

# Condensation dans les toitures à versants isolées

**ir.-architecte Filip Dobbels,**  
 Chef de projet  
 Division Physique du Bâtiment et Climat Intérieur  
 Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC)

*Depuis le lancement de son site web rénové début 2004, le CSTC publie en ligne des infofiches, dont des résumés sont édités dans la nouvelle publication trimestrielle CSTC-Contact. L'objectif de ces infofiches est de communiquer plus rapidement de nouvelles informations et des résultats de recherches intéressants, en attendant la diffusion via un document plus complet et détaillé comme une Note d'Information Technique ou Rapport Technique. Récemment, une infofiche a été publiée sur la "Condensation dans les toitures à versants isolées thermiquement", présentant une nouvelle méthode pour adapter les différentes couches du complexe toiture afin de limiter les risques de condensation et d'éviter les problèmes d'humidité.*

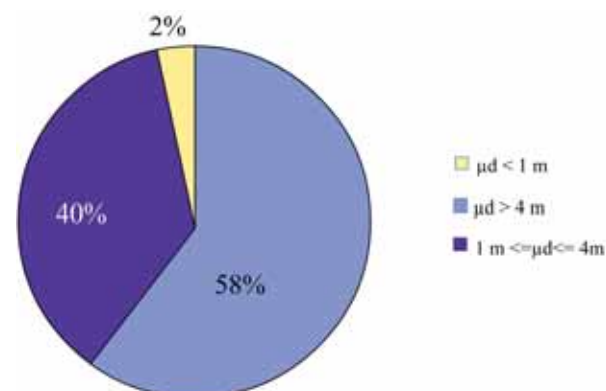


Un problème d'humidité dans un plancher de grenier isolé en raison de l'étanchéité à l'air insuffisante [Foto: Gröger]

Lors d'un mauvais choix des matériaux utilisés et/ou d'une exécution erronée, les toitures isolées thermiquement peuvent présenter des problèmes d'humidité par condensation. Puisqu'il existe encore des malentendus à ce sujet, il est important de souligner que les problèmes d'humidité dans les toitures ne sont jamais provoqués par 'trop d'isolation'. Ils résultent toujours d'une mauvaise composition de toiture ou d'une exécution erronée. Du point de vue technique, il est parfaitement possible de réaliser des toitures hautement isolées (par ex. une valeur U d'env. 0,15 W/m<sup>2</sup>K) avec un bon comportement hygrothermique.

Jusqu'à présent, on faisait appel à la méthode simplifiée décrite dans une série de Notes d'Information Techniques du CSTC : la NIT 134 (construction hygrothermique correcte de toitures, 1980) et repris dans la NIT 175 (toitures en tuiles, 1989), NIT 186 (toitures en tuiles plates, 1992), NIT 195 (toitures en ardoises, 1995) et NIT 202 (toitures en tuiles en béton, 1996). A l'aide de tableaux, une classe d'étanchéité à la vapeur minimale était déterminée en fonction de la classe de climat intérieur et du type de sous-toiture et de couverture. Puisque ces tableaux étaient basés sur des études effectuées pendant les années '70, une actualisation s'imposait. Entre-temps, un grand nombre de nouveaux types de produits pour sous-toitures et membranes d'étanchéité à l'air/à la vapeur ont été lancés sur le marché. En concertation avec les fabricants de sous-toitures, on a rédigé un aperçu le plus complet possible des produits actuellement disponibles sur le marché belge et de leurs caractéristiques. Ainsi, il s'est avéré qu'il existe actuellement de nombreuses membranes très perméables à la vapeur, dont certaines sont équipées d'une couche capillaire.

Pourtant, dans la pratique, on utilise toujours assez fréquemment des membranes de sous-toitures relativement étanches à la vapeur, tandis que des études ont révélé que les problèmes d'humidité se manifestent presque exclusivement lorsque la sous-toiture est étanche à la vapeur. Ceci est également clairement démontré par les statistiques du service Conseils Techniques du CSTC



Pourcentage des cas de dommages en fonction de la valeur  $\mu d$  du produit de sous-toiture appliqué : les toitures avec une sous-toiture relativement étanche à la vapeur ( $\mu d > 1m$ ) représentent 98% des problèmes d'humidité dans les toitures à versants auxquels le CSTC est confronté.

[réf. CSTC: statistiques ATA, 2000-2004]

Il y a deux ans, le CSTC a démarré en collaboration avec KUL, UGent et WenK, une étude intitulée "Problèmes d'humidité dans les toitures: l'impact des techniques de construction actuelles et conditions annexes". Dans le cadre de cette étude, dont la biennale sera bientôt clôturée, on a mesuré le climat intérieur dans une quarantaine d'habitations récentes sur une période de minimum six mois. Ceci a résulté dans une base de données unique relativement importante (actuellement env. 15,4 mil-

lions de valeurs mesurées) qui offre la possibilité d'analyser avec précision, par la simulation dynamique avec des valeurs d'entrée réelles, certains problèmes d'humidité et ceci en conformité avec la réalité.

Dans le cadre de cette étude, le Prof. Arnold Janssens (UGent) a présenté une méthode actualisée pour adapter les unes aux autres les différentes couches dans la toiture. Le principe de cette méthode a été fondamentalement approuvée par l'équipe de recherches et par le Groupe de travail "Isolation thermique de toitures à versants". Actuellement, celle-ci est développée à une méthode applicable dans la pratique. Elle met l'accent, en ce qui concerne les classes de climat intérieur courantes, sur l'étanchéité à l'air et la capacité de séchage de toitures, tandis qu'auparavant, la méthode était plutôt axée sur la limitation de la diffusion de vapeur à partir de l'environnement intérieur. De ce fait, le choix de la sous-toiture gagne en importance (suffisamment perméable à la vapeur et/ou capillaire), pour permettre le séchage vers l'extérieur, en combinai-

son avec une couche suffisamment étanche à l'air et à la vapeur du côté chaud de l'isolant. La nouvelle méthode tient également compte des valeurs réelles de l'étanchéité à l'air, pouvant être atteintes avec les produits et techniques de construction actuelles. L'étude démontre également que l'étanchéité à l'air est un facteur crucial dans la régulation hygrométrique des toitures. Une toiture à versant avec une membrane d'étanchéité à l'air performante (exécutée correctement) aura généralement moins de risques de présenter des problèmes de condensation. Dans l'infofiche, on donne un aperçu des différents types de sous-toitures disponibles actuellement sur le marché et, classés en fonction de leur résistance de diffusion à la vapeur d'eau (valeur  $\mu d$ ). Les mesures pour éviter des problèmes d'humidité sont indiquées par type (voir tableau). En fonction du type de sous-toiture, il faudra appliquer une membrane d'étanchéité en dessous de l'isolation, dont les performances dans le domaine de l'étanchéité à la vapeur et à l'air répondent aux exigences formulées dans le tableau.

On commente également brièvement la cause théorique des problèmes d'humidité dans les toitures à versants isolées et on donne quelques conseils pour éviter les problèmes d'humidité ou pour les résoudre lorsqu'ils se manifestent.

### Le problème de l'humidité en général

Généralement, les traces d'écoulement apparaissent après une période de froid, au voisinage des pannes, des pieds de versant et/ou des pénétrations en toiture (par ex. fenêtre de toiture, souche de cheminée,...). Le problème est le plus prononcé lorsque l'isolation thermique est insérée entre les chevrons ou les fermettes. Cependant, il peut aussi se présenter dans le cas de panneaux sandwich préfabriqués et d'isolants disposés sous les chevrons ou même dans le plancher des combles. La perméabilité à la vapeur et la capillarité de la sous-toiture jouent un rôle déterminant, en particulier si l'on combine une sous-toiture non capillaire et très peu perméable à la vapeur d'eau avec une étanchéité à l'air et à la vapeur assurée uniquement par les finitions intérieures ou par le papier kraft aluminé associé à certains matelas d'isolation thermique. Dans ces cas, l'exécution des ouvrages de raccord est sensiblement plus compliquée, ce qui diminue souvent l'étanchéité à l'air de la toiture.

### Principales causes et moyens de prévention

En général, quatre conditions doivent être remplies simultanément pour qu'une condensation interne se manifeste, à savoir :

- présence d'une source d'humidité
- transport de la vapeur d'eau
- existence d'un ou plusieurs plans de condensation
- évacuation insuffisante de l'humidité au droit du ou des plans de condensation

Pour éviter des problèmes de condensation dans de telles situations, il existe plusieurs solutions.

- 1 Installation d'une sous-toiture très perméable à la vapeur ( $\mu d \leq 0,5$  m) et de préférence capillaire  
Cette solution est conseillée surtout

Tableau "Des types de sous-toitures courants pour les classes de climat intérieur I, II et III"

Sous-toitures rigides		Dispositifs recommandés
Type	$\mu d$ (m)	
Fibrociment (capillaire) Fibres de bois (capillaires)	0,25 0,10-0,25	Sous-toiture recommandée, car capillaire et/ou très perméable à la vapeur. Dans ce cas, un film de polyéthylène de 0,2 mm d'épaisseur, par exemple, suffit pour assurer une étanchéité à l'air et à la vapeur satisfaisante à la face chaude de l'isolant.
Polyéthylène et/ou polypropylène rigide (non capillaires)	1	
Sous-toitures souples (*)		Sous-toiture nécessitant le plus souvent un système d'étanchéité à l'air et à la vapeur particulier comportant des dispositifs spécifiques, notamment au droit des percements et des raccords.
Fibres de polyéthylène non tissé Film de polypropylène tissé ou non tissé	0,02-0,05 0,02-0,1	
Membrane multicouche de polyoléfiné Film de polyester enrobé de polyuréthane (‡)	0,02 0,15	Sous-toiture nécessitant toujours la mise en place, sur la face chaude de l'isolant, d'un système d'étanchéité à l'air et à la vapeur particulier (dispositifs spécifiques et pièces de raccord <i>ad hoc</i> , notamment au droit des percements et des raccords) ou, mieux, la mise en œuvre, sous le pare-vapeur, d'un support continu tel que celui envisagé ci-dessous.
Polyéthylène microperforé PVC microperforé Fibres synthétiques enrobées de bitume	2-3 2,5 4	
Membrane composée d'un non-tissé enrobé de bitume	10-35	
Membrane d'étanchéité continue (‡)	150	Sous-toiture nécessitant des dispositions particulières pour la pose de l'étanchéité à l'air et à la vapeur. Un support continu est nécessaire pour assurer une pose optimale de l'écran d'étanchéité à l'air et à la vapeur.

(\*) Les sous-toitures souples ne sont généralement pas capillaires.  
(†) Ce type de sous-toiture peut être muni d'une couche capillaire.  
(‡) Membrane d'étanchéité telle que celle utilisée sur une toiture plate (cas d'une toiture à versants à très faible pente – cf. CSTC-Magazine 3/1992, p. 26 à 30).

lorsque l'étanchéité à l'air et à la vapeur peut présenter des lacunes liées aux détails et aux difficultés de mise en oeuvre et/ou que le bâtiment est en légère surpression. Le tableau dans cet article résume, pour les types de sous-toitures les plus courants, les dispositifs recommandés pour assurer l'étanchéité à l'air et à la vapeur et éviter des problèmes de condensation interne.

## 2 Installation d'un système d'étanchéité à l'air et à la vapeur le plus continu possible

L'utilisation d'un film de polyéthylène de 0,2 mm d'épaisseur et de grande largeur semble être une solution adaptée, lorsqu'il n'y a pas trop de raccords délicats (entre l'étanchéité à l'air et à la vapeur, autour d'une cheminée circulaire, présence de spots,...). L'emploi de matelas isolants munis de papier kraft aluminé ne devrait être envisagé que dans une toiture comportant peu de raccords délicats ou en complément sur l'étanchéité à l'air et à la vapeur par un film de polyéthylène. Il est d'ailleurs difficile d'assurer une étanchéité à l'air performante par le seul biais d'une feuille aluminée. Si les finitions intérieures servent de barrière à l'air et à la vapeur, il y a lieu d'éviter toute perforation par des spots ou des câbles électriques et de soigner l'étanchéité à l'air au droit des raccords avec les parois adjacentes et les pièces de charpente. L'étanchéité à la vapeur d'une plaque de plâtre non pourvue d'une feuille d'aluminium ne suffit pas toujours, même en l'absence de discontinuités, la vapeur peut diffuser vers la sous-toiture.

## 3 Autres méthodes

- Collage des raccords entre les lés de la membrane assurant l'étanchéité à l'air et à la vapeur et exécution soignée des détails.
- Limiter les traversées de toiture.
- Dès le stade de la conception, choisir un complexe toiture dont l'accessibilité permet une exécution aisée et soignée des raccords.
- Maintien d'un climat intérieur aussi favorable que possible, en chauffant et en ventilant les locaux de manière légère et permanent.
- Dans le cas de panneaux sandwich constituant simultanément la structure et l'isolation thermique de la toiture, assurer l'étanchéité à l'air des raccords entre les panneaux, au droit de leurs appuis et des raccords avec les autres parois (par ex. rives).
- Privilégier un complexe de toiture 'chaude' dont la barrière d'étanchéité à l'air et à la vapeur est mise en oeuvre sur un support entièrement continu (par ex. panneaux sur chevrons). Cette solution est la plus sécurisante lorsque la toiture à versants abrite des locaux à forte production d'humidité.

## Solutions des problèmes de condensation

Lorsque les finitions intérieures sont en place, il est souvent difficile de résoudre des problèmes de condensation à la face interne d'une sous-toiture, sans envisager d'importants travaux. On peut dans un premier temps :

- améliorer l'étanchéité à l'air des finitions intérieures en colmatant tous les raccords et les discontinuités ou en posant une sous-couche continue

**"Des sous-toitures étanches à la vapeur engendrent régulièrement des problèmes d'humidité"**

(papier aluminium à coller) permettant d'améliorer l'étanchéité à l'air (obturation de toutes les perforations) et à la vapeur, et d'appliquer une finition ultérieure (par ex. une couche de peinture)

- appliquer un film de polyéthylène, maintenu sur l'ensemble de la surface au moyen de contre-lattes qui serviront de support à la nouvelle finition intérieure.

Si ces remèdes ne donnaient pas satisfaction, il y aura lieu de démonter les finitions intérieures et/ou de remplacer la sous-toiture par un produit très perméable à la vapeur.

## Une nouvelle Note d'Information Technique spéciale

Le résumé plus détaillé de cette infofiche, dont est extraite l'information susmentionnée, a été publié dans le CSTC-Contact n° 4 (décembre 2004). La version in extenso peut être consultée sur le site du CSTC ([www.cstc.be](http://www.cstc.be)). La méthode actualisée pour choisir des produits de sous-toiture et écrans à l'air et à la vapeur sera intégrée - lorsque la rédaction sera terminée - dans la Note d'Information Technique 'Isolation thermique des toitures à versants', actuellement en préparation au CSTC et qui paraîtra probablement dans le courant de 2006. ■