

Les Etats membres se sont fixé des objectifs ambitieux pour 2020 en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de diminution de notre consommation énergétique. Pour atteindre ces objectifs, les Régions renforcent progressivement leurs exigences et les fabricants et entrepreneurs s'efforcent d'améliorer les performances thermiques des produits de construction et des bâtiments. Dans le bilan des déperditions de chaleur d'un bâtiment, les fenêtres représentent souvent la part la plus importante et celle-ci augmente avec le niveau d'isolation global du bâtiment. Pour cette raison, les évolutions visant à améliorer la performance thermique des fenêtres se bousculent ces dernières années.

Un regard sur les fenêtres en bois à haute performance énergétique

Néanmoins, l'amélioration des performances thermiques ne doit pas se faire au détriment des autres performances. Les menuiseries à hautes performances énergétiques doivent en effet également satisfaire aux caractéristiques essentielles d'une 'bonne fenêtre fonctionnelle', à savoir : l'étanchéité à l'air et à l'eau, la résistance mécanique, ...

Pouvoir garantir la durabilité des propriétés des menuiseries énergétiquement améliorées est d'une importance capitale, car les éléments menuisés constituent une part substantielle du budget consacré à la construction d'un bâtiment et ceux-ci contribuent au confort des occupants à plus d'un titre (température, étanchéité, ...). De plus, les menuiseries extérieures non durables peuvent mettre en péril les performances attendues et la durabilité de l'ensemble de la façade, voire du bâtiment.

Parmi les points qui méritent une attention

toute particulière, citons notamment les performances mécaniques des profilés (liaisons d'angle, fixation des éléments de quincaillerie, ancrage de la menuiserie, stabilité dimensionnelle, ...), la durabilité biologique intrinsèque du matériau, l'étanchéité à l'air et à l'eau, ...

Ces différents aspects feront l'objet d'un article spécifique dans un prochain CSTC-Contact. L'objectif du présent article est de présenter les différentes améliorations thermiques des fenêtres en bois habituellement rencontrées, de donner une estimation de leur impact sur les performances thermiques et d'attirer l'attention sur leurs conséquences sur les autres performances de la fenêtre.

Amélioration des performances thermiques

Différentes solutions technologiques, sou-

vent combinées, ont été adoptées par les menuisiers et les fabricants afin d'améliorer les performances thermiques des fenêtres en bois. Le tableau ci-dessous livre un aperçu de ces différentes solutions et des performances thermiques de différentes fenêtres-types par rapport à une fenêtre de référence (fenêtre-type B : profilé de 78 mm en bois dense avec triple vitrage). La fenêtre standard actuelle est également mentionnée pour comparaison (fenêtre-type A : profilé de 68 mm en bois dense avec double vitrage). Les principales améliorations sont détaillées dans la suite du présent article.

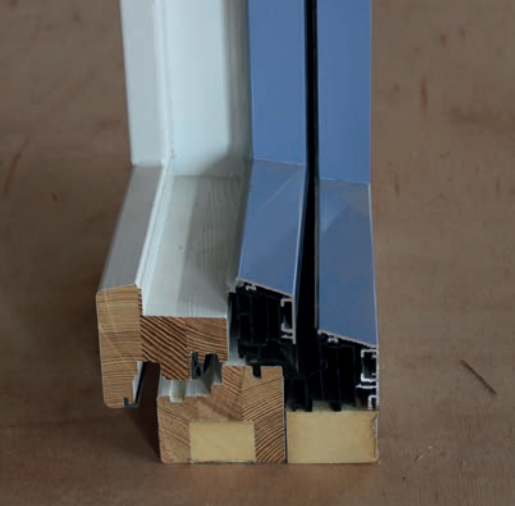
Augmentation des sections des bois

Alors qu'une épaisseur de profilé de 58 mm constituait la norme il y a quelques années encore, l'épaisseur standard est maintenant de 68 mm en cas de double vitrage (fenêtre-type A) et de 78 mm en cas de

Aperçu d des performances thermiques de différentes fenêtre-types par rapport à une fenêtre de référence

Types de menuiseries et vitrages	Valeurs U_f du profilé et U_g du vitrage [W/m ² K]	Performance de la fenêtre U_w [W/m ² K]	
		Petite fenêtre 0,6 x 0,8 m	Grande fenêtre 1,0 x 2,25 m
Bois dur 68 mm + DV (A)	1,65 (+ 9 %) / 1,10 (+ 83 %)	1,73 (+ 20 %)	1,47 (+ 35 %)
Bois dur 78 mm + TV (B)	1,52 / 0,60	1,44	1,09
Bois tendre + capot alu 78 mm bois + TV (C)	1,10 (- 28 %) / 0,60	1,20 (- 17 %)	0,96 (- 12 %)
Bois tendre + capot alu 78 mm bois + TV et warm edge (D)	1,10 (- 28 %) / 0,60	1,00 (- 31 %)	0,83 (- 24 %)
Bois tendre 109 mm + TV (E)	0,91 (- 40 %) / 0,60	1,09 (- 25 %)	0,90 (- 18 %)
Bois dur 109 mm + TV (F)	1,25 (- 18 %) / 0,60	1,28 (- 11 %)	1,01 (- 8 %)
Bois tendre + coupure thermique partielle + TV (G)	0,80 (- 47 %) / 0,60	1,02 (- 29 %)	0,86 (- 21 %)
Bois tendre + coupure thermique totale + TV (H)	0,63 (- 59 %) / 0,60	0,92 (- 36 %)	0,81 (- 26 %)
Bois dur + coupure thermique totale + TV (I)	0,73 (- 52 %) / 0,60	0,98 (- 32 %)	0,84 (- 23 %)

Note : DV = double vitrage; TV = triple vitrage; les valeurs indiquées entre parenthèses désignent l'écart par rapport à la fenêtre ou au vitrage de référence.



1 | Profilé à coupeure thermique partielle

triple vitrage (fenêtre-type B) et il n'est pas rare d'avoir recours à des épaisseurs plus importantes encore. Cette augmentation de section permet, d'une part, la pose de vitrages plus épais (et plus lourds) et la reprise des sollicitations qui en découlent et, d'autre part, une amélioration de la performance thermique. Ainsi, pour un profilé en bois massif, on constate que le passage d'une menuiserie de 78 mm (fenêtre-type B) à une menuiserie de 109 mm d'épaisseur (fenêtre-type F) permet, pour une même essence de bois, d'améliorer de 18 % la performance thermique du châssis. Cette simple augmentation d'épaisseur a été notamment rendue possible par l'utilisation, depuis quelques années, de carrelets en bois lamellé-collé. Cette technique permet la production de bois de grande longueur et de forte section présentant une très bonne stabilité dimensionnelle ainsi qu'une bonne résistance mécanique.

Pour une bonne durabilité de la menuiserie, un choix judicieux des essences de bois composant les lames, un collage performant de celles-ci et/ou un traitement adéquat sont cependant primordiaux.

Changement d'essence de bois

De manière générale, plus un matériau est léger, plus sa conductivité thermique est faible. Pour améliorer les performances thermiques des châssis, mais aussi pour des raisons écologiques (utilisation d'essences locales), on a de plus en plus souvent recours à des bois plus légers pour la réalisation des profilés. Le passage d'un bois dense tel que l'afzelia doussié (800 kg/m^3 , $\lambda_{\text{ui}} = 0,18 \text{ W/mK}$) à un bois tendre tel que l'épicéa (400 kg/m^3 , $\lambda_{\text{ui}} = 0,11 \text{ W/mK}$) permet, par exemple, à géométrie identique, une amélioration de l'ordre de 30 % de la performance thermique du profilé (fenêtres-type E et F).



2 | Profilé à coupeure thermique complète

L'utilisation de bois plus léger a cependant un impact direct sur la durabilité et la stabilité de la menuiserie. Comme précisé ci-avant, l'utilisation de carrelets en bois lamellé-collé peut constituer une solution.

Coupeure thermique

Pour augmenter davantage les performances thermiques, l'inclusion de matériau isolant dans le profilé est une solution parfois adoptée (fenêtre-type G; voir figure 1). Différents matériaux sont utilisés : polyuréthane haute densité à propriétés mécaniques adaptées, liège expansé ou compressé, matériaux isolants à hautes performances, ... Les fabricants de carrelets proposent également du bois lamellé-collé dans lequel des rainures sont réalisées. Ces petites cavités peuvent être remplies d'air ou de différents isolants, ce qui augmente le niveau d'isolation des profilés. Pour un profilé de géométrie identique, le recours à une coupeure thermique partielle permet généralement d'améliorer la performance thermique d'environ 10 %.

Outre l'impact positif sur la performance thermique, le fait de remplacer une partie du bois par un matériau isolant peut cependant avoir des conséquences négatives sur la résistance mécanique du profilé et sa durabilité.

Les menuiseries les plus performantes thermiquement sont obtenues en prévoyant une coupeure thermique complète (fenêtre-type H; voir figure 2). Les matériaux utilisés couramment pour cette coupeure complète sont les mêmes que pour les coupures partielles (fenêtre-type G; voir figure 1). La couche isolante peut être placée entre deux lames de bois (carrelets en lamellé-collé intégrant directement la couche isolante) ou du côté extérieur de la menuiserie (voir fenêtre-type H). Cette dernière solution présente les meilleures performances, avec une valeur U_{g} du profilé proche de celle d'un triple vitrage ($U_{\text{g}} \pm 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$).

La position externe de l'isolant a un effet bénéfique sur la durabilité de la menuiserie, puisque le bois est protégé par l'isolant et qu'il se trouve du côté chaud. Par ailleurs, l'isolant ne jouant, dans ce cas, aucun rôle mécanique, il ne risque pas d'affaiblir le profilé. La partie en bois du profilé a, quant à elle, un rôle plus limité dans l'isolation thermique, et l'utilisation d'un bois dense au lieu d'un bois léger permettrait d'augmenter la résistance mécanique et la durabilité sans compromettre la performance thermique (voir fenêtre-type I). Lorsque la couche d'isolant est positionnée entre deux lames de bois, le profilé pourrait être affaibli par l'isolant et il est alors primordial de vérifier la résistance mécanique de ces profilés composites et la durabilité du collage des différentes couches.

Espaceurs de vitrages thermiquement améliorés

Depuis quelques années, des espaceurs de vitrages, qui réduisent les pertes de chaleur à la périphérie du vitrage, sont disponibles sur le marché. Le type de profilé influence l'efficacité de ces espaceurs, mais le gain énergétique est dans tous les cas substantiel. Pour la fenêtre-type D, par exemple, une amélioration de 17 et de 14 % de la valeur U_{w} est calculée pour les fenêtres respectivement de petites et de grandes dimensions.

Conclusion

Les menuiseries en bois actuelles sont disponibles dans une gamme de performances thermiques étendue. Certaines techniques d'amélioration thermique ont cependant un impact sur la résistance mécanique, la durabilité et les autres performances de ces menuiseries, dont il faut tenir compte lors de la fabrication, du dimensionnement et du choix de ces éléments (traitement de préservation adapté, réduction des dimensions ou pose de profilés fixes au lieu d'ouvrants pour les éléments menuisés moins résistants, ...). Le choix des menuiseries se fera en tenant compte de l'ensemble des performances et des contraintes propres au projet. ■

A. Tilmans, ir., chef de projet, laboratoire Caractéristiques énergétiques, CSTC
V. Detremmerie, ir., chef du laboratoire Eléments de toitures et de façades, CSTC