



Lorsque l'on constate la présence d'humidité dans une toiture plate, on pense en premier lieu à une infiltration (voir Les Dossiers du CSTC 2016/4.6). Des problèmes d'humidité peuvent toutefois également survenir sur la face inférieure de la toiture plate, sans que ceux-ci ne soient liés à la pluie. Dans ce cas, la condensation est généralement à mettre en cause. Cet article traite en détail du phénomène de condensation inversée et des méthodes permettant d'éviter les problèmes causés par ce type de condensation dans les toitures plates chaudes.

Problèmes d'humidité dus à la **condensation inversée** dans les toitures plates chaudes

1 Condensation interne et inversée

La condensation interne dans les toitures plates apparaît principalement durant les périodes les plus froides de l'année (hiver), plus précisément lorsque l'air intérieur chaud et humide traverse l'isolation thermique et se condense au contact de la couche froide de l'étanchéité à la vapeur. Afin d'éviter ce problème, il convient généralement de placer un pare-vapeur, faisant également office de barrière d'étanchéité à l'air, dans le complexe toiture (voir NIT 215, § 6).

Par temps froid, la pression de vapeur (¹) dans les locaux intérieurs est souvent plus élevée que dans la toiture et dans l'environnement extérieur, ce qui entraîne une migration de la vapeur de l'intérieur vers l'extérieur (via le complexe toiture). Par temps chaud, ce flux de vapeur est généralement inversé.

Lorsqu'une certaine quantité d'humidité se trouve dans le complexe toiture, ce phénomène de migration inversée de la vapeur entraîne l'humidité vers l'intérieur (²). Si la température du plancher de toiture et/ou du pare-vapeur est inférieure à celle du point de rosée dans

le complexe toiture, l'humidité qui a migré peut se condenser à cet endroit. Ce phénomène est appelé condensation inversée.

Cette humidité de condensation peut engendrer des problèmes si elle s'écoule à l'intérieur via les discontinuités du pare-vapeur et/ou du plancher de toiture (au droit des points lumineux ou des joints, par exemple). Etant donné que des infiltrations surviennent également souvent à ces endroits, les deux phénomènes ne sont pas toujours faciles à distinguer. Les conditions météorologiques durant lesquelles ces problèmes d'humidité se produisent peuvent, dans ce contexte, apporter la réponse (voir Les Dossiers du CSTC 2016/4.6).

2 Conditions limites pour l'apparition de condensation inversée

Pour que de la condensation inversée apparaisse dans une toiture plate, trois conditions limites doivent être réunies :

- une certaine quantité d'humidité (de construction) emprisonnée doit être présente
- la différence de pression de vapeur

au-dessus des couches humides du complexe toiture doit être suffisamment élevée

- la température du plancher de toiture et/ou du pare-vapeur doit être suffisamment faible.

2.1 Humidité (de construction) emprisonnée

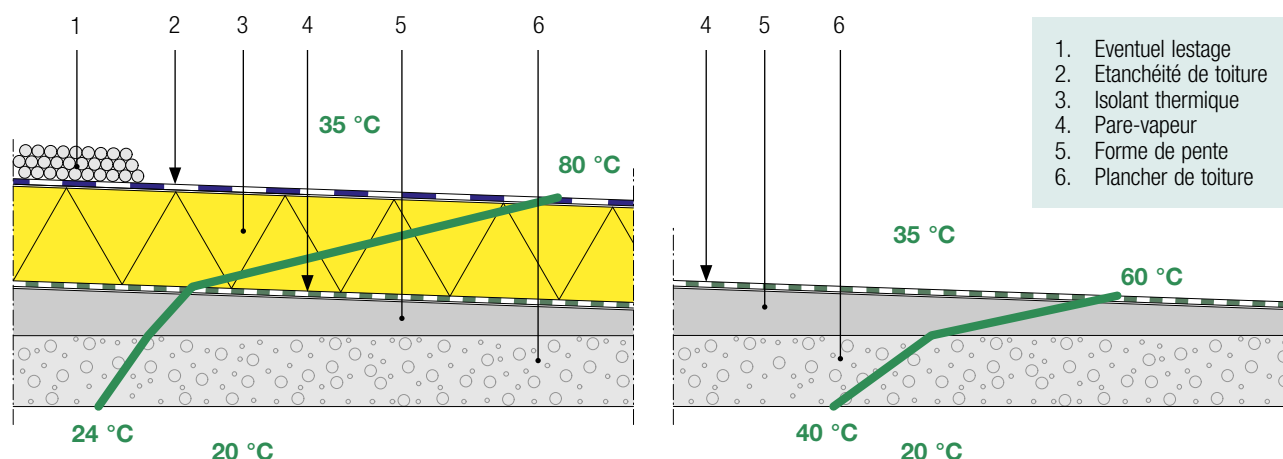
L'humidité présente dans la toiture plate peut avoir diverses origines.

Ainsi, une certaine quantité d'humidité peut être présente dans la toiture à la suite d'infiltrations ou d'une condensation interne. Cette humidité peut se manifester directement dans les locaux se trouvant sous la toiture, mais elle peut également s'accumuler autour et au sein de la couche d'isolation thermique. Cette dernière peut d'ailleurs être humidifiée avant ou pendant la mise en œuvre (ce qui est évidemment à éviter).

L'humidité peut également provenir de l'utilisation, sous la couche d'isolation, de matériaux comportant une quantité importante d'humidité de construction. C'est notamment le cas des formes de pente liées au ciment (en béton mousse, par exemple, voir également Les Dos-

(¹) La pression de vapeur est la pression que la vapeur d'eau exerce sur son environnement lorsqu'elle est mélangée à de l'air. Elle est fonction de la température et de l'humidité relative de l'air (voir NIT 153).

(²) Dans le cas des 'toitures compactes', on compte sur ce phénomène pour sécher le complexe toiture. Ceci n'étant pas sans risque, de nombreuses conditions limites doivent être remplies (voir Les Dossiers du CSTC 2012/2.6).



Evolution (indicative) de la température dans un complexe toiture avec isolation thermique (à gauche) et sans isolation thermique (à droite).

siers du CSTC 2014/2.5). Pour éviter l'apparition de condensation interne durant les périodes les plus froides de l'année, un pare-vapeur doit toujours être posé sur de telles formes de pente ou sur les planchers porteurs (voir NIT 215, § 6).

En cas de planchers de toiture composés de dalles alvéolées ou de tôles d'acier profilées, de l'humidité peut s'introduire dans les alvéoles ou dans les creux durant la phase de construction. Afin d'éviter cette présence d'humidité dans la mesure du possible, ces planchers doivent être percés à leur point le plus bas.

2.2 Migration inversée de vapeur

La condensation inversée n'apparaît que si la différence de pression de vapeur au-dessus des couches humides du complexe toiture (c'est-à-dire les formes de pente ou d'isolation) est suffisamment élevée.

Dans les formes de pente renfermant de l'humidité de construction, le gradient thermique – et, par conséquent, la différence de pression de vapeur – sera d'autant plus faible que le niveau d'isolation de la toiture augmente (voir figure ci-dessus). Le séchage sera alors plus lent et le risque de condensation inversée moindre (à moins qu'il y ait des ponts thermiques dans le complexe toiture). En principe, l'humidité de construction présente dans les formes de pente engendrera de la condensation inversée uniquement dans les complexes toitures peu isolés thermiquement. Les toitures

qui ont été isolées conformément à la législation énergétique en vigueur sont moins exposées à ce risque.

Si l'isolation thermique a été humidifiée avant ou durant la mise en œuvre, un risque de condensation inversée est toutefois à craindre. Dans une telle situation, le gradient thermique dans l'isolant peut en effet être tel que l'humidité emprisonnée se diffuse vers l'intérieur et se condense au contact du pare-vapeur ou du plancher porteur.

2.3 Température du plancher porteur et/ou du pare-vapeur

Plus la température du plancher porteur et/ou du pare-vapeur est faible, plus le risque de condensation est important.

Dans les bâtiments chauffés munis d'une toiture isolée thermiquement, on peut supposer que le support de la toiture est plus ou moins constamment à la même température. Dans le cas contraire, l'inertie thermique du plancher porteur doit être correctement prise en compte. En cas de planchers de toiture lourds (en béton, par exemple), il faut en effet un temps assez long avant qu'il y ait un équilibre avec la température ambiante. Pour ce qui est des bâtiments non chauffés, il est fréquent, par exemple, que la température du plancher porteur en béton reste longtemps inférieure à celle de l'air ambiant.

En présence d'humidité de construction, ceci contribue non seulement à faire apparaître de la condensation interne,

mais peut également créer, durant les périodes les plus chaudes et les plus humides, de la condensation superficielle sur la partie inférieure du plancher porteur (dans les garages non chauffés, par exemple), qui se manifeste par la formation de gouttes.

3 Conclusion

Afin d'éviter l'apparition de condensation inversée dans les toitures plates, il convient de les munir d'une isolation thermique correcte et de veiller à ce que la couche d'isolation ne soit pas interrompue (ponts thermiques). En outre, il faut veiller avant, pendant et après la mise en œuvre à ce que l'isolant ne soit pas humidifié. Dans une toiture plate, même un pare-vapeur caractérisé par une résistance faible ou variable à la diffusion de vapeur ne pourra pallier une humidification excessive de l'isolant.

Si une toiture plate connaît un problème de condensation inversée, mais qu'il n'y a plus de migration d'humidité (par condensation interne et/ou infiltration), on peut s'attendre à ce que ce phénomène disparaisse avec le temps. Il est toutefois impossible de prévoir après combien de temps, car tout dépend de la quantité d'humidité emprisonnée et des conditions de séchage. L'ajout d'une couche d'isolation dans le complexe toiture peut, dans certains cas, apporter une solution. |

E. Mahieu, ing., chef adjoint de la division Interface et consultation, CSTC