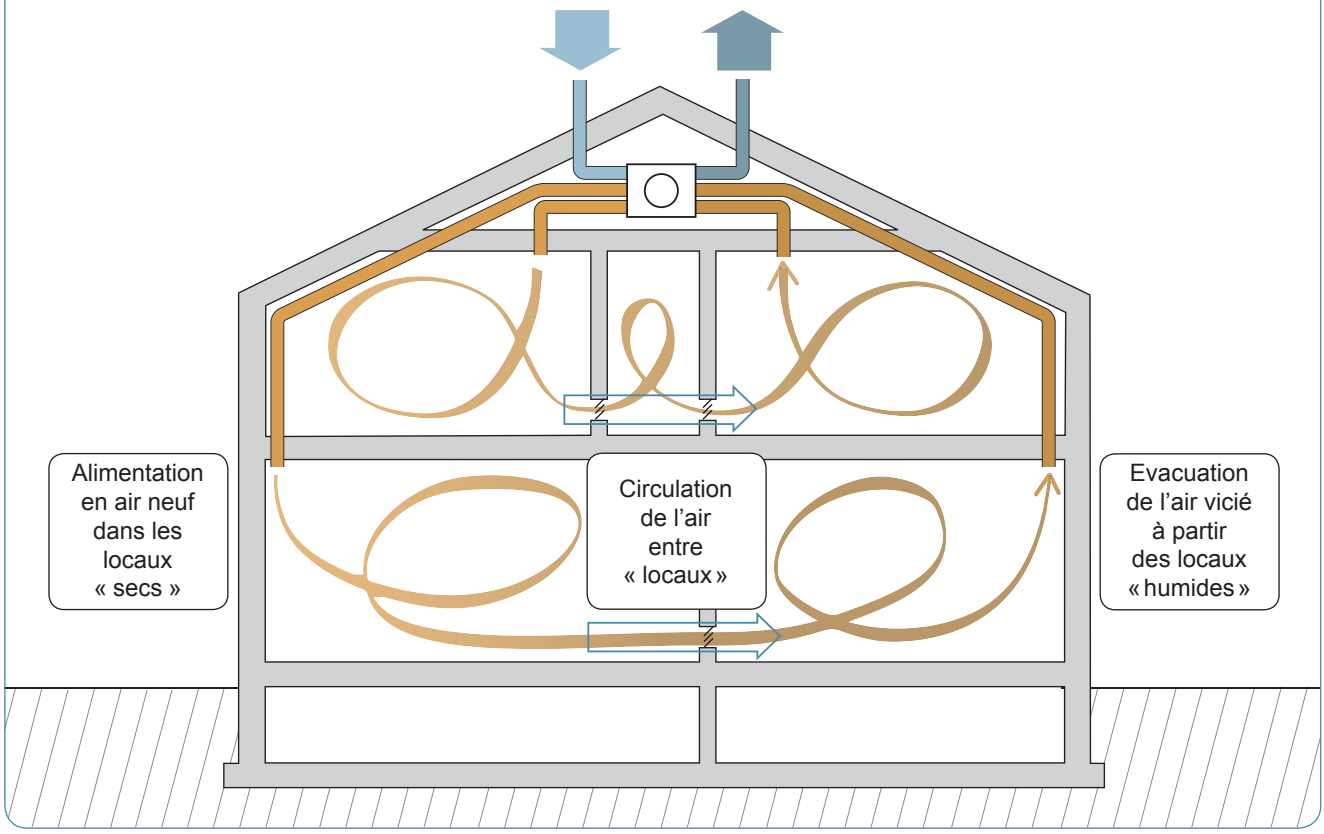
QUALITE DE L'AIR

La ventilation est indispensable pour le confort et la santé des occupants ainsi que pour la salubrité des locaux. La réglementation PEB précise les prescriptions pour garantir la qualité de l'air intérieur, notamment les débits à satisfaire dans les différents locaux ainsi que les aménagements pour y parvenir.

PERFORMANCE ENERGETIQUE

La performance énergétique d'un bâtiment, notamment son niveau E_w prend en compte :

- les pertes de chaleur dues à la ventilation, calculées de maniére forfaitaire ;
- la consommation d'électricité pour le fonctionnement des auxiliaires ;
- le rendement de l'échangeur éventuel permettant la récupération de chaleur dans un système double flux ;
- un facteur m qui est fonction de l'auto-réglabilité des ouvertures et de l'étanchéité des conduits de ventilation.



Déclaration PEB initiale.

Le système de ventilation choisi est décrit avec précision (débits, équipements et leur localisation, rendement de l'échangeur éventuel…).
En l'absence de précision, prendre la valeur par défaut du facteur m.

Déclaration PEB finale.

Les options techniques du système de ventilation sont confirmées ou corrigées, notamment le rendement de l'échangeur installé ainsi que le facteur m. Les documents attestant ces valeurs sont à joindre à la déclaration. Si rien ne permet de confirmer le facteur m, prendre sa valeur par défaut.

NIVEAU E_w 4.3
DOCUMENTS PEB 2.5

La ventilation est indispensable pour garantir la qualité de l'air intérieur. Le rôle du système de ventilation est d'apporter de l'air neuf et d'évacuer l'air chargé en vapeur d'eau, odeurs, polluants, poussières, fumées… Le renouvellement continu de l'air est essentiel pour assurer l'hygiène des locaux.

La présence d'un système de ventilation reste obligatoire.

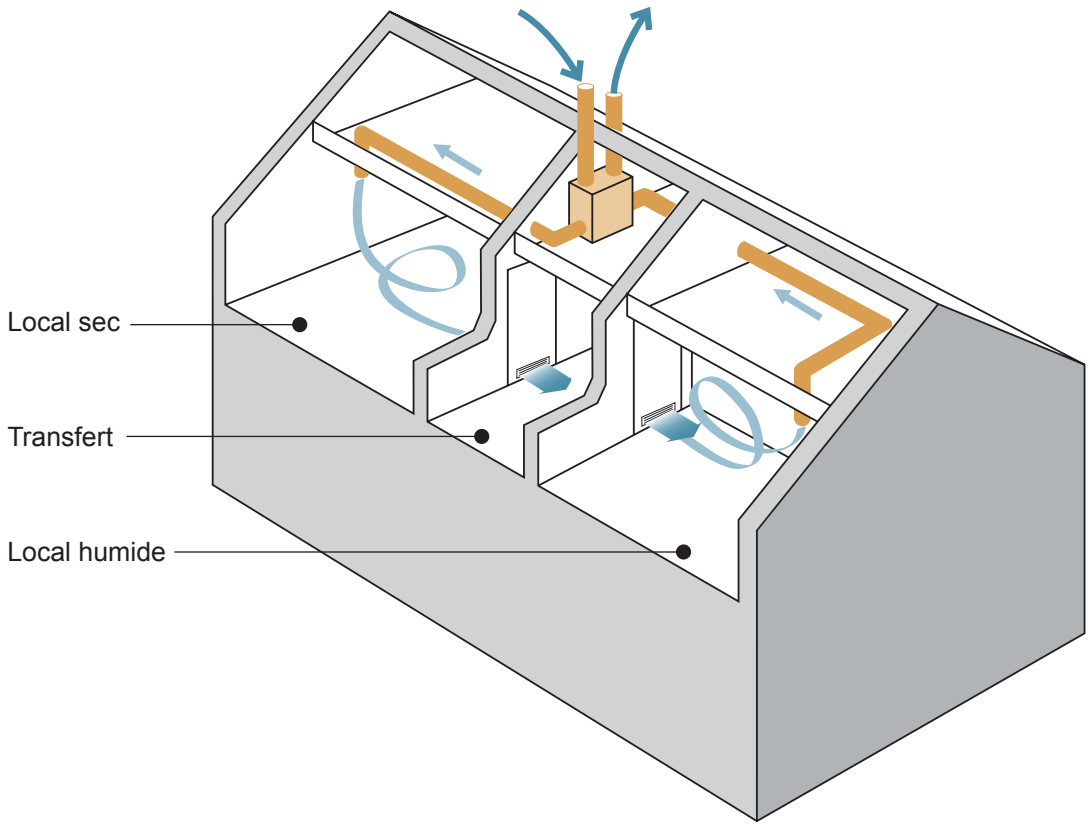
C'est désormais l'annexe V de l'AGW du 17.04.2008 qui est d'application pour la ventilation des bâtiments résidentiels, basée sur la norme NBN D50-001 ; cette annexe précise certaines nuances, dérogations ou recommandations mais le principe reste le même.

PRINCIPE

L'idéal est de prévoir une alimentation et une évacuation de l'air dans chaque local, indépendantes des autres locaux. Un tel système ne peut être réalisé qu'au moyen d'une ventilation mécanique. C'est un système compliqué et coûteux, c'est pourquoi la norme NBN D50.001 admet des systèmes simplifiés fondés sur le principe suivant :

- alimentation en air neuf dans les locaux « secs » (séjour, bureau, chambre…) ;
- circulation de l'air entre locaux via des ouvertures de transfert ;
- évacuation de l'air vicié à partir des locaux « humides » (cuisine, W.-C, salle de bain…).

La norme distingue 4 systèmes (A-B-C-D) selon que l'alimentation et/ou l'extraction est naturelle ou mécanique.



Certaines caractéristiques du système de ventilation choisi par le concepteur sont prises en compte dans le calcul du niveau E_w.

PERTES DE CHALEUR

Par le fait de ventiler un bâtiment, de l'air chaud est évacué. La ventilation génère donc des déperditions de chaleur qu'il faut compenser par une consommation d'énergie pour le chauffage des locaux. Ces déperditions sont calculées de manière forfaitaire, en fonction du volume de l'unité PEB (logement par exemple), du volume du secteur énergétique que l'on considère (si l'unité PEB est divisée en secteurs) et d'un facteur m qui dépend du type d'ouverture d'amenée et d'évacuation d'air ainsi que de la qualité de mise en œuvre du système de ventilation.

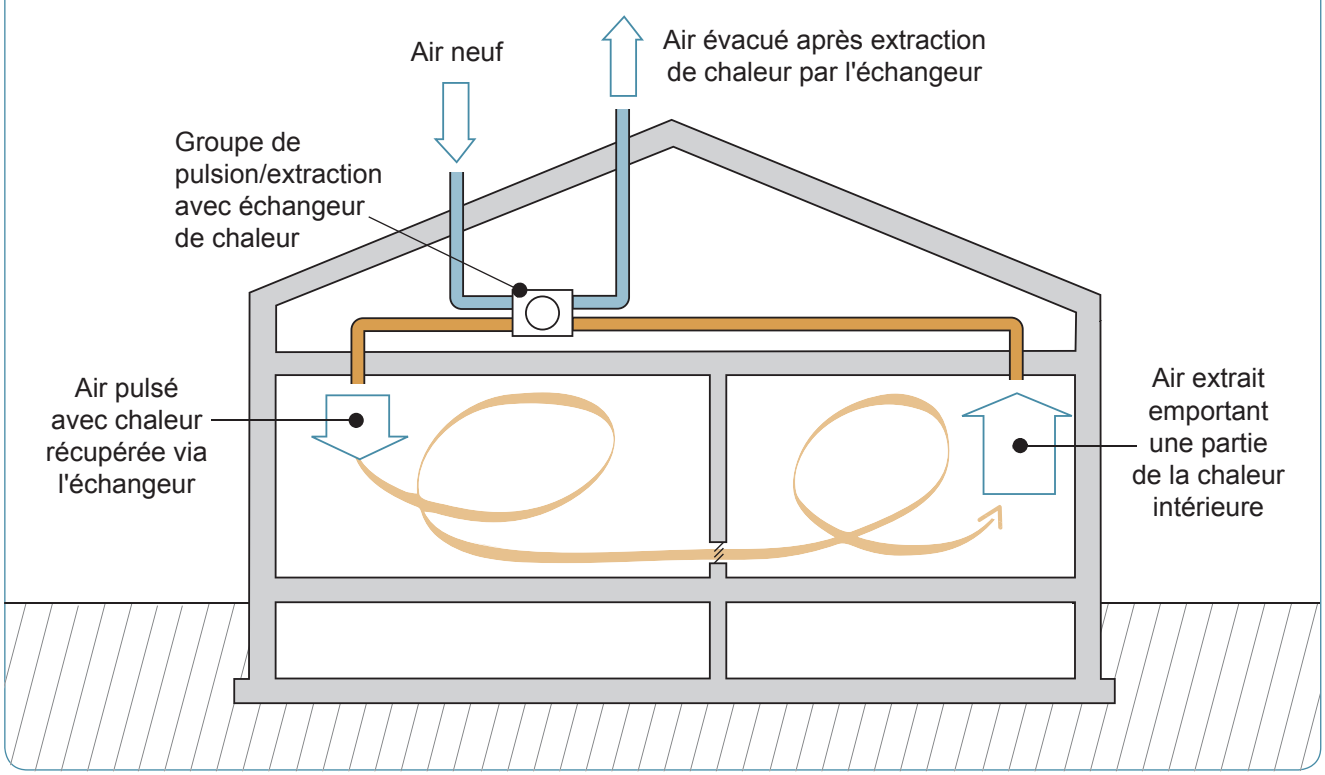
CONSOMMATION DES AUXILIAIRES

Un système de ventilation mécanique recourt à des ventilateurs ou à un groupe de pulsion et/ou d'extraction de l'air. La consommation d'électricité nécessaire au fonctionnement du ou des moteurs est également comptabilisée (auxiliaires de ventilation).

RECUPERATION DE CHALEUR

Avec un système de ventilation double flux (système D), il est possible de préchauffer l'alimentation en air neuf à l'aide d'un échangeur de chaleur qui soustrait de la chaleur à l'air rejeté vers l'extérieur. La récupération de chaleur est évaluée sur base du rendement de l'échangeur : certains appareils permettent de récupérer 95 % de la chaleur extraite des locaux.

EXEMPLE



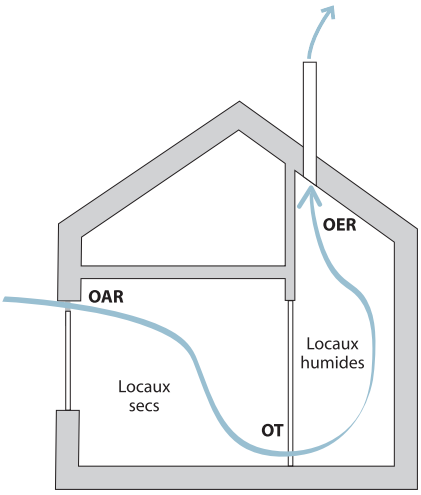
La norme NBN D50.001 distingue quatre systèmes de ventilation selon que l'alimentation et/ou l'évacuation d'air est naturelle ou mécanique.

OAR – OAM : ouverture d'alimentation réglable ou mécanique

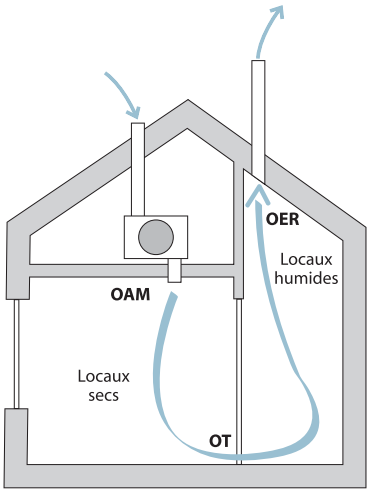
OT : ouverture de transfert

OER – OEM : ouverture d'évacuation réglable ou mécanique

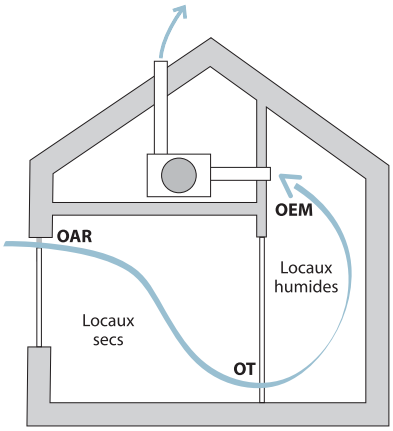
SYSTÈME A



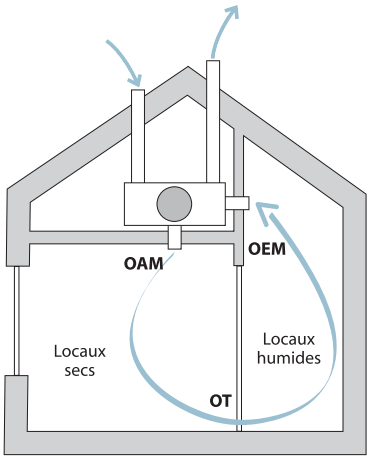
SYSTÈME B



SYSTÈME C



SYSTÈME D



Option : récupération de chaleur sur l'air sortant permettant de préchauffer l'air entrant.

Seul le système double flux avec récupération de chaleur apporte une réduction importante du niveau E_w et de la consommation spécifique d'énergie primaire du bâtiment. Dans ce cas, c'est le rendement de l'échangeur qui est déterminant.

Les débits à satisfaire dans un bâtiment résidentiel se réfèrent à la norme NBN D50-001 dont certaines prescriptions sont précisées dans l'annexe V de l'AGW du 17.04.2008. Les exigences réglementaires en matière de ventilation concernent l'ensemble des locaux compris DANS le volume protégé. Les locaux spéciaux tels que les caves, greniers et garages situés HORS du volume protégé ne sont donc pas soumis à ces exigences ; ils font cependant l'objet de recommandations. Par contre, pour les caves et les greniers situés DANS le volume protégé, il faut déterminer à quel autre type de local correspond le mieux la fonction prévue dans ces espaces. Les exigences ou les recommandations de ventilation pour ce type de local sont alors d'application.

Le débit de ventilation, q [m³/h], dans chaque local, est calculé comme suit de manière à obtenir un débit de 3,6 m³/h par m² de plancher, pour une différence de pression de 2 Pa entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment.

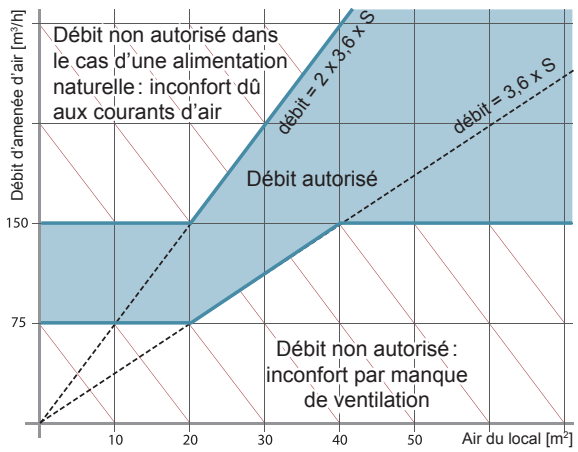
$$q\ [m^3/h] = 3{,}6 \times \text{aire du local}\ [m^2].$$

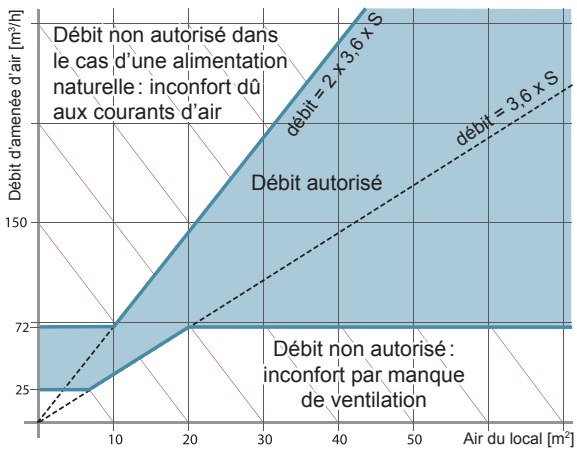
En plus de cette règle générale, la norme fixe des débits minimums en-dessous desquels on ne suit plus la règle générale pour éviter d'obtenir un débit trop faible pour des petits locaux. De même, la norme fixe des débits limites au-dessus desquels on ne suit plus la règle générale pour éviter d'obtenir cette fois un débit trop important pour des locaux de grandes dimensions. Enfin, **uniquement en cas d'alimentation naturelle** et afin d'éviter un inconfort dû aux courants d'air, la norme fixe un débit maximal à ne pas dépasser qui vaut 2 fois le débit calculé avec la formule ci-dessus.

Le débit doit respecter les limites reprises dans le tableau suivant.

ALIMENTATION EN AIR NEUF			TRANSFERT	EVACUATION DE L'AIR VICIE		
	Locaux secs		Ouvertures de transfert	Locaux humides		
	Séjour	Chambre, bureau, salle de jeux	Hall, cage d'escalier, corridor	Cuisine ouverte	Cuisine fermée, salle de bains, buanderie	W.-C.
Débit minimum	75 m³/h	25 m³/h	Débit minimum ou section libre (2) : 25 m³/h ou 70 cm² (3)	75 m³/h	50 m³/h	25 m³/h
Le débit peut être limité à	150 m³/h	72 m³/h (1)		-	75 m³/h	-
Débit maximum (exigence en ventilation naturelle)	≤ 2 q	≤ 2 q	Exception pour cuisine fermée : 50 m³/h ou 140 cm² (4)	-	-	-

(1) Cette nouvelle limite, fixée par la réglementation PEB, remplace celle de la norme.
(2) Il s'agit de la section libre des ouvertures de transfert lorsqu'elles sont constituées de fentes sous les portes.
(3) En approximation : 70 cm² correspond à une fente de 1 cm de haut pour une porte de 70 cm de large.
(4) En approximation : 140 cm² correspond à une fente de 2 cm de haut pour une porte de 70 cm de large.





Détermination du débit d'amenée d'air en fonction de l'aire du local.

L'impact de la ventilation sur le niveau E_w est notamment fonction du facteur m qui dépend du type d'ouverture d'amenée et d'évacuation d'air et de la qualité de mise en œuvre du système de ventilation : avec 1 < m < 1,5.

DONNÉES NÉCESSAIRES PEB	
Autoréglabilité ou non des ouvertures d'amenée (système A ou C)	Information à fournir par le fabricant
Autoréglabilité ou non des ouvertures d'évacuation (système A ou B)	Information à fournir par le fabricant
Etanchéité à l'air des conduits d'évacuation (système A ou B) Etanchéité à l'air de conduits de pulsion et/ou d'extraction (système B, C ou D)	L'étanchéité des conduits est généralement mesurée *in situ* : fournir un document avec le résultat du test d'étanchéité
Réglage effectif des bouches de pulsion et/ou d'extraction (système B, C ou D)	Réglage à effectuer lors de la mise en route du système : fournir un document attestant des débits réalisés après réglage

VALEUR PAR DÉFAUT
En l'absence de précision, prendre **la valeur m = 1,5**

INFLUENCE DU FACTEUR m

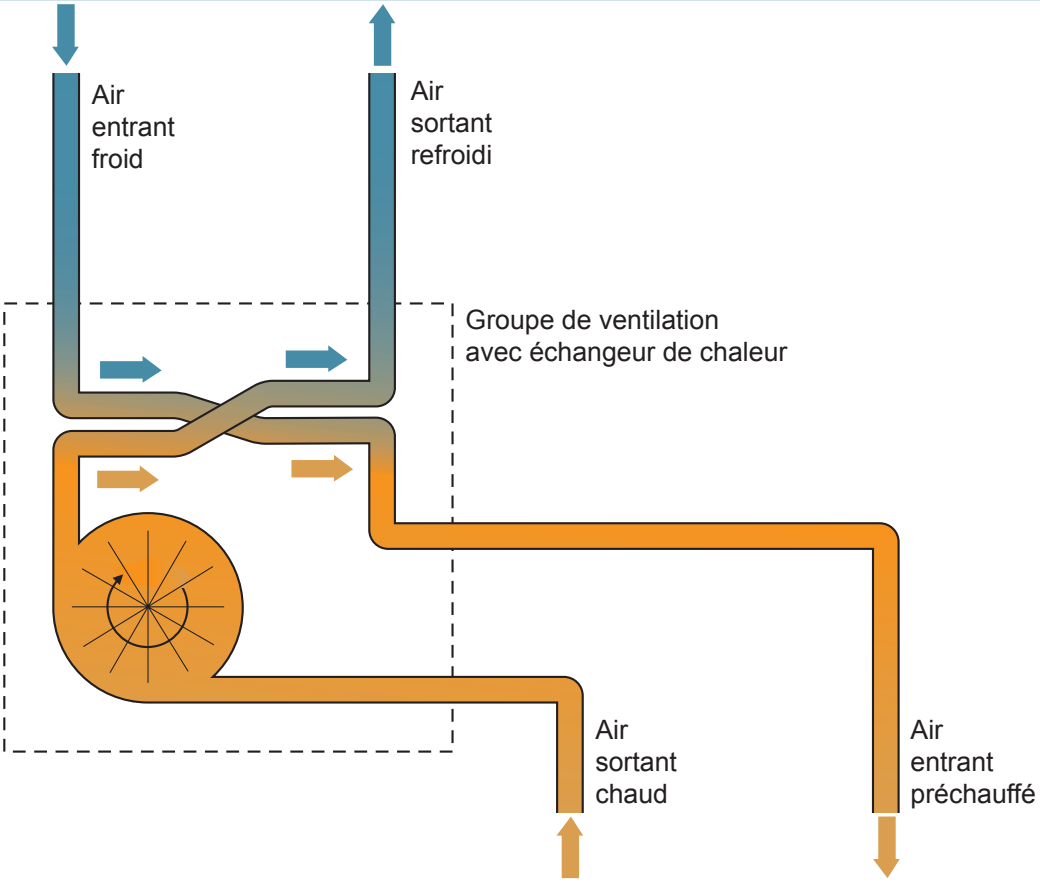
Le facteur m est surtout pénalisant pour les systèmes A, B et C ; en l'absence de toute mesure et information, m = 1,5 et les pertes de chaleur par ventilation passent alors de 100 % à 150 %.

Par contre, en cas de système D avec échangeur, les pertes de chaleur ne concernent que 10 à 20 % du débit (en fonction du rendement de l'échangeur) et, en l'absence de toute mesure et information, m = 1,5 et a une incidence moindre puisque les pertes ce chaleur par ventilation passent alors de 10 à 15 % ou de 20 à 30 %.

Si une ventilation mécanique double flux (système D) est prévue, il est recommandé d'opter pour un système qui récupère la chaleur de l'air sortant pour préchauffer l'air entrant ; c'est le principe du système avec échangeur.

Ce système apporte une amélioration sensible de la consommation spécifique d'énergie primaire, E_{spec} et du niveau E_w ; dans ce cas, c'est le rendement de l'échangeur qui est déterminant.

Ce système est optimal ; il permet de :
- récupérer jusqu'à 90-95 % de la chaleur sur l'air extrait, ce qui garantit une économie d'énergie ;
- préchauffer l'air entrant, ce qui augmente la sensation de confort ;
- garantir les débits et la distribution de l'air ;
- filtrer l'air entrant ;
- isoler acoustiquement les locaux des bruits tant intérieurs qu'extérieurs.



ÉCHANGEUR DE CHALEUR

L'échangeur de chaleur est constitué de plaques, de tubes ou de gaufrages de type « nids d'abeilles », de faible épaisseur en aluminium ou en matière plastique qui séparent les veines d'air.

L'échangeur de chaleur à contre-courant permet un rendement thermique du transfert de chaleur de l'ordre de 90%, c'est-à-dire que si la température extérieure est de 0°C et la température intérieure de 20°C, l'air extérieur aspiré est préchauffé à environ 18°C.

Tous les types de récupérateur nécessitent un système de régulation :
- en hiver pour éviter le gel du côté de l'air extrait ;
- en été et en mi-saison pour éviter la surchauffe de l'air à la sortie du récupérateur.

Une protection anti-gel est nécessaire quand la température extérieure baisse. La vitesse de rotation du ventilateur est alors réduite grâce à un senseur ce qui permet de maintenir la température de l'air extrait et d'éviter ainsi tout danger de gel.

L'incorporation d'un by-pass permet une régulation de la température. Grâce à ce dispositif, l'air extrait des locaux court-circuite l'échangeur et est directement acheminé vers l'extérieur.

La ventilation mécanique double flux (système D) avec récupération de chaleur est le système le plus efficace mais c'est également celui qui demande le plus d'attention depuis la conception jusqu'au contrôle de fin de chantier sans négliger un autre point important : l'entretien.

Garantir la qualité de l'air

- ☐ Dimensionnement des conduits et du ventilateur sur base du calcul des pertes de charges
- ☐ Conduits de prise et de rejet d'air suffisamment éloignés l'un de l'autre
- ☐ Filtres choisis en fonction des caractéristiques de l'air extérieur
- ☐ Protection des conduits et appareils lors de leur arrivée sur chantier et lors du montage ainsi que durant la période d'attente
- ☐ Mise en service de l'installation après achèvement de tous les travaux poussiéreux

Choisir un échangeur performant

- ☐ Rendement supérieur à 90%
- ☐ Avec by-pass permettant d'éviter les surchauffes

Choisir un ventilateur performant

- ☐ Rendement élevé
- ☐ A courant continu

Limiter les pertes de charge

- ☐ Circuits rectilignes, les plus courts possibles
- ☐ Conduits suffisamment larges (évaluer la possibilité de les surdimensionner)
- ☐ Conduits de section circulaire, lisses à l'intérieur
- ☐ Filtres adaptés à cet objectif

Assurer l'étanchéité des conduits :

- ☐ A chaque raccord
- ☐ Conduits avec joints intégrés

Isoler les conduits

- ☐ Isolation thermique des conduits pour éviter les pertes de chaleurs ainsi que toute condensation sur ou dans ceux-ci
- ☐ Isolation acoustique des conduits pour éviter la transmission du bruit, émanant de l'extérieur et entre locaux

Penser à l'entretien

- ☐ Accessibilité aisée à tous les composants en vue du nettoyage interne au réseau
- ☐ Affichage des caractéristiques du filtre (type et classe) sur chaque équipement qui en dispose
- ☐ Fourniture des plans de l'installation ainsi que des instructions d'utilisation et de maintenance

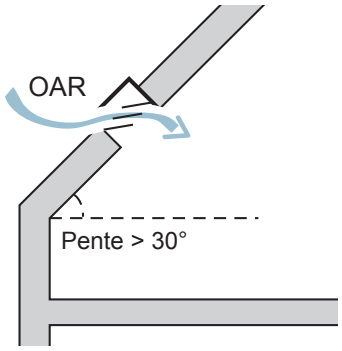
Effectuer les mises au point

- ☐ Mesure et réglage des débits, notification des débits réalisés
- ☐ Contrôle de l'étanchéité des conduits, corrections éventuelles et notification du résultat final du test d'étanchéité

L'annexe V de l'AGW du 17 avril 2008 modifie certaines prescriptions de la norme NBN D50.001.

Le texte principal de la norme est d'application.

Les paragraphes suivants de la norme sont considérés comme des recommandations : 4.3.2.3 ; 4.3.2.6 ; 4.3.3. 1), 4), 5), et 6) ; 5 ; 6 ; l'annexe II, à l'exception de AII – 2. 1).

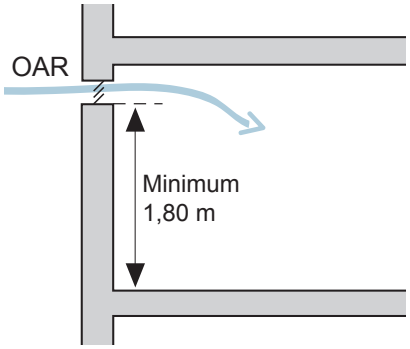


EMPLACEMENT D'UNE OAR

Règle de base : les OAR sont placées dans les façades (mur, fenêtre, porte).

Placement autorisé dans un toit de pente > 30° :

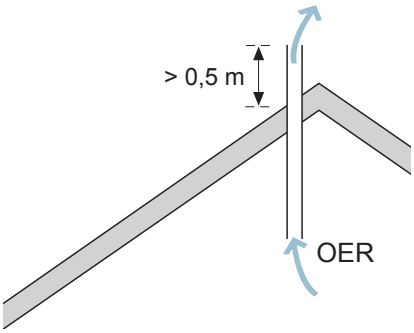
- s'il n'y a pas d'élément de façade verticale disponible présentant une hauteur utile d'au moins 2 m ;
- si le placement d'une OAR dans la façade est en conflit avec d'autres prescriptions fixées par le Gouvernement wallon.



RECOMMANDATIONS POUR LES OAR

La partie inferieure de l'OAR doit se situer à au moins 1,80 m au-dessus du niveau du plancher fini, cela pour éviter les problèmes d'inconfort.

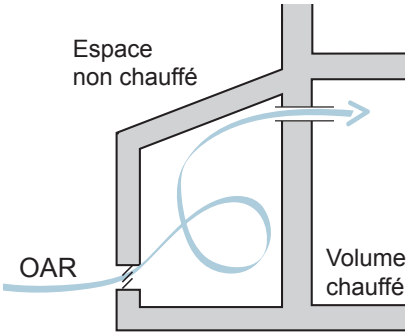
Les OAR doivent empêcher la pénétration d'insectes ainsi que les infiltrations d'eau.



CONDUIT D'EVACUATION NATURELLE

Exigences :

- le tracé est principalement vertical ;
- la section minimale est de 2,8 cm² par m³/h ;
- le plus petit diamètre est d'au moins 5 cm ;
- un conduit secondaire est prévu par local ;
- pour une toiture inclinée, le débouché doit être le plus près possible du faîte ;
- la hauteur du débouché est d'au moins 50 cm au-dessus de la toiture .



ALIMENTATION D'AIR VIA UN ESPACE NON CHAUFFE

L'air fourni peut être pris dans un espace adjacent non chauffé, tel une serre, un grenier…

Système A ou C : cet espace est muni d'une OAR vers l'extérieur qui réalise le débit pour 2 Pa.

Système B ou D : cet espace est muni d'une OAM vers l'extérieur qui réalise le débit pour 10 Pa.

9. SURCHAUFFE

Procédure 9.1
Apports solaires 9.2
Mesures pour limiter la surchauffe 9.3
Inertie thermique 9.4
Facteur solaire g 9.5

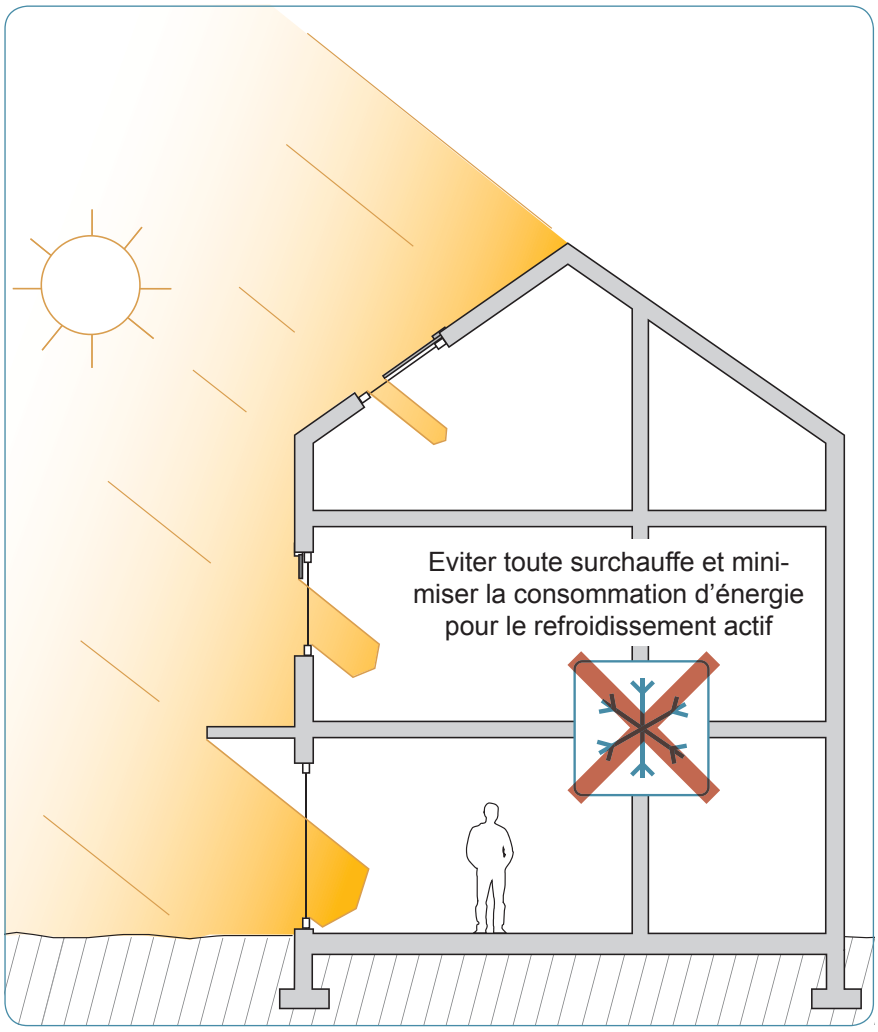
En Belgique, une combinaison d'interventions constructives permet de réduire suffisamment le risque de surchauffe estivale dans les bâtiments résidentiels pour pouvoir se passer de refroidissement actif.

Il suffit de :

- limiter les surfaces vitrées ;
- prévoir, si nécessaire, des protections solaires extérieures ;
- conférer aux parois intérieures, une masse thermique élevée et accessible ;
- assurer une ventilation intensive la nuit.

Le logiciel PEB utilise une méthode simplifiée pour évaluer la surchauffe par secteur énergétique.

L'indicateur de surchauffe est calculé sur base de l'inertie thermique et du rapport entre les apports (solaires et internes) et les pertes (par transmission et ventilation), il est exprimé en kelvin heure (Kh).



Il est fortement recommandé de rester en-dessous du seuil de 8.000 Kh à partir duquel le bâtiment présente un risque de surchauffe.

Il est obligatoire de concevoir l'habitation de telle manière que dans chaque secteur énergétique, l'indicateur de surchauffe demeure à tout moment inférieur au maximum autorisé, c'est-à-dire < 17.500 Kh, que l'on place ou non un refroidissement actif.

Si l'indicateur de surchauffe est compris entre 8.000 et 17.500 Kh, le logiciel tient compte de la consommation d'énergie fictive pour le refroidissement, même si aucune installation de climatisation n'est prévue.

Déclaration PEB initiale

Dès le stade de l'esquisse, concevoir le bâtiment dans le but de prévenir toute surchauffe

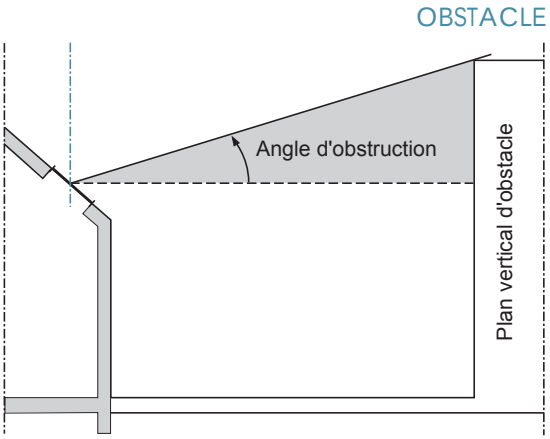
Déclaration PEB finale

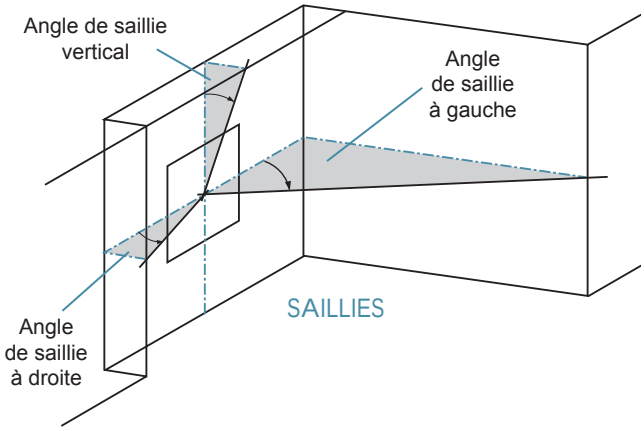
Décrire les mesures prises pour éviter la surchauffe et, surtout, s'assurer que l'indicateur de surchauffe reste à tout moment < 17.500 Kh

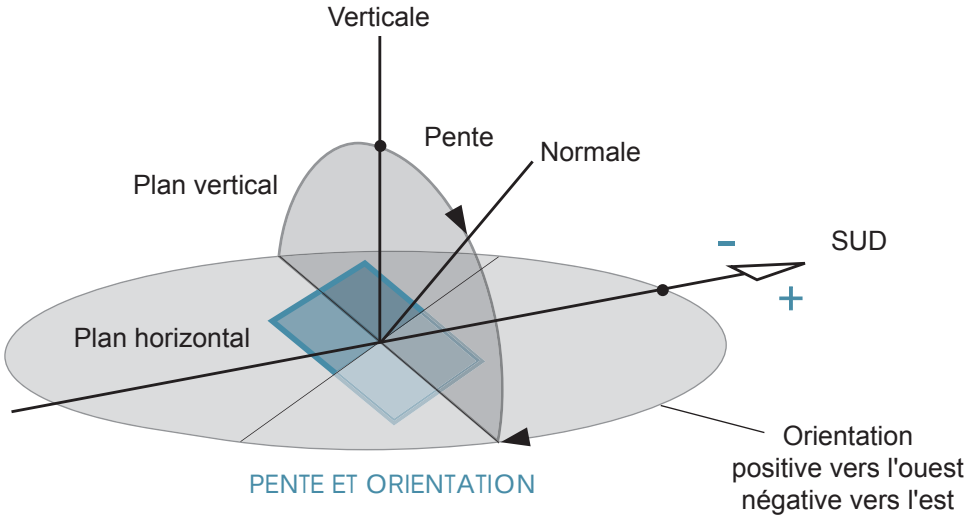
SURCHAUFFE 4.6
DOCUMENTS PEB 2.5

Les apports solaires par une fenêtre sont calculés en tenant compte des caractéristiques suivantes de celle-ci.

DONNÉES NÉCESSAIRES PEB	VALEURS PAR DÉFAUT
Aire vitrée de la fenêtre [m²] Facteur solaire g du vitrage Orientation et pente Facteur de réduction pour une protection solaire dans le plan de fenêtre : - protection extérieure - protection intégrée non ventilée - protection intérieure - tous les autres cas	 ..... 0,50 ..... 0,60 ..... 0,90 1,00
Type de protection solaire : - fixe - commande manuelle - commande automatique	
Facteur de réduction pour une protection non située dans le plan de fenêtre et/ou pour un obstacle et des saillies : - angle d'obstruction - angles de saillies à droite et à gauche - angle de saillie vertical	







En cas de surchauffe évaluée par le logiciel, il est possible limiter la valeur de l'indicateur de surchauffe par différentes mesures.

Persiennes orientables

Débordements architecturaux

Stores extérieurs

Mettre en place une protection solaire pour les fenêtres exposées à un ensoleillement direct.

Le calcul PEB tient compte de la spécificité des protections solaires et demande de la renseigner pour chaque fenêtre.

L'impact des protections solaires sur les gains solaires dépend de :

- ☐ leur emplacement :
  - à l'extérieur, assurément le système le plus efficace ;
  - à l'intérieur ;
  - intégré, lorsqu'elles sont situées entre deux vitrages.
- ☐ leur pente :
  - dans le plan, c'est le cas des volets, volets roulants, stores et persiennes ;
  - en-dehors du plan de la fenêtre, comme les marquises, stores à projection et bannes solaires.

  Une protection solaire composée exclusivement d'écrans architectoniques est traitée comme un élément de l'environnement lié au bâtiment.
- ☐ leur mobilité :
  - fixes, leur position est immuable ;
  - à commande manuelle ;
  - à commande automatique.

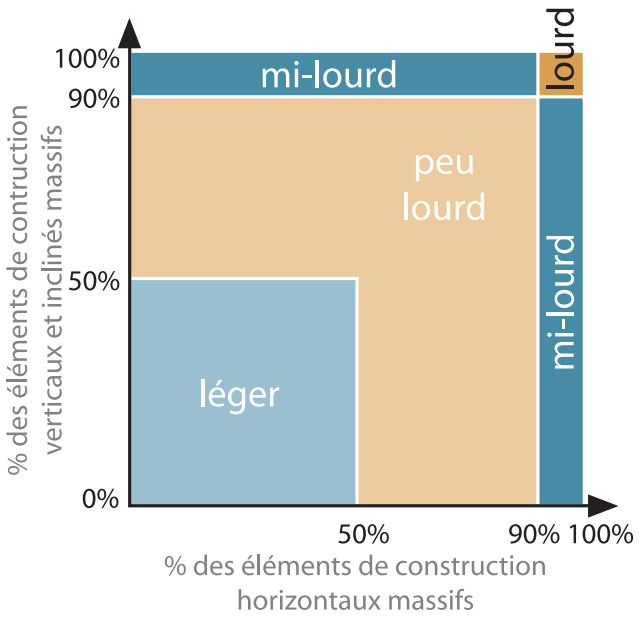
  Les deux dernières présentent au moins deux positions. Une commande automatique exige un activateur piloté de manière automatique (par exemple un moteur) et au moins un capteur d'ensoleillement par orientation de façade ou un détecteur d'absence qui referme la protection solaire en cas d'absence.

Réduire les surfaces vitrées et/ou le facteur g du vitrage (vitrage sélectif).

Rehausser la masse thermique effective.

Dans le cadre du calcul PEB, cette mesure se réduit à une augmentation de l'inertie thermique du bâtiment.

L'inertie thermique, appelée aussi capacité ou masse thermique, caractérise **chaque secteur énergétique** d'un bâtiment ; elle se définit en 4 classes.



Lourd
Secteur énergétique dont au moins 90% de la surface des éléments de construction horizontaux, inclinés **ET** verticaux sont massifs.

Mi-lourd
Secteur énergétique dont au moins 90% des éléments de construction horizontaux sont massifs sans être protégés par une isolation intérieure, **OU**
secteur énergétique dont au moins 90% des éléments de construction verticaux et inclinés sont massifs.

Peu-lourd
Secteur énergétique dont 50 à 90% des éléments de construction horizontaux sont massifs sans être protégés par une isolation intérieure, **OU**
secteur énergétique dont 50 à 90% des éléments de construction verticaux et inclinés sont massifs.

Léger
Tout autre secteur énergétique.

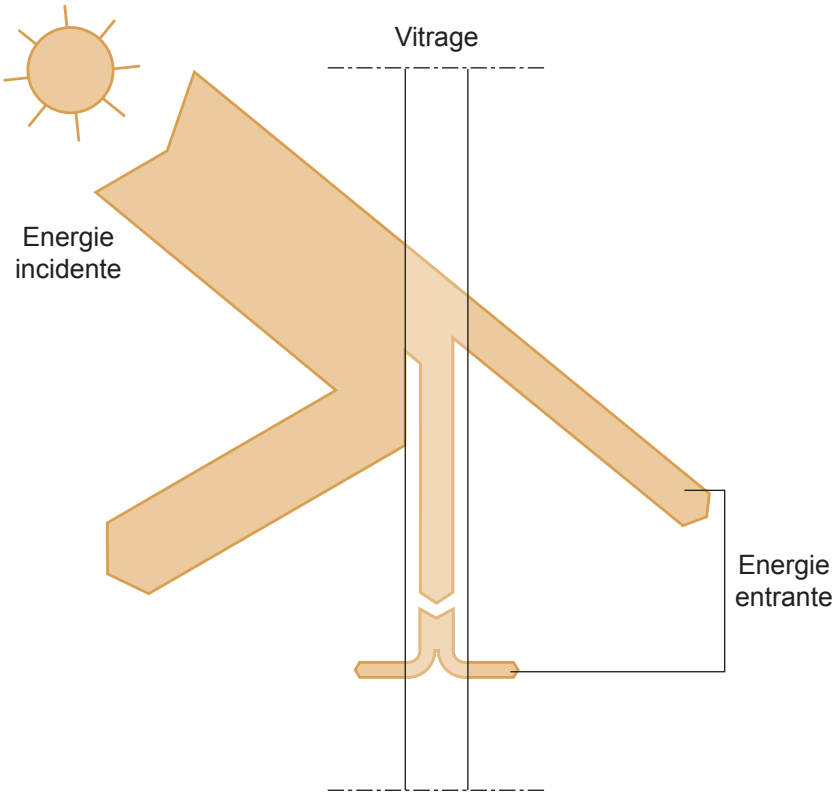
Massif : Un élément de construction est considéré comme massif si sa masse est d'au moins 100 kg/m², en ne considérant que les couches situées entre l'intérieur et une lame d'air ou une couche de valeur λ (conductivité thermique) inférieure à 0,20 W/mK.

EXEMPLES

Quelques parois massives :	*épaisseur*
• maçonneries en brique pleine ou béton lourd	≥ 9 cm
• maçonneries en bloc creux de béton lourd	≥ 14 cm
• maçonneries en bloc de terre cuite alvéolée	≥ 14 cm
• maçonneries en pierre naturelle	≥ 9 cm
• maçonneries en bloc cellulaire	≥ 20 cm
• hourdis en terre cuite ou en béton	≥ 16 cm
• chapes lourdes en mortier	≥ 6 cm

Secteur énergétique délimité par :	*Classe d'inertie*
• des parois verticales maçonnées en bloc creux de 14 cm avec moins de 10% des murs constitués de menuiserie (fenêtres, portes…), • un plancher et une toiture plate constitués de hourdis	**lourd**
• des parois verticales maçonnées en bloc creux de 14 cm avec plus de 10% des murs constitués de menuiserie (fenêtres, portes…), • un plancher et une toiture plate constitués de hourdis	**mi-lourd**
• des parois verticales maçonnées en bloc creux de 14 cm avec plus de 10% des murs constitués de menuiserie (fenêtres, portes…), • un plancher constitué de hourdis et une toiture en charpente bois	**peu-lourd**
• des parois verticales en structure légères (bois), • une dalle de sol en béton, un plancher intermédiaire et une toiture en bois	**léger**

Le facteur solaire g d'un vitrage est influencé par :
- le type de vitrage,
- le nombre de couches de verre,
- le type de revêtement éventuel appliqué sur le verre.



Le facteur solaire g,

anciennement dénommé FS, est le rapport entre l'énergie solaire entrant dans le local à travers le vitrage et l'énergie solaire incidente. Il s'exprime en %.

L'énergie qui aboutit à l'intérieur est la somme de l'énergie entrant par transmission directe, et de l'énergie cédée par le vitrage à l'ambiance intérieure à la suite de son échauffement.

Pour une même surface, plus le facteur solaire g sera grand, plus les apports de chaleur solaire seront importants.

C'est le fabricant qui est à même de donner toutes les informations indispensables pour effectuer un choix judicieux : la valeur U du vitrage (U_g), le facteur solaire g ainsi que la transmission lumineuse.

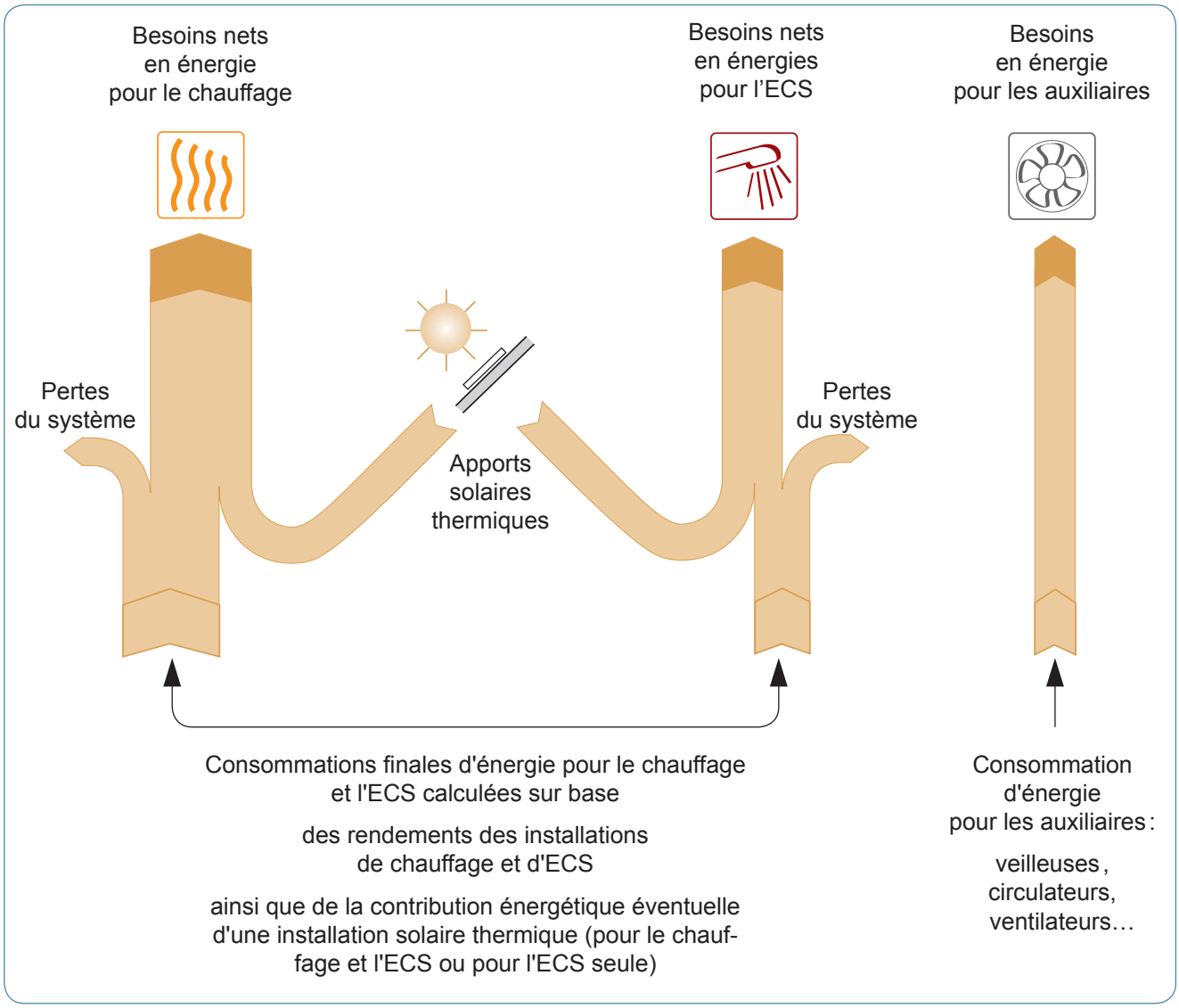
EXEMPLES	U_g [W/m²K]	Facteur solaire g
Simple vitrage	5,7	0,85
Double vitrage 4/12/4	2,9	0,75
Double vitrage basse émissivité	1,8	0,65
Double vitrage HR	1,1	0,37
Triple vitrage	0,6	0,52

Certains doubles vitrages présentent des niveaux d'isolation très élevées (proches de ceux du triple vitrage) mais attention leur transmission lumineuse (valeur TL) est très faible et peut devenir source d'inconfort.

10. SYSTÈMES ET AUXILIAIRES

Procédure 10.1
Rendement du système de chauffage 10.2
Rendement du chauffage central..... 10.3
Rendement du chauffage local 10.4
Rendement de production pour l'ECS 10.5
Contribution du solaire thermique..... 10.6
Consommation d'énergie des auxiliaires 10.7

Pour évaluer la performance énergétique d'un bâtiment résidentiel, la méthode de calcul tient compte des caractéristiques des systèmes de chauffage et d'eau chaude sanitaire ainsi que des auxiliaires.



Déclaration PEB initiale

Les systèmes et auxiliaires peuvent être décrits d'une manière approximative. Si le niveau E_W est respecté avec des installations standards, il sera aisé de l'abaisser en prescrivant des équipements performants lors de la rédaction des cahier des charges

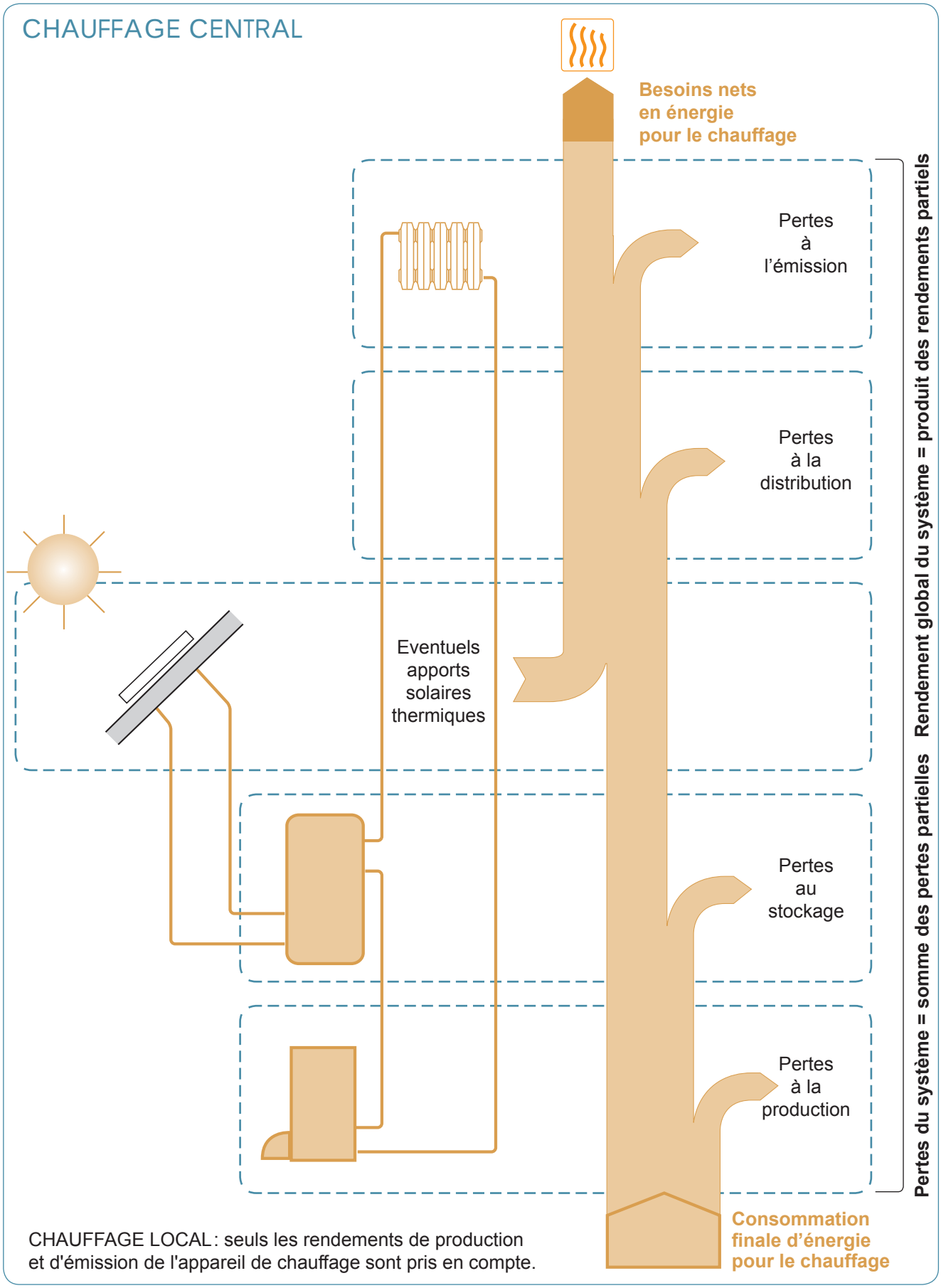
Déclaration PEB finale

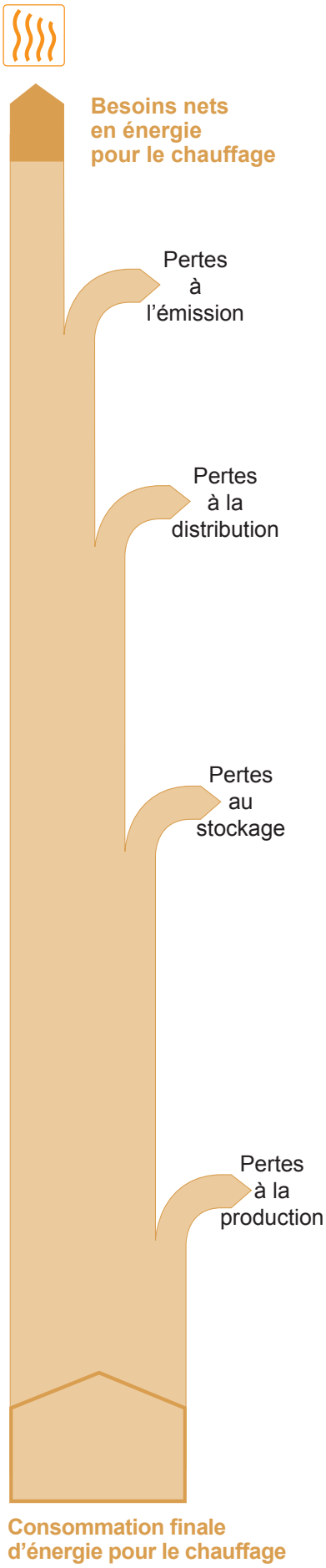
Les caractéristiques précises des systèmes et auxiliaires doivent être encodées dans le logiciel PEB. Les documents attestant les données introduites sont à joindre à la déclaration.

BILAN ÉBERGÉTIQUE D'UN BÂTIMENT 3.7
DOCUMENTS PEB 2.5

De la production de chaleur à son émission dans les locaux, une installation de chauffage se comporte comme une chaine : production, stockage éventuel, distribution et émission :

- le rendement global de l'installation est le produit des rendements partiels ;
- un seul maillon faible dans cette chaine, et c'est le rendement global de toute l'installation qui est pénalisé.





RENDEMENT D'ÉMISSION

Le logiciel génère directement la valeur renseignée ci-dessous suivant les indications renseignées.

Régulation de la température intérieure	Régulation de la température de départ de l'eau du circuit (ou de l'air)	
	Valeur de consigne constante	Valeur de consigne variable
Commande de la température par local (vanne thermostatique)	87 %	89 %
autres	85 %	87 %

Remarque : si un ou plusieurs émetteurs de chaleur sont installés devant un vitrage, le rendement est diminué de 8 %

RENDEMENT DE DISTRIBUTION

Le logiciel génère directement la valeur renseignée ci-dessous suivant les indications renseignées.

	$\eta_{distribution}$
- toutes les conduites ou gaines sont à l'intérieur du volume protégé	100 %
- une partie des conduites est à l'extérieur du volume protégé	95 %

RENDEMENT DE STOCKAGE

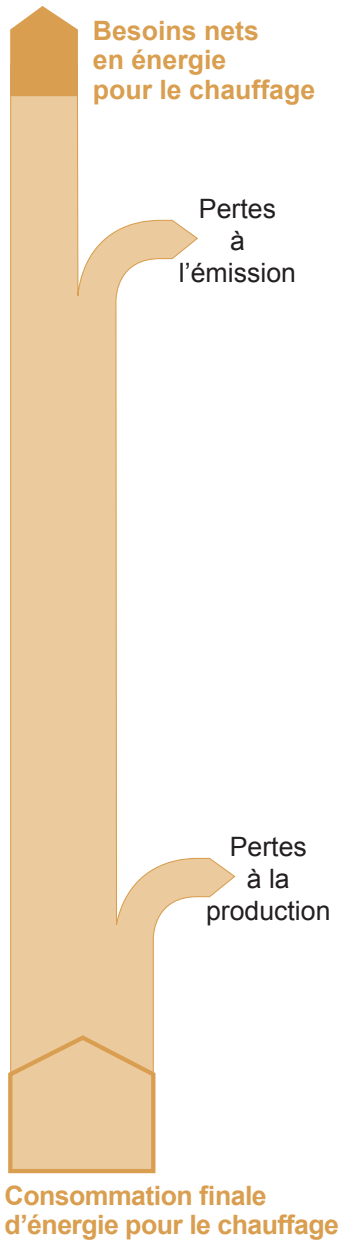
Le logiciel génère directement la valeur renseignée ci-dessous suivant les indications renseignées.

Stockage de chaleur pour le chauffage dans un (ou plusieurs) réservoir(s) tampon(s)	$\eta_{stockage}$
Absent	100 %
Présent	
- à l'intérieur du volume protégé	100 %
- à l'extérieur du volume protégé	97 %

RENDEMENT DE PRODUCTION

Pour une chaudière, le rendement demandé est le rendement pour une charge partielle de 30 % qui donne une image réaliste du rendement global annuel ; cette donnée est fournie par le fabricant.

Appareil de production de chaleur	$\eta_{production}$
Chaudière à condensation	Donnée fournie par le fabricant à encoder dans le logiciel
Chaudière non à condensation	
Générateur d'air chaud	
Cogénération sur site	
Fourniture de chaleur externe	
Chauffage électrique par résistance	100 %



RENDEMENT D'ÉMISSION

Le logiciel génère directement la valeur renseignée ci-dessous suivant le type de combustible.

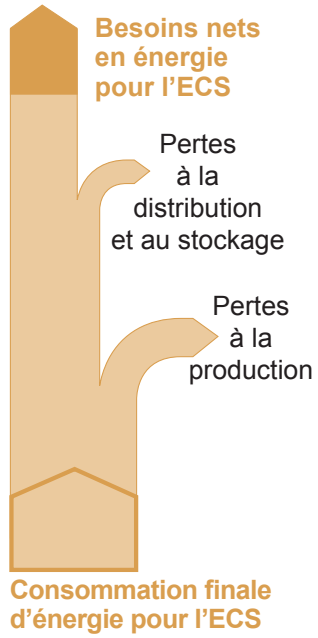
Appareil de chauffage	$\eta_{émission}$
charbon	82 %
bois	82 %
mazout	87 %
gaz	87 %
chauffage électrique	
- à accumulation sans capteur externe	85 %
- à résistance incorporé dans le plancher, le mur ou le plafond	87 %
- radiateur, convecteur sans régulation électronique	90 %
- à accumulation avec capteur externe	92 %
- radiateur, convecteur avec régulation électronique	96 %

RENDEMENT DE PRODUCTION

Le logiciel génère directement la valeur renseignée ci-dessous suivant le type de combustible.

Appareil de chauffage	$\eta_{production}$
bois	72 %
charbon	74 %
mazout	75 %
gaz	75 %
Propane/butane/GPL	76 %
Électrique par résistance	100 %

Les rendements de production de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire, repris dans le tableau ci-dessous, sont valables tant pour les appareils qui réchauffent uniquement l'eau sanitaire que pour les appareils qui assurent le chauffage des locaux et l'approvisionnement en eau chaude sanitaire.



RENDEMENT DE DISTRIBUTION ET DE STOCKAGE

Le rendement de distribution est fonction
- de la longueur des conduites
- et de leur isolation thermique.

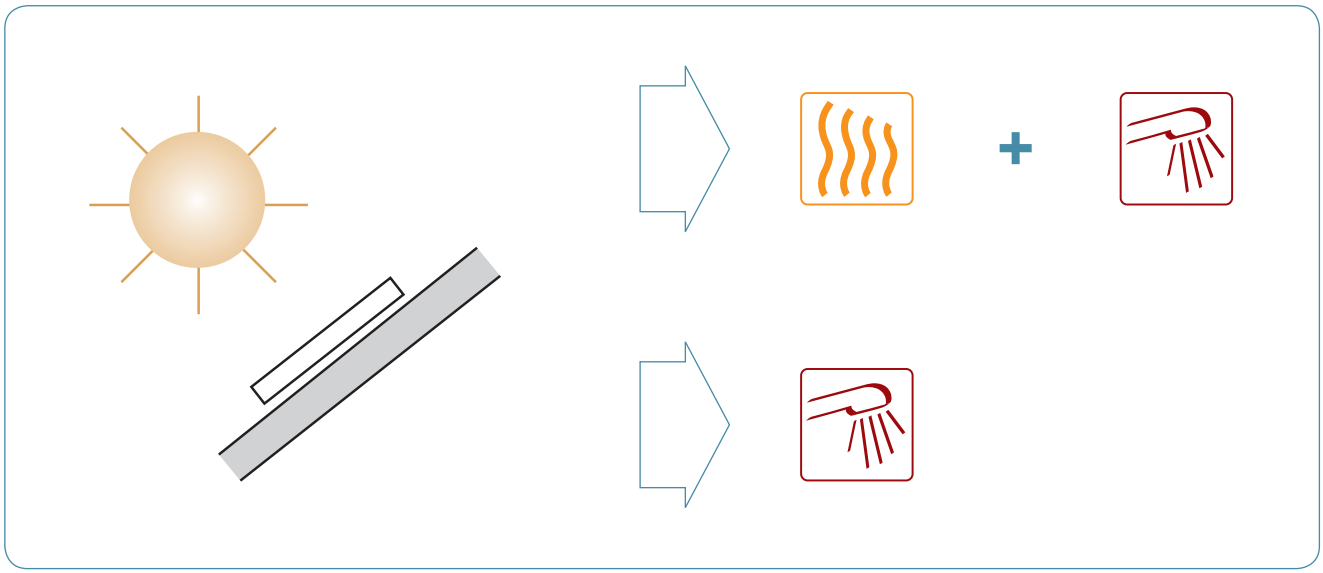
Le rendement de stockage est établi selon le même principe que celui du chauffage central : voir fiche 10.3.

RENDEMENT DE PRODUCTION DE L'ECS

	Chauffage instantané	Chauffage avec stockage de chaleur
Appareil à combustion	50 %	45 %
Chauffage électrique par résistance	75 %	70 %
Pompe à chaleur électrique	145 %	140 %

La méthode de calcul de la performance énergétique du bâtiment tient compte de la contribution énergétique éventuelle d'une installation solaire thermique destinée :

- au chauffage des locaux et à la préparation de l'eau chaude sanitaire ;
- ou seulement à la préparation de l'eau chaude sanitaire.



DONNÉES NÉCESSAIRES PEB

Aire du capteur solaire [m²]

Orientation et pente

Angles d'obstruction et de saillies permettant de définir l'ombrage selon la même méthode que pour les fenêtres.
Remarque: dans ce cas du solaire thermique, le logiciel offre la possibilité d'opter pour des valeurs par défaut de l'ombrage.

Exigence PEB pour la production d'eau chaude sanitaire

Tout bâtiment neuf doit être équipé d'un ou plusieurs capteurs solaires thermiques lorsque leur emplacement est techniquement justifié et qu'un rendement minimal est assuré ou de tout autre système qui permet une économie d'énergie au moins équivalente à l'économie générée par la pose des capteurs.

Pour chaque auxiliaire repris ci-dessous, le logiciel détermine sa consommation d'énergie en fonction des particularités signalées.

Auxiliaires	Particularité à signaler	Consommation d'énergie
Veilleuse		
	Nombre d'appareils de production de chaleur (chauffage et ECS) avec veilleuse par secteur énergétique. Sauf en cas de chauffage local car la veilleuse est déjà comptabilisé dans le rendement de production. Si un appareil avec veilleuse dessert plusieurs secteurs énergétiques, la consommation de la veilleuse est répartie sur les secteurs au prorata de chacun de leur volume.	On admet par convention que la veilleuse reste allumée dans tous les cas pendant les 12 mois de l'année. La consommation d'énergie ainsi comptabilisée pour une veilleuse est d'environ 700 kWh par année. (puissance veilleuse = 80 W)

La consommation d'énergie d'un auxiliaire [kWh] est obtenue en multipliant le nombre correspondant ci-dessous par la somme des volumes des secteurs énergétiques qu'il dessert.

Auxiliaires	Particularité à signaler	Consommation d'énergie
Circulateur		
par unité d'habitation	☐ avec régulation	0,70
	☐ sans régulation	0,35
pour plusieurs unités d'habitation	☐ non combiné à l'approvisionnement en ECS fonctionnant durant la saison de chauffe	0,35
	☐ combiné à l'approvisionnement en ECS fonctionnant toute l'année	0,70
Autres circulateurs	circulateurs supplémentaires pour	
	☐ réservoir de stockage pour chauffage	0,10
	☐ entre la chaudière et les conduites	0,10
	☐ échangeur de chaleur dans un caisson de traitement d'air	0,10
Chaudière/générateur		
	☐ ventilateur intégré	0,30
	☐ électronique	0,20
Ventilateur		
Mécanique simple flux	☐ courant alternatif	0,125
	☐ courant continu	0,085
Mécanique double flux	☐ courant alternatif	0,235
	☐ courant continu	0,150
Mécanique simple flux par extraction avec utilisation de l'air repris comme source de chaleur pour une PAC*	☐ courant alternatif	0,145
	☐ courant continu	0,100
Mécanique double flux avec utilisation de l'air repris comme source de chaleur pour une PAC*	☐ courant alternatif	0,270
	☐ courant continu	0,185
Chauffage à air pulsé	☐ pas de régulation ou pas de régulation automatique	0,780
	☐ régulation automatique	0,525

* PAC = pompe à chaleur

11. ÉNERGIE PRIMAIRE

Procédure 11.1
Facteur de conversion en énergie primaire 11.2
Autoproduction d'électricité 11.3

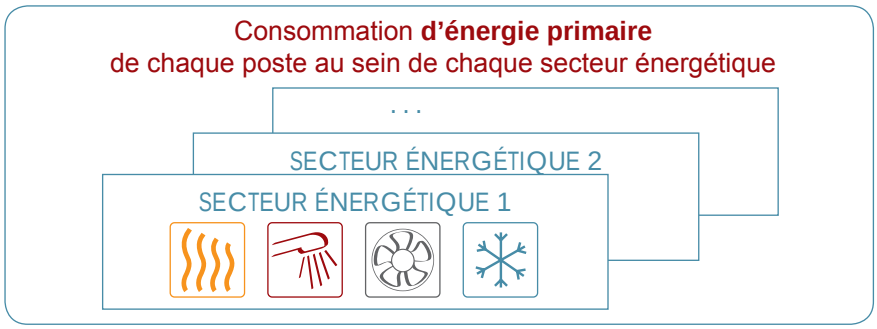
La performance énergétique d'un bâtiment résidentiel est évaluée via sa consommation d'énergie primaire pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, les auxiliaires et le refroidissement éventuel.
Pour ce faire, deux indicateurs sont calculés grâce au logiciel PEB :

- la consommation spécifique E_{spec} ;
- le niveau E_w.

Étape 1 :

La consommation finale d'énergie de chaque poste est convertie en une consommation d'énergie primaire.

Le calcul est effectué pour chaque secteur énergétique, chaque poste et chaque mois de l'année.



Étape 2 :

La consommation totale d'énergie primaire est obtenue en effectuant la somme de ces différentes contributions.

Consommation totale
d'énergie primaire du bâtiment

Étape 3 :

De cette consommation totale, on soustrait l'énergie électrique auto-produite via une installation solaire photovoltaïque ou une unité de co-génération ; on soustrait également l'énergie primaire économisée par la non fabrication de cette électricité dans une centrale.

On obtient ainsi la consommation caractéristique d'énergie primaire du bâtiment.

Consommation caractéristique
d'énergie primaire
du bâtiment tenant compte
de l'autoproduction d'électricité

En imposant des valeurs maximum pour la consommation E_{spec} et le niveau E_w, la réglementation PEB vise ainsi à limiter la quantité d'énergie primaire qui est prélevée à la planète pour satisfaire les besoins en énergie du bâtiment.

Déclaration PEB initiale

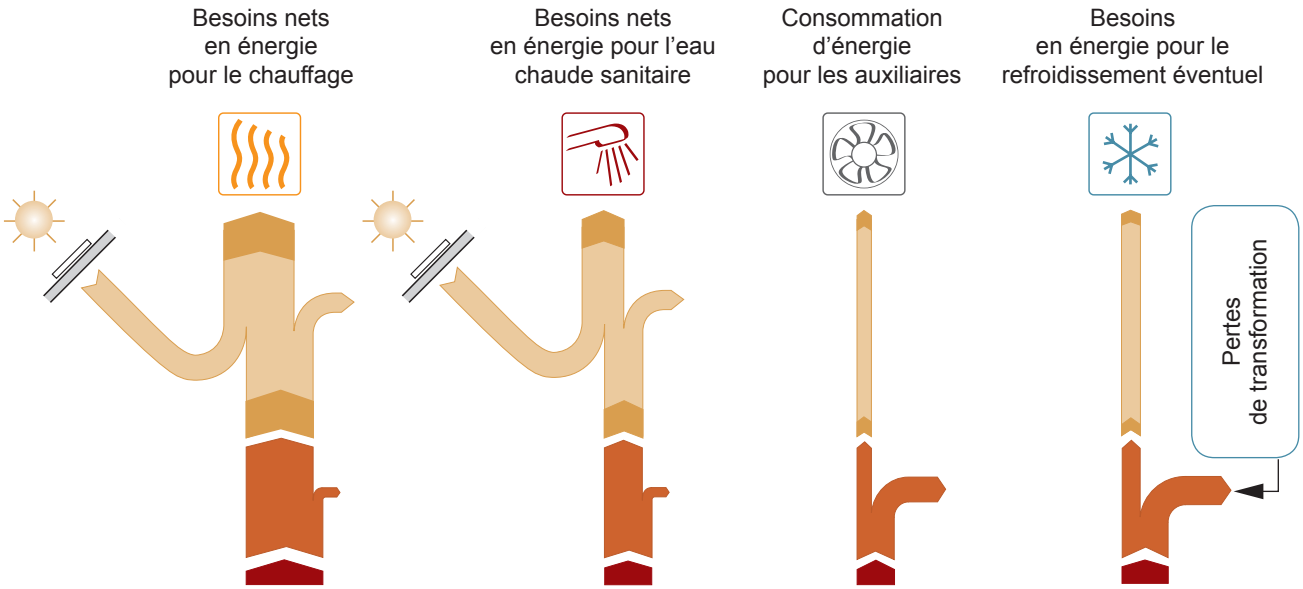
Le recours à l'électricité pour le chauffage et/ou l'eau chaude sanitaire pénalise la consommation d'énergie primaire de ces postes. Il s'agit donc d'en limiter un tel usage dès les premiers stades de conception du bâtiment. Il s'agit surtout de démontrer que le bâtiment projeté est à même de respecter les exigences PEB sur la consommation spécifique E_{spec} et le niveau E_w .

Déclaration PEB finale

Le bâtiment doit respecter les exigences PEB sur la consommation spécifique E_{spec} et le niveau E_w Les documents attestant des caractéristiques d'une éventuelle installation photovoltaïque ou de cogénération sont à joindre à la déclaration finale.

CONSOMMATION SPÉCIFIQUE E spec 4.2
NIVEAU E w 4.3
SECTEUR ÉNERGÉTIQUE 5.4
BILAN ÉNERGÉTIQUE D'UN BÂTIMENT 3.7
DOCUMENTS PEB 2.5

La consommation finale d'énergie pour chaque poste – chauffage, eau chaude sanitaire, auxiliaires et refroidissement éventuel – est calculée pour chaque secteur énergétique sur base des caractéristiques de celui-ci. La consommation en énergie primaire est obtenue en multipliant cette consommation finale par le facteur de conversion correspondant à l'énergie utilisée.



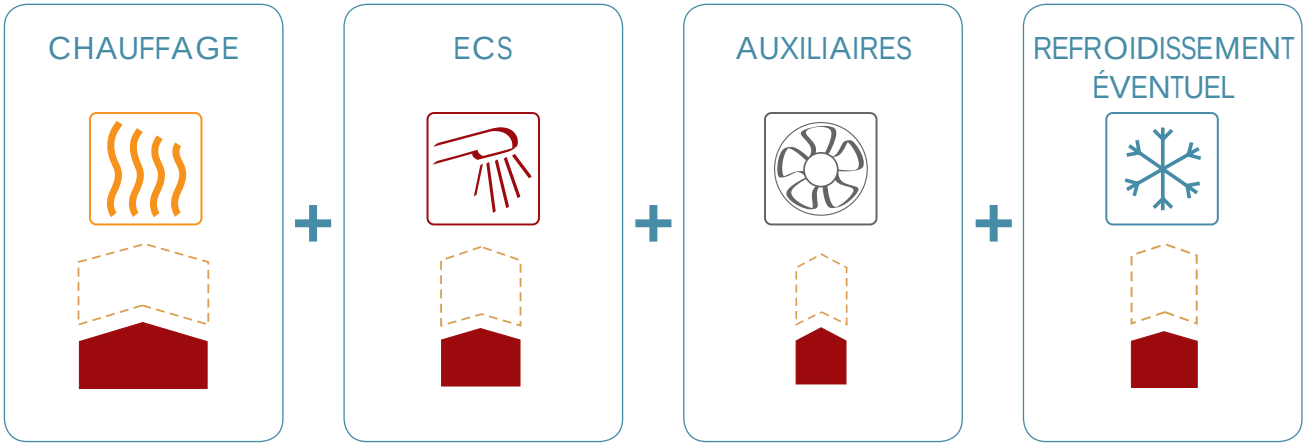
Consommation finale d'énergie du poste considéré X **Facteur de conversion en énergie primaire correspondant à l'énergie finale utilisée pour le poste** = **Consommation d'énergie primaire du poste considéré**

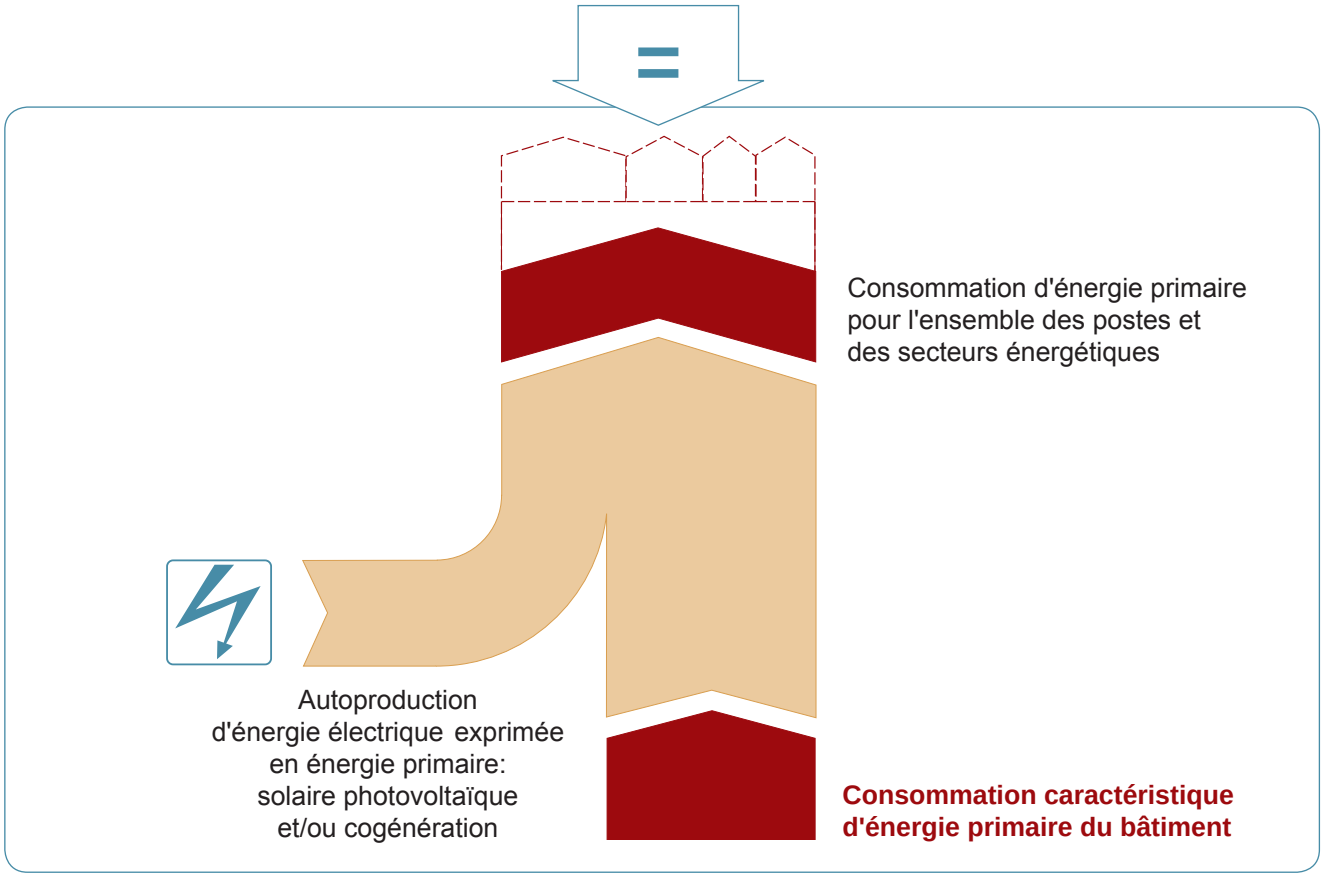
Énergie utilisée dans le bâtiment		Énergie prélevée à la planète
gaz – mazout – charbon	**1**	combustibles fossiles
bois (pellets, bûches…) – céréales	**1**	biomasse
électricité	**2,5**	combustibles fossiles uranium

Ces facteurs de conversion indiquent que les pertes de transformation, considérées négligeables pour le gaz, le mazout, le charbon, le bois et les céréales, sont très élevées pour l'électricité : en effet, les pertes d'une centrale thermique ou nucléaire sont estimées à 60%.

Conseil PEB : le recours à l'électricité pour le chauffage et/ou l'eau chaude sanitaire a pour incidence d'élever le niveau Ew, il est donc pénalisant. Ainsi, l'électricité doit être réservée à des usages pertinents.

L'électricité produite par une installation solaire photovoltaïque ou une unité de cogénération ne doit plus être produite dans une centrale. L'énergie primaire ainsi épargnée est déduite du bilan énergétique du bâtiment.



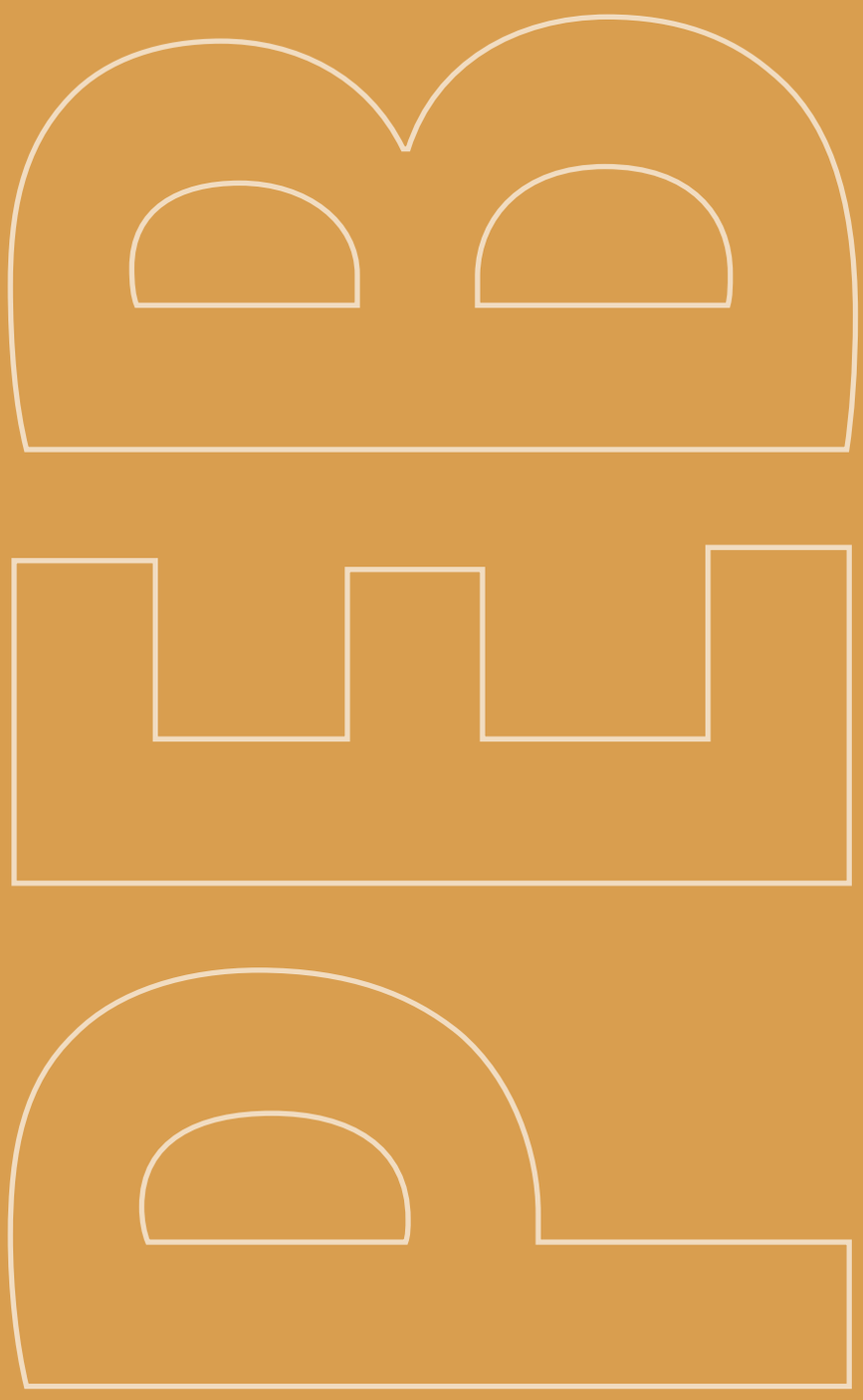


DONNÉES NÉCESSAIRES PEB
Orientation et pente du capteur solaire photovoltaïque Emplacement du capteur : intégré en toiture ou indépendant Puissance de crête du système photovoltaïque [kW] Type de transformateur Facteur de correction pour l'ombrage tenant de la présence d'un obstacle ou de saillies, déterminé selon la même méthode que pour l'ensoleillement d'une fenêtre. Remarque: dans ce cas du solaire photovoltaïque, le calcul détaillé de l'ombrage est obligatoire
Puissance électrique de l'unité de cogénération [kW]

Si un tel système – photovoltaïque ou cogénération – est commun à plusieurs unités PEB, la production d'électricité est répartie sur les unités PEB en question au prorata de leur volume.

ANNEXES

Index ..... I.1 - I.7
Abréviations A.1
Facilitateurs mandatés par la Région wallonne F.1
Ressources ..... R.1 - R.2
Données ..... D.1 - D.12



A	Renvois vers les fiches du guide				
Aire de plancher chauffé A_{ch}	5.6	4.2			
Aérateur ou grille de ventilation	6.9				
AGW, arrêté du gouvernement wallon	1.3				
Angle de saillie	9.2	10.6			
Angle d'obstruction	9.2	10.6			
Annexe non chauffée : voir espace adjacent non chauffé	6.4	6.1	4.4	4.5	5.5
Appartement	4.1	5.2			
Apports internes	3.1				
Apports solaires	3.1	9.2	4.6	9.1	
Apports solaires thermiques	3.3	10.6	10.1		
Apport solaires photovoltaïques	3.8	11.3			
Aire totale de déperdition de chaleur A_T	5.7				
Auteur de l'étude de faisabilité technique	2.4	2.1			
Autoproduction d'électricité	11.3	3.6			
Auxiliaires	3.1	3.4	10.7	10.1	
B					
Bâtiments assimilés	4.1				
Bâtiments existants	4.1				
Bâtiments industriels	4.1				
Bâtiments non résidentiels	4.1				
Bâtiments résidentiels	4.1	5.4			
Bilan énergétique d'un bâtiment	3.7	3.8	3.1		
Besoins nets en énergie pour le chauffage et ECS	10.1	10.2	10.5		
Bureaux	4.1	5.2	5.3		

C	Renvois vers les fiches du guide			
Caves	6.3	5.2	5.5	5.7
Certificat PEB	2.5	2.1		
Chauffage	3.1	3.2	10.2	10.1
Chauffage central	10.3	10.2		
Chauffage électrique	5.4	10.4	11.2	
Chauffage local	10.4	10.2		
Chauffage sol	5.4	10.6		
Circulateur	10.7			
Climatisation : voir refroidissement	3.5	4.6	9.1	
Coefficient de transmission thermique linéique, psi	6.9			
Cogénération	3.6			
Combustibles fossiles	1.1	11.2		
Commerces	4.1	5.3		
Consommation finale d'énergie	10.1	3.7		
Consommation spécifique E_{spec}	4.2	3.1	5.3	
Couloir, parties collectives	5.2			
Crochets ou fixations mécaniques	6.12			
D				
Débit de fuite	7.1	7.2	7.3	
Débit de ventilation	8.5	5.5	8.8	
Déclarant PEB	2.2	2.1		
Déclaration PEB finale	2.5	2.1		
Déclaration PEB initiale	2.5	2.1		
Délais (dépôt des documents PEB)	2.1	2.2	2.3	
Directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments	1.3	1.1		

E	Renvois vers les fiches du guide				
Eau chaude sanitaire, ECS	3.3	3.7	10.5	10.1	
Echangeur de chaleur	8.4	8.7	8.1	8.8	
Effet de serre	1.1				
Electricité	11.2	1.1	10.7		
Electricité autoproduite	11.3	3.6			
Energie finale	10.2	10.3	10.4	10.5	
Energie primaire	1.1	3.6	3.7	11.2	11.1
Energies fossiles	1.1	11.2			
Engagement PEB	2.5	2.1			
Enseignement (bâtiments destiné à l')	4.1				
Espace adjacent non chauffé (EANC) = espace contigu non chauffé	6.4	6.1	4.4	4.5	5.5
Espec	4.2	3.1	5.3		
Etanchéité à l'air d'un bâtiment	7.1	7.2	7.3	7.4	
Etanchéité à l'air d'un espace adjacent non chauffé	6.4				
Etude de faisabilité	2.5	2.1	2.4		
Exigences de performance énergétique	4.1				
F					
Facteur de conversion f_p	11.2				
Facteur m	8.6	8.1	8.8		
Facteur solaire g	9.5	9.2	9.3		
Fenêtre	6.9				
Fixations mécaniques ou crochets	6.12				
Fraction de bois	6.14				
Fraction de joint	6.11				
G					
Grille de ventilation	6.9				

H	Renvois vers les fiches du guide			
Hôpitaux	4.1			
I				
Indicateur de surchauffe	4.1			
Indicateurs PEB	3.8	4.1		
Inertie thermique	9.4	9.3	9.1	
Intercalaire	6.9			
J				
Joints de maçonnerie	6.11			
L				
Lambda, λ	6.6	6.5		
Lame d'air	6.7	6.5		
Location d'un bâtiment	2.5			
Locaux de transfert	8.1	8.2	8.4	8.5
Locaux humides	8.1	8.2	8.4	8.5
Locaux secs	8.1	8.2	8.4	8.5
M				
Matériau homogène ou non homogène	6.6	6.5		
Mur mitoyen	4.4	5.5	5.7	
N				
Niveau E_w	4.3	3.1	5.3	
Niveau K	4.4	4.1	5.2	6.1
O				
Ossature bois	6.14			

P	Renvois vers les fiches du guide			
Panneaux solaires photovoltaïques	3.6			
Panneaux solaires thermiques	3.3	10.6	10.1	
Parties collectives	5.2			
PEB, performance énergétique des bâtiments	1.1			
Pente et orientation	9.2			
Pompe à chaleur	5.4	10.5	10.7	
Ponts thermiques	6.15			
Porte	6.9			
Probabilité pour l'installation d'un système de refroidissement p_{cool}	4.6	9.1		
Procédure administrative PEB	2.1			
Protections solaires	9.3	9.2		
R				
Radiateurs	5.4	10.3	10.2	
Récupération de chaleur	8.4	8.7	8.1	8.8
Refroidissement	3.5	4.6	9.1	
Rendement du chauffage central	10.3	10.2	3.7	3.8
Rendement du chauffage local	10.4	10.2	3.7	3.8
Rendement ECS	10.5	10.6	3.7	3.8
Rénovations	4.1			
Résistance thermique de la lame d'air, R_a	6.7	6.5		
Résistance thermique totale, R_{totale}	6.5			
Résistance thermique, R	6.5	6.6		
Résistances thermiques superficielles, R_{si} et R_{se}	6.8	6.5		
Responsable PEB	2.3	2.1	2.2	
R_{min}	4.5	5.2		

S	Renvois vers les fiches du guide				
Saillies : voir angles de saillie	**9.2**				
Secteur énergétique	**5.4**	**5.1**	**5.4**		
Services	**4.1**				
Sol	**6.3**				
Structure bois	**6.14**				
Surchauffe	**4.6**	**4.1**	**5.3**		
Surface de plancher chauffée - A_{ch}	**5.6**	**5.5**			
Système A,B,C ou D	**8.4**	**8.6**	**8.9**	**10.7**	
Système D avec récupération de chaleur	**8.4**	**8.6**	**8.7**	**8.8**	**10.7**
T					
Test d'étanchéité à l'air	**7.3**	**7.1**	**7.2**		
Toiture inversée	**6.13**				
U					
U des fenêtres et portes	**6.9**	**6.10**			
U d'une paroi opaque	**6.5**	**4.5**			
U_{max}	**4.5**	**5.2**			
Unité PEB	**5.3**	**5.1**			

V	Renvois vers les fiches du guide				
$\dot{V}_{50}$	**7.3**	**7.1**	**7.2**		
$\dot{V}_{50}$	**7.3**	**7.1**	**7.2**		
Valeur U d'une fenêtre ou d'une porte	**6.9**	**6.10**	**9.5**		
Valeur lambda et R par défaut	**D.1**	**à**	**D.8**		
Valeur par défaut	**D.1**	**à**	**D.12**		
Valeurs R et U d'une paroi	**6.5**	**6.1**	**4.5**	**5.2**	
Valeurs λ et R déclarées d'un matériau	**6.6**	**6.5**			
Valeurs λ et R d'un matériau	**6.6**	**6.5**			
Veilleuse	**10.7**				
Vente d'un bâtiment	**2.5**				
Ventilateur	**10.7**				
Ventilation	**4.1**	**8.1**	**8.2**	**8.3**	
Vide sanitaire	**6.3**	**6.1**			
Vitrage	**6.6**	**6.9**	**6.10**	**4.5**	**9.5**
Volume (calcul du)	**5.5**				
Volume protégé, V_P	**5.2**	**5.1**	**5.5**	**4.5**	**8.5**
X					
XPS dans toiture inversée	**6.13**				
Z					
Zone de ventilation	**5.1**				

Symboles ou abréviations	Signification	Unité
A_{ch}	Aire de plancher chauffée ou climatisée	m²
AGW	Arrêté du gouvernement wallon	/
A_T	Aire totale de déperdition de chaleur	m²
ATE ou ETA	Agrément technique européen	
ATG	Agrément technique belge	
C	Compacité	m
COP	Coefficient de performance d'une pompe à chaleur	/
d	Epaisseur	m
E_{spec}	Consommation spécifique d'énergie primaire	MJ/m²an kWh/m²an
EANC	Espace adjacent non chauffé	
ECS	Eau chaude sanitaire	
E_w	Niveau de consommation d'énergie primaire	/
f_p	Facteur de conversion en énergie primaire	/
g	Facteur solaire d'un vitrage	/
ŋ	Rendement	/
λ	Conductivité thermique	W/mK
λ_D	Conductivité thermique déclarée (ou certifiée)	W/mK
m	Facteur de multiplication	/
PAC	Pompe à chaleur	
p_{cool}	Probabilité pour l'installation d'un système de refroidissement	/
PEB	Performance énergétique du bâtiment	
R	Résistance thermique	m²K/W
R_a	Résistance thermique d'une lame d'air	m²K/W
R_{si}, R_{se}	Résistance thermique d'échange (intérieure ou extérieure)	m²K/W
U	Coefficient de transmission thermique	W/m²K
$\dot{v}_{50}$	Volume d'air qui s'échappe par les défauts d'étanchéité du bâtiment, par heure et par unité de surface de l'enveloppe du bâtiment, et ce, pour une différence de pression de 50 Pa	m³/h.m²
$\dot{V}_{50}$	Volume d'air qui s'échappe par les défauts d'étanchéité du bâtiment, par heure, pour une différence de pression de 50 Pa	m³/h
VP	Volume protégé	m³
V_{sec}	Volume d'un secteur énergétique	m³
ρ	Masse volumique	kg/m³
Ψ	Coefficient de transmission thermique linéaire	W/mK

Les facilitateurs sont des opérateurs choisis par la Région wallonne pour leur compétence. Ils ont pour tâches de conseiller tout professionnel souhaitant améliorer les performances énergétiques de son projet.

Performance énergétique des bâtiments

- Université de Liège : 04 366 95 00
  permanence téléphonique les mercredi et vendredi de 9h à 12h
  facilitateurpeb@ulg.ac.be
- Université de Mons : 065 37 44 56
  permanence téléphonique les lundi et mercredi de 9h à 12h
  facilitateurpeb@umons.ac.be

Bois-énergie

- Particuliers : Didier Marchal
  081 62 71 44
  marchal@valbiom.be
- Secteur public : Francis Flahaux
  084 21 98 60
  pbe@frw.be

Biomasse-énergie

- Entreprises : Julien Hulot (bois-énergie)
- Philippe Hermand (biométhanisation)
  081 22 60 82
  irco@skynet.be

Cogénération

- Ismael Daoud
  081 25 04 80
  facilitateur@cogensud.be

Eolien

- Jade Charouk
  02 218 78 99
  eole@apere.org

Hydro

- Jean-Jacques t'Serstevens
  02 736 03 01
  hydro@apere.org

Photovoltaïque Pompe à chaleur

- Denis Thomas
  010 23 70 00
  denis.thomas@ef4.be

☐ **Portail de l'énergie de la Région wallonne**
http://energie.wallonie.be/

☐ **Banque de données relatives à la PEB**
www.epbd.be

☐ **ENERGIE +** (version 6)
Conception et rénovation énergétique
des bâtiments tertiaires
http://energie.wallonie.be/fr/energie-version-6.html?IDC=6093&IDD=11494

☐ **Guides pratiques pour les architectes** remis à jour

- La conception globale de l'enveloppe et l'énergie
- L'isolation thermique de la toiture inclinée
- La rénovation et l'énergie
- L'isolation thermique des façades verticales
- L'isolation thermique des murs creux
- L'isolation thermique des façades à structure bois
- L'isolation thermique de la toiture inclinée
- L'isolation thermique de la toiture plate
- La fenêtre et la gestion de l'énergie
- L'éclairage naturel des bâtiments
- La ventilation et l'énergie
- La ventilation mécanique des habitations
- La ventilation naturelle des habitations

à télécharger sur
http://energie.wallonie.be/fr/les-guides-pratiques.html?IDC=6099

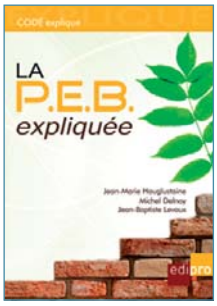
☐ **Brochures « Construire avec l'énergie »**
à télécharger sur
http://energie.wallonie.be/fr/construire-avec-l-energie-brochure-technique-pour-architectes-et-entrepreneurs.html?IDC=6094&IDD=11450

http://energie.wallonie.be/fr/brochure-construire-avec-l-energie-guide-pratique-pour-les-candidats-batisseurs-version-2007.html?IDC=6073&IDD=11227

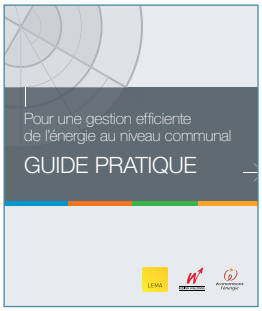
☐ **La PEB expliquée**

Jean-Marie Hauglustaine
Michel Delnoy
Jean-Baptiste Levaux

Edipro 2009



☐ **Guide pratique - Pour une gestion efficiente de l'énergie au niveau communal**
à télécharger sur
http://energie.wallonie.be/fr/guide-pratique-pour-une-gestion-efficiente-de-l-energie-au-niveau-communal.html?IDC=6101&IDD=12070



☐ **Arrêté du Gouvernement wallon du 17 avril 2008 et ses annexes**
à télécharger sur
http://energie.wallonie.be/fr/arrete-du-gouvernement-wallon-du-17-avril-2008.html?IDC=6536

☐ **Décret du Gouvernement wallon modifiant le CWATUP en CWATUPE**
à télécharger sur
http://energie.wallonie.be/fr/decret-cwatup-e-energie.html?IDC=6537

MÉTAUX

Table 1 – Métaux				
Matériau	λ_i W/mK	λ_e W/mK	**Chaleur massique c** J/kgK	**Masse volumique ρ** kg/m³
Plomb	35	35	130	11 300
Cuivre	380	380	380	8 900
Acier	50	50	450	7 900
Aluminium 99%	160	160	880	2 800
Fonte	50	50	450	7 500
Zinc	110	110	380	7 200

PIERRES NATURELLES

Table 2 – Pierres naturelles			
La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK			
Matériau	λ_i W/mK	λ_e W/mK	**Masse volumique ρ** kg/m³
Pierres lourdes (granit, gneiss, basalte, porphyre)	3.50	3.50	2 700 ≤ ρ ≤ 3 000
« Petit granit » (pierre bleue), pierre calcaire	2.91	3.50	2 700
Marbres	2.91	3.50	2 800
Pierres dures	2.21	2.68	2 550
Pierres fermes	1.74	2.09	2 350
Pierres demi-fermes (moellon)	1.40	1.69	2 200

Source : annexe VII de l'Arrêté du Gouvernement wallon du 17 avril 2008.

ÉLÉMENTS DE MAÇONNERIE (A)

Table 3 – Briques en terre cuite

La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK

Masse volumique ρ kg/m³	λ_i W/mK	λ_e W/mK
ρ ≤ 700	0.22	0.43
700 < ρ ≤ 800	0.25	0.49
800 < ρ ≤ 900	0.28	0.56
900 < ρ ≤ 1000	0.32	0.63
1000 < ρ ≤ 1100	0.35	0.70
1100 < ρ ≤ 1200	0.39	0.77
1200 < ρ ≤ 1300	0.42	0.84
1300 < ρ ≤ 1400	0.47	0.93
1400 < ρ ≤ 1500	0.51	1.00
1500 < ρ ≤ 1600	0.55	1.09
1600 < ρ ≤ 1700	0.60	1.19
1700 < ρ ≤ 1800	0.65	1.28
1800 < ρ ≤ 1900	0.71	1.40
1900 < ρ ≤ 2000	0.76	1.49
2000 < ρ ≤ 2100	0.81	1.61

Table 4 – Briques/blocs silico-calcaires

La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK

Masse volumique ρ kg/m³	λ_i W/mK	λ_e W/mK
ρ ≤ 900	0.36	0.78
900 < ρ ≤ 1000	0.37	0.81
1000 < ρ ≤ 1100	0.40	0.87
1100 < ρ ≤ 1200	0.45	0.97
1200 < ρ ≤ 1300	0.51	1.11
1300 < ρ ≤ 1400	0.57	1.24
1400 < ρ ≤ 1500	0.66	1.43
1500 < ρ ≤ 1600	0.76	1.65
1600 < ρ ≤ 1700	0.87	1.89
1700 < ρ ≤ 1800	1.00	2.19
1800 < ρ ≤ 1900	1.14	2.49
1900 < ρ ≤ 2000	1.30	2.84
2000 < ρ ≤ 2100	1.49	3.25
2100 < ρ ≤ 2200	1.70	3.71

Table 5 – Blocs de béton avec granulats ordinaires

La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK

Masse volumique ρ kg/m³	λ_i W/mK	λ_e W/mK
ρ ≤ 1600	1.07	1.39
1600 < ρ ≤ 1700	1.13	1.47
1700 < ρ ≤ 1800	1.23	1.59
1800 < ρ ≤ 1900	1.33	1.72
1900 < ρ ≤ 2000	1.45	1.88
2000 < ρ ≤ 2100	1.58	2.05
2100 < ρ ≤ 2200	1.73	2.24
2200 < ρ ≤ 2300	1.90	2.46
2300 < ρ ≤ 2400	2.09	2.71

Source : annexe VII de l'Arrêté du Gouvernement wallon du 17 avril 2008.

ÉLÉMENTS DE MAÇONNERIE (B)

Table 6 – Blocs de béton d'argile expansé

La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK

Masse volumique ρ kg/m³	λ_i W/mK	λ_e W/mK
ρ ≤ 400	0.14	(1)
400 < ρ ≤ 500	0.18	(1)
500 < ρ ≤ 600	0.21	0.28
600 < ρ ≤ 700	0.25	0.33
700 < ρ ≤ 800	0.30	0.39
800 < ρ ≤ 900	0.33	0.44
900 < ρ ≤ 1000	0.38	0.50
1000 < ρ ≤ 1100	0.43	0.57
1100 < ρ ≤ 1200	0.49	0.65
1200 < ρ ≤ 1300	0.55	0.73
1300 < ρ ≤ 1400	0.61	0.80
1400 < ρ ≤ 1500	0.67	0.88
1500 < ρ ≤ 1600	0.75	0.99
1600 < ρ ≤ 1700	0.83	1.10

Table 7 – Blocs de béton avec d'autres granulats légers

La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK

Masse volumique ρ kg/m³	λ_i W/mK	λ_e W/mK
ρ ≤ 500	0.30	(1)
500 < ρ ≤ 600	0.33	0.43
600 < ρ ≤ 700	0.37	0.47
700 < ρ ≤ 800	0.41	0.52
800 < ρ ≤ 900	0.46	0.58
900 < ρ ≤ 1000	0.51	0.65
1000 < ρ ≤ 1100	0.57	0.73
1100 < ρ ≤ 1200	0.64	0.82
1200 < ρ ≤ 1300	0.72	0.91
1300 < ρ ≤ 1400	0.82	1.04
1400 < ρ ≤ 1500	0.92	1.17
1500 < ρ ≤ 1600	1.03	1.31
1600 < ρ ≤ 1800	1.34	1.70

Table 8 – Blocs de béton cellulaire autoclavés

La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK

Masse volumique ρ kg/m³	λ_i W/mK	λ_e W/mK
ρ ≤ 300	0.10	(1)
300 < ρ ≤ 400	0.13	(1)
400 < ρ ≤ 500	0.16	(1)
500 < ρ ≤ 600	0.20	0.32
600 < ρ ≤ 700	0.22	0.36
700 < ρ ≤ 800	0.26	0.42
800 < ρ ≤ 900	0.29	0.48
900 < ρ ≤ 1000	0.32	0.52

(1) L'exposition directe de ces matériaux aux conditions climatiques extérieures n'est en règle générale pas recommandée.

Source : annexe VII de l'Arrêté du Gouvernement wallon du 17 avril 2008.

ÉLÉMENTS DE CONSTRUCTION PIERREUX SANS JOINTS (PAROIS PLEINES, PLANCHERS…)

Table 9 – Béton lourd normal

La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK

Béton lourd normal	λ_i W/mK	λ_e W/mK	Masse volumique ρ kg/m³
Armé	1.70	2.20	2 400
Non armé	1.30	1.70	2 200

Table 10 – Béton léger en panneaux pleins ou en dalle (2) (béton d'argile expansé, béton cellulaire, béton de laitier, de vermiculite, de liège, de perlite, de polystyrène...)

La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK
Si des valeurs λ sont mentionnées dans les tables 3 à 8 pour ces produits, ces dernières seront utilisées.
Les valeurs ci-dessous ne sont alors pas d'application.

Masse volumique ρ kg/m³	λ_i W/mK	λ_e W/mK
ρ < 350	0.12	(1)
350 ρ ≤ < 400	0.14	(1)
400 ρ ≤ < 450	0.15	(1)
450 ρ ≤ < 500	0.16	(1)
500 ρ ≤ < 550	0.17	(1)
550 ρ ≤ < 600	0.18	(1)
600 ρ ≤ <650	0.20	0.31
650 ρ ≤ < 700	0.21	0.34
700 ρ ≤ < 750	0.22	0.36
750 ρ ≤ < 800	0.23	0.38
800 ρ ≤ < 850	0.24	0.40
850 ρ ≤ < 900	0.25	0.43
900 ρ ≤ < 950	0.27	0.45
950 ρ ≤ < 1 000	0.29	0.47
1 000 ρ ≤ < 1 100	0.32	0.52
1 100 ρ ≤ < 1 200	0.37	0.58

(1) L'exposition directe de ces matériaux aux conditions climatiques extérieures n'est, en règle générale, pas recommandée.
(2) Dans le cas où les dalles ou les panneaux sont pourvus d'une armature parallèle au sens du flux thermique (ex. colliers, treillis d'armature), le transfert thermique sera pris en compte dans la détermination de la valeur U selon la prEN 10211.

Tableau A.11 – Plâtre avec ou sans granulats légers

La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK

Masse volumique ρ kg/m³	λ_i W/mK	λ_e W/mK
ρ ≤ 800	0.22	(1)
800 < ρ ≤ 1 100	0.35	(1)
1 100 < ρ	0.52	(1)

(1) L'exposition directe de ces matériaux aux conditions climatiques extérieures n'est, en règle générale, pas recommandée

Source : annexe VII de l'Arrêté du Gouvernement wallon du 17 avril 2008.

ENDUITS

Table 12 – Enduits			
La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK			
Enduits	**Masse volumique ρ** kg/m³	λ_i W/mK	λ_e W/mK
Mortier de ciment	1 900	0.93	1.50
Mortier de chaux	1 600	0.70	1.20
Plâtre	1 300	0.52	(1)

(1) L'exposition directe de ces matériaux aux conditions climatiques extérieures, avec entre autre un risque d'humidification par la pluie, n'est en règle générale pas recommandée.

BOIS ET DÉRIVÉS DE BOIS

Table 13 – Bois et dérivés de bois				
Matériau	**Masse volumique ρ** kg/m³	λ_i W/mK	λ_e W/mK	**Chaleur massique c** J/kgK
Bois de charpente en bois feuillus durs et bois résineux	≤ 600	0.13	0.15	1880
	> 600	0.18	0.20	
Panneau de contreplaqué	≤ 400	0.09	0.11	1880
	400 ≤ ρ < 600	0.13	0.15	
	600 ≤ ρ < 850	0.17	0.20	
	≥ 850	0.24	0.28	
Panneau de particules ou d'aggloméré	< 450	0.10	(1)	1880
	450 ≤ ρ < 750	0.14	(1)	
	≥ 750	0.18	(1)	
Panneau de fibres liées au ciment	1200	0.23	(1)	1470
Panneau d'OSB (oriented strand board)	650	0.13	(1)	1880
Panneau de fibres de bois (y compris MDF)	< 375	0.07	(1)	1880
	375 ≤ ρ < 500	0.10	(1)	
	500 ≤ ρ < 700	0.14	(1)	
	≥ 700	0.18	(1)	

(1) L'exposition directe de ces matériaux aux conditions climatiques extérieures n'est en règle générale pas recommandée.

Source : annexe VII de l'Arrêté du Gouvernement wallon du 17 avril 2008.

MATÉRIAUX D'ISOLATION THERMIQUE

Table 14 – Matériaux d'isolation thermique

Matériau d'isolation	λ_i W/mK	λ_e W/mK	Chaleur massique c J/kgK
Liège (ICB)	0.050	(1)	1 560
Laine minérale (MW)	0.045	(1)	1 030
Polystyrène expansé (EPS)	0.045	(1)	1 450
Polyéthylène extrudé (PEF)	0.045	(1)	1 450
Mousse phénolique – revêtu (PF)	0.045 (2)	(1)	1 400
Polyuréthane – revêtu (PUR/PIR)	0.035	(1)	1 400
Polystyrène extrudé (XPS)	0.040	(1)	1 450
Verre cellulaire (CG)	0.055	(1)	1 000
Perlite (EPB)	0.060	(1)	900
Vermiculite	0.065	(1)	1 080
Vermiculite expansée (panneaux)	0.090	(1)	900

(1) L'exposition directe de ces matériaux aux conditions climatiques extérieures n'est en règle générale pas recommandée.
(2) Pour les panneaux d'isolation revêtus en mousse de phénol à cellules fermées, cette valeur est ramenée à 0.030 W/mK

MATÉRIAUX DIVERS

Table 15 – Matériaux divers

Matériau	λ_i W/mK	λ_e W/mK	Chaleur massique c J/kgK	Masse volumique ρ kg/m³
Verre	1.00	1.00	750	2 500
Carreaux de terre cuite	0.81	1.00	1 000	1 700
Carreaux de grès	1.20	1.30	1 000	2 000
Caoutchouc	0.17	0.17	1 400	1 500
Linoléum, carreaux de PVC	0.19	-	1 400	1 200
Panneaux en ciment renforcé de fibres minérales naturelles	0.35	0.50	1 000	$1\,400 \leq \rho \leq 1\,900$
Asphalte coulé	0.70	0.70	1 000	2 100
Membrane bitumeuse	0.23	0.23	1 000	1 100

Source : annexe VII de l'Arrêté du Gouvernement wallon du 17 avril 2008.

MATÉRIAUX UTILISÉS DANS LES COMPOSANTS DE FENÊTRES

Table 16 – Matériaux utilisés dans la fabrication de profilés et de fenêtres

Groupe de matériaux	Matériau	λ_u W/mK	Masse volumique ρ kg/m³
Encadrement	Cuivre (cuivre rouge)	380	8900
	Aluminium (alliages)	160	2800
	Cuivre (cuivre jaune, laiton)	120	8400
	Acier	50	7800
	Acier inoxydable	17	7900
	PVC	0.17	1390
	Bois de feuillus	0.18	> 600
	Bois de résineux	0.13	≤ 600
	Fibre de verre (résine UP)	0.40	1900
Verre	Verre	1.00	2500
	PMMA (Poly-méthacrylate de méthyle)	0.18	1180
	Polycarbonate	0.20	1200
Coupure thermique	Polyamide (nylon)	0.25	1150
	Polyamide 6.6 - 25% de fibres de verre	0.30	1450
	Polyéthylène, HD	0.50	980
	Polyéthylène, LD	0.33	920
	Polypropylène, solide	0.22	910
	Polypropylène - 25% de fibres de verre	0.25	1200
	Polyuréthane (PUR), dur	0.25	1200
	Polychlorure de vinyle (PVC), dur	0.17	1390
Bourrelets d'isolation	Néoprène PCP)	0.23	1240
	EPDM	0.25	1150
	Silicone	0.35	1200
	Polychlorure de vinyle (PVC), souple	0.14	1200
	Mohair (polyester)	0.14	± 1000
	Mousse de caoutchouc	0.05	60 - 80
Mastics et matériaux d'isolation	Polyuréthane (PUR), dur	0.25	1200
	Butyle (isobuthène)	0.24	1200
	Polysulfide	0.40	1700
	Silicone	0.35	1200
	Polyisobutylène	0.20	930
	Résine polyester	0.19	1400
	Silica-gel (dessicant)	0.13	720
	Mousse de silicone, LD	0.12	750
	Mousse de silicone, MD	0.17	820

Source : annexe VII de l'Arrêté du Gouvernement wallon du 17 avril 2008.

Table 17 - Résistance thermique et chaleur massique des matériaux non-homogènes

La chaleur massique c vaut 1000 J/kgK

Matériau		Epaisseur / hauteur des éléments cm	R_i m²K/W
Maçonnerie en blocs creux de béton lourd (ρ > 1 200 kg/m³)		14	0.11
		19	0.14
		29	0.20
Maçonnerie en blocs creux de béton léger (ρ ≤ 1 200 kg/m³)		14	0.30
		19	0.35
		29	0.45
Planchers bruts préfabriqués en éléments creux de terre cuite	1 creux dans le sens du flux	8	0.08
		12	0.11
	2 creux dans le sens du flux	12	0.13
		16	0.16
		20	0.19
Planchers bruts préfabriqués en béton lourd (avec éléments creux)		12	0.11
		16	0.13
		20	0.15
Plaques de plâtre entre deux couches de carton		< 1.4	0.05
		≥ 1.4	0.08

Source : annexe VII de l'Arrêté du Gouvernement wallon du 17 avril 2008.

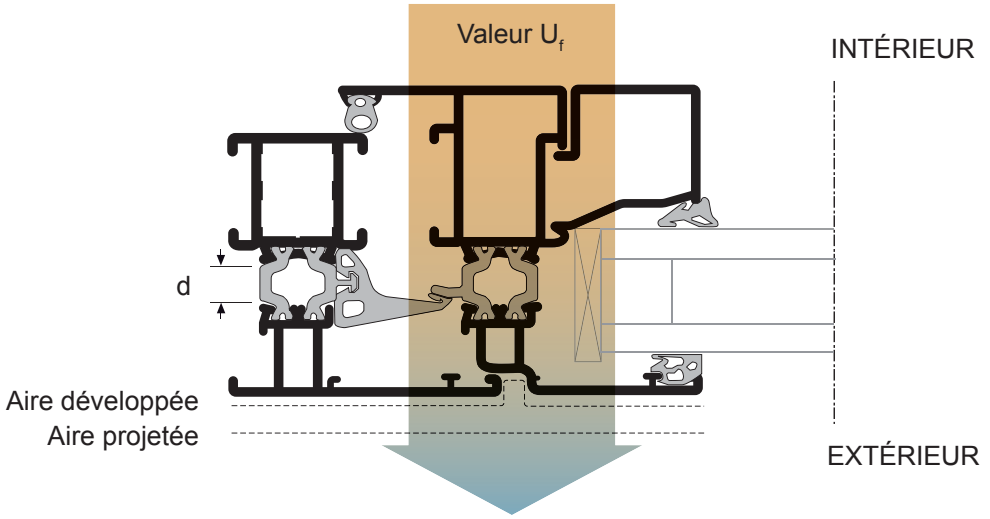
PROFILÉS D'ENCADREMENT MÉTALLIQUES AVEC **COUPURE THERMIQUE**

d mm	**U_{fo}** W/m²K	**U_f** W/m²K
8	3,56	4,51
10	3,36	4,19
12	3,18	3,91
14	3,08	3,76
16	2,96	3,59
18	2,85	3,43
20	2,75	3,28
22	2,70	3,21
24	2,60	3,07
26	2,58	3,04
28	2,55	3,00
30	2,53	2,97
32	2,52	2,96
34	2,51	2,95
36	2,50	2,93

Si le type de profilé n'est pas précisé, on choisit **la valeur par défaut U_f = 3,36 W/m²K** qui correspond à une plus petite distance d = 10 mm.

U_{fo} est la valeur U_f du profilé d'encadrement si les aires projetées et développées du profilé sont égales tant à l'intérieur qu'à l'extérieur.

Valeur U_f si l'aire projetée intérieure est supérieure ou égale à la moitié de l'aire développée intérieure.



d est la plus petite distance entre les profilés métalliques séparés par la coupure

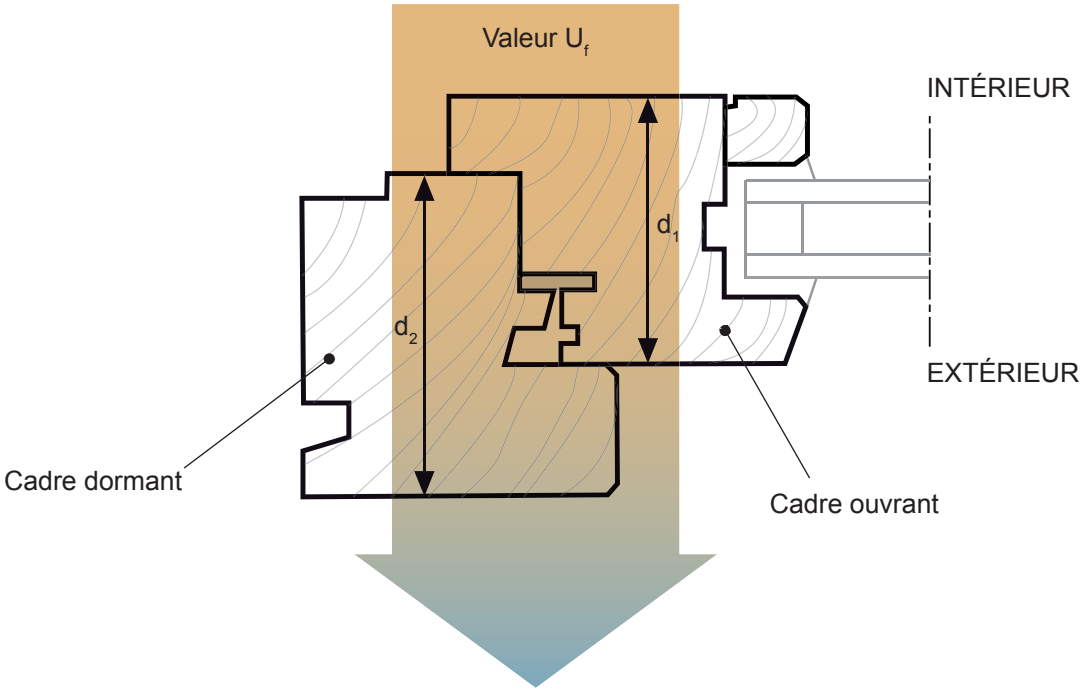
PROFILÉ D'ENCADREMENT MÉTALLIQUE SANS **COUPURE THERMIQUE**

la valeur par défaut est U_f = 5,90 W/m²K

Source : annexe VII de l'Arrêté du Gouvernement wallon du 17 avril 2008.

Épaisseur (d_f) du profilé d'encadrement mm	**U_f** W/m²K	
	Bois de feuillus λ = 0,18 W/mK	**Bois de résineux** λ = 0,13 W/mK
50	2,36	2,00
60	2,20	1,93
70	2,08	1,78
80	1,96	1,67
90	1,86	1,58
100	1,75	1,48
110	1,68	1,40
120	1,58	1,32
130	1,50	1,25
140	1,40	1,18
150	1,34	1,12

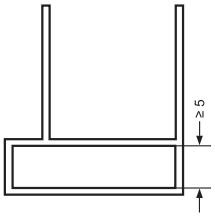
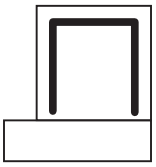
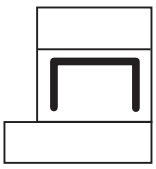
Si le type de profilé en bois n'est pas précisé, on choisit **la valeur par défaut U_f = 2,36 W/m²K** qui correspond à un profilé d'encadrement de bois feuillus ayant une épaisseur de 50 mm.



L'épaisseur d_f du profilé est la moyenne des épaisseurs des cadres ouvrant et dormant

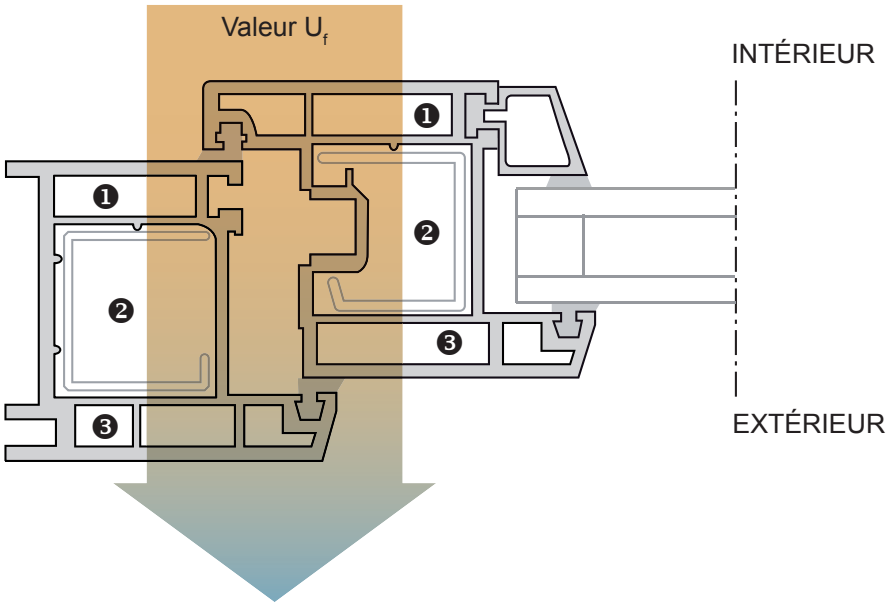
$$d_f = \frac{d_1 + d_2}{2} \text{ [mm]}$$

Source : annexe VII de l'Arrêté du Gouvernement wallon du 17 avril 2008.

Matériau et type de profilé d'encadrement		U_f W/m²K
Profilé d'encadrement PVC minimum 5 mm entre les parois des chambres (1) 	2 chambres (en série avec le flux thermique) **avec ou sans** renfort 	**2,20** **Prendre cette valeur par défaut pour un profilé PVC si le nombre de chambre est inconnu**
	3 chambres (en série avec le flux thermique) **avec ou sans** renfort 	2,00
	4 chambres (en série avec le flux thermique) **avec ou sans** renfort	1,80
	5 chambres (en série avec le flux thermique) **avec ou sans** renfort	1,60
Profilé d'encadrement PUR	Avec noyau métallique et minimum de 5 mm de PUR	**2,80** **Prendre cette valeur par défaut si le matériau n'est pas précisé**

(1) Pour les distances inférieures à 5 mm, la valeur U_f est calculée ou mesurée sur base d'une méthode spécifique.

Profilé d'encadrement en plastique avec renfort et 3 chambres en série avec le flux thermique



Source : annexe VII de l'Arrêté du Gouvernement wallon du 17 avril 2008.

La valeur Ψ_g par défaut d'un intercalaire peut se référer, au choix, à l'un ou l'autre des tableaux ci-après.

VARIANTE 1

Ψ_g W/mK		Vitrage multiple			
		Vitrage sans coating (*)		Vitrage avec coating (*)	
		Intercalaire ordinaire	Intercalaire isolant	Intercalaire ordinaire	Intercalaire isolant
Type d'encadrement	Bois ou PVC	0,06	0,05	0,08	0,06
	Métal avec coupure thermique	0,08	0,06	0,11	0,08
	Métal sans coupure thermique	0,02	0,01	0,05	0,04

(*) couche réfléchissante par exemple

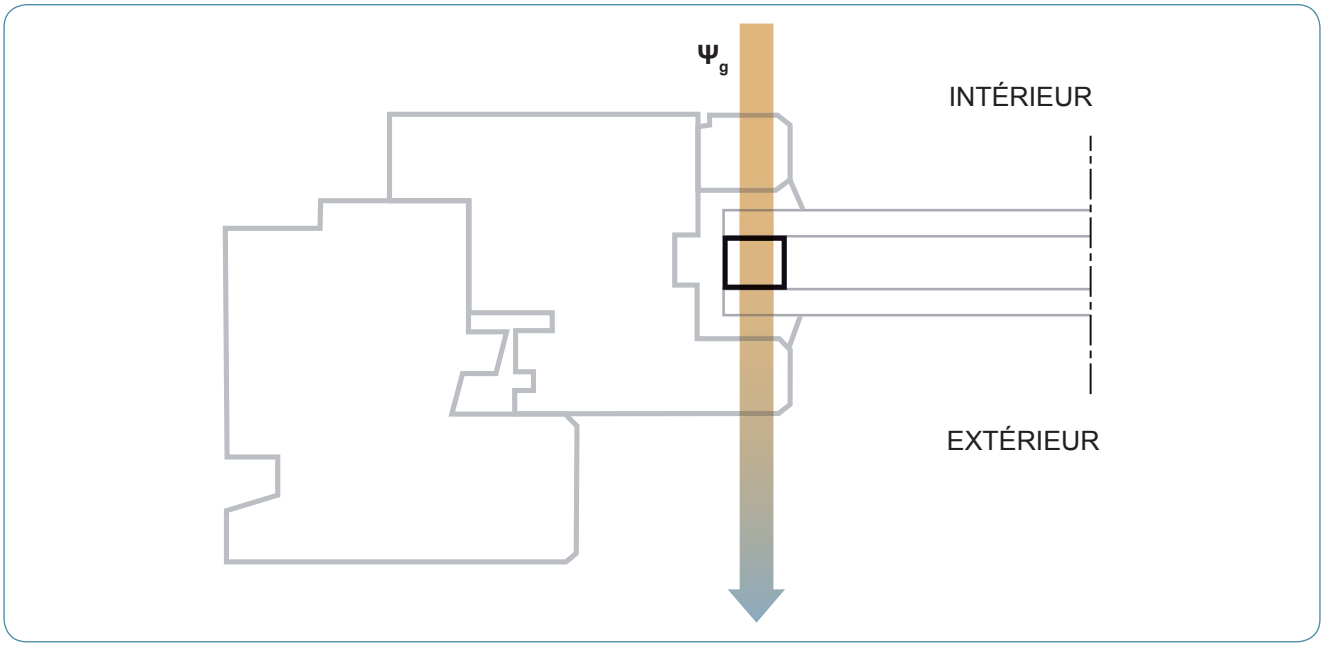
VARIANTE 2

Ψ_g W/mK		Simple vitrage	Vitrage multiple			
			U_g > 2,0 W/m²K		U_g ≤ 2,0 W/m²K	
			Intercalaire ordinaire	Intercalaire isolant	Intercalaire ordinaire	Intercalaire isolant
Type d'encadrement	U_f ≥ 5,9 W/m²K	0	0,02	0,01	0,05	0,04
	U_f < 5,9 W/m²K	0	0,06	0,05	0,11	0,07

Correspond à un encadrement métallique sans rupture thermique

Pour du simple vitrage, on prend $\Psi_g = 0$

Valeurs Ψ_g par défaut si le vitrage respecte l'exigence $U_g < U_{max}$vitrage = 1,6 W/m²K



Source : annexe VII de l'Arrêté du Gouvernement wallon du 17 avril 2008.