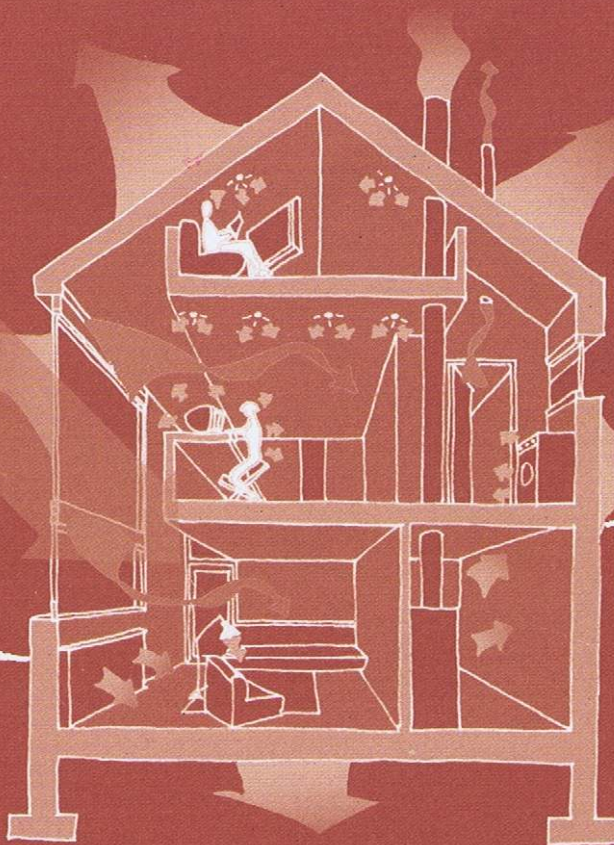


Brochure
technique pour
architectes et
entreprises

POUR UNE AMÉLIORATION DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DES LOGEMENTS NEUFS



RÉINVENTONS
L'ÉNERGIE



CONSTRUIRE
AVEC L'ÉNERGIE

naturellement !

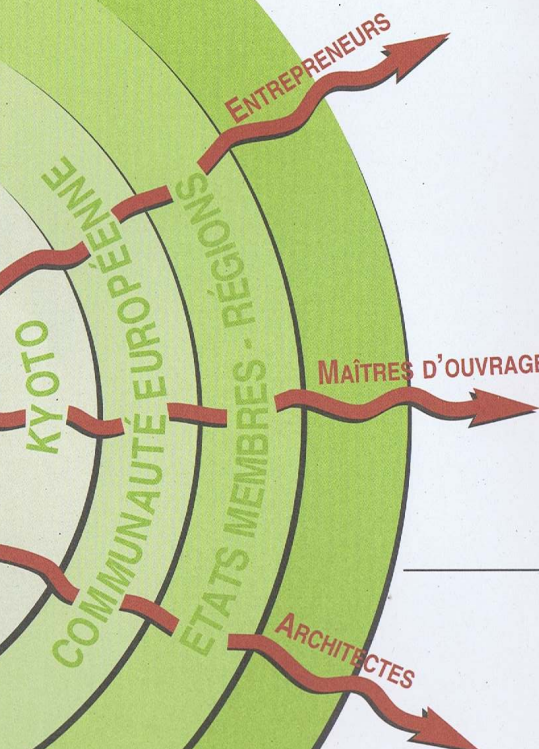
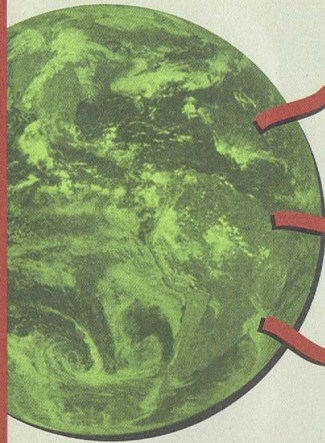


RÉGION WALLONNE

POURQUOI "CONSTRUIRE AVEC L'ÉNERGIE" ?

Pour réduire :

- la pollution de l'environnement ;
- l'épuisement des ressources énergétiques ;
- le réchauffement climatique ;
- la facture énergétique des ménages ;
- la dépendance au prix de l'énergie.



Respectons la réglementation thermique.

Préparons-nous à son évolution, consécutive à la transposition de la Directive européenne du 16/12/2002, qui prescrit d'évaluer la performance énergétique des bâtiments selon une approche globale.

Isoler ne sera plus suffisant en soi : il faudra, à l'avenir, prendre en compte les autres aspects de la consommation d'énergie.

Architectes, entrepreneurs :

- proposez des maisons économes en énergie et réalisez-les ;
- construisez des maisons énergétiquement performantes et confortables, en avance sur la réglementation thermique ;
- faites-vous connaître et affichez votre savoir-faire pour vous identifier auprès des maîtres d'ouvrage prévoyants.

EN QUOI CONSISTE L'ACTION "CONSTRUIRE AVEC L'ÉNERGIE" ?

La Région wallonne propose aux architectes et entrepreneurs de la construction, de s'inscrire dans une démarche volontaire d'efficacité énergétique. L'objectif est de promouvoir la réalisation de logements neufs dont la performance énergétique dépasse les exigences réglementaires actuellement en vigueur.

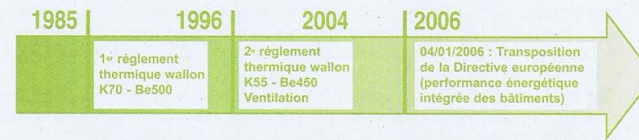
Les logements conçus et réalisés dans ce cadre et respectant les critères de la Charte "Construire avec l'énergie" recevront une attestation.

Cette démarche, initiée par le Ministre wallon de l'Énergie, s'inscrit dans la perspective de la transposition de la Directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments, approuvée fin 2002.

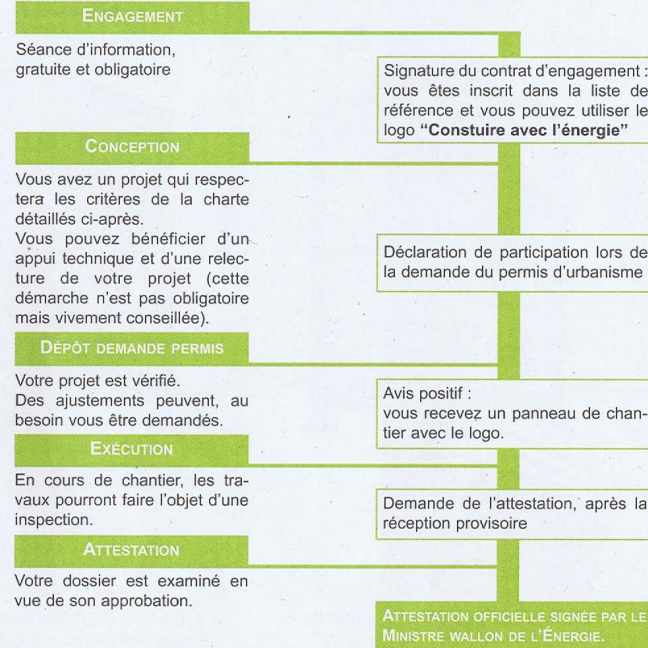
Cette directive marque une étape dans le cheminement suivi par les réglementations thermiques, qui s'est initié en Région wallonne dès 1985.

Cette action, développée et coordonnée par la Division de l'Énergie - DGTRE - du Ministère de la Région wallonne, est encadrée par le partenariat CSTC - CiWaCo - UCL - ULg - FUL - IFAPME.

Ce partenariat pluridisciplinaire a pour mandat de conseiller les professionnels d'un point de vue technique, de veiller au respect des procédures et des critères, et d'assurer la promotion de l'action auprès des professionnels et du grand public.



LA PROCÉDURE, EN QUELQUES MOTS...



PROCÉDURE	U _{max}	NORME VENTILATION	BESOINS DE CHAUFFAGE	SYSTÈME DE CHAUFFAGE
POURQUOI ET COMMENT ?	7	ISOLATION THERMIQUE	VENTILATION D'UNE MAISON	BESOINS DE CHAUFFAGE
				SYSTÈMES DE CHAUFFAGE

POURQUOI

Pour réduire :

- la pollution de l'environnement ;
- l'épuisement des ressources énergétiques ;
- le réchauffement climatique ;
- la facture énergétique ménages ;
- la dépendance au pétrole et à l'énergie.



Respectons la réglementation thermique.

Préparons-nous à son application, consécutive à la transposition de la Directive européenne du 16/12/2002 qui prescrit d'évaluer la performance énergétique des bâtiments selon une approche globale.

Isoler ne sera plus suffisant en soi : il faudra, à l'avenir, prendre en compte les aspects de la consommation d'énergie.

PAROI PAR PAROI

QU'EN EST-IL ?

Les déperditions thermiques par transmission d'une paroi sont caractérisées par son coefficient de transmission thermique U (encore dénommé k dans les normes belges) exprimé en W/m^2K . Plus le U est petit, meilleure est cette performance. Par exemple, dans les mêmes conditions de températures intérieure et extérieure, un mur extérieur dont le U vaut $0,3 W/m^2K$ accuse des déperditions thermiques moitié moindres de celles d'un mur dont le U atteint $0,6 W/m^2K$.

CONSEILS

- Isoler thermiquement toutes les parois entourant le volume protégé.
- Disposer l'isolant thermique le plus possible à l'extérieur de la paroi, même pour les planchers sur sol.

La dénomination k utilisée dans les normes belges a été délaissée ici au profit de la formulation U internationalement reconnue parce que c'est cette dernière qui subsistera à terme.

* Seuls coefficients sur lesquels la charte est plus exigeante que la réglementation thermique wallonne.

CRITÈRE U_{MAX} (W/m^2K)

• Paroi translucide :	- partie vitrée :	1,6*
	- total paroi :	2,0*
• Porte extérieure opaque :		3,5
• Mur :	- extérieur :	0,6
	- contre sol :	0,9
• Toiture :		0,4
• Plancher :	- extérieur :	0,6
	- sur cave :	0,9
	- sur sol :	1,2
• Paroi mitoyenne :	Zone H1 = Grenoble	1,0

a. TOITURE

- ardoises / tuiles
- lattes + contre-lattes
- sous-toiture
- chevrons + isolant 9 cm
- pannes + contregites + finitions

b. PAROI VITRÉE

- châssis bois / PVC / métallique à coupure thermique
- double vitrage peu émissif

Vitrage + châssis $\leq 2,0$

c. MUR EXT.

- brique parement
- coulisse
- isolant 5 cm
- bloc béton 14 cm

d. MUR C/SOL

- drain vertical
- isolant 3 cm
- cimentage + goudronnage
- bloc béton fondation

e. PLANCHER S/V.V.

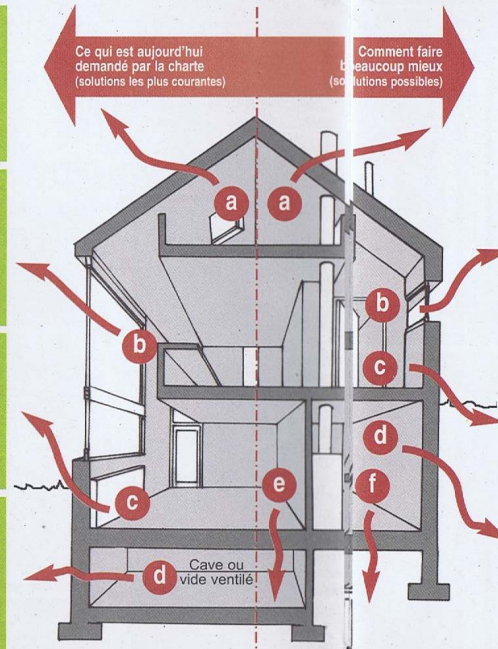
- carrelage
- chape de pose
- chape d'égalisation
- hourdis béton
- isolant 5 cm
- sous hourdis

e. PLANCHER S/CAVE

- carrelage
- chape de pose
- chape d'égalisation
- hourdis béton
- isolant 2 cm
- sous hourdis

f. PLANCHER S/SOL

- carrelage
- chape de pose
- chape d'égalisation
- dalle de béton
- isolant 2 cm
- étanchéité + sable + empierrement



a. TOITURE

- ardoises / tuiles + lattes + contre-lattes
- sous-toiture
- chevrons + isolant 6 cm
- pannes + isolant 18 cm + contregites + finitions

b. PAROI VITRÉE

- châssis bois / PVC / métallique à coupure thermique
- double vitrage peu émissif avec krypton

Vitrage + châssis $\leq 1,6$

c. MUR EXT.

- bloc parement + crépi
- ou parement briques
- coulisse
- isolant 10 cm
- bloc béton 14 cm

d. MUR C/SOL

- drain vertical
- isolant 10 cm
- cimentage + goudronnage
- bloc béton fondation ép. 39 cm

f. PLANCHER S/SOL

- carrelage
- chape de pose
- chape d'égalisation
- dalle de béton
- isolant 10 cm
- étanchéité + sable + empierrement

e. PLANCHER S/CAVE

- carrelage
- chape de pose
- chape d'égalisation
- hourdis béton
- isolant 10 cm
- sous hourdis

e. PLANCHER S/V.V.

- carrelage
- chape de pose
- chape d'égalisation
- hourdis béton
- isolant 10 cm
- sous hourdis

A VÉRIFIER

LORS DU PROJET

- Les parois entourant le volume protégé sont-elles thermiquement isolées ?
- La qualité et la position du pare-vapeur éventuel dans les parois sont-elles adéquates pour éviter tout risque de condensation ?
- Les châssis sont-ils thermiquement performants ?
- Les vitrages sont-ils thermiquement performants ?
- Les valeurs U_{max} (ou k_{max}) ne sont-elles pas dépassées pour certaines parois ?

SUR LE CHANTIER

- Le bâtiment est-il efficacement protégé de l'humidité ascensionnelle et des pénétrations d'eau ?
- Les épaisseurs prévues d'isolant thermique sont-elles réellement mises en place ?
- L'isolant thermique a-t-il été correctement installé ?
- L'isolant thermique a-t-il été correctement protégé de la pluie lors de sa mise en oeuvre ?
- Les châssis et vitrages prévus sont-ils effectivement placés ?

Même si le coefficient U peut être aisément calculé, quelques logiciels en facilitent l'évaluation, par exemple DENIBE, téléchargeable sur le site : <http://energie.wallonie.be>

ISOLATION THERMIQUE
VENTILATION D'UNE MAISON
BESOINS DE CHAUFFAGE
SYSTÈMES DE CHAUFFAGE

U _{max}	✓
NORME VENTILATION	✓
BESOINS DE CHAUFFAGE	✓
SYSTÈME DE CHAUFFAGE	✓

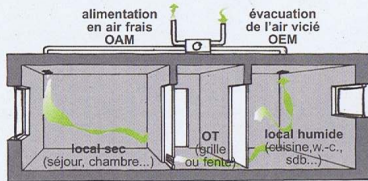
POURQUOI ?

- Pour réduire :
- la pollution domestique ;
 - l'épuisement des ressources énergétiques ;
 - le réchauffement climatique ;
 - la facture énergétique des ménages ;
 - la dépendance à l'énergie.

LA VENTILATION

QU'EN EST-IL ?

Le renouvellement de l'air des locaux occupés est indispensable pour maintenir une qualité de l'air satisfaisante : la norme NBN D50-001 fixe les modalités par lesquelles la ventilation des locaux d'habitation doit être organisée.



LA VENTILATION DE BASE

L'air neuf est amené dans les locaux secs (living, chambres...) et transféré, via les couloirs et dégagements, vers les locaux humides (cuisines, salles de bains, W.-C...) d'où il est évacué directement vers l'extérieur : c'est la **ventilation de base**.

Le système choisi et les moyens à installer sont décrits dans le tableau 3 "Système de ventilation" annexé à la demande de permis d'urbanisme. Il en résulte un débit de ventilation q_{vb} du bâtiment (case [5]), à partir duquel on peut évaluer les déperditions par ventilation P_v :

$$P_v = q_{vb} \times 0,34 \text{ [W/K]}$$

où $0,34 \text{ Wh/m}^3\text{K}$ est la chaleur spécifique de l'air.

COMMENT VENTILER, EN PRATIQUE ?

La combinaison des dispositifs d'amenée et d'évacuation d'air permet de distinguer quatre systèmes de ventilation simplifiés, désignés dans la norme belge NBN D50-001 par les lettres A, B, C et D.

	ALIMENTATION NATURELLE	ALIMENTATION MÉCANIQUE
ALIMENTATION	OAR = Ouverture d'Alimentation Réglable L'air neuf arrive naturellement dans les locaux "secs" par les OAR installées dans les châssis ou les murs extérieurs.	OAM = Ouverture d'Alimentation Mécanique Un groupe de pulsion ainsi qu'un réseau de conduits pulsent l'air neuf.
ÉVACUATION	OER = Ouverture d'Évacuation Réglable Ce sont des conduits verticaux débouchant en toiture, aussi près que possible du faite, qui évacuent l'air vicié.	OEM = Ouverture d'Évacuation Mécanique Un groupe d'extraction ou un ventilateur, ainsi qu'un réseau de conduits évacuent l'air vicié.
Particularités :	<ul style="list-style-type: none"> système simple à mettre en œuvre ; peu coûteux à l'exploitation ; contrôle des débits moins précis qu'avec les autres systèmes. 	<ul style="list-style-type: none"> la filtration de l'air amené est possible : utile lorsque les occupants sont sensibles à des polluants extérieurs ou encore si l'environnement est pollué ou bruyant.
SYSTÈME	NATURELLE : A	B : PAR INSUFFLATION
ÉVACUATION	PAR EXTRACTION : C	D : DOUBLE FLUX
Particularités :	<ul style="list-style-type: none"> système peu coûteux à l'exploitation ; les débits sont mieux contrôlés que dans le système A. 	<ul style="list-style-type: none"> système très maîtrisable ; filtration et atténuation acoustique possibles de l'air amené ; possibilité de récupération de chaleur sur l'air extrait.

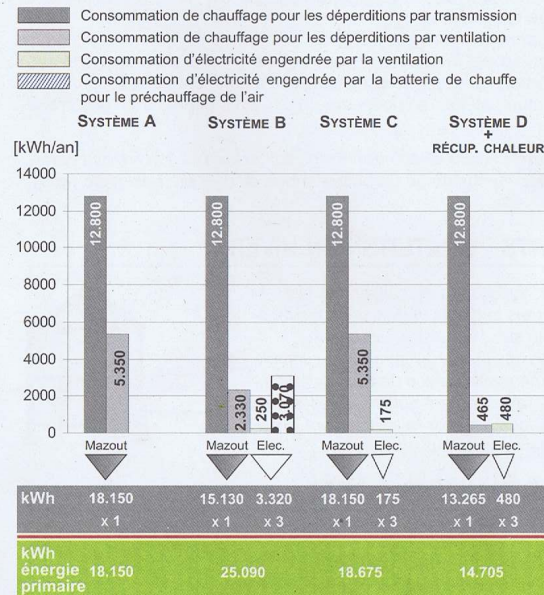
CONSEILS

- Le taux de renouvellement d'air effectivement nécessaire pour des questions d'hygiène dépend uniquement du nombre d'occupants et du mode d'occupation.
- Lorsqu'on investit pour améliorer l'isolation thermique d'une habitation, il faut aussi se soucier de bien gérer sa ventilation, par une excellente étanchéité à l'air de l'enveloppe et par un système de ventilation correctement dimensionné et conçu dès l'avant-projet.
- Dans tous les cas : on ne peut amener un certain débit d'air neuf que si l'on évacue par ailleurs le même débit d'air vicié. Il n'y a pas d'alimentation sans évacuation ni réciproquement.

L'ÉNERGIE CONSOMMÉE PAR LA VENTILATION

Le graphique ci-dessous compare l'énergie de chauffage consommée pour compenser les déperditions par l'enveloppe (12.800 kWh) et par la ventilation d'une petite maison moyennement isolée. Il reprend également l'électricité nécessaire pour faire fonctionner le système de ventilation (quand il est en partie ou totalement mécanique).

L'addition des énergies consommées est ensuite convertie en kWh d'énergie primaire.



Le système énergétiquement le plus performant est le système D, qui permet de récupérer jusqu'à 90 % de la chaleur de l'air extrait. Les systèmes A et C sont quasi équivalents, à la consommation des ventilateurs près, mais la mise en œuvre d'un système A est plus difficile à réaliser correctement que celle d'un système C. Le système B est le plus énergivore, à cause du recours fréquent à une résistance électrique pour le préchauffage de l'air pulsé.

A VÉRIFIER

LORS DU PROJET

- Un système de ventilation a-t-il été défini et décrit aux plans ?
- Ce système respecte-t-il les dispositions de la norme NBN D50-001 ?
- Une gestion mécanique (partielle ou totale) peut-elle être envisagée ?
- En cas de système mécanique double flux, une récupération de chaleur peut-elle être installée ?
- La ventilation intensive est-elle réalisable dans tous les locaux ?

SUR LE CHANTIER

- L'étanchéité à l'air des parois et des connexions entre parois est-elle assurée ?
- Les conduits d'évacuation (en cas d'évacuation naturelle) sont-ils correctement implantés et aussi verticaux que possible ?
- Le Maître d'ouvrage est-il informé du mode d'emploi du système de ventilation ?

Pour plus de détails techniques sur les différents systèmes de ventilation, consulter la norme NBN D50-001 et les brochures techniques consacrées à la ventilation citées en dernière page.

NORME VENTILATION
BESOINS DE CHAUFFAGE
SYSTÈME DE CHAUFFAGE
VENTILATION D'UNE MAISON
BESOINS DE CHAUFFAGE
SYSTÈMES DE CHAUFFAGE

LES BESOINS DE CHAUFFAGE

QU'EN EST-IL ?

Les besoins nets en énergie de chauffage be constituent une deuxième performance globale caractérisant un bâtiment. Elle intègre à la fois les déperditions de l'enveloppe P_b , les déperditions par ventilation P_v , les apports internes et les apports solaires, de même que l'influence de l'inertie. Elle détermine la quantité de chauffage que le système devra être capable d'apporter au bâtiment pour le maintenir à une température de 19°C (moyenne jour/nuit).

Il s'agit donc d'une information de grand intérêt qui peut aider certains choix conceptuels d'isolation thermique, de fenestration, etc. De plus, une fois que les formulaires actuellement annexés au permis d'urbanisme sont remplis, les pertes par l'enveloppe P_b et par ventilation P_v sont déjà déterminées. Il suffit alors de connaître la seule répartition des surfaces vitrées selon leur orientation, pour boucler le calcul du coefficient be ; les apports internes sont en effet normalisés à 5,42 W pour chaque m² de surface de plancher chauffé A_{ch} .

Lorsqu'une habitation est fortement vitrée, c'est-à-dire lorsque l'approche solaire passive est à la base de la conception, il arrive parfois que le calcul du niveau d'isolation thermique globale K ne satisfasse pas à la réglementation ($K > K55$) ni au critère de la charte $K45$.

Dès lors, dans le cas des logements neufs, la réglementation thermique wallonne permet d'utiliser le critère alternatif du be , dont la procédure de calcul est décrite dans l'Arrêté du Gouvernement wallon du 15 février 1985, modifié par un Arrêté du Ministère de la Région wallonne, du 15 février 1996.

Les besoins nets en énergie de chauffage, exprimés en [MJ/m²an] sont calculés selon la formule :

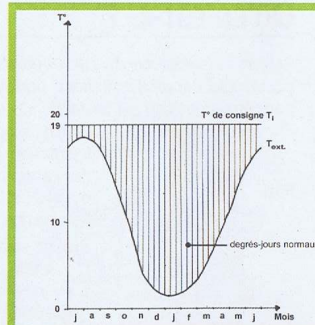
$$be = \frac{0,0864 \sum degj^* P_b}{A_{ch}} \quad [MJ/m^2an]$$

Où :

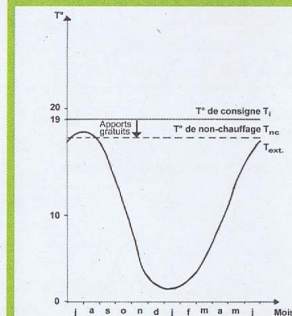
- P_b [W/K] = coefficient de déperdition du bâtiment. Il donne, pour un écart de température de 1 degré, les pertes totales de chaleur, par transmission et par ventilation, du volume protégé ;
- A_{ch} [m²] = surface de plancher chauffé de l'ensemble des locaux qui peuvent être chauffés, soit temporairement, soit en continu, située dans le volume protégé V , mesurée entre les faces externes des murs extérieurs du volume ;
- $\sum degj^*$ = la somme des degrés-jours équivalents (voir ci-contre) exprime le réchauffement du bâtiment que doit finalement assumer le système de chauffage, après la contribution des apports solaires et internes.

La somme des degrés-jours équivalents sera d'autant plus restreinte que le bâtiment sera mieux isolé thermiquement et qu'une fenestration favorable lui permettra de profiter d'apports solaires importants grâce à des surfaces vitrées importantes disposées selon les orientations les mieux ensoleillées.

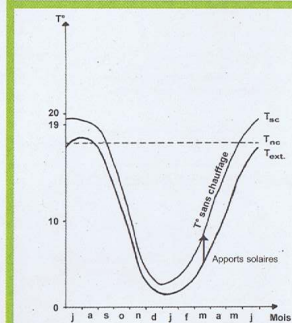
De plus, l'inertie thermique du bâtiment lui permettra de profiter au maximum des gains de chaleur, tout en réduisant les risques de surchauffe.



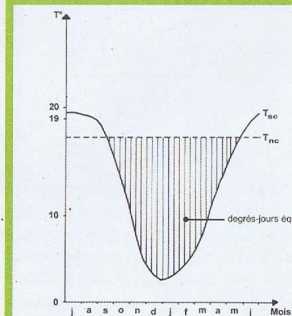
Contribution du système de chauffage sans tenir compte des apports internes et des apports solaires : elle s'exprime par le produit de [l'écart de température à compenser] par [le nombre de jours correspondant à cet écart], donc en degrés-jours. Etablis ici entre T_i (température de consigne intérieure) et T_{ext} (température extérieure) il s'agit des degrés-jours normaux.



Les apports internes réduisent la température de consigne T_i à une "température de non-chauffage" T_{nc} au-delà de laquelle il n'est plus nécessaire de chauffer.



D'autre part, les gains solaires portent le bâtiment non chauffé à une "température sans chauffage" T_{sc} à partir de laquelle il y a lieu de réchauffer le bâtiment pour le rendre confortable.



Le système de chauffage n'a donc plus qu'à compenser l'écart entre la température sans chauffage T_{sc} et la température de non-chauffage T_{nc} . La plage hachurée exprime la quantité de "degrés-jours équivalents" tenant compte des apports solaires, des apports internes et de l'inertie du bâtiment.

CRITÈRE be ALTERNATIF AU NIVEAU K

Valeur be_{max}

be_{max} est la valeur maximale admise pour be . Tout comme le niveau K , elle dépend de la compacité volumique de l'habitat, qui est le rapport de V sur A_T . La charte fixe la courbe du be_{372} comme valeur maximale à ne pas dépasser. Elle se calcule selon les formules suivantes :

- si $V/A_T \leq 1$ m :
 $be \leq 372$ [MJ/m²an] ;
- si 1 m $\leq V/A_T \leq 4$ m :
 $be \leq (234 / V/A_T) + 138$ [MJ/m²an] ;
- si 4 m $\leq V/A_T$:
 $be \leq 196,5$ [MJ/m²an].

CONSEILS

- Répartir les vitrages selon les orientations les plus favorables.
- Implanter le bâtiment dans le site de façon à exploiter au maximum la potentialité (ou le gisement) solaire du site.
- Prévoir, si possible, une masse d'inertie au sein du bâtiment pour stocker les apports importants en été.

Grâce à sa prise en compte de l'ensemble des facteurs qui influencent la consommation, le critère des besoins nets en énergie de chauffage est beaucoup plus représentatif de la future consommation de chauffage d'un bâtiment que celui du niveau K .

Il suffirait de lui appliquer un rendement global de l'installation de chauffage, pour qu'il soit complet.

A VÉRIFIER

LORS DU PROJET

- Si le niveau d'isolation thermique globale K est supérieur à $K45$, les besoins en énergie de chauffage restent-ils inférieurs au be_{max} 372 ?
- Le Maître de l'ouvrage est-il informé de l'importance des besoins de chauffage de son projet ? Estime-t-il qu'il n'y a pas lieu de les réduire ?

SUR LE CHANTIER

- Tous les paramètres dont dépendent les besoins de chauffage (isolation, orientation, inertie,...) sont-ils réalisés comme prévu au projet ?

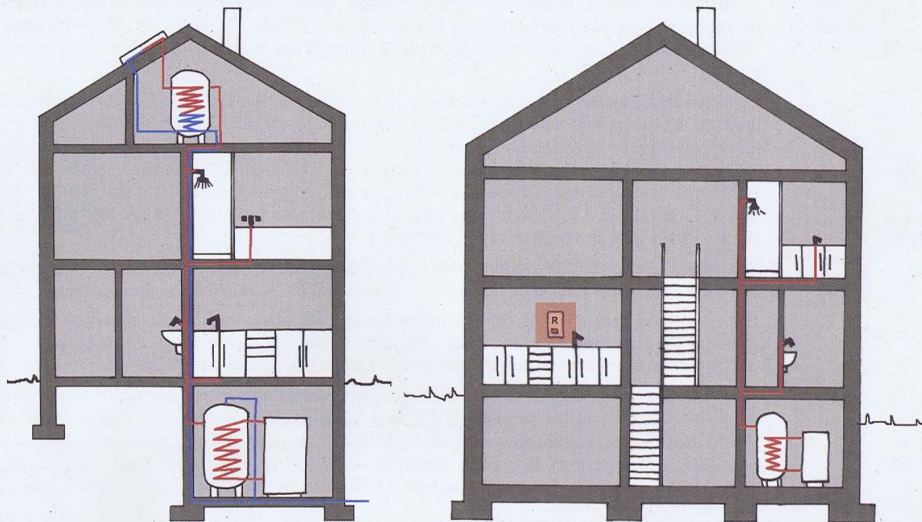
Le logiciel DENIBE permet de calculer aisément le niveau be d'un bâtiment. Ce logiciel est téléchargeable sur le site : <http://energie.wallonie.be>

BESOINS DE CHAUFFAGE SYSTEMES DE CHAUFFAGE

LES PERTES DU SYSTÈME DE CHAUFFAGE DE L'EAU CHAUDE SANITAIRE

Le choix du système d'eau chaude sanitaire dépend de la répartition spatiale mutuelle des appareils de production et de puisage, de même que du vecteur énergétique disponible (gaz ou mazout ou éventuellement électricité).

RÉPARTITION SPATIALE DES APPAREILS DE PRODUCTION ET DE PUISAGE : INCIDENCE SUR LE CHOIX DU SYSTÈME



Il est préférable de concentrer les points de puisage afin d'éviter les pertes de chaleur dans les tuyauteries.

Si les distances entre points de puisage sont trop importantes, utiliser des systèmes de production distincts pour des usages spécifiques (petits puisages par exemple) peut constituer un choix judicieux.

PRÉCHAUFFAGE SOLAIRE DE L'EAU CHAUDE SANITAIRE : À TOUJOURS ENVISAGER

L'énergie solaire ne peut garantir de chauffer l'eau chaude sanitaire à la température désirée, dans toutes les conditions climatiques : un système d'appoint est nécessaire.

L'eau froide est préchauffée par un échangeur permettant de transférer l'énergie solaire captée.

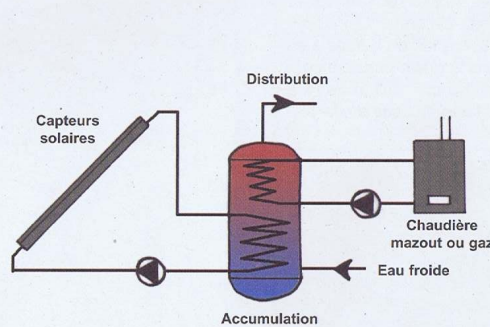
Elle est ensuite portée à la température requise :

A : ou bien par un second échangeur alimenté par la chaudière (mazout ou gaz) ;

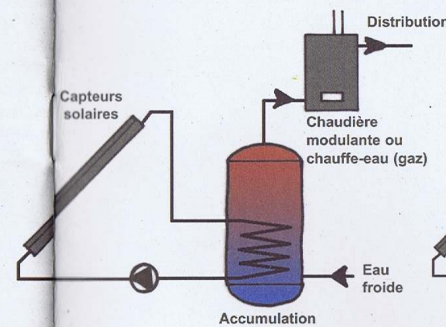
B : ou bien par une chaudière modulante (ou un chauffe-eau) au gaz, située à l'extérieur du réservoir de stockage ;

C : ou bien par une résistance électrique intégrée à mi-hauteur du réservoir de stockage de l'eau chaude sanitaire.

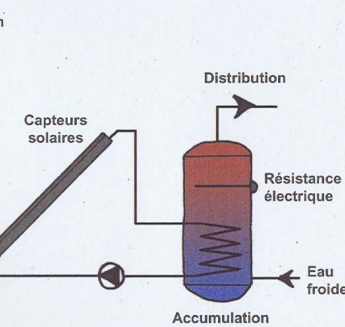
N'acceptant l'usage de l'électricité que pour les petits puisages d'ECS, la charte n'accepte pas cette option technique.



A : APOINT AU MOYEN D'UNE CHAUDIÈRE AU GAZ OU AU MAZOUT



B : APOINT INSTANTANÉ AU MOYEN D'UNE CHAUDIÈRE MURALE AU GAZ



C : APOINT ÉLECTRIQUE (ATTENTION : SOLUTION NON ACCEPTÉE PAR LA CHARTE)

DÉTAILS À RESPECTER (CASES À COCHER) SELON LE CRITÈRE, AUX ÉTAPES DE PRODUCTION ET DE DISTRIBUTION

PRODUCTION

- **Ballon de production couplé à la chaudière :**
 - chaudière conforme au critère du système de chauffage ;
 - ballon thermiquement isolé.
- **Chaudière gaz double service :**
 - chaudière conforme au critère du système de chauffage.
- **Chauffe-eau ou chauffe-bain au gaz :**
 - sans veilleuse permanente ;
 - si installé dans un local d'habitation : à circuit de combustion étanche.
- **Chauffe-eau électrique :**
 - pour les seuls besoins de la cuisine.

DISTRIBUTION

- **Tuyauteries véhiculant l'eau chaude en dehors du volume protégé :**
 - isolées avec min. 1 cm d'isolant ($\lambda < 0,065$ W/mK).

CONSEILS

PRODUCTION

- Toujours envisager le préchauffage par capteurs solaires.

DISTRIBUTION

- Rapprocher l'appareil de production des lieux où se produisent les petits puisages irréguliers.

STOCKAGE

- Si un ballon de stockage est utilisé, choisir un modèle :
- bien isolé thermiquement ;
 - réduisant les turbulences à l'entrée de l'eau froide ;
 - placé verticalement afin de limiter la surface d'échange entre eaux chaude et froide.

A VÉRIFIER



LORS DU PROJET

- Le projet prévoit-il l'installation d'un matériel (production, stockage...) conforme au critère ?
- Les tuyauteries d'eau chaude sanitaire sont-elles correctement isolées là où c'est nécessaire ?
- En cas de production d'ECS distincte de la production de chauffage, la cheminée (diamètre, matériau et isolation du conduit, verticalité) est-elle adaptée à l'appareil de production d'ECS ?

SUR LE CHANTIER

- Le matériel installé offre-t-il des performances aussi bonnes (ou meilleures) que celui prévu au projet ?
- Sa mise en œuvre est-elle respectueuse des recommandations émises par le(s) fabricant(s) ?
- Le Maître de l'ouvrage a-t-il été correctement informé du mode d'emploi de son système d'ECS et des appareils qui le composent ?

SYSTÈME D'ECS

SYSTÈMES DE CHAUFFAGE