

Analyse de sensibilité de la méthode de calcul de la performance énergétique des bâtiments (PEB) en Région wallonne.

Stéphanie NOURRICIER¹, Véronique FELDHEIM¹, Frédéric RENARD

¹Pôle Energie – Université de Mons – 56, rue de l'Épargne – B-7000 Mons
(auteur correspondant : stephanie.nourricier@umons.ac.be)

Résumé - Cette étude traite de la méthode de calcul de la performance énergétique des bâtiments (PEB) résidentiels adoptée en Région wallonne en Belgique afin de répondre aux exigences de la Directive européenne PEB 2002/91/CE. La sensibilité de cette méthode à divers paramètres énergétiques a été évaluée sur un ensemble de 2208 bâtiments parallèlement à l'analyse économique des variantes envisagées. Il en ressort qu'il est avant tout important d'isoler son bâtiment et ensuite de recourir à un système de ventilation double flux avec échangeur tout en veillant à une bonne étanchéité à l'air.

Nomenclature

A_{ch}	Surface de plancher chauffé [m ²]	E_w	niveau de consommation en énergie primaire
A_p	appartement	n_{50}	débit de fuite à 50 Pa [m ³ /hm ²]
A_T	surface totale de déperdition [m ²]	PAC	pompe à chaleur
CC	chauffage central	SF	système de ventilation simple flux
$ChCM$	chaudière à condensation au mazout	<i>Indices et exposants</i>	
$ChNCB$	chaudière non à condensation à bois	aux	auxiliaires de chauffage et ventilation
$ChNCM$	chaudière non à condensation au mazout	$chauf$	chauffage
CL	chauffage local	$cogen$	cogénération
DF	système de ventilation double flux	ECS	eau chaude sanitaire
E	énergie primaire [MJ]	$prim$	primaire
		pv	photovoltaïque

1. Introduction

La Directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments (PEB) 2002/91/CE [1] est une des mesures prises par l'Europe afin d'atteindre ses engagements en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Une des exigences de cette directive était d'établir une méthode de calcul de la PEB intégrant toutes les consommations du bâtiment liées à une utilisation standardisée de celui-ci. En Belgique, et plus particulièrement en Région wallonne (RW), la PEB est traduite sous forme de plusieurs indicateurs dont le niveau de consommation d'énergie primaire (niveau E_w).

L'objet de l'étude présentée est d'étudier la sensibilité de la méthode adoptée pour les bâtiments résidentiels, à divers paramètres tels que le niveau d'isolation, le type de système de ventilation installé, la qualité de l'étanchéité à l'air ou encore le type de système de production de chauffage choisi. Les résultats en termes d'indicateurs de PEB sont ensuite confrontés à des indicateurs économiques, le but étant d'encourager les investissements en matière d'économie d'énergie.

L'étude a été réalisée dans le cadre d'une action : « Construire avec l'énergie », visant à accompagner les professionnels de la construction, essentiellement les architectes, pour l'entrée en vigueur de la réglementation en mai 2010.

2. La méthode d'évaluation de la PEB en Région wallonne

La méthode adoptée en Région wallonne et utilisée dans le cadre de cette étude est une méthode simplifiée, mensuelle, basée sur une année climatique de référence. Celle-ci permet d'évaluer la PEB d'un bâtiment résidentiel en prenant en compte les consommations en énergie de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire, des auxiliaires de ventilation et de chauffage, et permet de déduire l'énergie produite par des capteurs solaires thermiques ou photovoltaïques. Différents indicateurs sont évalués par cette méthode : un niveau d'isolation thermique globale, un niveau de consommation d'énergie primaire, le niveau E_w utilisé dans cette étude (1), une consommation spécifique en énergie primaire exprimée en kilowatt-heures par mètre carré de plancher chauffé (A_{ch}), et un indicateur de surchauffe.

Le niveau E_w de consommation en énergie primaire est le rapport entre la consommation en énergie primaire estimée du bâtiment tel que projeté ou conçu ($E_{prim,cons}$), évaluée par la méthode adoptée et compte tenu des hypothèses et limites de celle-ci, et la consommation en énergie primaire d'un bâtiment de référence ($E_{prim,ref}$), le tout ramené à un nombre sans dimension. Actuellement, la valeur maximale exigée par la réglementation en RW est de 100 pour la construction d'un nouveau bâtiment résidentiel.

$$E_w = 100 \frac{E_{prim,cons}}{E_{prim,ref}} \quad (1)$$

$$E_{prim,cons} = E_{prim,chauf} + E_{prim,ECS} + E_{prim,aux} + E_{prim,refroid} - E_{prim,pv} - E_{prim,cogen} \quad [MJ] \quad (2)$$

Le bâtiment de référence dont la consommation en énergie primaire est utilisée au dénominateur de la formule (1) est un bâtiment de même géométrie que le bâtiment caractérisé, qui présente le niveau d'isolation thermique globale juste réglementaire, ainsi que des équipements de ventilation et de production de chaleur standards. Les détails du calcul de ce niveau E_w se trouvent dans les annexes de l'arrêté du Gouvernement wallon [2].

3. Les bâtiments et paramètres analysés

3.1 Les bâtiments

Quatre bâtiments résidentiels ont été sélectionnés dans la base de données de l'action « Construire avec l'énergie », de quatre typologies différentes : une habitation quatre façades, une trois façades, une deux façades et finalement un appartement situé dans un immeuble.

Chaque bâtiment a été imaginé dans deux modes de construction différents, en construction dite « traditionnelle », c'est-à-dire composée de mur creux isolés (parement, coulisse, isolant type laine minérale, maçonnerie) et en construction à « ossature bois » (isolant type cellulose dans l'ossature). Ces deux modes de construction donnent lieu à des inerties de bâtiment différentes, qualifiées soit de « mi-lourd » (ML), soit de « léger » (L). Chaque bâtiment est également décliné avec deux proportions de surfaces vitrées (A_v), soit moyennement vitré (MV), la quantité de surface vitrée représente dans ce cas 10 à 20 % de la surface de plancher chauffé, soit très vitré (TV), la quantité de surface vitrée représente alors 30% de la surface de plancher chauffé (A_{ch}).

		Maison 4 façades – 4F		Maison 3 façades – 3F		Maison 2 façades – 2F		Appartement Ap	
		MV	TV	MV	TV	MV	TV	MV	TV
A_T	$[m^2]$	408		301		267		85	
V	$[m^3]$	551		449		519		285	
A_{ch}	$[m^2]$	160		150		166		94	
A_v/A_{ch}	$[\%]$	22	33	17	30	10	30	15	30

Tableau 1 : Synthèses des paramètres géométriques des bâtiments étudiés.

3.2 Les paramètres énergétiques

Le premier paramètre envisagé est le niveau d'isolation. Trois « qualités » d'isolation ont été envisagées, la première (Q1) correspond à 7 centimètres de laine minérale dans les façades ou 10 cm de cellulose, la seconde (Q2) à 14 centimètres de laine minérale ou 23 de cellulose, et la dernière (Q3) à 24 centimètres de laine minérale ou 36 de cellulose. Les planchers et les toitures sont composés de la même manière dans les deux modes de construction. Les épaisseurs d'isolant correspondant aux trois niveaux de qualité d'isolation sont pour la toiture 14, 20 ou 30 centimètres de laine minérale ou de cellulose, et dans les planchers de 4, 8 ou 17 centimètres de polyuréthane.

Le paramètre suivant est le niveau d'étanchéité à l'air. Quatre niveaux ont été utilisés, trois qualifiés par le débit de fuite mesuré à 50 Pa (12, 8 et 2 m³/hm²) et un dernier niveau, qualifié cette fois par un taux de renouvellement d'air toujours à 50 Pa, soit 0,6 V/h.

Le type d'installation de ventilation est également un paramètre analysé. Deux systèmes ont été étudiés, une installation simple flux (SF) (amenées naturelles, extractions mécaniques) et l'autre double flux (DF) (amenées et extractions mécaniques) équipée d'un échangeur de chaleur (rendement de 90% et by-pass total pour la saison estivale). Les différents paramètres sont combinés entre eux de manière cohérente, par exemple, les combinaisons moins bon niveau d'étanchéité à l'air – système double flux et meilleur niveau d'étanchéité – système simple flux, n'ont pas été envisagées. Il y a donc au final 6 combinaisons étanchéité – ventilation.

En ce qui concerne les installations de production de chauffage et d'eau chaude sanitaire, une différence a été faite entre les niveaux d'isolation Q1, Q2 réunis et Q3. Pour les deux premiers niveaux, ce sont des systèmes de chauffage centraux qui ont été utilisés : une chaudière à bois, ou une chaudière au mazout, ou une chaudière à condensation au mazout, ou encore une pompe à chaleur. Par contre, pour le meilleur niveau d'isolation, seuls des systèmes de chauffage locaux ont été envisagés : du chauffage électrique direct ou un poêle à pellets.

Le dernier paramètre envisagé est l'utilisation de l'énergie renouvelable solaire, soit sous forme de capteurs solaires thermiques pour le préchauffage de l'eau chaude sanitaire, soit sous forme de capteurs photovoltaïques pour la production d'électricité.

L'ensemble de ces paramètres combinés judicieusement fournit 2208 cas de figure, permettant ainsi une interprétation assez éprouvée des résultats. Cette interprétation se traduit essentiellement en un gain de « points » de niveau E_w au passage d'une valeur d'un paramètre à une autre, c'est-à-dire en la sensibilité du niveau E_w à chacun des paramètres analysés.

4. Les résultats

4.1 Les résultats énergétiques

4.1.1. Sensibilité du niveau E_w au niveau d'isolation

Le niveau d'isolation est le paramètre le plus délicat à analyser puisque les systèmes de production de chauffage utilisés pour le niveau Q3 ne sont pas les mêmes que pour les niveaux Q1 et Q2. La représentation des résultats proposée à la figure 1 permet donc de lire le niveau E_w de chaque combinaison typologie – niveau d'isolation – système de chauffage, ainsi que les moyennes sur les différents systèmes de chauffage.

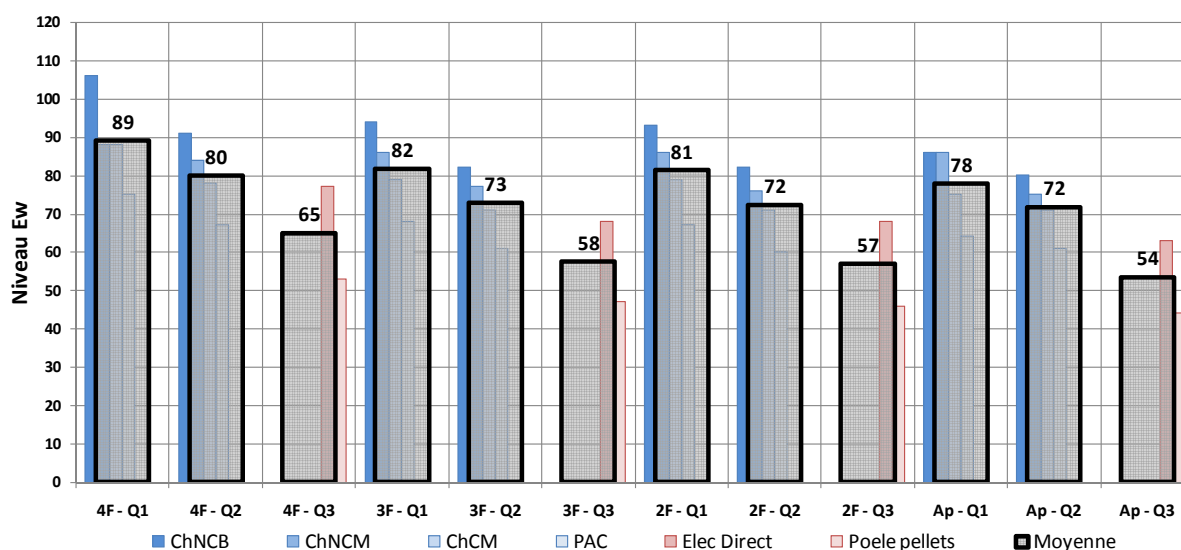


Figure 1 : Sensibilité au niveau d'isolation par système de chauffage et par typologie de bâtiment

Globalement le passage d'un niveau d'isolation Q1 à Q2 permet un gain de 9 points de niveau E_w , sauf pour l'appartement qui est la typologie la plus pénalisée par la surchauffe, or cette dernière augmente avec le niveau d'isolation. Le passage d'un niveau d'isolation Q2 à Q3 permet un gain moyen de 15 points de niveau E_w .

4.1.2. Sensibilité du niveau E_w à la qualité de l'étanchéité à l'air

L'impact de l'amélioration de l'étanchéité à l'air peut se lire sur la figure 2. L'amélioration du débit de fuite de $12 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ à 50 Pa à $8 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ en ventilation simple flux permet un gain de 5 points de niveau E_w . L'amélioration de $8 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ à 50 Pa à $2 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ en ventilation simple flux permet un gain de 8 points de niveau E_w et en ventilation double flux de 10 points de niveau E_w . L'amélioration de l'étanchéité jusqu'à des taux de renouvellement d'air de 0,6 volume par heure ne permet qu'un gain de quelques points (2 à 3) de niveau E_w par rapport à un débit de fuite de $2 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ à 50 Pa .

4.1.3. Sensibilité du niveau E_w au type de système de ventilation

L'utilisation d'un système de ventilation double flux avec échangeur plutôt qu'un système simple flux, est le choix qui permet le plus grand gain de points de niveau E_w (voir figure 3), soient 20 points, ou 25 points et plus pour les appartements.

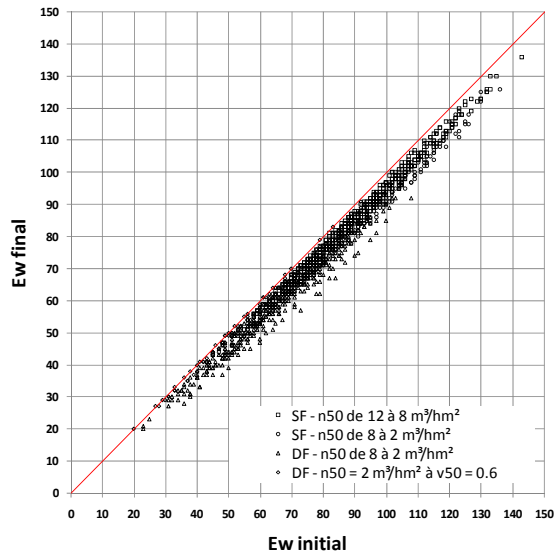


Figure 2 : Sensibilité à l'étanchéité à l'air

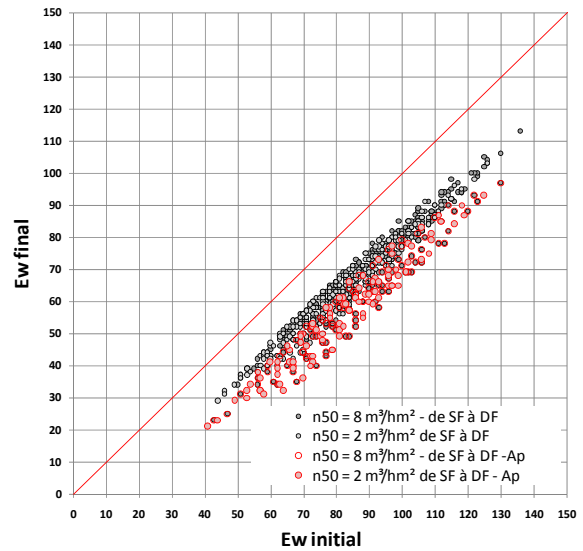


Figure 3 : Sensibilité au système de ventilation

4.1.4. Sensibilité du niveau E_w au type de système de chauffage

Les différents systèmes de production de chauffage sont caractérisés par un rendement global de l'installation de chauffage (η_{chauf}) tenant compte du type d'émetteurs, de l'isolation du réseau de distribution, de la présence d'un éventuel système de stockage et finalement du rendement de l'appareil de production. Les effets de l'amélioration du système de chauffage central ou local se lisent sur la figure 4.

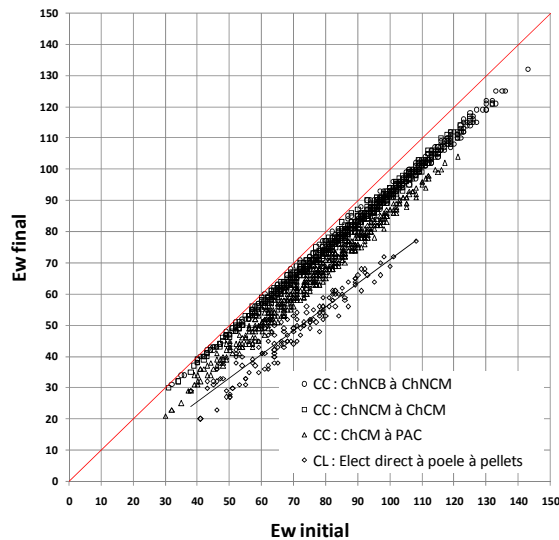


Figure 4 : Sensibilité au système de chauffage

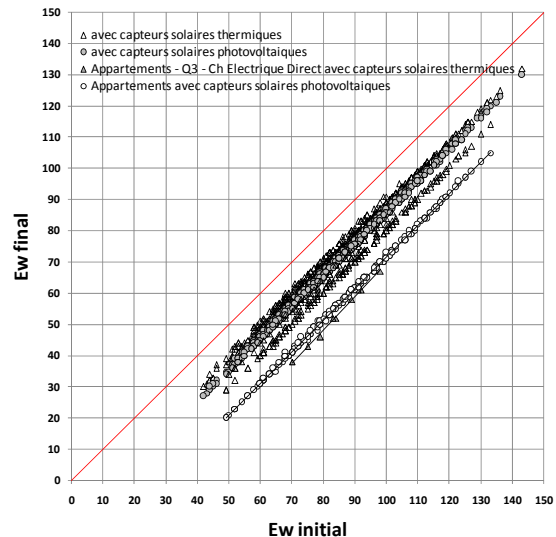


Figure 5 : Sensibilité à l'utilisation de l'énergie renouvelable solaire

En chauffage central, que ce soit le passage d'une chaudière à bois ($\eta_{\text{chauf}} = 64\%$) à une chaudière au mazout ($\eta_{\text{chauf}} = 74\%$), ou le passage d'une chaudière basse température au mazout à une chaudière à condensation au mazout ($\eta_{\text{chauf}} = 85\%$), le gain est en moyenne de 8 points de niveau E_w . Le passage de la chaudière à condensation à la pompe à chaleur (PAC) ($\eta_{\text{chauf}} = 250\%$) permet un gain de 12 points. En chauffage local, le passage d'un chauffage électrique direct ($\eta_{\text{chauf}} = 96\%$) à un poêle à pellets ($\eta_{\text{chauf}} = 59\%$) permet une économie

moyenne de 25 points. Dans ce dernier cas de figure, l'amélioration du niveau E_w est essentiellement due au facteur de conversion en énergie primaire du bois qui est deux fois et demi moins important que celui de l'électricité, et ce malgré un moins bon rendement de l'installation de chauffage au bois.

4.1.5. Sensibilité du niveau E_w à l'utilisation de l'énergie renouvelable solaire

L'utilisation de 5 m² de capteurs solaires thermiques pour le préchauffage de l'eau chaude sanitaire (voir figure 5) permet une économie de 10 points de niveau E_w (15 pour les appartements). Les capteurs solaires photovoltaïques (2 kWc) permettent quant à eux une économie moyenne de 13 points de niveau E_w , voire même de 30 points pour les appartements chauffés à l'électrique direct.

4.2 Les résultats économiques

L'analyse économique menée en parallèle à cette étude de sensibilité a permis de mettre en évidence deux considérations importantes. Premièrement, les indicateurs économiques du type « valeur actuelle nette », « temps de retour dynamique », etc. sont très dépendants de facteurs économiques tels que le taux d'inflation ou le prix des combustibles. Deuxièmement, quelle que soit la conjoncture économique, les investissements économiseurs d'énergie les plus rentables restent : l'amélioration de l'isolation, l'amélioration de l'étanchéité à l'air, et finalement l'utilisation d'un système de ventilation mécanique contrôlée avec échangeur.

5. Conclusions

L'ensemble des résultats de cette étude constitue un outil d'aide à la décision lors de la conception d'un logement sans devoir pour autant modéliser de manière détaillée les différentes solutions envisagées.

Cette étude montre ensuite que d'un point de vue purement énergétique, un système de ventilation double flux avec récupérateur de chaleur est la solution la plus économe en énergie, avant l'amélioration de l'isolation. Si on considère l'aspect économique, en termes de rentabilité d'investissement, l'ordre s'inverse, l'amélioration de l'isolation devient la priorité en matière d'investissements économiseurs d'énergie, devant l'étanchéité et ensuite le système de ventilation.

La bonne pratique en matière d'économie d'énergie dans un bâtiment résidentiel, consiste donc naturellement en la réduction des pertes au maximum avant de pallier celles-ci par des technologies ajoutées. « La meilleure énergie est celle que l'on ne consomme pas ! ».

Références

- [1] DIRECTIVE 2002/91/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 16 décembre 2002 sur la performance énergétique des bâtiments - Journal officiel des Communautés européennes, 4 janvier 2003 (L 1/65 – L 1/71).
- [2] 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 – Moniteur Belge, 30 avril 2008 (pp 39 256 – 39 354).

Remerciements

Ce travail a reçu le soutien financier de la Région Wallonne dans le cadre de l'encadrement technique, administratif et promotionnel de l'action « Construire avec l'énergie » (réf. :2008/BF/01).