

# COZEB - Extension

COMPARAISON CONSOMMATION REELLE VS  
CONSOMMATION THEORIQUE

**Rapport de la tâche 1 – septembre 2015**

*Pour le compte du  
Département de l'Energie et du Bâtiment durable  
SPW-DGO4*



## Sommaire

1. Comparaison consommations réelles – consommations calculées .....	3
Etude TABULA.....	3
Etude des consommations – plaquette synthétique .....	5
Effectiveness of energy performance certification for the existing housing stock.....	7
Statistiques tirées de la base de données PAE 1 et PAE 2.....	8
Articles scientifiques sur « l’effet rebond » - sciencedirect.com .....	11
Conclusion .....	14

## 1. Comparaison consommations réelles – consommations calculées

Depuis que la méthode de calcul de la performance énergétique des bâtiments existe, de nombreuses critiques sont régulièrement émises quant à l'exactitude des informations extraites du calcul par rapport à la réalité des consommations des bâtiments. Il est dès lors fondamental de disposer d'une méthode simple de pondération des résultats obtenus par la méthode PEB. Diverses études ont déjà été menées sur le sujet et serviront de base à la réflexion permettant de pondérer les résultats de la méthode de calcul pour s'approcher des consommations réelles.

L'analyse des résultats de l'étude COZEB sera ensuite affinée en fonction de cette comparaison théorie/réalité.

La recherche bibliographique s'est basée, pour les bâtiments résidentiels unifamiliaux, sur les documents suivants :

- Étude TABULA, vito
- Plaquette « Etude des consommations de chauffage réalisée dans le cadre de l'action Construire Avec L'Energie », Adeline De Meyer, Véronique Feldheim, octobre 2011
- Article « Effectiveness of energy performance certification for the existing housing stock », RICS COBRA 2012
- Statistiques tirées de la base de données PAE 1 et PAE 2 fournies par la DGO4
- Articles scientifiques sur l'effet rebond

### Etude TABULA

Cette étude a déjà servi à l'élaboration des typologies représentatives du parc de bâtiments résidentiels existants en Wallonie. En plus de décrire des typologies de bâtiments, les auteurs de cette étude ont également proposé un facteur de correction à appliquer à la consommation théorique pour s'approcher de la consommation réelle.

Selon TABULA, les anciens bâtiments ont une consommation d'énergie théorique qui tend à être plus élevée que la consommation réelle. La méthode de calcul surestime la consommation énergétique des habitations les plus anciennes.

Un des éléments qui peut expliquer cela est que la méthode de calcul considère que toute l'habitation est chauffée constamment, pendant la période de chauffe, à 18°C. Cela est sans doute vrai pour les nouvelles maisons bien isolées mais dans les anciennes maisons, les habitants ne chauffent généralement que le séjour et laissent les autres pièces, comme les chambres, sans chauffage. Les occupants des maisons les plus vieilles et moins isolées se contentent d'un niveau de confort plus faible.

Et vice-versa, les occupants des maisons bien isolées (plus récentes ou ayant subi de grosses rénovations énergétiques) et équipées de systèmes performants, consomment généralement plus que ce qu'y est prédit par la méthode de calcul. En effet, dans ces cas-là, la consommation réelle est souvent plus grande que la consommation théorique car les habitants ont tendance à augmenter leur niveau de confort, c'est l'effet REBOND.

Lorsqu'un ménage rénove son logement, son isolation et son système de chauffage, sa facture énergétique, diminue normalement sensiblement. Mais comme les factures baissent, la tentation est grande de monter un peu le thermomètre, de chauffer de nouvelles pièces ou encore de multiplier les éclairages ou les appareils branchés sur l'électricité. Puisqu'au final, on aura, malgré tout,

dépensé moins. Des informations complémentaires concernant l'effet rebond se trouvent en pages 11 et 12.

Pour déterminer le facteur de correction, l'étude TABULA a utilisé une base de données comprenant 10 000 habitations wallonnes.

Ce facteur de correction dépend du U moyen du bâtiment, du rendement du système de chauffage, et dans une moindre mesure, de la surface de déperdition ( $A_t$ ) et du volume protégé du bâtiment.

La Figure 1 ci-dessous montre la différence entre consommation réelle et consommation théorique. Le graphique présente en abscisse la valeur du U moyen de l'habitation et en ordonnée le rapport consommation réelle sur consommation théorique. On peut observer les tendances suivantes :

- La majorité des points est située sous la barre des 100%, cela signifie donc que la consommation théorique est globalement surestimée par rapport à la consommation réelle.
- Pour les habitations ayant un U moyen élevé (peu isolées), la consommation réelle est généralement plus petite que la consommation théorique. Elle peut être jusqu'à deux fois plus faible que la consommation théorique.
- Inversement, pour les habitations plus performantes présentant un U moyen plus petit, la consommation réelle est généralement plus grande que la consommation théorique.

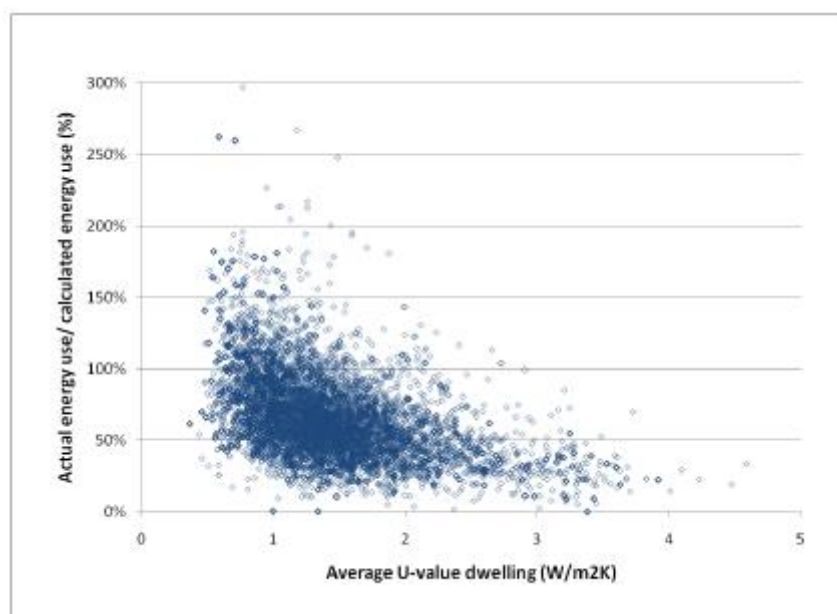


Figure 1: rapport consommation réelle sur consommation théorique en fonction du U moyen [TABULA]

Le tableau de la Figure 2 résume les facteurs de correction qui devraient être utilisés en Belgique. L'écart entre la consommation réelle et la consommation théorique est plus grand pour les bâtiments les plus anciens (< 1970). Le facteur de correction associé aux maisons construites avant 1945 est donc important, il est de l'ordre de 40%. Pour les bâtiments plus récents (entre 1970 et 2005) l'écart entre consommation réelle et consommation théorique diminue et le facteur de correction à appliquer est moins important, il est de l'ordre de 65%. Pour les maisons d'après 2005, et pour les bâtiments rénovés (selon EPB 2010), le facteur de correction est fixé à 100%, cela signifie donc que la consommation calculée est supposée correspondre à la consommation réelle.

CURRENT STATE	≤1945	1946-1970	1971-1990	1991-2005	>2005
Detached	34%	38%	45%	60%	100%
Semi-detached	41%	45%	50%	64%	100%
Terraced	42%	45%	52%	67%	100%
Apartment - enclosed	46%	48%	48%	59%	100%
Apartment - exposed	50%	51%	59%	81%	100%
Average correction factor	41%	44%	49%	63%	100%

Figure 2: facteurs de correction proposés [TABULA] (detached = 4 façades, semi-detached = 3 façades et terraced=mitoyenne)

### Etude des consommations – plaquette synthétique

Cette étude a eu pour but de comparer la consommation réelle en énergie pour le chauffage de 15 maisons individuelles construites dans le cadre de l'action « Construire Avec L'Énergie » (CALE) avec la consommation théorique calculée par la méthode PEB en Wallonie.

Les 15 maisons étudiées ont été construites entre 2004 et 2008 et devaient respecter les critères suivants afin d'avoir l'attestation « CALE » :

- Niveau K ≤ 45
- Niveau Ew ≤ 100
- Espéc ≤ 170 kWh/m².an

Trois « dataloggers » ont été placés dans chacune des maisons, un au rez-de-chaussée, un à l'étage et le dernier à l'extérieur. Les relevés de températures se sont faits heure par heure, pendant une période d'un an, du 1<sup>er</sup> mai 2009 au 30 avril 2010.

L'étude réalisée répond à 2 questions importantes sur les écarts entre consommation réelle et consommation théorique :

- **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 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 (température de confort plus élevée).
- Le remplacement dans le calcul PEB 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.

- Dans le cas du chauffage aux pellets, le pouvoir calorifique réel est sans doute sous-estimé.

Selon la méthode de calcul et les 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 comme le montre le graphique de la Figure 3.

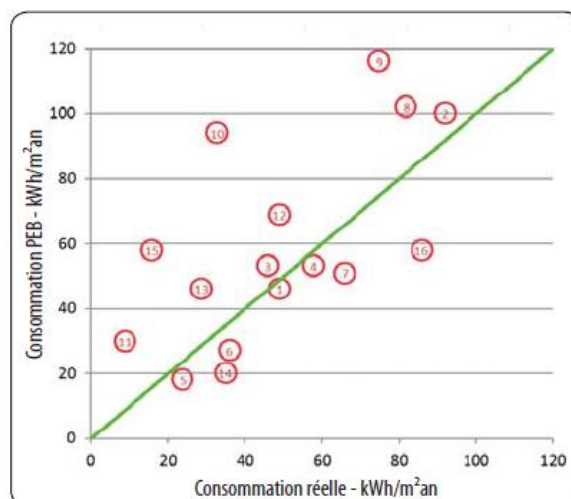


Figure 3 : comparaison consommation réelle et consommation théorique sans correction apportée [étude des consommations CALE]

Avec la prise en compte des habitudes particulières des habitants, 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 (Figure 4).

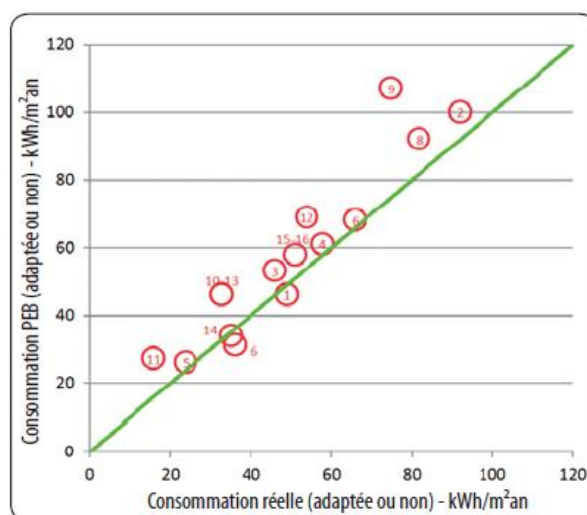


Figure 4 : comparaison consommation réelle et consommation théorique avec prise en compte des habitudes des occupants [étude des consommations CALE]

Contrairement à l'étude TABULA, cette étude montre que, même pour les bâtiments récents (après 2005), la consommation théorique calculée par la méthode PEB est souvent plus grande que la consommation réelle. Pour ces 15 nouvelles maisons construites dans le cadre de l'action CALE, on ne remarque donc pas d'effet rebond dans le comportement des occupants. Ces derniers sont sans doute « conscients » à la problématique énergétique actuelle car ils se sont engagés « en construisant avec l'énergie » et portent sans doute plus d'attention à leur consommation

énergétique que la plupart des ménages wallons.

### Effectiveness of energy performance certification for the existing housing stock

Cet article compare la consommation réelle et la consommation théorique d'environ 20 000 habitations aux Pays-Bas (soit un échantillon correspondant à 0,3% du parc construit).

Les résultats de cette étude peuvent aider à tirer des conclusions pour la Belgique étant donné que le bâti est assez similaire : 50% des habitations ont été construites avant 1970, il y a une grande proportion de maisons mitoyennes ou 3 façades et un peu moins de maisons 4 façades.

Cet article conclut que pour les catégories de bâtiments les plus efficaces énergétiquement (label A++ à B) la consommation théorique de gaz est sous-estimée contrairement aux labels moins performants (label C à G) pour lesquels la consommation théorique en gaz est surestimée. Pour le label G, la consommation réelle en gaz est presque deux fois moindre que la consommation théorique (Figure 5).

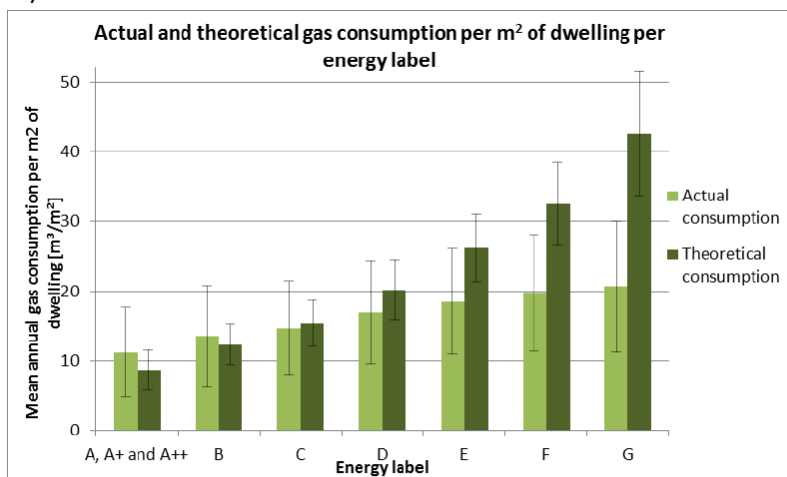


Figure 5 : comparaison consommation réelle et consommation théorique en gaz aux Pays-Bas, en fonction du label énergétique

Contrairement à la consommation en gaz, la consommation théorique en électricité est sous-estimée, pour tous les labels, par rapport à la consommation réelle (Figure 6). La consommation en électricité est quasiment identique pour tous les labels, il n'y a pas de grandes différences comme pour la consommation en gaz.

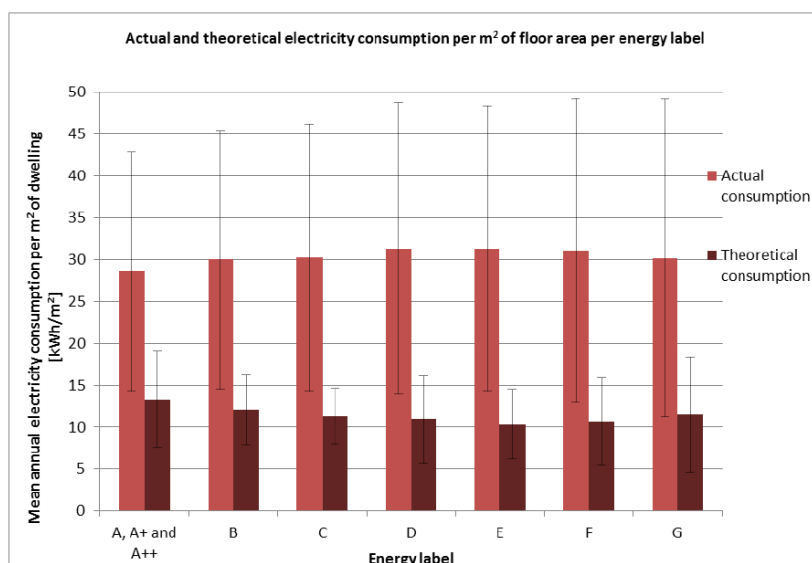


Figure 6 : comparaison consommation réelle et consommation théorique en électricité aux Pays-Bas, en fonction du label énergétique

L'écart de consommation théorique entre les labels A et G est plus grand qu'en réalité. En effet, sur le graphique de la Figure 7, on observe que les consommations réelles ne varient pas de plus de 30.000 kWh/an entre les labels A et G, alors que les consommations théoriques diffèrent de plus de 100.000 kWh/an. La consommation théorique en énergie primaire du label A est 70,2% plus faible que celle du label G mais la consommation réelle du label A n'est que 27,8% plus faible que celle du label G.

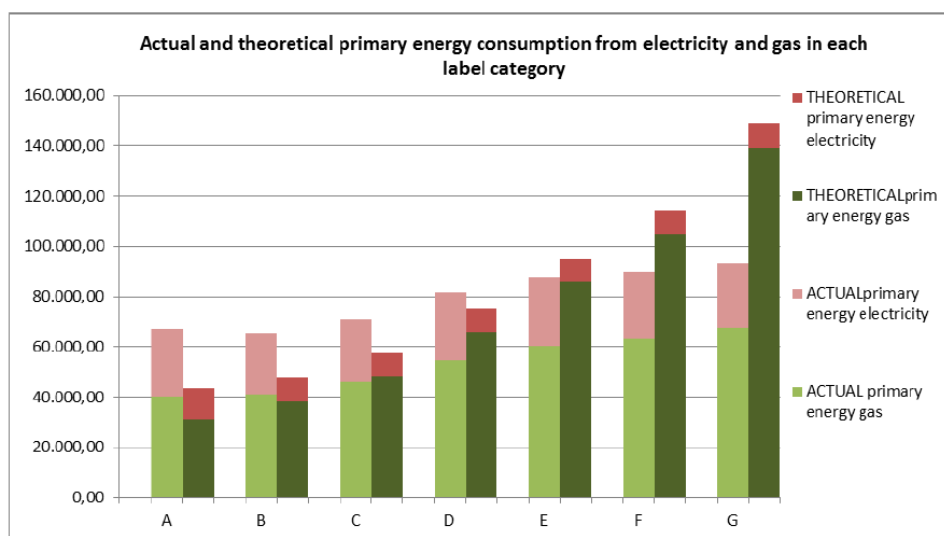


Figure 7 : comparaison des consommations réelles et des consommations théoriques en fonction du label énergétique

Dans les habitations très peu performantes, l'énergie utilisée n'est pas aussi importante que celle calculée théoriquement, cela est dû à un niveau de confort plus faible accepté par les habitants. Et dans les maisons dites « à haute performance énergétique », la consommation réelle est plus importante que celle calculée notamment à cause de l'effet rebond (comportement des habitants).

### Statistiques tirées de la base de données PAE 1 et PAE 2



Afin d'affiner notre étude bibliographique, la DGO4 nous a fourni des données sorties de la base de données des audits énergétiques PAE réalisés en Wallonie.

A partir de la base de données PAE1, nous avons obtenu les informations suivantes:

- Volume protégé [m<sup>3</sup>]
- Consommation théorique totale [kWh/an]
- Consommation réelle totale [kWh/an]
- Année de construction [an]

A partir de la base de données PAE2, nous avons obtenu les informations suivantes:

- Surface de plancher chauffée [m<sup>2</sup>]
- Consommation théorique totale [kWh/an]
- Consommation réelle totale [kWh/an]
- Année de construction [an]

Ces données ont été récoltées uniquement pour les bâtiments dont on disposait d'informations suffisantes (factures d'énergie, relevé de compteurs) pour connaître la consommation réelle totale.

La base de données PAE 1 recense 23 800 maisons dont la consommation réelle et la date de construction sont connues. Grâce à ces données, nous avons pu estimer le rapport moyen entre consommation réelle et consommation théorique en fonction de la date de construction de l'habitation. Le graphique de la Figure 8 nous montre que la consommation réelle s'approche d'autant plus de la consommation théorique que la maison est récente. Pour les maisons construites avant 1945, la consommation réelle est deux fois plus petite que la consommation théorique, le rapport consommation réelle sur consommation théorique = 50%. Pour les maisons construites après 1996, la consommation réelle n'est plus aussi éloignée de la consommation théorique, le rapport consommation réelle sur consommation théorique = 70%.

Les conclusions que l'on peut tirer des statistiques de cette base de données PAE1 sont similaires aux conclusions réalisées dans l'étude TABULA. Au plus la maison est ancienne et peu performante, au plus la consommation théorique est surestimée. Sur la Figure 8, chaque point correspond à la moyenne des rapports consommation réelle sur consommation théorique sur la période considérée.

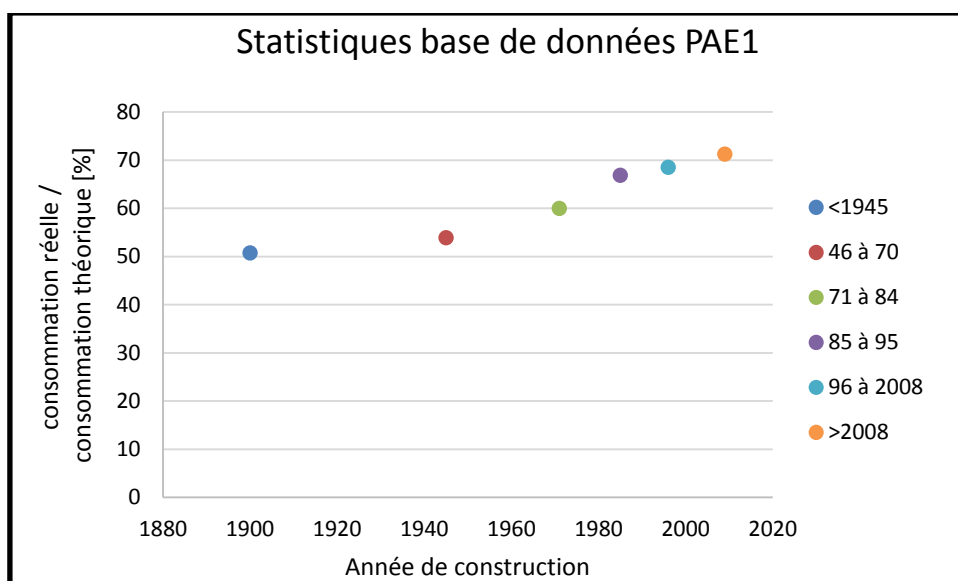


Figure 8 : rapport consommation réelle sur consommation théorique en fonction de la date de construction – base de données PAE1

Le second graphique, Figure 9, détaille le précédent graphique et présente un nuage de points. Un point correspond à la moyenne des rapports consommation réelle sur consommation théorique sur une période d'environ 5 ans pour les maisons construites après 1945 (par exemple, entre 1951 et 1955). Pour les bâtiments les plus anciens, les périodes sont plus longues (15 ans, 50 ans voire 100 ans) étant donné que la date de construction des maisons les plus anciennes est parfois difficile à déterminer, à 20 ans près ou plus.

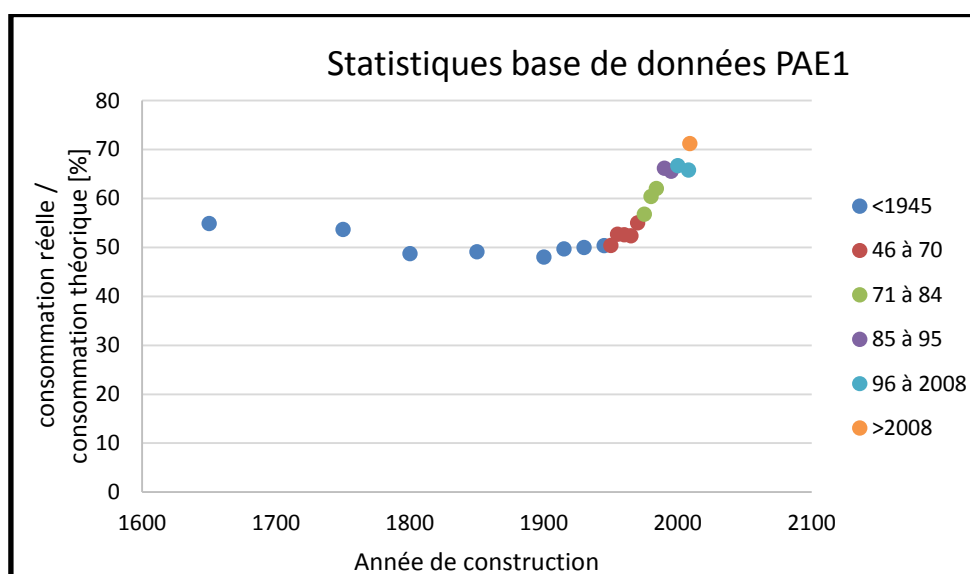


Figure 9 : rapport consommation réelle sur consommation théorique en fonction de la date de construction – base de données PAE1

La base de données PAE 2 est, quant à elle, beaucoup plus petite car cette nouvelle méthode a été mise en place en été 2013. Aujourd'hui, un an plus tard, 2934 audits PAE2, pour lesquels la consommation réelle est connue, ont été importés sur la base de données. Les statistiques ont été réalisées sur les 1196 audits pour lesquelles la date de construction de l'habitation est connue.

De manière générale, on observe que la méthode de calcul de la PAE2 donne des consommations théoriques plus proches des consommations réelles (Figure 10). La meilleure droite qui relie les points entre eux est horizontale, il n'y a pas de grandes variantes selon la date de construction.

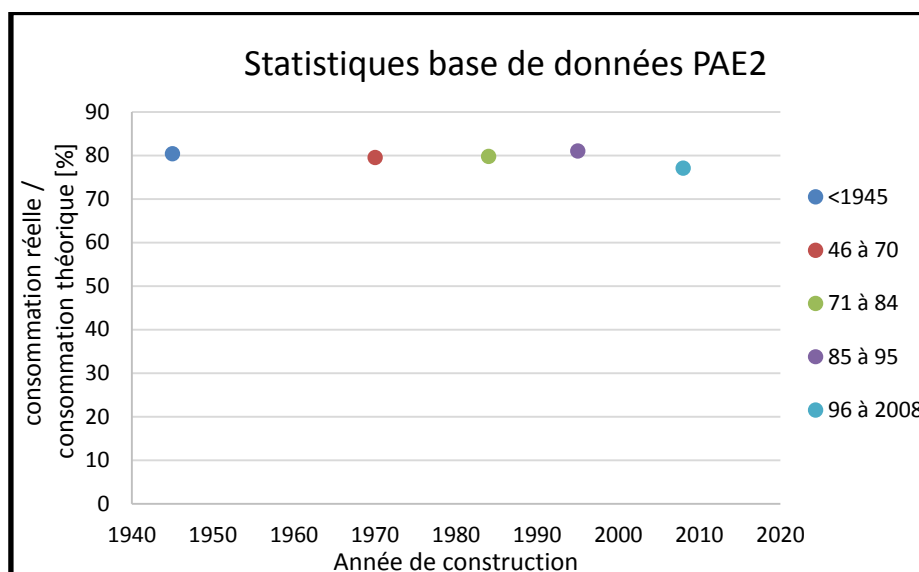


Figure 10 : rapport consommation réelle sur consommation théorique en fonction de la date de construction – base de données PAE2

La méthode de calcul PAE2 est plus précise et permet de prendre en compte :

- L'utilisation réelle de chaque pièce du volume protégé : radiateurs présents ou non, utilisés ou non, ... (la température intérieure peut varier entre 15°C et 18°C) ;
- Un calcul plus précis et détaillé des besoins en eau chaude sanitaire (nombre d'occupants, nombre de douches ou bains par semaine, présence de dispositif limiteur de débit, ...) ;
- Pour la consommation d'énergie pour le chauffage :
  - o la présence d'écrans réfléchissants isolants ;
  - o un véritable calcul des pertes de distribution (pas forfaitaire) ;
  - o une attribution forfaitaire du rendement de stockage mais avec une meilleure prise en compte de l'existant ;
  - o une estimation des pertes à l'arrêt et en fonctionnement pour les chaudières multiples.

#### Articles scientifiques sur « l'effet rebond » - sciencedirect.com

- *The impact of consumer behavior on residential energy demand for space heating*, Energy and Buildings 27, 1998, Reinhard Haas, Hans Auer, Peter Biermayr
- *The rebound effect for space heating Empirical evidence from Austria*, 2000, Reinhard Haas, Peter Biermayr, Energy Policy, Volume 28, issues 6-7, june 2000, pp 403-410
- *Energy consumption for heating and rebound effects*, 2010, Hugo Hens, Wout Parijs, Mieke Deurinck, Energy and Buildings, Volume 42, issue 1, January 2010, pp 105-110 (International Conference on Building Energy and Environment)

Ces 3 articles tentent de définir l'effet rebond et de le quantifier, à partir de l'analyse de maisons construites en Autriche. Mais cela est difficile car l'effet rebond dépend de nombreux paramètres qui peuvent fortement varier d'une maison à une autre, d'un occupant à un autre.

La Figure 11 propose une définition de l'effet rebond (« rebound share »). Considérons une amélioration de l'efficacité (du système de chauffage ou de la performance énergétique de

l'enveloppe) qui permet de passer de la droite  $\eta_0$  à  $\eta_1$ . Pour un même niveau de confort ( $s_0$ ), la consommation énergétique devrait diminuer et passer de  $E_0$  à  $E_{1th}$ , les économies réalisées seraient égales à  $E_0 - E_{1th}$ . Or ce n'est pas le cas. En réalité, Les économies d'énergie réalisées sont plus petites, elles valent  $E_0 - E_{1pr}$  car lorsqu'on améliore l'efficacité on augmente souvent le niveau de confort (de  $s_0$  à  $s_1$ ). L'écart entre les gains calculés et les gains réels correspond à l'effet rebond.

Il est très difficile d'identifier l'amplitude de cet effet rebond. Cette consommation d'énergie « supplémentaire » dépend de nombreux facteurs : le comportement des occupants, le type de système de chauffage, le type de bâtiment, le revenu des occupants, le coût de l'énergie, le type d'énergie utilisée, la qualité thermique de l'enveloppe du bâtiment, la température intérieure...

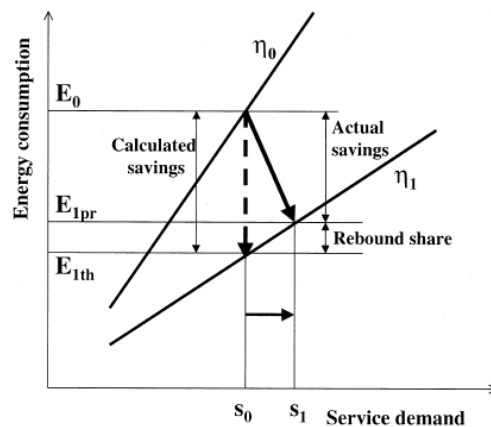


Figure 11: relation entre consommation énergétique et niveau de confort

Sur la Figure 12, on considère deux bâtiments : le premier, dans son état actuel, qui a un coefficient moyen de déperdition «  $q_1$  » W/m<sup>2</sup>K ; et le second qui a été rénové et qui a un coefficient moyen de déperdition deux fois plus petit : «  $q_2$  » W/m<sup>2</sup>K. Si la consommation énergétique suivait une relation linéaire, et ne dépendait que de ce paramètre, alors le bâtiment rénové devrait consommer deux fois moins que le premier. Or ce n'est pas le cas, car il y a l'effet rebond.

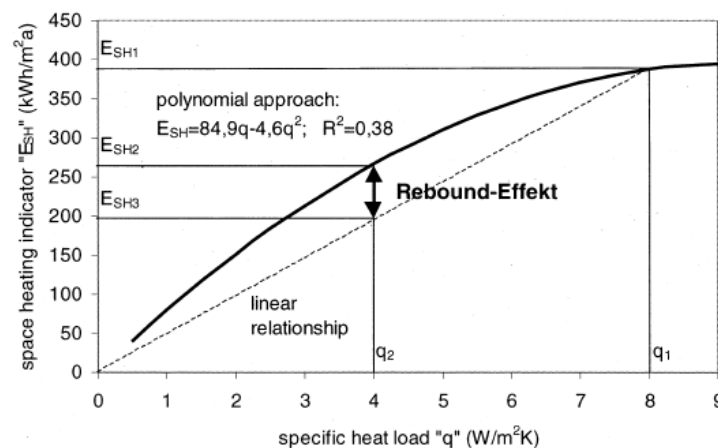


Figure 12 : relation entre coefficient moyen de déperdition et consommation spécifique en énergie

La définition de l'effet rebond est donc celle-ci :

$$\text{effet rebond} = \frac{\text{économies d'énergie calculées} - \text{économies d'énergie réelles}}{\text{économies d'énergie calculées}}$$

Ces différentes études menées sur base de maisons autrichiennes déterminent un effet rebond de l'ordre de 20 à 30%.

C. Cuijpers a essayé d'évaluer, en 1995, **l'effet rebond en Belgique pour le chauffage** et a trouvé une valeur de 31% dans son article « *A joint model of household space heat production and consumption : empirical evidence from Belgian micro-data survey* ».

Nous supposons donc, pour la Wallonie, que :

$$\text{effet rebond} = 30\%$$

Définissons le paramètre E qui est la « correction » entre la consommation réelle et la consommation théorique.

$$E = \text{effet rebond} \times \text{Eco calc}$$

Avec *Eco calc* qui correspond aux économies d'énergie calculées, c'est-à-dire à la différence entre la consommation théorique calculée avant rénovation et la consommation théorique calculée après rénovation.

Soit CR, la consommation réelle et CT, la consommation théorique ; alors on peut écrire la relation suivante :

$$CR = CT + E$$

Et nous savons que le facteur de correction f est le rapport entre consommation réelle et consommation théorique.

$$\frac{\text{consommation réelle}}{\text{consommation théorique}} = \frac{CR}{CT} = \text{facteur de correction} = f$$

$$\frac{CR}{CT} = \frac{CT + E}{CT}$$

$$f = 1 + \frac{E}{CT}$$

$$f = 1 + \frac{0,3 \times \text{Eco calc}}{CT}$$

Ces études mènent aux conclusions suivantes : les économies d'énergie réalisées en pratique (et donc aussi la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>) par des bâtiments qui ont subi des rénovations énergétiques sont moins importantes que les économies d'énergie qui sont calculées théoriquement.

## Conclusion

La plupart des documents étudiés corroborent l'information suivante :

- pour les maisons plus anciennes et moins performantes, la consommation réelle est souvent plus faible que la consommation théorique car le niveau de confort demandé est moins grand ;
- pour les habitations énergétiquement performantes, la consommation réelle est souvent plus proche de la consommation théorique car les occupants exigent souvent un confort maximal.

Suite à l'analyse de ces études, nous proposons les facteurs de correction suivants, selon le type et l'année de construction, pour les maisons BASE n'ayant subi aucune rénovation :

Rapport consommation réelle sur consommation théorique													
<u>PAE1</u>	2façades		3façades		4façades								
<1945	0,52		0,50		0,50		<table><tr><th colspan="2">moyenne</th></tr><tr><th>min</th><th>max</th></tr></table>			moyenne		min	max
	moyenne												
min	max												
	0,01	2,73	0,02	2,64	0,01	2,10							
1946 à 1970	0,55				0,52								
	0,03	2,99			0,02	2,39							
1971 à 1984	0,62				0,60								
	0,14	1,79			0,03	2,55							
1985 à 1995	0,74		0,63		0,66								
	0,08	2,21	0,13	1,60	0,01	2,85							
1996 à 2008	0,76				0,67								
	0,18	1,75			0,15	1,69							

Figure 13 : proposition de facteurs de correction pour les maisons « BASE » pour cette étude COZEB

Pour les maisons ayant subi des rénovations (BASE BIS et toutes les mesures groupes variantes), il est difficile de connaître ou d'estimer ce facteur de correction. En effet, ce facteur de correction varie en fonction de la typologie de la maison (date de construction ou de rénovation, nombre de façades).

Par exemple pour la maison 4 façades construite avant 1945, le facteur de correction à appliquer à la consommation théorique PEB en chauffage est de 0,50. On obtient donc ainsi une consommation en chauffage « réelle » (ou en tout cas, plus proche de la réalité) pour cette habitation dans son état d'origine. Mais lorsque cette habitation subit quelques rénovations énergétiques telles que le remplacement des fenêtres et l'isolation de la toiture, nous ne savons pas prédire quel sera le facteur de correction à appliquer. Il sera sans doute compris entre 0,50 et 1 car, comme nous le montre l'étude bibliographique, les habitations énergétiquement performantes ont une consommation « réelle » souvent plus proche de la consommation théorique que les habitations moins performantes.

Nous n'avons pas, à notre disposition, de statistiques permettant d'évaluer la variabilité de ce facteur de correction lorsque l'habitation subit des rénovations énergétiques.

De plus, avec cette étude bibliographique, nous nous sommes également intéressés à l'effet rebond qui apparaît lorsque les occupants changent quelque peu leurs habitudes (température de consigne augmentée, chauffage de pièces supplémentaires...) suite à la rénovation énergétique de leur maison.

En effet, longtemps, on a cru qu'il suffisait d'isoler les logements et d'y installer des systèmes de chauffage performants pour diminuer la consommation énergétique des ménages et réduire leurs

émissions de gaz à effet de serre. Mais c'était sans compter avec «l'effet rebond» qui préoccupe désormais en haut lieu.

Pour toutes les maisons qui sont rénovées, la consommation théorique calculée par le logiciel PEB est donc toujours sous-estimée par rapport à la consommation réelle car les occupants changent leurs habitudes et il y a un « rebond » dans leur consommation énergétique.

Dans le rapport des conclusions de l'étude nous ne présentons donc que les résultats basés sur les consommations théoriques issues du logiciel PEB. En annexe de ce rapport de la tâche 2, seront quand même repris quelques graphiques basés sur la consommation « réelle » (soit consommation théorique multipliée par le facteur de correction).

Il faut noter que, pour réaliser ces graphiques, le même facteur de correction (0,50 ou 0,52 ou ...) a été appliqué à toutes les variantes étant donné que nous ne connaissons pas le facteur de correction a appliqué aux variantes rénovées.