

Actuellement, l'influence des nœuds constructifs est à prendre en compte lors de la détermination des niveaux K et E d'un bâtiment. Dans cet article, nous illustrons, à l'aide d'exemples pratiques, l'impact de la méthode des nœuds constructifs dits 'PEB conformes' sur le resserrage entre les fenêtres et le gros œuvre.

Pose des fenêtres conformément à la PEB

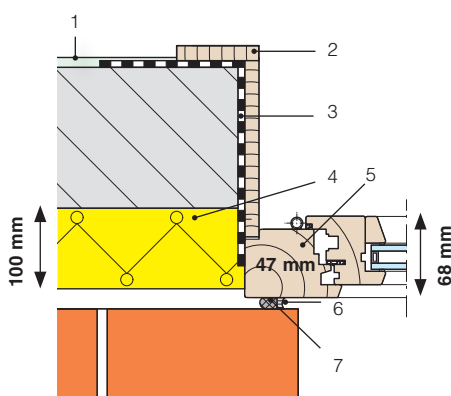
✍ E. Kinnaert, ir., chef de projet, laboratoire *Eléments de toitures et de façades*, CSTC

Les différentes méthodes permettant de déterminer l'impact des 'nœuds constructifs' ainsi que les règles de base pour les nœuds constructifs conformes à la PEB ont été présentées dans l'article paru dans [Les Dossiers du CSTC 2010/3.16](#). La méthode des nœuds constructifs conformes à la PEB atteste que les détails ont été conçus de sorte à assurer une continuité satisfaisante de l'isolation thermique. Leur impact sur le niveau d'isolation thermique global du bâtiment est pris en compte de manière forfaitaire au moyen d'un léger supplément de trois points K.

LA COUCHE D'ISOLATION DE LA FAÇADE SE RACCORDE DIRECTEMENT AU CADRE DORMANT

La **règle de base n° 1** pour les fenêtres est d'application lorsque la couche d'isolation de la façade est directement raccordée au cadre dormant. Cette règle impose une longueur de contact minimale entre ces derniers au moins égale à :

$$d_{\text{contact}} \geq \frac{1}{2} * \min(d_1, d_2)$$



- | | |
|----------------------------------|-----------------------------|
| 1. Mortier d'enduit | 4. Isolation thermique (LM) |
| 2. Retour de baie en bois | 5. Fenêtre en bois |
| 3. Membrane d'étanchéité à l'air | 6. Mastic de façade |
| | 7. Fond de joint |

Fig. 1 Raccord de fenêtre. La couche d'isolation de la façade se raccorde directement au cadre dormant.

où :

- d_{contact} : longueur de contact minimale entre la couche d'isolation de la façade et le cadre dormant
- d_1 : épaisseur du cadre dormant du profilé de fenêtre mesurée perpendiculairement à la surface du verre
- d_2 : épaisseur de la couche d'isolation de la paroi attenante.

Les termes généraux de la règle de base n° 1 ne s'appliquent pas aux profilés de fenêtre à coupure thermique. Toutefois, la couche d'isolation doit être en contact direct avec la coupure thermique, et ce sur toute la longueur de cette dernière.

Nous illustrons ce principe à l'aide d'un exemple de resserrage entre une fenêtre en bois et le gros œuvre (cf. figure 1). L'épaisseur de la couche d'isolation en laine minérale (LM) de la façade est de 100 mm. Cette isolation de façade se raccorde directement au châssis en bois de 68 mm d'épaisseur.

Pour satisfaire à la règle de base n° 1, la longueur de contact minimale d_{contact} entre la couche d'isolation de la façade et le châssis doit au moins être égale à la plus petite moitié de l'épaisseur du châssis d_1 ou de la couche d'isolation de la façade d_2 . Les valeurs $d_1/2$ et $d_2/2$ sont respectivement de 34 mm et de 50 mm. La longueur de contact minimale d_{contact} entre la couche d'isolation de la façade et le châssis doit au moins être égale à 34 mm. Dans cet exemple, d_{contact} étant de 47 mm, le resserrage de la fenêtre est conforme à la PEB.

LA COUCHE D'ISOLATION DE LA FAÇADE NE SE RACCORDE PAS DIRECTEMENT AU CADRE DORMANT

La **règle de base n° 2** est d'application pour des resserrages de fenêtre où le cadre dormant ne se raccorde pas directement à la couche d'isolation de la façade (ou de la paroi attenante), mais où des éléments isolants supplémentaires sont interposés.

Ces éléments isolants reprennent localement la fonction d'isolation thermique de la couche d'isolation interrompue, ce qui permet de maintenir la coupure thermique (fenêtre posée avec un encadrement en multiple, p. ex.).

La règle de base n° 2 pour les fenêtres énonce que tous les éléments isolants interposés doivent répondre simultanément à trois exigences :

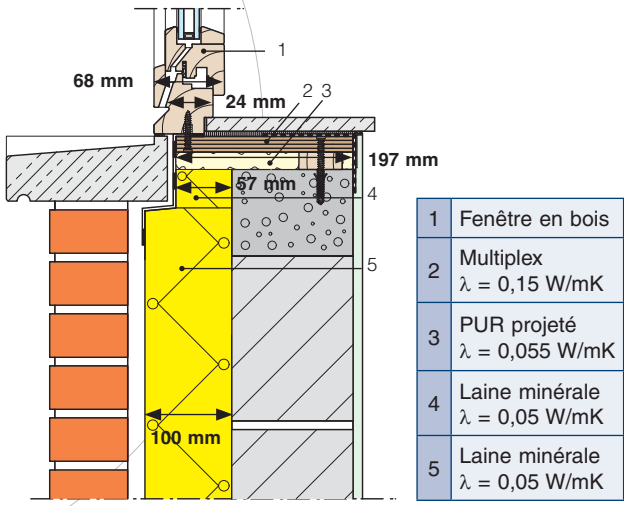
- la **conductivité thermique** λ de chaque élément isolant interposé doit être inférieure ou égale à 0,2 W/mK
- la **résistance thermique** R de chaque élément isolant interposé doit être supérieure à la moitié de la résistance thermique R_1 de la couche d'isolation interrompue de la façade ou de la paroi attenante. La limite supérieure de R est fixée à 1,5 m²K/W. En d'autres termes, il n'est pas tenu compte de la valeur U_f du profilé de fenêtre, mais seulement de la résistance thermique de la couche d'isolation de la paroi opaque. La résistance thermique R [m²K/W] d'un élément isolant interposé est définie comme suit :

$$R = \frac{d_{\text{isol}}}{\lambda_{\text{isol}}}$$

où d_{isol} est l'épaisseur [m] et λ_{isol} [W/mK], la conductivité thermique de l'élément isolant interposé. Lorsque les éléments isolants interposés sont rectangulaires (cas le plus fréquent), il convient de mesurer l'épaisseur d_{isol} perpendiculairement à la ligne de coupure thermique

- $d_{\text{contact},i} \geq \frac{1}{2} * \min(d_{\text{isol},x}, d_x)$. Cette **exigence de longueur de contact** doit être interprétée de la façon suivante : lorsque l'élément isolant interposé d'épaisseur d_{isol} se raccorde à une couche d'isolation interrompue d'épaisseur d_x d'une paroi, la moitié de la plus faible de ces deux épaisseurs constitue la limite inférieure pour la longueur de contact entre eux. Par contre, lorsque l'élément isolant interposé d'épaisseur d_{isol} se raccorde à un autre élément isolant interposé d'épaisseur d_x , la moitié de la plus faible de ces deux épaisseurs constitue

Fig. 2 Resserrage d'une fenêtre où la couche d'isolation de la façade n'est pas directement raccordée au châssis fixe



également la limite inférieure pour cette longueur de contact entre eux.

Nous illustrons la règle de base n° 2 également au moyen d'un exemple de resserrage de fenêtre au droit du seuil de fenêtre avec un encadrement de multiplex (cf. figure 2). Trois éléments isolants différents ont été interposés entre les couches d'isolation interrompues en laine minérale et le châssis en bois :

- une isolation en laine minérale de 57 mm d'épaisseur
- une isolation en PUR sur une largeur de 197 mm
- une plaque de multiplex de 197 mm de largeur.

La **première exigence de la règle de base n° 2** impose une conductivité thermique λ inférieure ou égale à 0,2 W/mK pour chacun de ces éléments isolants interposés. On peut déduire du tableau de la figure 2 que la conductivité thermique de chacun des éléments isolants interposés est inférieure à 0,2 W/mK.

La **deuxième exigence de la règle de base n° 2** impose une résistance thermique R de chaque élément isolant interposé supérieure à la moitié de la résistance thermique R_1 de la couche d'isolation interrompue de la façade ou de la paroi attenante. La limite supérieure de R est fixée à 1,5 m²K/W. La moitié de la résistance thermique R_1 de la couche d'isolation interrompue est de :

$$\frac{R_1}{2} = \frac{\frac{d_{isol}}{\lambda_{isol}}}{2} = \frac{\frac{0,1 \text{ m}}{0,05 \text{ W/mK}}}{2} = 1 \text{ m}^2\text{K/W}$$

La résistance thermique R de chaque élément isolant interposé est de :

$$R_{\text{laine minérale}} = \frac{d_{isol}}{\lambda_{isol}} = \frac{0,057 \text{ m}}{0,05 \text{ W/mK}} = 1,14 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{\text{PUR projeté}} = \frac{d_{isol}}{\lambda_{isol}} = \frac{0,197 \text{ m}}{0,055 \text{ W/mK}} = 3,58 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{\text{multiplex}} = \frac{d_{isol}}{\lambda_{isol}} = \frac{0,197 \text{ m}}{0,15 \text{ W/mK}} = 1,31 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Les résistances thermiques des éléments isolants interposés sont toutes supérieures à la moitié de la résistance thermique R_1 de la couche d'isolation interrompue, ce qui satisfait à l'exigence 2 de la règle de base n° 2.

La **troisième exigence de la règle de base n° 2** concerne la longueur de contact : lorsque l'élément isolant interposé (épaisseur d_{isol}) se raccorde à une couche d'isolation interrompue d'épaisseur d_x , la moitié de la plus faible de ces deux épaisseurs constitue la limite inférieure pour la longueur de contact. Par contre, lorsque l'élément isolant interposé d'épaisseur d_{isol} se raccorde à un autre élément isolant interposé d'épaisseur d_x , la moitié de la plus faible de ces deux épaisseurs constitue alors la limite inférieure pour la longueur de contact.

Si on applique cette dernière exigence au resserrage de fenêtre de la figure 2 :

- la longueur de contact entre la couche d'isolation interrompue en laine minérale et l'élément isolant interposé en laine minérale vaut :

$$d_{isol} = 100 \text{ mm} \text{ donc } \frac{d_{isol}}{2} = 50 \text{ mm}$$

$$d_x = 57 \text{ mm} \text{ donc } \frac{d_x}{2} = 28,5 \text{ mm}$$

$$d_{\text{contact},i} = 57 \text{ mm} \geq \min \frac{1}{2} (d_{isol}, d_x) = 28,5 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$$

- la longueur de contact entre l'élément isolant interposé en laine minérale et l'élément isolant interposé en PUR projeté vaut :

$$d_{x,\text{laine minérale}} = 57 \text{ mm} \text{ donc } \frac{d_x}{2} = 28,5 \text{ mm}$$

$$d_{x,\text{PUR projeté}} = 197 \text{ mm} \text{ donc } \frac{d_x}{2} = 98,5 \text{ mm}$$

$$d_{\text{contact},i} = 57 \text{ mm} \geq \min \frac{1}{2} (d_{x,\text{laine minérale}}, d_{x,\text{PUR projeté}}) = 28,5 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$$

- la longueur de contact entre l'élément isolant interposé en PUR projeté et l'élément isolant interposé en multiplex vaut :

$$d_{x,\text{PUR projeté}} = 197 \text{ mm} \text{ donc } \frac{d_x}{2} = 98,5 \text{ mm}$$

$$d_{x,\text{multiplex}} = 197 \text{ mm} \text{ donc } \frac{d_x}{2} = 98,5 \text{ mm}$$

$$d_{\text{contact},i} = 197 \text{ mm} \geq \min \frac{1}{2} (d_{x,\text{PUR projeté}}, d_{x,\text{multiplex}}) = 98,5 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$$

- la longueur de contact entre l'élément isolant interposé en multiplex et le châssis en bois vaut :

$$d_{isol,\text{cadre fenêtre}} = 68 \text{ mm} \text{ donc } \frac{d_{isol}}{2} = 34 \text{ mm}$$

$$d_x = 197 \text{ mm} \text{ donc } \frac{d_x}{2} = 98,5 \text{ mm}$$

$$d_{\text{contact},i} = 24 \text{ mm} \leq \min \frac{1}{2} (d_{isol}, d_x) = 34 \text{ mm} \rightarrow \text{Pas OK}$$

En d'autres termes, le resserrage de fenêtre au droit du seuil de la fenêtre de la figure 2 ne satisfait pas à la troisième exigence (longueur de contact) de la règle de base n° 2, et ce au droit de la longueur de contact entre le cadre et l'encadrement de multiplex. Ce resserrage de fenêtre n'est par conséquent pas un nœud constructif conforme à la PEB.

Pour faire en sorte qu'il le devienne, la longueur de contact entre l'encadrement de multiplex et le cadre doit être augmentée pour atteindre 34 mm afin de satisfaire à l'exigence de la règle de base n° 2 :

$$d_{isol,\text{cadre fenêtre}} = 68 \text{ mm} \text{ donc } \frac{d_{isol}}{2} = 34 \text{ mm}$$

$$d_x = 207 \text{ mm} \text{ donc } \frac{d_x}{2} = 103,5 \text{ mm}$$

$$d_{\text{contact},i} = 34 \text{ mm} \geq \min \frac{1}{2} (d_{isol}, d_x) = 34 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$$