

Systemes C+ et D

LE VÉRITABLE COÛT

DE LA VENTILATION

Imposée par la réglementation PEB, la ventilation des bâtiments est aussi une source de consommation énergétique. Les systèmes C+ et D se partagent le marché, le second étant souvent plébiscité pour sa capacité à récupérer la chaleur. L'un et l'autre affichent pourtant des coûts énergétiques équivalents. Nous vous présentons en exclusivité les résultats d'une étude comparative réalisée par l'Université de Gand*.

Texte **Éric Cloes**

Illustrations **Université de Gand**



Nous avons abordé, dans le numéro précédent (JVC n° 417 - février 2019), la problématique de la ventilation d'hiver. Celle-ci est indispensable à la salubrité des bâtiments et à la qualité de l'air intérieur que nous respirons, mais elle entraîne aussi une consommation énergétique, en raison du remplacement de l'air chaud intérieur par de l'air froid extérieur, éventuellement préchauffé. Nous souhaitons revenir sur ce sujet et apporter un complément d'information quant au coût réel des systèmes de ventilation, afin que vous puissiez opérer votre choix en toute connaissance de cause. Nous nous sommes en effet procuré le rapport d'une étude comparative menée *in situ* par l'Université de Gand, et nous en avons tiré les principaux enseignements. /...

Trois systèmes de ventilation différents ont été installés dans les maisons concernées : le système C+ sans (1) ou avec Smartzone (extraction supplémentaire dans les pièces de vie) (2), et le système D avec récupération de chaleur (3). Voir la répartition des systèmes sur le plan de droite.

LE CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Le réchauffement climatique et la prise de conscience de notre impact environnemental nous obligent à apporter une attention croissante à la consommation énergétique de nos logements. La qualité de l'isolation et celle de l'étanchéité à l'air font désormais partie des priorités absolues dans toute nouvelle construction ou rénovation lourde. Mais le renforcement de l'étanchéité à l'air des maisons a entraîné la présence obligatoire d'un système de ventilation, dont le coût énergétique n'est pas négligeable. Diverses études internationales démontrent que la ventilation peut représenter 30 à 60 % de la consommation énergétique totale - directe ou induite - de la maison. Par ailleurs, d'autres études tendent à prouver que les systèmes pourvus d'un seul ventilateur permettraient d'économiser jusqu'à 25 % d'énergie par rapport aux systèmes double flux, et que la ventilation à la demande consommerait jusqu'à 60 % d'énergie de moins qu'un système fonctionnant en continu.

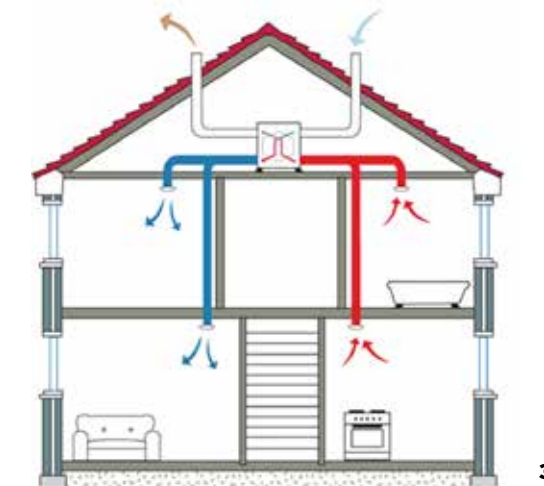
L'Université de Gand a donc décidé de monitorer 64 maisons de l'éco-quartier De Venning à Courtrai (voir page de droite), équipées pour moitié d'un système C+ et pour moitié d'un système D, afin d'en comparer les consommations énergétiques sur site et dans des conditions de vie et de fonctionnement réelles.

Les résultats de l'étude se basent sur diverses sources d'information : un monitoring général de l'ensemble des maisons, un monitoring plus détaillé sur un échantillon de maisons représentatives, des prises de mesures sur site à intervalles réguliers et des entretiens d'évaluation avec les occupants. L'étude a été réalisée sur une année entière, de manière à prendre en considération les variations saisonnières.

LES RÉSULTATS

Les résultats comparatifs présentés dans l'étude sont de trois ordres :

1. les consommations de chauffage comparées en fonction du système de ventilation installé ;
 2. les consommations d'électricité liées aux systèmes de ventilation respectifs ;
 3. les coûts comparés sur quinze ans, incluant, outre les deux coûts mentionnés ci-dessus, les frais d'installation et d'entretien des systèmes de ventilation.
- Nous les analysons successivement ci-après. /...



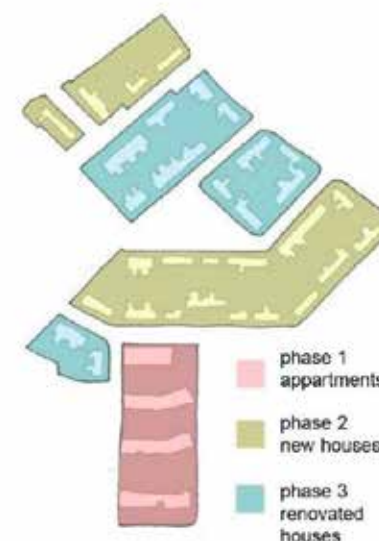
LE CAS ÉTUDIÉ

Dans le cadre du projet européen CONCERTO ECO-Life, le quartier social De Venning, à Courtrai, s'est transformé en un éco-quartier « zéro carbone ». Ce quartier résidentiel comprend 274 logements, dont des appartements, des maisons rénovées et de nouvelles habitations. Les logements répondent aux exigences du niveau passif — demande en énergie de chauffage de maximum 15 kWh/m²/an (ce qui implique une enveloppe de valeur U inférieure à 0,15 W/m²K), étanchéité à l'air n₅₀ inférieure ou égale à 0,6 vol/h et pourcentage de surchauffe limité à 5 % — mais ne sont pas certifiés comme tels. Dans

la mesure du possible, les séjours ont été orientés vers le sud, et les fenêtres sont pourvues de protections solaires fixes ou mobiles. Un réseau de chaleur approvisionne les maisons en chauffage et des panneaux photovoltaïques couplés en réseau au niveau du quartier recouvrent les toitures.

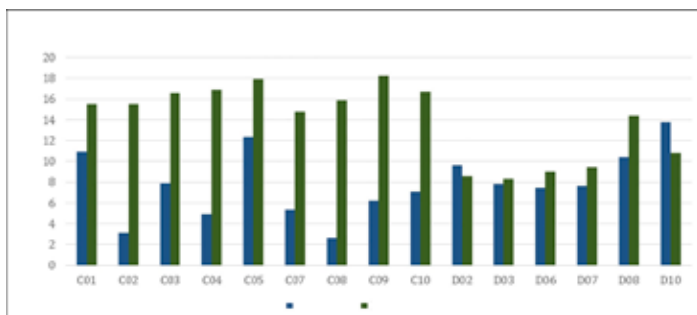
Les 64 maisons individuelles — neuves ou rénovées — des phases 2 et 3 du projet De Venning ont été pour moitié équipées d'un système de ventilation double flux de type D à récupération de chaleur et by-pass automatique, et pour moitié d'un système de ventilation simple flux de type C+ (extraction

à la demande), avec un complément Smartzone comprenant une extraction supplémentaire dans les chambres à coucher pour les maisons de la phase 3. Les maisons sont en tout point pareilles en ce qui concerne la typologie, l'architecture, la méthode de construction et l'orientation ; elles sont donc parfaitement comparables. Pour les maisons équipées d'un système de ventilation C+, le niveau estimé de la demande en énergie de chauffage a toutefois été relevé de 15 à 25 kWh/m²/an (pour se conformer aux critères du calcul PEB).



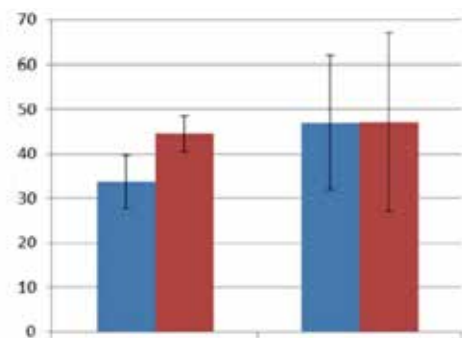
La consommation de chauffage

La consommation générale de chauffage comprend le chauffage des locaux et celui de l'eau chaude sanitaire. Il ressort de l'étude que la consommation d'eau chaude est relativement stable tout au long de l'année dans l'ensemble des maisons, et peut être extraite de la consommation totale pour obtenir une vision correcte de l'énergie nécessaire au chauffage des locaux. Même si la différence peut atteindre 10 à 15 %, la consommation de chauffage moyenne des maisons pourvues d'un système C+ n'est que légèrement supérieure à celle des maisons équipées d'un système D. En revanche, elle est largement inférieure à celle des estimations fournies par les calculs PEB, alors que la consommation des maisons équipées d'un système



Consommation annuelle comparée (kWh/m²) en énergie de chauffage (mesures de monitoring *versus* estimations du calcul PEB) de différentes maisons équipées de systèmes C+ et D) (phase 2).

Bleu = mesuré
Vert = calculé par logiciel PEB



Consommation annuelle moyenne comparée (kWh/m²/an) en énergie de chauffage. À gauche : estimation du calcul PEB ; à droite : mesures de monitoring (phase 2).

Bleu = système D
Rouge = système C+

D est plus proche de ces mêmes estimations, tout en étant un peu plus élevée.

Comment expliquer cette quasi-équivalence dans les consommations de chauffage alors que le système D préchauffe l'air insufflé dans la maison ? Plusieurs explications peuvent être retenues :

- ✓ Les mesures sur site fluctuent en fonction des saisons et de l'occupation de la maison, en comparaison avec les valeurs théoriques instantanées calculées en laboratoire.
- ✓ La récupération de chaleur est totalement prise en compte dans le calcul PEB mais n'est pas toujours utile en pratique. En hiver, par exemple, l'ensoleillement d'un séjour orienté au sud peut être suffisant pour couper temporairement le chauffage. Dans le même temps, on peut également se passer du préchauffage de l'air entrant.
- ✓ Le système de ventilation à la demande C+ permet de réduire le volume d'air frais introduit en ventilant uniquement là où c'est nécessaire, en fonction de l'usage des locaux.

Le rendement de l'échangeur de chaleur peut également être mis en cause. En effet, une étude menée par l'Université du Luxembourg démontre que le rendement effectif de la récupération de chaleur du système D se situe entre 50 et 70 %, alors que les valeurs théoriques tournent autour de 80 à 90 %. D'où provient cette différence ?

- ✓ Le réchauffement climatique entraîne dans nos régions des hivers plus doux, ce qui a pour conséquence de raccourcir la période de chauffe et de diminuer la demande en chaleur.
- ✓ L'insufflation d'air préchauffé dans les chambres à coucher induit, de la part des occupants, une ouverture fréquente des fenêtres de ces locaux pour en rafraîchir l'air.
- ✓ L'extraction de l'air intérieur se pratique dans les locaux humides qui sont pour la plupart plus frais que les locaux de vie (toilettes, buanderie, salle de bains hors des heures d'usage). La quantité de chaleur récupérable est donc moindre que si l'extraction se pratiquait dans des locaux chauffés en permanence.
- ✓ En hiver, l'entrée d'air frais provoque de la condensation dans l'échangeur de chaleur ; celui-ci absorbe une partie de la chaleur disponible pour évaporer cette condensation.
- ✓ Un mauvais réglage des bouches de ventilation ou un défaut de balance entre les flux entrant et sortant conduisent à des pertes de chaleur.
- ✓ La mise à l'arrêt de la ventilation par l'occupant, notamment pour neutraliser le bruit de fonctionnement durant la nuit, a une implication directe sur le rendement.

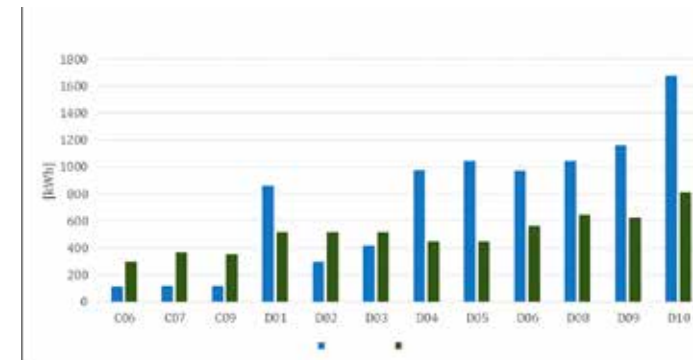
La consommation liée à la ventilation

Les systèmes de ventilation mécanique consomment de l'électricité pour faire fonctionner le ou les ventilateur(s). On pourrait s'attendre à ce que le système D, pourvu de deux ventilateurs, consomme environ deux fois plus qu'un système C+, équipé d'un seul ventilateur. Les mesures montrent toutefois que la différence de consommation entre les deux atteint un coefficient multiplicateur de 4,5.

Deux grands critères permettent d'expliquer cette importante différence de consommation entre les systèmes C+ et D :

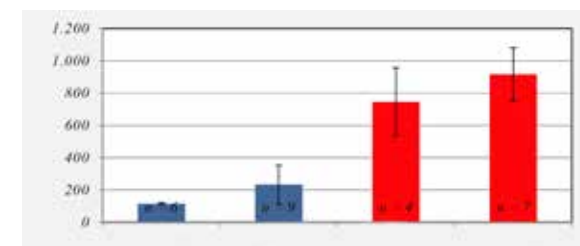
- ✓ l'usage d'un échangeur de chaleur (système D) augmente la résistance au passage des flux d'air, ce qui implique une surventilation et, par conséquent, une surconsommation pour atteindre les débits nominaux souhaités, et ce, en continu.
- ✓ la ventilation à la demande (système C+) permet de réduire le temps de fonctionnement du ventilateur d'environ deux tiers par rapport à un fonctionnement en continu, abaissant d'autant sa consommation électrique.

/...



Consommation annuelle comparée (kWh) en énergie électrique des systèmes de ventilation (mesures de monitoring *versus* estimation du calcul PEB) de différentes maisons équipées de systèmes C+ et D) (phase 2).

Bleu = mesuré
Vert = calculé par logiciel PEB



Consommation annuelle moyenne comparée (kWh/an) en énergie électrique des systèmes de ventilation en phases 2 et 3 du projet.

Bleu = système C+
Rouge = système D

TOMWOOD CONSTRUIT VOTRE MAISON D'EXCEPTION

inspirée
PAR LA NATURE!

le bois. matériau d'exception pour votre architecture contemporaine. Il permet toutes les audaces et s'adapte à tous les terrains. Il crée une ambiance unique. En accord avec l'architecte, créez votre univers personnel.

**CONDITIONS BATIBOUW 2019
PACK ÉNERGÉTIQUE OFFERT***
* Offre soumise à conditions

+32 061 53 12 16
www.tomwood.eu

TOMWOOD
LA MAISON BOIS by THOMAS & PIRON

Comparaison globale des systèmes

En additionnant les consommations de chauffage et d'électricité, on obtient des valeurs de 6 778 kWh dans les maisons équipées d'un système C+, et de 6 679 kWh dans celles équipées d'un système D, soit une différence de moins de 2 %. Mais en tenant compte du prix des énergies - gaz pour le chauffage et électricité pour les ventilateurs, dans le cas qui nous occupe -, le système C+ coûte annuellement quelque 30 % de moins que le système D en énergie (408 euros contre 586 euros au moment du calcul des résultats, soit une différence d'environ 15 euros/mois). En effet, l'électricité est beaucoup plus chère que le gaz pour la même quantité d'énergie mise à disposition. Ces chiffres confirment ceux d'autres études réalisées auparavant. L'étude menée par l'Université de Gand visait aussi à comparer le coût total du chauffage et de la ventilation sur quinze ans, en ajoutant aux coûts de consommation les frais d'installation et d'entretien de la ventilation. Ce calcul démontre que, sur quinze ans, le coût

d'usage d'un système D est de l'ordre de 50 % plus élevé que celui d'un système C+. L'installation (groupe de ventilation plus onéreux, longueurs de gaines plus importantes) et l'entretien (remplacement des filtres, nettoyage des gaines et de l'échangeur) d'un système D justifient en grande partie cet important surcoût.

LE CONFORT INTÉRIEUR

L'étude démontre que la qualité de l'air intérieur est en tous points comparable dans les maisons, et ce, quel que soit le système de ventilation mis en œuvre, sous réserve que celui-ci soit correctement installé, utilisé et entretenu. Or il est connu que les systèmes de ventilation, souvent installés dans des endroits peu accessibles comme les combles, ne reçoivent pas toute l'attention voulue. On constate donc que la fréquence d'entretien est régulièrement inférieure à celle recommandée, ce qui a évidemment des conséquences beaucoup plus néfastes dans le cas d'un système D. En effet, la propreté des filtres, des gaines de pulsion et de l'échangeur de chaleur est déterminante pour la qualité de l'air intérieur.

EN CONCLUSION

Le choix d'un système double flux à récupération de chaleur pour des raisons économiques ne se justifie absolument pas. Si vous optez pour un système D, soyez pleinement conscient de ce que cela représente : un surcoût d'installation, un entretien plus contraignant et, au final, un coût supérieur. Si vous construisez une maison passive et que vous souhaitez la faire labelliser comme telle, nous n'avez évidemment pas d'autre choix pour l'instant...

Publiée dans le monde scientifique et destinée à nos dirigeants, cette étude devrait logiquement conduire à une révision des méthodes de calcul de la PEB, en accordant davantage d'attention aux implications des systèmes de ventilation sur le résultat global. /



Coût total comparé des systèmes de ventilation C+ et D après 15 ans.
À gauche : système C+ ; à droite : système D.

Vert = investissement de départ des systèmes de ventilation
Bleu = consommation électrique des systèmes de ventilation
Rouge = consommation de chauffage de la maison
Jaune = coûts d'entretien des systèmes de ventilation

(*Energy performance of demand controlled mechanical extract ventilation systems vs mechanical ventilation systems with heat recovery in operational conditions: Results of 12 months in situ-measurements at Kortrijk ECO-Life community, étude réalisée par Ella Derycke, Wolf Bracke, Jelle Laverge et Arnold Janssens, Université de Gand, département d'architecture et de développement urbain, 2018.