

Le POINT sur la CONSOMMATION D'ÉNERGIE pour le CHAUFFAGE

Septembre 2011

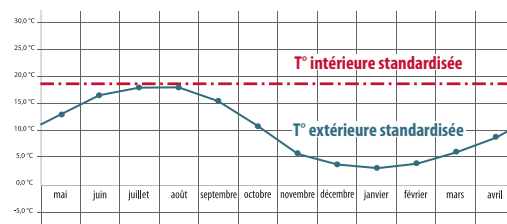
Le présent document constitue une synthèse des résultats de l'étude de la consommation d'énergie pour le chauffage de 16 logements ayant reçu l'attestation « Construire avec l'énergie ».



Sont comparées la consommation finale pour le chauffage calculée par la méthode PEB et la consommation réelle pour la période de mai 2009 à avril 2010.



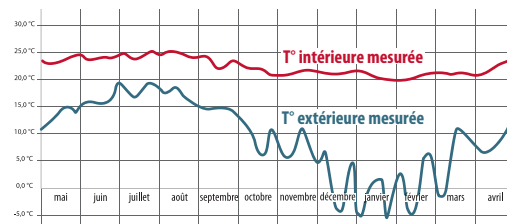
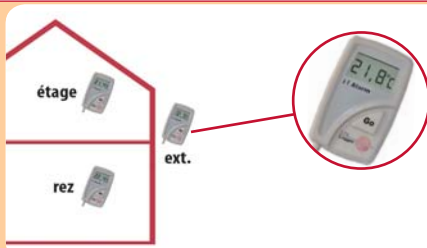
Consommation calculée : c'est la consommation finale pour le chauffage extraite de la méthode PEB. Le calcul se base sur des profils standardisés de températures : 18°C à l'intérieur et températures moyennes mensuelles extérieures d'une année climatique type.



Consommation réelle : elle est établie sur base des relevés transmis par les occupants du logement.



L'étude vise à dégager les paramètres qui expliquent les écarts plus ou moins importants entre la consommation calculée et la consommation réelle, notamment l'impact des profils de températures mesurées à l'intérieur et à l'extérieur.



L'étude tente de répondre à quelques questions clés.

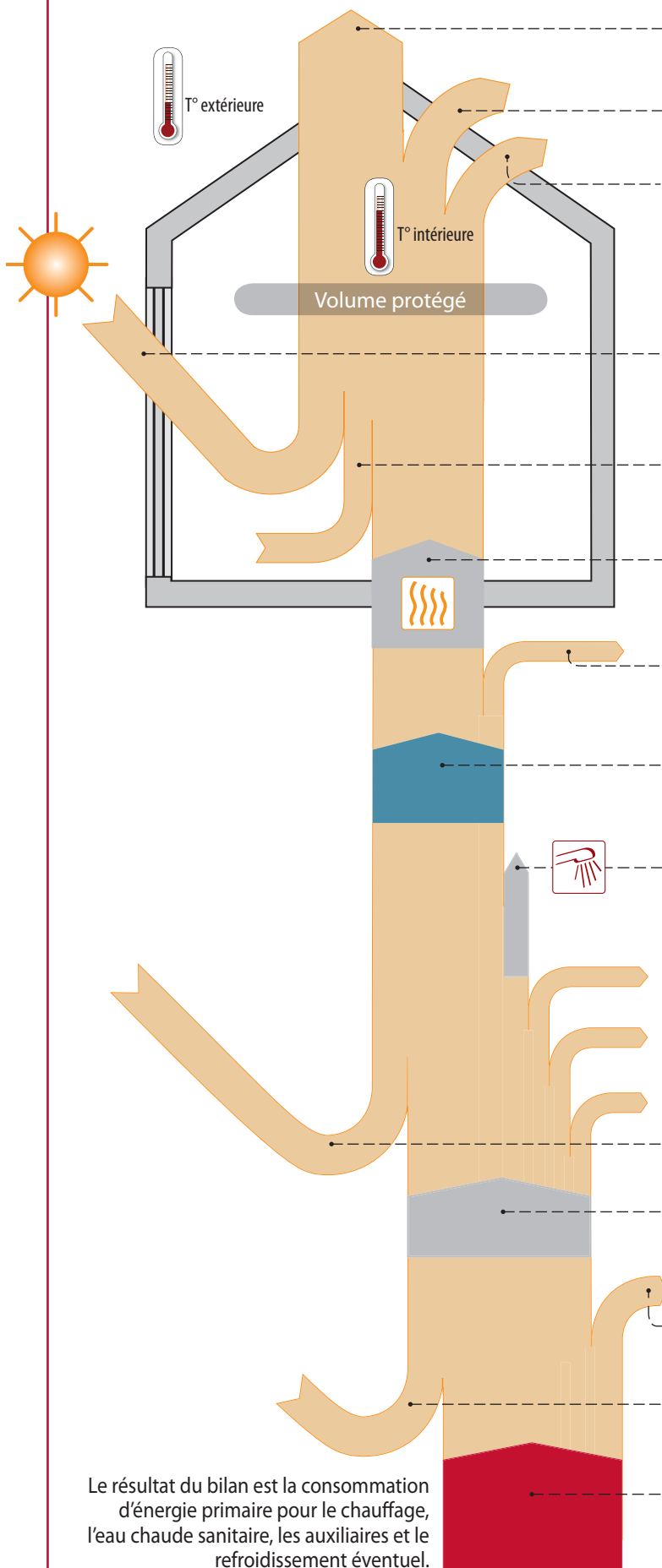
La PEB peut-elle estimer la consommation d'énergie pour le chauffage d'un logement ?

Quels sont les paramètres qui expliquent le mieux les éventuels écarts ?

Est-il efficace et rentable de « Construire avec l'énergie » ?

Le rapport final complet de cette étude est téléchargeable sur le portail de l'énergie : <http://energie.wallonie.be>

Ce schéma reprend l'ensemble des postes pris en compte par la méthode de calcul PEB.



Le résultat du bilan est la consommation d'énergie primaire pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, les auxiliaires et le refroidissement éventuel.

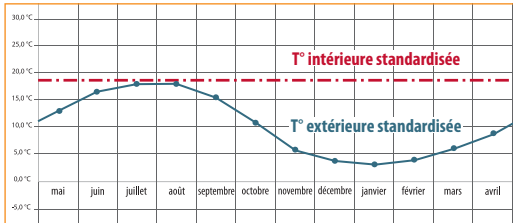
| Postes du bilan | caractérisés par |
|---|--|
| Pertes par transmission | U des parois Niveau K |
| + Pertes par in/exfiltration | Débit de fuite V₅₀ |
| + Pertes par ventilation | |
| - Apports solaires | |
| - Apports internes | |
| = Besoins nets en énergie pour le chauffage | |
| + Pertes du système de chauffage | Rendement de l'installation |
| = Consommation finale d'énergie pour le chauffage | |
| + Besoins nets en énergie pour l'eau chaude sanitaire | |
| + Pertes du système d'eau chaude sanitaire | Rendement de l'installation |
| + Consommation des auxiliaires | |
| + Consommation pour le refroidissement éventuel | Risque de surchauffe |
| - Capteurs solaires thermiques pour l'ECS | |
| = Consommation finale d'énergie | |
| + Facteur de conversion | |
| - Auto-production d'électricité | |
| = Consommation d'énergie primaire | Niveau E_w E_{spec} |

d'énergie finale pour le chauffage ?

La méthode PEB est standardisée :

- la température intérieure moyenne est de 18°C dans le volume protégé durant toute l'année ;
- les températures extérieures moyennes mensuelles correspondent à une année climatique type en Belgique.

Profil des températures standardisées PEB



C'est la quantité d'énergie nécessaire pour compenser les pertes par transmission, in/exfiltration et ventilation, en tenant compte des apports « gratuits ».

C'est cette consommation qui nous intéresse dans l'étude.

C'est l'énergie effectivement consommée pour le seul poste de chauffage du logement.



Dans le cas où les panneaux solaires thermiques contribuent aussi au chauffage du logement, la consommation finale pour le chauffage tient compte de la déduction de ces apports.

Elle inclut l'énergie nécessaire pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, les auxiliaires et le refroidissement éventuel en tenant compte des pertes des systèmes et de l'éventuelle contribution des capteurs solaires thermiques pour la production d'eau chaude sanitaire et, éventuellement, de chauffage.

C'est l'énergie directement prélevée à la planète. Elle tient compte de la consommation finale d'énergie, de l'énergie autoproduite et des pertes pour transformer la matière première (pétrole, gaz, uranium) en énergie utilisable (mazout, gaz naturel, électricité).

Unités

L'unité utilisée pour exprimer la consommation d'énergie pour le chauffage est le kilowatt heure (kWh).

10 kWh équivalent à 1 litre de mazout, 1 m³ de gaz, 2,5 kg de bois-bûches ou 2 kg de pellets.

Pour comparer les bâtiments, les consommations annuelles sont divisées par la surface de plancher chauffée ou climatisée (A_{ch}).

On obtient ainsi une consommation d'énergie pour le chauffage exprimée en kWh par m² et par an (kWh/m²an).

2 indicateurs évaluent la performance énergétique d'un logement.

Du fait qu'ils sont exprimés en énergie primaire, ces indicateurs quantifient aussi l'impact environnemental.

Le niveau E_w compare la consommation d'énergie primaire du bâtiment avec la consommation d'un bâtiment de référence de même géométrie avec des caractéristiques techniques standardisées :

niveau K45, système de ventilation C, niveau d'étanchéité à l'air moyen (V₅₀ = 8), rendement du chauffage de 72,8 %, rendement eau chaude sanitaire de 50 %, pas de risque de surchauffe...

Le résultat obtenu est multiplié par 100.

$$\text{Niveau } E_w = \frac{\text{Consommation d'énergie primaire du bâtiment étudié [kWh/an]}}{\text{Consommation d'énergie primaire du bâtiment de référence [kWh/an]}} \times 100$$

Un résultat 70 signifie que la consommation d'énergie primaire du bâtiment représente 70% de celle du bâtiment de référence.

La consommation spécifique E_{spec} est obtenue en divisant la consommation en énergie primaire du bâtiment par sa surface de plancher chauffée ou climatisée (A_{ch}).

$$E_{\text{spec}} = \frac{\text{Consommation d'énergie primaire du bâtiment étudié [kWh/an]}}{A_{\text{ch}} [\text{m}^2]}$$

Exprimée à partir de l'énergie primaire, E_{spec} représente bien plus que la consommation de chauffage et ne peut donc pas être comparée comme telle à ce seul poste.

L'électricité : énergie pénalisée

Du fait des grandes pertes au niveau de sa production et de son acheminement, chaque kWh électrique puisé sur le réseau public est multiplié par un facteur de conversion pour déterminer la consommation en énergie primaire. En Belgique, ce facteur est de 2,5.

Résultats de l'étude au cas par cas

Choix des logements

Les 16 logements retenus dans cette étude ont tous reçu leur attestation « Construire avec l'énergie »; ils ont été choisis suivant leur niveau d'isolation, leur type de ventilation, leur typologie et le type de combustible de leur installation de chauffage afin d'avoir un échantillon le plus varié possible.

Mesures et relevés

- Les relevés des cuves à mazout, des compteurs de gaz et d'électricité et les consommations de bois ont été transmis par les occupants.
- Un test d'étanchéité à l'air a été effectué afin de connaître le débit de fuite à 50 Pa (noté v_{50} [$m^3/h.m^2$]) de ces habitations.
- 3 « dataloggers » (enregistreurs de température) ont été placés dans chacune de ces maisons, généralement un au rez-de-chaussée dans la pièce de vie, un à l'étage dans une chambre et le troisième à l'extérieur. Ces relevés de température permettent d'évaluer si les différences observées entre les consommations réelles et les consommations calculées par la méthode PEB peuvent être expliquées par des écarts entre ces relevés de température et les températures standardisées de la PEB.

Hypothèses sur les consommations

Des hypothèses ont été émises pour évaluer la part de la consommation réelle consacrée uniquement au chauffage. Ceci a été nécessaire dans plusieurs cas :

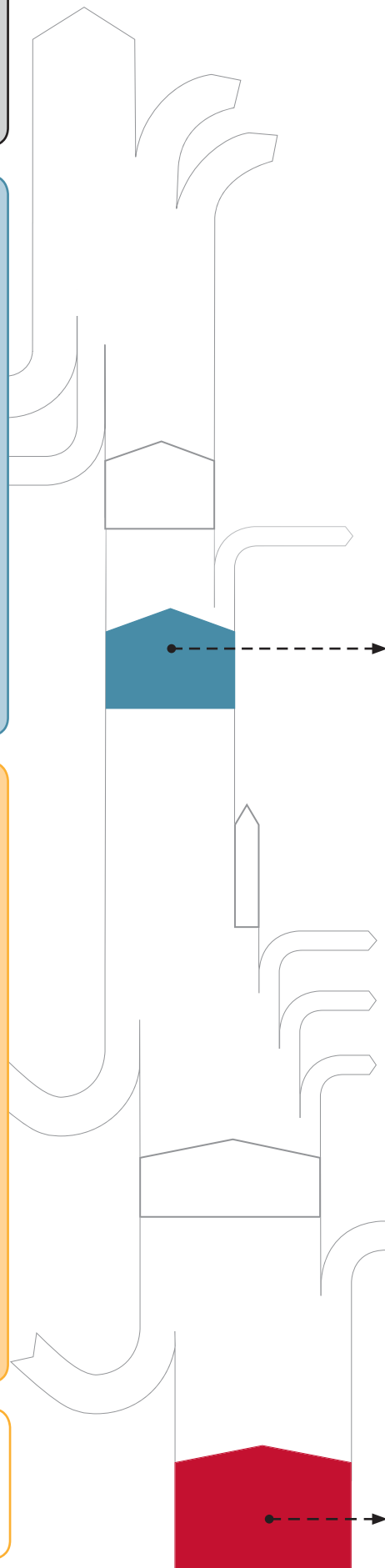
- appareil de production de chaleur pour le chauffage central servant aussi à la production d'eau chaude sanitaire, en tenant compte de l'éventuelle contribution solaire thermique;
- compteur général d'électricité comptabilisant les kWh propres au fonctionnement de la pompe à chaleur mais aussi ceux relatifs à l'éclairage, aux électroménagers, à la cuisson et à l'eau chaude sanitaire;
- estimation du pouvoir calorifique des différents combustibles.

Pour en savoir plus, se référer au rapport final complet (voir page 1).

* Les différents types de ventilation

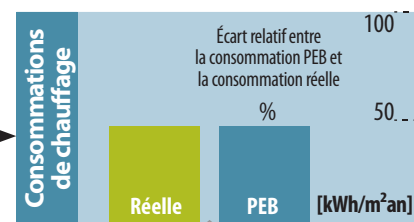
- A = alimentation et évacuation naturelles
 C = alimentation naturelle et extraction mécanique
 D = alimentation et extraction mécaniques
 Tous les systèmes D présentés ici sont équipés d'un échangeur de chaleur avec un rendement de 90 %.

Architectes



| Situation | |
|-----------------------|---|
| Enveloppe | Volume protégé [m^3] |
| | Surface de plancher chauffée A_{ch} [m^2] |
| | Niveau K |
| | Débit de fuite v_{50} [$m^3/h.m^2$] |
| Type de ventilation * | |

| Systèmes | |
|---|--|
| Installation de chauffage | |
| η = rendement à charge partielle de 30 % | |
| Installation d'eau chaude sanitaire | |



- **Réelle** représente la consommation réelle pour le chauffage (énergie facturée pour le poste chauffage) divisée par la surface de plancher chauffée (A_{ch}).
- **PEB** représente la consommation d'énergie finale pour le chauffage calculée suivant la méthode PEB divisée par A_{ch} . Attention : celle-ci n'est pas E_{spec} → voir page 3.

Consommations adaptées



La hachure signale que la ou les consommations ont été adaptées sur base des constatations faites. Dans le cas du calcul PEB, les adaptations ont nécessité de modifier les paramètres internes du logiciel PEB; cette opération n'est pas accessible aux utilisateurs du logiciel.

| Risque de surchauffe [%] | |
|--------------------------|--|
| Énergie primaire | Niveau E_w |
| | Consommation E_{spec} [$kWh/m^2 an$] |



Claudy Mercenier



Yves Paindaveine



Christophe Delmotte



Hugues Lefebvre



André Henkinbrant



Isabelle Boemer



Olivier Henz

1

2

3

4

5

6

7

Durbuy**Tangissart****Sombreffe****Mignault****Henri-Chapelle****Jehay****La Calamine**

642

958

536

718

1496

917

541

218

306

184

228

488

300

152

28

41

38

34

18

46

32

2,02

5,8

1,4

3,7

0,9

3,94

2,07

D

A

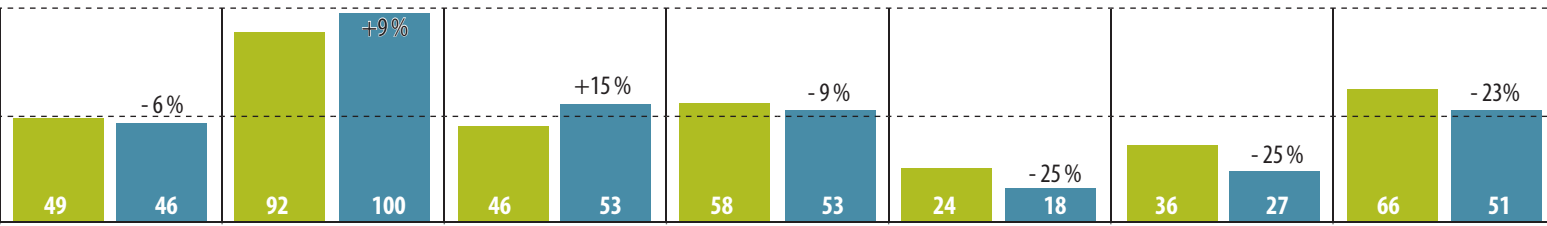
D

D

D

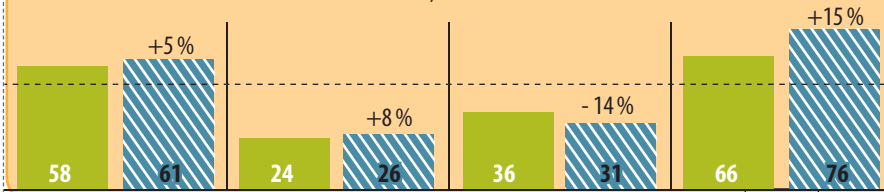
D

D

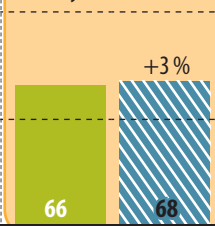
chaudière
bûches
 $\eta = 80\%$ chaudière basse temp.
mazout
 $\eta = 96\%$
+ appoint boischaudière à condensation
mazout
 $\eta = 104\%$ chaudière à condensation
mazout
 $\eta = 98,8\%$
+ appoint bois3 poêles
propanepompe à chaleur
air-eau
($f_{ps}=2,78$)
+ appoint boischaudière à condensation
gaz
 $\eta = 109,1\%$ boiler couplé à la chaudière
+ panneaux solairesboiler couplé
à la chaudièreboiler couplé
à la chaudièreboiler couplé à la chaudière
+ panneaux solairesrésistance électrique
+ panneaux solairesrésistance électrique
+ panneaux solairesboiler couplé à la chaudière
+ panneaux solaires

La méthode de calcul réglementaire PEB fonctionne bien pour ces maisons. Les écarts relatifs entre la consommation PEB et la consommation réelle de chauffage varient de 6 à 25%. La raison principale est que le comportement des occupants semble correspondre au standard PEB.

Les écarts sont modifiés si l'on prend en compte, dans la méthode PEB, les températures extérieures mesurées sur place ainsi que, pour les maisons présentant des espaces ouverts, les températures intérieures: dans 4 cas sur 5, l'écart relatif s'en trouve réduit.



De nouveau, les écarts de fermeture partielle ou des systèmes D.



65%

16%

0%

28%

61%

0%

74%

55

92

52

45

55

72

65

94

145

93

73

80

121

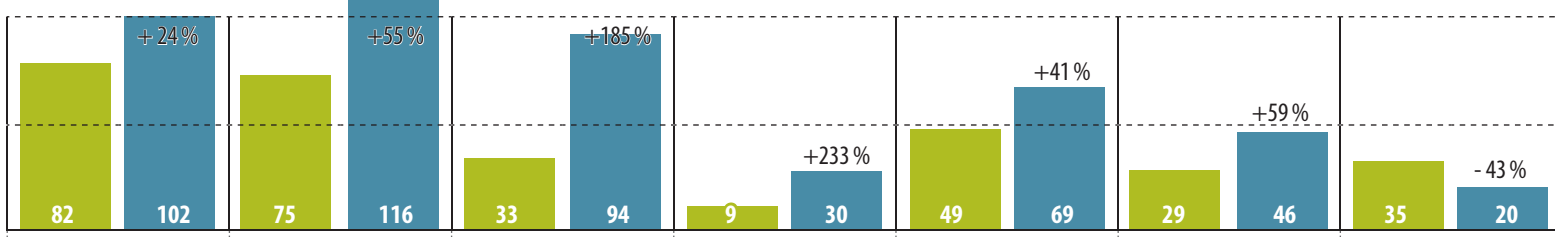
119



Guy Bourguignon Joël Meersseman Jean-Marie Delhaye Luc Demonté Damien Carnoy Damien Carnoy Marc Steffens

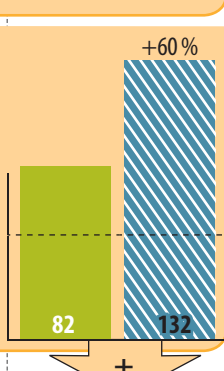
| 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|------|--------|------------|-------|---------|---------|----------|
| Huy | Orbais | Louvain-LN | Leuze | Incourt | Walhain | Stavelot |
| 779 | 648 | 576 | 548 | 603 | 719 | 1007 |
| 273 | 195 | 192 | 168 | 187 | 199 | 316 |
| 42 | 44 | 42 | 40 | 42 | 30 | 17 |
| 2,59 | 7,6 | 8,64 | 7,5 | 2,73 | 1,6 | 0,44 |
| C | C | A | D | D | D | D |

| | | | | | | |
|---|---|--|---|--|--|---|
| chaudière basse temp. mazout $\eta = 94,2\%$ + appoint bois | chaudière à condensation propane $\eta = 107,2\%$ | chaudière à condensation gaz $\eta = 107,2\%$ + panneaux solaires + appoint bois | pompe à chaleur air-eau ($f_{ps}=2,86$) | chaudière pellets $\eta = 88\%$ + appoint bois | chaudière pellets $\eta = 88\%$ | poêle bûches |
| boiler couplé à la chaudière | boiler couplé à la chaudière | boiler couplé à la chaudière + panneaux solaires | résistance électrique + panneaux solaires | boiler couplé à la chaudière + panneaux solaires | boiler couplé à la chaudière + panneaux solaires | résistance électrique + panneaux solaires |

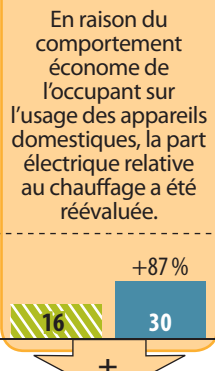


elle pour le

Les écarts entre la consommation PEB et la consommation réelle pour le chauffage sont plus importants. Ils dépassent les 30% e

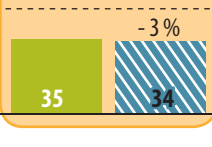


En raison du comportement économe de l'occupant sur l'usage des appareils domestiques, la part électrique relative au chauffage a été réévaluée.

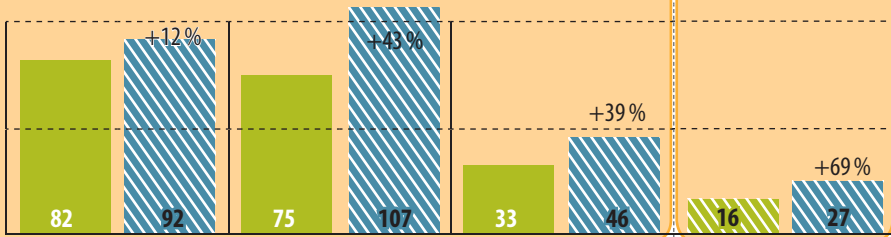


Les écarts peuvent en partie être expliqués par le pouvoir calorifique considéré pour les pellets. Prise en compte d'un pouvoir calorifique plus élevé pour des pellets.

C'est ici que la température extérieure la plus basse a été relevée. Voir relevé des T° - page 7.



s sont modifiés si l'on prend en compte une utilisation particulière du système de ventilation : u permanente des grilles de ventilation des systèmes A ou C et utilisation intermittente



SE = secteur énergétique

| | | | | | | | | |
|-----|-----|---------|----------|--------|---------|------|-----|-----|
| 42% | 31% | SE1 45% | SE2 100% | SE1 0% | SE2 70% | 100% | 99% | 35% |
| 83 | 77 | 69 | 79 | 66 | 74 | 47 | | |
| 155 | 134 | 121 | 146 | 119 | 123 | 76 | | |



Atelier d'architecture Meunier-Westrade

15 16

Tournai Tournai

134

50

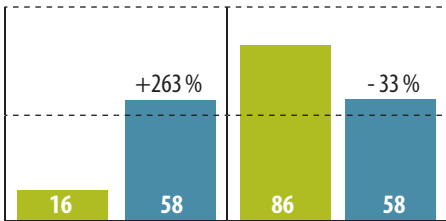
40

8,6

D

chaudière à condensation
gaz
 $\eta = 108\%$

boiler couplé à la chaudière
+ panneaux solaires



et, dans deux cas, cet écart excède 200 %.

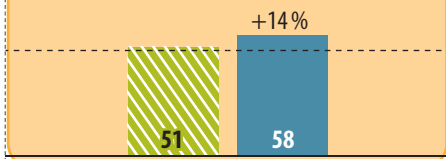
La typologie du bâtiment et le comportement d'occupation influencent la consommation.

Le premier logement (n°15) est occupé par un couple en soirée et le week-end (moyenne de température intérieure: 20,4°C), le second (n°16) est occupé en continu par une personne retraitée (moyenne de température: 22,7°C)

Le couple ne consomme pas beaucoup mais a tout de même une température moyenne intérieure très confortable.

Hypothèse: il semble que le second logement chauffe en bonne partie son voisin. Il paraît donc légitime de prendre la moyenne des consommations réelles des 2 logements.

Voir relevé des températures ci-contre.

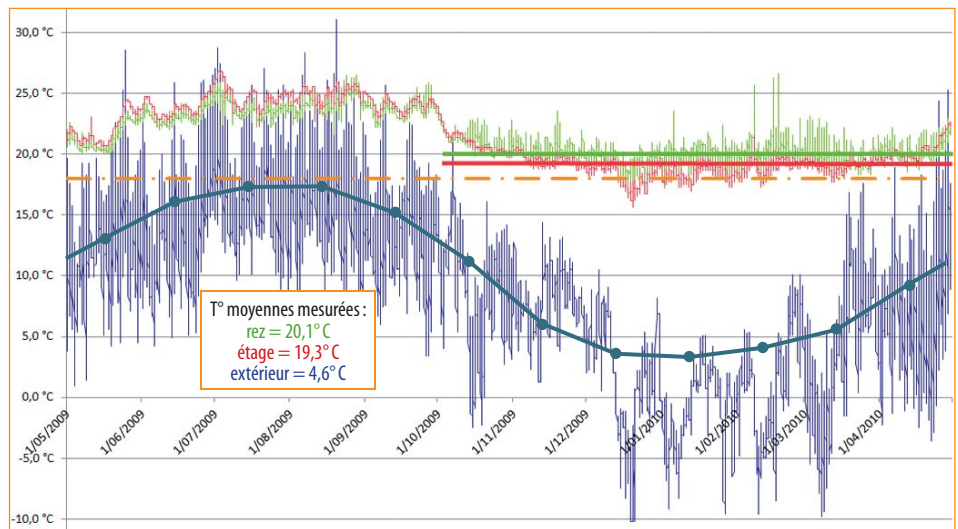


100 %

72

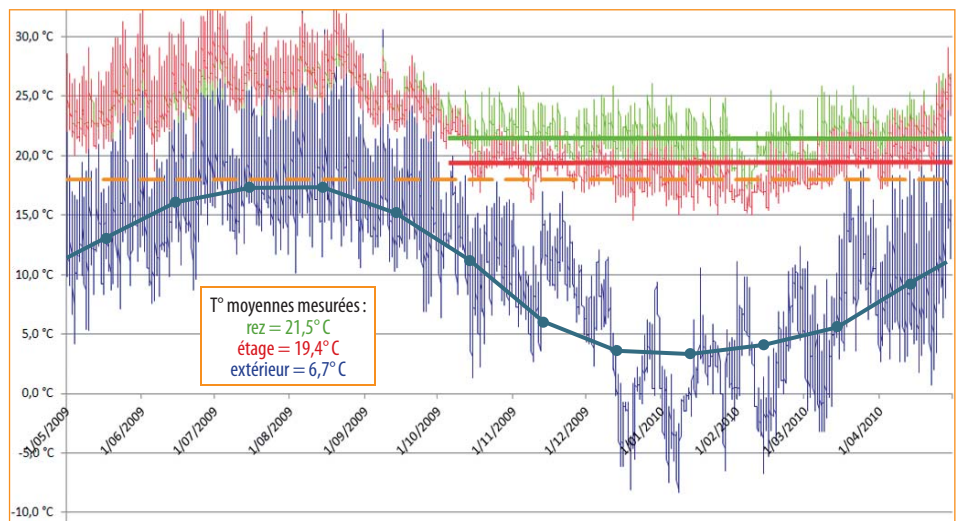
148

Relevé des températures: intérieur (rez + étage) et extérieur

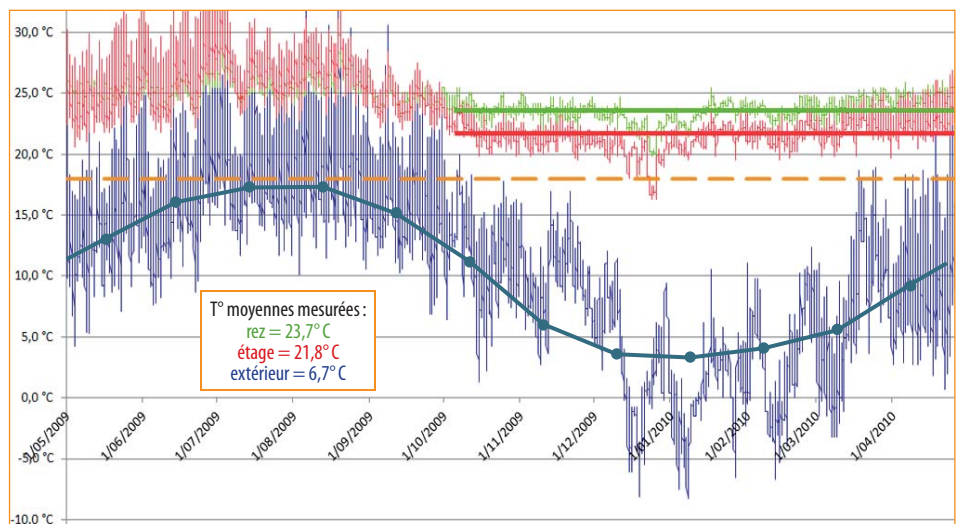


Stavelot (14): la température extérieure est la plus basse.

Ceci explique en bonne partie l'écart entre la consommation PEB et la consommation réelle.



Tournai (15): logement occupé par un jeune couple (tous deux travaillent)



Tournai (16): logement occupé par une personne retraitée.

Que retenir de cette étude ?

La PEB peut-elle estimer la consommation d'énergie pour le chauffage d'un logement ?

On peut avancer que la réponse est oui. Mais il faut insister sur le fait qu'il s'agit d'une estimation. En effet, l'étude montre que la consommation réelle pour le chauffage est influencée par de nombreux paramètres qui s'éloignent parfois du standard de la PEB : le climat extérieur quelque peu différent d'une année à l'autre, d'une région à l'autre, une demande de confort élevée des habitants, un changement de comportement en lien direct avec l'évolution de la famille, une utilisation intermittente de certaines techniques...

Quels sont les paramètres qui expliquent le mieux les éventuels écarts ?

Les remarques développées dans les pages centrales font apparaître qu'il faut tenir compte, suivant les cas, de divers paramètres pour expliquer certains écarts.

- Lorsque le comportement des occupants s'éloigne du standard de la méthode de calcul PEB, les consommations réelles s'écartent aussi du calcul PEB : tantôt vers le bas (utilisation épisodique de certaines pièces), tantôt vers le haut (demande de température de confort plus élevée).
- Le remplacement des températures standardisées par les températures réelles mesurées rapproche les consommations finales du chauffage calculées par la méthode PEB et les consommations réelles.
- Dans le cas d'un système de ventilation A ou C, et lorsque, durant certaines périodes, les aérateurs sont fermés par l'occupant, les pertes par ventilation du bâtiment sont réduites. La consommation théorique PEB surestime donc ce qui est réellement consommé pour le chauffage. Attention toutefois, qu'une mauvaise gestion de la ventilation comporte des risques importants pour la qualité de l'air et la salubrité du bâtiment.
- Dans le cas du chauffage aux pellets, le pouvoir calorifique réel est sans doute sous-estimé.

Est-il efficace et rentable de « Construire avec l'énergie » ?

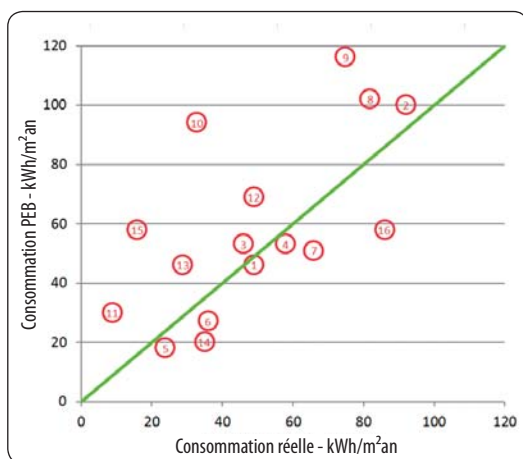
« Construire avec l'énergie » se confirme, en effet, être une opération très intéressante : plus de 60 % des maisons étudiées consomment moins de 50 kWh/m²an* (soit un équivalent de moins de 1000l de mazout ou 1000 m³ de gaz naturel pour une maison de 200 m² de surface chauffée). Les autres maisons, bien que moins économes, restent toutes sous la barre des 90 kWh/m²an* (soit moins de 1800l de mazout ou 1800 m³ de gaz naturel pour 200 m²).

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

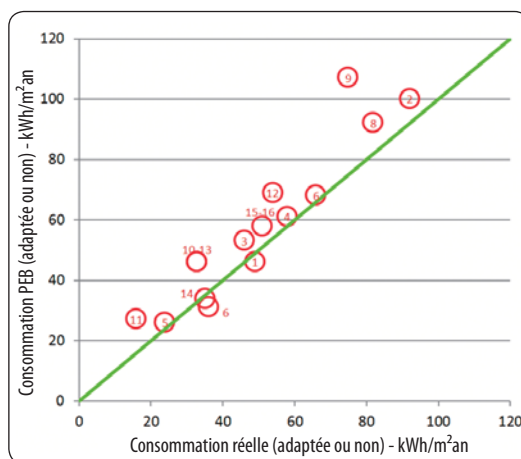
La bissectrice (ligne verte) représente l'égalité parfaite entre la consommation d'énergie pour le chauffage calculée par la PEB et la consommation réelle.

Lorsqu'il n'y a pas d'adaptation de la méthode de calcul et des hypothèses pour l'évaluation des consommations réelles, les consommations de certains logements s'écartent de la bissectrice.

L'écart calcul-mesure est de 65 % en moyenne.



Avec la prise en compte des habitudes particulières des habitants (expliquées dans les pages centrales), l'écart calcul-mesure n'est plus que de 20 % en moyenne. La PEB se trouve du côté de la sécurité car elle annonce une consommation légèrement supérieure à la consommation réelle ; cela se traduit par les points disposés au-dessus de la bissectrice.



Étude réalisée dans le cadre de l'action " Construire avec l'énergie " pour le compte de la Région wallonne :

Adeline De Meyer, Véronique Feldheim (Pôle Energie - UMONS).

Conception pédagogique et réalisation graphique de cette synthèse :
Paul Wagelmans, Jean-Marc Guillemeau, Jean Wagelmans (CIFFUL - ULg).