

# Isolation thermique des toitures plates existantes

*Notre société se préoccupe de plus en plus des économies d'énergie, de la protection de l'environnement et du confort, ce qui requiert une isolation thermique mûrement réfléchie de l'enveloppe du bâtiment. Une toiture présentant une isolation thermique déficiente peut en effet se trouver à l'origine de pertes énergétiques considérables vu qu'elle représente une superficie importante de l'enveloppe du bâtiment.*

**Texte : E. Mahieu, Ing., Conseiller Principal, Division 'Avis Techniques', CSTC**

Les réglementations flamande, wallonne et bruxelloise en la matière fixent à  $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  le coefficient de transmission thermique U maximum des toitures plates – tant pour des constructions neuves que pour des travaux de rénovation -, ce qui se traduit d'importantes épaisseurs d'isolant. Il convient cependant de s'assurer que la hauteur de 15 cm prescrite pour les relevés d'étanchéité (à mesurer au départ de la toiture plate parachevée) ne soit pas compromise (voir la NIT191).

La division 'AVIS techniques' du CSTC est souvent confrontée à la question de savoir s'il est possible de conserver l'isolation présente sous le support de toiture et/ou d'ajouter une isolation supplémentaire sous l'élément porteur. D'un point de vue acoustique aussi, il peut parfois s'avérer intéressant d'ajouter une couche complémentaire d'isolation (matériau absorbant) sous le support de toiture.

Nous tentons dans cet article de donner un aperçu des différentes façons d'améliorer valablement l'isolation thermique d'une toiture plate existante.

## Compositions de toiture plate recommandées

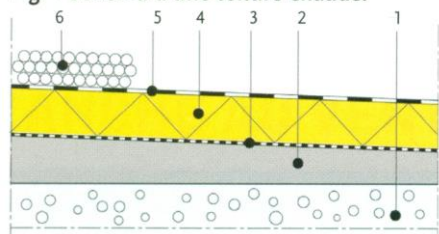
Dans l'optique de réduire au strict minimum les problèmes d'humidité survenant à la suite d'un phénomène de condensation interne, il convient de privilégier, lors de la conception d'une toiture plate, les deux compositions suivantes :

une toiture chaude dont l'isolation thermique est située entre l'étanchéité et le support de toiture ou son éventuel écran pare-vapeur (figure 1)

une toiture inversée dont l'isolation thermique repose sur l'étanchéité (qui fait également office d'écran pare-vapeur) (fig. 2).

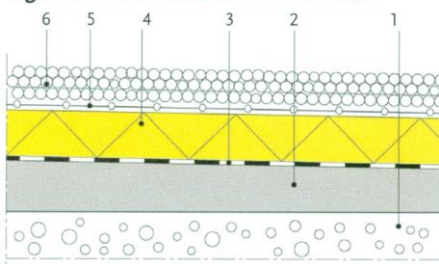
Ces deux types de toiture plate offrent l'avantage de présenter un écran pare-vapeur sur un support continu.

Fig. 1 Schéma d'une toiture chaude.



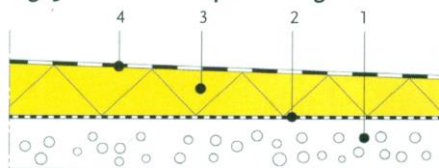
1. Support de toiture
2. Forme de pente
3. Pare-vapeur éventuel
4. Isolation thermique
5. Membrane d'étanchéité
6. Lestage éventuel

Fig. 2 Schéma d'une toiture inversée.



1. Support de toiture
2. Forme de pente
3. Membrane d'étanchéité
4. Isolation thermique
5. Couche de désolidarisation éventuelle
6. Lestage

Fig. 3 Isolation avec pente intégrée.



1. Support de toiture
2. Pare-vapeur
3. Isolation thermique
4. Membrane d'étanchéité

## Compositions de toiture plate moins appropriées

### *Isolation thermique sous le support de toiture*

Il est déconseillé d'incorporer toute l'isolation thermique sous le support de toiture, étant donné que, dans ce cas, on ne dispose plus d'un support continu susceptible de recevoir l'écran pare-vapeur. La finition étanche à l'air et à la vapeur des joints entre les lés du pare-vapeur et des raccords avec les parois voisines dépend dès lors des possibilités techniques de mise en œuvre.

En outre, pareille composition peut engendrer un certain nombre d'inconvénients :

- de plus grandes variations dimensionnelles d'origine thermique au niveau de l'élément porteur ;
- une inertie thermique de l'élément porteur plus difficilement exploitable ;
- un danger accru de ponts thermiques le long des rives et des pénétrations de la toiture ;
- un risque accru de condensation inversée durant les périodes de forte chaleur.

### ***Isolation thermique sur et sous le support de toiture***

Comme indiqué ci-dessus, l'étanchéité à l'air et à la vapeur de l'écran pare-vapeur et de ses raccords est souvent insuffisamment garantie lorsque l'isolant est placé sous le support de toiture. Afin d'assurer cette étanchéité, il convient par conséquent de placer l'écran pare-vapeur au-dessus du support de toiture (c'est-à-dire entre les deux couches d'isolant dans le cas qui nous occupe).

Pour une telle configuration, il y a lieu de tenir compte du fait que l'isolation disposée sous le support de toiture provoque une chute de température au niveau de l'écran pare-vapeur. Si l'isolation thermique située sous le support de toiture est plus performante que celle posée sur ce dernier, la température de l'écran pare-vapeur chutera sensiblement.

Pour éviter la formation de condensation au droit de l'écran pare-vapeur, il est dès lors recommandé de réduire au strict minimum l'isolation thermique placée sous le support de toiture.

Autrement dit, la résistance thermique (valeur R) de l'isolation placée au-dessus de l'élément porteur, c'est-à-dire le quotient obtenu en divisant l'épaisseur du matériau d'isolation par sa conductivité thermique (valeur  $\lambda$ ), devra être supérieure à celle de la couche d'isolation située en dessous de cet élément.

Le risque de condensation peut se vérifier au moyen d'une simulation informatique (par ex. par un calcul selon la méthode de Glaser) <sup>1</sup>

A titre d'exemple, nous avons effectué une telle simulation pour un bâtiment de classe de climat intérieur III présentant une toiture composée de bas en haut :

- d'un plafond de finition ;
- d'une couche d'isolation thermique de 5 cm d'épaisseur (valeur  $\lambda$  : 0,037 W/mK) placée entre des chevrons de bois ;
- d'un espace horizontal non ventilé de 13 cm d'épaisseur ;
- d'un plancher en bois ;
- d'un écran pare-vapeur de classe E3 ;
- d'une couche d'isolation thermique de 5 cm d'épaisseur (valeur  $\lambda$  : 0,037 W/mK) ;
- d'une membrane d'étanchéité

---

<sup>1</sup> Bien que le marché propose actuellement des programmes de simulation plus performants, la méthode de Glaser permet d'obtenir facilement et rapidement un tableau relativement fidèle de la situation.

## CONDENSATION INTERNE

Lorsque de l'air chaud et humide ou de la vapeur d'eau contenue dans ce dernier atteint, respectivement par convection ou par diffusion, les couches supérieures d'un complexe toiture (support de l'étanchéité ou étanchéité proprement dite), il y a un risque de condensation durant toute la période froide.

Pour éviter cette forme de condensation et selon la composition de la paroi et la classe de climat intérieur du bâtiment (voir plus bas), il est indispensable de placer un écran pare-vapeur de côté 'chaud' de l'isolant. Cet écran améliore non seulement l'étanchéité à l'air du complexe (réduisant le risque de convection), mais a également pour but d'éviter la migration de vapeur d'eau par diffusion vers le côté 'froid' de l'isolant.

Dans le cas particulier d'une toiture plate, l'étanchéité à l'air est en principe assurée par la membrane d'étanchéité de la toiture.

Le risque d'être confronté aux problèmes d'humidité à la suite d'un phénomène de condensation interne peut être réduit à un minimum en plaçant sous l'isolation thermique un écran pare-vapeur suffisamment performant, adapté à la composition de la paroi et à la classe de climat intérieur du bâtiment (voir les tableaux de la NIT 215).

Dans cette composition de toiture (comprenant une couche d'isolation de 5 cm tant au-dessus qu'en dessous du support), on constate une formation de condensation aussi bien au niveau de l'écran pare-vapeur que sur le plancher en bois. Alors que la quantité maximale de condensat à la face inférieure des planches demeure limitée (14 g/m<sup>2</sup> par an), elle peut atteindre un niveau excessif sur l'écran pare-vapeur (659 g/m<sup>2</sup> par an), et ce, malgré le fait qu'à ces deux endroits, un certain séchage annuel des condensats soit observé.

Afin de réduire à 200 g par m<sup>2</sup> par an la quantité maximale de condensat dans la toiture et d'éviter tout risque de condensation résiduelle annuelle (critères adoptés dans la NIT 215), il conviendrait, pour la composition précitée, de placer une isolation équivalente de 7 cm d'épaisseur au-dessus du support de toiture (voir également l'annexe 3 de la NIT 215 pour ce qui concerne la méthode de calcul et les critères d'évaluation de la condensation interne). Dans l'éventualité où les hauteurs disponibles sont réduites, le choix d'un matériau d'isolation caractérisé par une conductivité plus faible peut constituer une alternative intéressante. A résistance thermique équivalente ( $R = d/\lambda$ ), le choix d'un isolant de conductivité thermique  $\lambda$  égale à 0,025 W/mK conduirait ainsi à une épaisseur nécessaire de 5 cm.

## Conclusion

Afin de garantir de bonnes performances thermiques de l'enveloppe du bâtiment, il conviendrait, dès la conception, d'opter de préférence pour une toiture chaude ou une toiture inversée. Selon les tableaux de la NIT 215, ce type de toitures peut être doté d'un écran pare-vapeur performant disposé sous l'isolation thermique et reposant sur un support continu. Le risque de voir apparaître des problèmes d'humidité provoqués par de la condensation interne sera minime si l'épaisseur d'isolant est suffisante.

Alors qu'il est déconseillé de ne placer l'isolation thermique que sous le support de toiture, on peut, lors de travaux de rénovation ou d'une optimisation acoustique, opter pour la pose d'une isolation thermique tant au-dessus qu'en dessous du support de toiture. Afin d'éviter toute condensation interne sur l'écran pare-vapeur mis en œuvre entre les deux couches d'isolation, il convient de veiller à ce que la résistance thermique (valeur R) de la couche d'isolation placée au-dessus du support de toiture soit supérieure à son homologue de la couche inférieure.

Le risque de condensation interne est, en principe, insignifiant si la résistance thermique de la couche d'isolation placée au-dessus du support de toiture est au moins 1,5 fois supérieure à celle de la couche située en dessous de celui-ci. Comme la résistance thermique (valeur R) se calcule en divisant l'épaisseur de l'isolant par sa conductivité thermique (valeur  $\lambda$ ), il est dès lors recommandé de choisir, pour la couche d'isolation supérieure, un matériau d'une épaisseur supérieure ou d'une valeur  $\lambda$  inférieure.

Dans l'éventualité où le facteur 1,5 précité ne peut être respecté, il est possible de contrôler le risque de condensation éventuellement induit par l'apport de cette isolation complémentaire à l'aide d'une simulation informatique (par ex. un calcul selon la méthode de Glaser).

## CONDENSATION INVERSÉE

Lorsque de l'humidité est emprisonnée dans un complexe de toiture plate (humidité de construction, condensation interne,...), la présence de la membrane d'étanchéité empêche pratiquement toute possibilité de séchage vers l'extérieur. Les possibilités de séchage viendront essentiellement d'une migration vers l'ambiance intérieure.

Par temps chaud, un flux de vapeur interviendra depuis le complexe toiture vers l'ambiance intérieure. Le cas échéant, une condensation peut se former au droit de l'écran pare-vapeur en raison du flux 'inversé' de vapeur (en été, les températures et les pressions de vapeur extérieures sont en effet supérieures à celles qui règnent à l'intérieur et la température du pare-vapeur peut être inférieure à celle du point de rosée de l'air emprisonné dans la toiture).

Soulignons enfin qu'il est déconseillé de placer des busettes de ventilation sur la toiture en vue d'accélérer le séchage de l'humidité occluse.