

Bausachverständige

Dommages aux bâtiments, techniques du bâtiment et des installations, droit de la construction et expertise



Extrait :
Capacité de rétention de l'eau de condensation des isolants en fibres minérales avec et sans traitement hydrophobe

Capacité de rétention de l'eau de condensation des isolants en fibres minérales avec et sans traitement hydrophobe

Contexte

Dans certaines circonstances, une condensation temporaire peut se produire dans les constructions isolées. Si la quantité d'eau de condensation devient trop importante, celle-ci peut s'écouler. Il est préférable d'éviter ce phénomène, car l'eau qui s'écoule peut s'accumuler en certains points, endommager la structure du bâtiment ou même s'échapper des éléments de construction.

La quantité d'eau de condensation admissible varie entre 30 et 500 g/m² selon les différentes normes nationales et internationales. En pratique, la valeur de référence de 200 g/m² définie par la norme DIN EN ISO 13788 [1] est aujourd'hui souvent utilisée pour évaluer le risque d'écoulement de l'eau de condensation. Toutefois, cette valeur ne s'applique qu'aux matériaux dits « non absorbants », sans précision supplémentaire. Or, les fibres minérales peuvent également absorber de faibles quantités d'humidité. De plus, depuis l'établissement de cette valeur il y a environ 20 ans, la diversité des matériaux isolants fibreux s'est considérablement élargie et leurs propriétés physiques présentent parfois des différences importantes. En raison des nombreuses questions pratiques liées à ce sujet, il a semblé judicieux d'affiner ou de réévaluer cette valeur de référence. C'est pourquoi l'Institut Fraunhofer pour la physique du bâtiment IBP a mesuré, dans le cadre du projet de recherche NaVe [2] la « capacité de rétention de l'eau de condensation » de différents matériaux isolants fibreux. Les résultats montrent que, pour les matériaux isolants fibreux non absorbants, la capacité de rétention de l'eau de condensation augmente avec leur capacité de sorption. Dans le même temps, il a été démontré que les matériaux isolants fibreux absorbants peuvent tolérer de plus grandes quantités d'eau de condensation.

Ce rapport examine les différentes quantités d'eau de condensation retenues par les produits en fibres minérales avec et sans traitement hydrophobe. De nouvelles valeurs limites spécifiques aux produits sont proposées pour ces deux groupes de matériaux. Il est ensuite montré comment le risque d'écoulement de l'eau de condensation peut être anticipé à l'aide de simulations hygrothermiques des composants.

Matériaux isolants en fibres minérales non hydrophobes

Les produits en fibres minérales sont généralement traités pour être hydrophobes afin de réduire l'absorption d'humidité. Toutefois, pour certaines applications protégées des intempéries, telles que l'isolation entre chevrons, l'isolation dans les constructions à ossature bois, l'isolation intérieure, les cloisons et les plafonds, il est aujourd'hui possible et courant de renoncer à l'hydrofugation pour certains produits.

Propriétés des matériaux avec et sans traitement hydrophobe

Le tableau 1 répertorie les propriétés des matériaux isolants en fibres minérales dont la capacité de rétention d'eau de condensation a été déterminée dans le laboratoire Fraunhofer IBP.

Les masses volumiques sont comprises entre 17 et 36 kg/m³ et la conductivité thermique varie entre 0,030 et 0,034 W/mK. Il s'agit donc de produits en fibres minérales plutôt légers et offrant une bonne isolation. Il convient toutefois de noter que la teneur en eau à l'équilibre, pour une humidité relative

Tableau 1 : Propriétés des matériaux isolants en fibres minérales avec et sans traitement hydrophobe

Hydrofugation	hydrophobe			non hydrophobe		
Masse volumique [kg/m ³]	20	30	35	17	33	36
Conductivité thermique [W/mK]	0,034	0,031	0,031	0,034	0,031	0,030
Humidité de sorption à 80 % d'humidité relative [kg/m ³]	0,7	1,1	0,8	0,3	0,1	1
Saturation libre [kg/m ³]	372	510	536	318	445	544
Valeur w ₄ * [kg/m ² /h]	-	-	-	6,2	6,9	15
Capacité de rétention de l'eau de condensation** [g/m ²]	187	145	161	250	270	510

* Coefficient d'absorption d'eau ; valeurs déterminées après un test d'absorption de 4 heures

** mesuré sur une plaque métallique

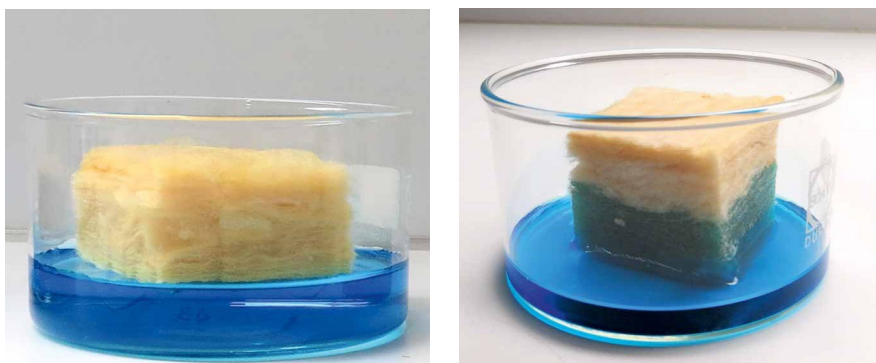


Fig. 1: Différence de capacité d'absorption entre les isolants en fibres minérales avec hydrofugation (à gauche) et sans (à droite) ; état après une heure de contact avec de l'eau.

de 80 %, est inférieure à $1,1 \text{ kg/m}^3$, indépendamment du traitement hydrophobe, ce qui est plutôt faible. De plus, aucune différence significative n'est observée entre les matériaux hydrophobes et non hydrophobes en ce qui concerne la saturation libre. On observe ici un lien avec la capacité d'absorption d'eau, décrite par une valeur w_4 dans le tableau 1. Les produits hydrophobes classiques ne sont généralement pas absorbants, avec une valeur w_4 proche de zéro. C'est pourquoi, pour ce type de produits, la valeur w n'a été mesurée que dans des cas exceptionnels à l'IBP. Les produits non hydrophobes ont généralement une valeur w_4 supérieure à $5,0 \text{ kg/m}^2\sqrt{\text{h}}$, ce qui correspond à la classe d'absorption d'eau W3 (absorption d'eau élevée) selon la norme DIN 4108-10 [3]. La figure 1 illustre la différence d'absorption d'eau entre les isolants en fibres minérales hydrophobes et non hydrophobes. Lors de l'essai, les deux matériaux ont été placés à la surface d'une eau colorée en bleu et leur état a été photographié après une heure. Alors que la fibre minérale hydrophobe flottait encore, le matériau non hydrophobe a progressivement absorbé l'eau et a coulé. L'eau a été absorbée par la face en contact avec l'eau et non par les côtés.

Détermination de la capacité de rétention de l'eau de condensation en laboratoire

Dans le cadre du projet de recherche NaVe[2], la formation de condensation dans les murs extérieurs isolés a été reproduite en laboratoire afin de déterminer la capacité de rétention des matériaux isolants fibreux.

Les essais ont été réalisés sur une plaque de refroidissement verticale dans une chambre climatique, afin de

définir précisément les conditions aux limites et de les maintenir constantes. Les matériaux (film ou matériaux isolants) ont été placés dans un cadre en plastique avec un dos en métal, qui a été appliqué sur la plaque de refroidissement à l'aide d'une pâte thermoconductrice. L'eau de condensation non retenue a été évacuée et recueillie à l'aide d'un dispositif approprié. La présence d'eau dans le récipient collecteur a été vérifiée régulièrement. Dès que de l'eau de condensation s'est écoulée, la quantité d'humidité encore présente dans le système a été déterminée.

Capacité de rétention de l'eau - dépendance au support

Dans un premier temps, les quantités d'eau de condensation pouvant être retenues sur différentes surfaces ont été comparées. Les résultats ont montré que sur les surfaces lisses et hydrophobes, telles que les films PE, la quantité d'eau de condensation était inférieure d'environ 50 g/m^2 à celle observée sur des plaques métalliques similaires, lisses mais hydrophiles. En outre, les surfaces hydrophobes mais finement structurées, telles que les membranes doublées de non-tissé, peuvent absorber la même quantité d'eau que les plaques métalliques. Les membranes à structure grossière, telles que les membranes renforcées de tissu, présentent également, malgré leur traitement hydrophobe, une quantité d'eau de

condensation supérieure d'environ 50 g/m^2 à celle des membranes à structure fine. Les résultats des essais permettent de déduire les valeurs limites pour les différentes caractéristiques de surface qui figurent au tableau 2.

Capacité de rétention - isolants en fibres hydrophobes

La quantité d'eau de condensation pouvant être retenue dans différents matériaux isolants fibreux a été ensuite déterminée. Au total, 14 matériaux isolants différents ont été testés : neuf fibres minérales, trois fibres de bois et deux fibres de cellulose. Pour dix matériaux isolants, un écoulement d'eau de condensation a été observé au cours des trois jours d'essai, ce qui a permis de déterminer la quantité d'eau de condensation retenue, comprise entre 100 et 550 g/m^2 sur un film PE. En revanche, quatre matériaux isolants n'ont présenté aucun écoulement après trois jours, bien que certains contenaient déjà plus de 1000 g/m^2 de condensation. Ces matériaux ont en commun une forte capacité d'absorption, avec un coefficient d'absorption d'eau (valeur w_4) supérieur à $5,0 \text{ kg/m}^2\sqrt{\text{h}}$.

La corrélation entre la capacité de rétention d'eau des matériaux isolants fibreux hydrophobes et leurs propriétés a donc été analysée plus en détail. Les résultats montrent une forte corrélation (0,9) entre la capacité de sorption du matériau et sa capacité à retenir l'eau de condensation. En revanche, contrairement aux attentes, le lien avec la masse volumique ou la saturation libre était faible. De plus, la capacité de rétention de l'eau de condensation a été mesurée pour tous les matériaux en combinaison avec une plaque métallique et un film PE. Il s'est avéré que la capacité de rétention dépendante du support mentionnée précédemment s'applique également en cas de contact avec l'isolant.

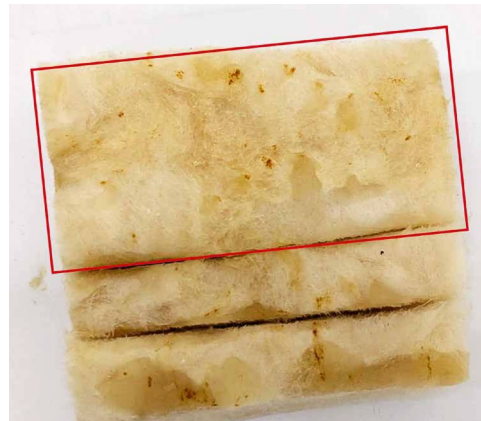
Tableau 2 : Valeurs limites fixées pour la rétention de l'eau de condensation en fonction des propriétés du support

Propriétés du support	hydrophile	hydrophobe		
	Lisse	Lisse	Finement structuré	Grossièrement structuré
Support testé	Plaque métallique	Film PE	Film + non-tissé	Film + tissu
Valeur limite [g/m^2]	100	50	100	150

Après deux jours



Après trois jours



Derrière le matériau isolant

Échantillon découpé

Fig. 2 : Formation de condensation derrière l'isolant après deux et trois jours (à gauche) et zones détrempées et séparées par l'écoulement de la condensation (à droite) ; détermination de la capacité de rétention de la condensation après trois jours uniquement à partir de la zone supérieure (marquée en rouge)

Capacité de rétention des isolants en fibre de verre non hydrophobisés

Dans le cadre du projet NaVe, seule la teneur finale en eau a été mesurée pour les matériaux à forte capacité d'absorption qui n'avaient pas encore évacué d'eau de condensation au cours des trois premiers jours, sans analyse complémentaire. Par la suite, la capacité de rétention d'eau de condensation de trois produits en fibre de verre non hydrophobes a été mesurée à la demande du fabricant Saint-Gobain ISOVER SA Suisse. L'évolution de l'état de condensation dans les matériaux a également fait l'objet d'un suivi quotidien. La figure 2 illustre, à titre d'exemple, l'état d'un matériau après deux et trois jours. Comme de la condensation s'était déjà accumulée dans la partie inférieure après le premier jour, cette partie a été retirée et la mesure a été poursuivie. Cette opération a été répétée le lendemain et seule la teneur en eau non écoulee présente dans la partie supérieure a été prise en compte comme capacité de rétention.

La capacité de rétention d'eau mesurée de cette manière pour les trois produits en fibre de verre non hydrophobes se situait entre 250 et 510 g/m², soit nettement au-dessus de la moyenne d'environ 165 g/m² pour les produits hydrophobes, mesurée dans le cadre du projet NaVe.

La corrélation entre les propriétés physiques de ces matériaux et leur capacité de rétention de l'eau de condensation a également été étudiée. La corrélation avec le coefficient d'absorption d'eau w_4 est de 0,99, ce qui représente une corrélation presque parfaite pour les trois produits testés ici. Cependant, d'autres tests avec d'autres produits et fabricants de matériaux isolants non hydrophobes sont nécessaires pour vérifier si ce rapport peut être généralisé.

Nouvelles valeurs limites pour la capacité de rétention de l'eau de condensation

Sur la base des études menées dans le cadre du projet NaVe, une nouvelle valeur limite minimale de 100 g/m² a été fixée, soit la moitié de la valeur standard précédente de 200 g/m² selon la norme DIN EN ISO 13788 [1]. Le durcissement des exigences au bas de la fourchette des matériaux isolants fibreux est toutefois compensé par une augmentation de la valeur limite en fonction des propriétés des matériaux isolants fibreux et des propriétés de surface du matériau adjacent. Grâce aux nouvelles études, des valeurs limites peuvent désormais être ajoutées pour les matériaux isolants en fibres de verre non hydrophobes considérés dans le cadre de cette étude.

Ces valeurs limites individuelles peuvent être déterminées comme suit:

Matériau isolant fibreux hydrophobe:

$$RC [g/m^2] = 100 [g/m^2] + 20 \cdot u_{80} [kg/m^3] + b [g/m^2] \quad (1)$$

Isolant en fibre de verre absorbant non hydrophobe:

$$RC [g/m^2] = 30 [g/m^2] + 25 \cdot \text{valeur } w_4 [kg/m^2 \cdot h] + b [g/m^2] \quad (2)$$

où:

RC: capacité de rétention (anglais retention capacity)

u_{80} : teneur en eau à 80% Hr.

valeur w_4 : coefficient d'absorption d'eau après 4 heures

b: supplément pour le support comme suit:

0 g/m² pour inconnu ou lisse et hydrophobe

50 g/m² pour lisse, hydrophile / finement

structuré, hydrophobe

100 g/m² à structure grossière

Il convient toutefois de noter que le deuxième terme de la formule (2) n'a été déterminé jusqu'à présent que sur la base de trois produits d'un seul fabricant.

De plus, ces formules sont définies à des fins de calcul de telle sorte que les valeurs limites sont légèrement inférieures aux valeurs de rétention mesurées en laboratoire. Il semble donc judicieux, en particulier pour les matériaux isolants en fibres non hydrophobes, de déterminer dans un premier temps des valeurs limites spécifiques à chaque produit.

Pour les produits testés ISOVER UNIROLL 034, ISOCONFORT 032 et SWISSROLL 030, les quantités d'eau de condensation retenues déterminées sont enregistrées comme valeurs limites avec leurs propriétés matérielles dans la base de données du programme de simulation hygrothermique WUFI® [5].

Capacité de rétention en fonction de l'inclinaison

Les valeurs limites décrites ci-dessus concernent les parois verticales, car elles ont été déterminées à partir de mesures effectuées à l'aide d'un appareil de mesure vertical. Pour les toits, il est possible de se référer aux résultats de l'étude sur les valeurs limites en fonction de l'inclinaison [4].

Dans cette étude, la quantité d'eau de condensation retenue sur le non-tissé PE a été déterminée pour différentes inclinaisons, et les valeurs limites correspondantes sont indiquées au tableau 3. La quantité minimale de condensation pouvant être retenue à 90°, soit 100 g/m², correspond bien à la valeur mesurée dans le projet NaVe pour les isolants fibreux sur une plaque métallique (surface lisse hydrophile). Le non-tissé PE correspond essentiellement à la situation d'un film lisse directement appliqué sur un isolant fibreux. Il semble donc justifié, si nécessaire, d'estimer l'augmentation de la capacité de rétention sur une surface inclinée en ajoutant la

valeur corrective liée à l'inclinaison, indiquée dans le tableau 3, à la valeur limite mesurée ou déterminée à l'aide de la formule (1 ou 2) pour une paroi verticale.

Évaluation du risque d'écoulement de l'eau de condensation à l'aide de simulations hygrothermiques

Le risque de condensation peut être prévu sur cette base à l'aide de simulations hygrothermiques des composants dans des conditions réalistes. WUFI [5] est le programme le plus utilisé au monde à cet effet. Il est également capable de prendre en compte l'apport d'humidité imprévu dû à l'infiltration d'air par des défauts d'étanchéité, qui peut jouer un rôle important dans les constructions légères [6]. Les principes de mise en œuvre de ces simulations ainsi que les critères d'évaluation généraux sont disponibles dans les normes DIN EN 15026 [7], DIN 4108-3 annexe D [8] et la Fiche technique WTA-6-2 [9]. Lors de l'évaluation des résultats de la simulation, il convient tout d'abord de veiller à ce que la teneur totale en eau dans l'élément de construction et la teneur en eau dans les différentes couches n'augmentent pas de manière durable. Dans un deuxième temps, il convient de vérifier si les valeurs limites d'humidité dans les matériaux, au-delà desquelles ceux-ci peuvent être endommagés, sont dépassées. Ce n'est que lorsque ces aspects ne sont pas critiques qu'il convient, dans un troisième temps, d'évaluer la quantité d'eau de condensation dans l'isolant fibreux. L'application des nouveaux critères d'évaluation du risque de condensation est décrite ci-après de manière synthétique, puis illustrée à l'aide d'un exemple avec WUFI.

Procédure d'évaluation du risque de condensation

En Europe, de la condensation peut se former en hiver sur la face froide de l'isolant, généralement à l'extérieur. Cela signifie que ce n'est pas l'ensemble de l'isolation qui est évalué, mais la zone périphérique sur la face froide, pour laquelle une épaisseur de 10 mm s'est avérée pertinente.

Si la teneur en eau dans la zone critique de 10 mm d'épaisseur dépasse la capacité de rétention de l'eau de condensation, il existe un risque que l'eau s'écoule à l'interface. La capacité de rétention peut être déterminée soit à l'aide de la formule (1 ou 2), soit directement en laboratoire pour un matériau spécifique. Dans le cadre du projet NaVe, les tests effectués en laboratoire ont reproduits par simulation. La figure 3 montre les profils simulés dans l'un des matériaux étudiés après trois jours de condensation. Afin de déterminer l'épaisseur appropriée pour évaluer le risque, l'évolution de la teneur en eau a été comparée dans des zones de différentes épaisseurs du matériau. Il en est ressorti que la teneur en eau simulée dans une couche de 10 mm d'épaisseur de l'isolant dépasse la valeur limite un peu plus tôt que ce n'était le cas dans l'essai en laboratoire – il y a donc ici une certaine marge de sécurité malgré une bonne concordance.

Exemple

Nous prenons ici comme exemple critique un mur en béton isolé à l'intérieur avec 20 cm de fibre de verre et examinons le risque de condensation. Un frein-vapeur variable est installé côté pièce et la surface intérieure du mur en béton est considérée comme étanche grâce à un revêtement d'une valeur s_d de 100 m.

Tab. 3 : Capacité de rétention de l'eau de condensation en fonction de l'inclinaison ; valeurs limites dérivées des mesures [4] et supplément pour pente

Pente (α)	Valeurs limites mesurées [g/m ²]	Supplément pour pente [g/m ²]
$1^\circ \leq \alpha \leq 5^\circ$	350	250
$5^\circ < \alpha \leq 10^\circ$	300	200
$10^\circ < \alpha \leq 15^\circ$	150	50
$15^\circ < \alpha \leq 90^\circ$	100	0

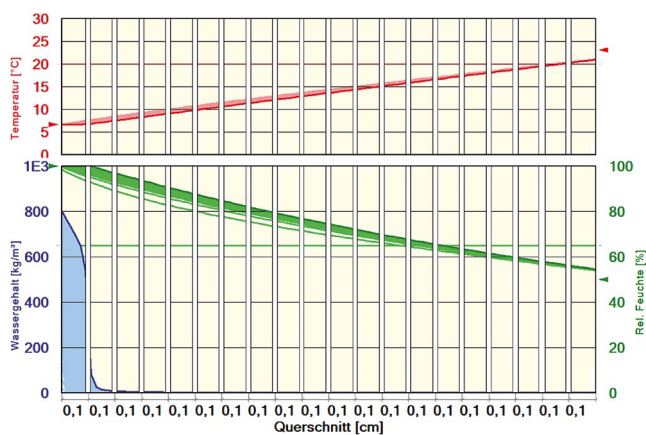


Fig. 3 : État hygrothermique calculé après trois jours d'essai de condensation à l'exemple de l'isolant en fibre de verre non hydrophobe ISOVER SWISSROLL 030 ; les lignes représentent l'état de la température (rouge), de l'humidité relative (vert) et de la teneur en eau (bleu) à la fin du calcul - les zones colorées indiquent les conditions qui prévalaient jusqu'à ce moment-là.

Deux types de fibres de verre sont simulés : l'un avec traitement hydrophobe (ISOVER PB M 030) et l'autre sans traitement hydrophobe (ISOVER SWISSROLL 030). Les conditions limites retenues sont le climat extérieur de Holzkirchen, souvent utilisé pour les calculs hygrothermiques en Europe centrale, et le climat intérieur de référence selon la norme DIN 4108-3 [8] et la fiche technique WTA 6-2 [9]. Le calcul porte sur une période de cinq ans à compter du 1er octobre.

La figure 4 montre l'évolution de la teneur en eau dans la couche isolante extérieure de 10 mm d'épaisseur de la laine de verre hydrophobe (à gauche) et non hydrophobe (à droite). L'évolution de la quantité totale d'eau est presque identique et atteint son niveau maximal pendant les journées froides de février. Les deux produits proviennent du même fabricant et présentent des propriétés matérielles très similaires, à l'exception de l'hydrofugation. La teneur en eau calculée dépassant la limite minimale de 100 g/m², les valeurs limites spécifiques au produit sont prises en compte. Le matériau non hydrophobe peut retenir jusqu'à 460 g/m² d'eau de condensation sans que celle-ci s'écoule, tandis que cette limite n'est que de 118 g/m² pour le matériau hydrophobe. Cette différence dans la capacité de rétention de l'eau de condensation des deux produits signifie que l'eau de condensation s'écoule pendant plus de la moitié de

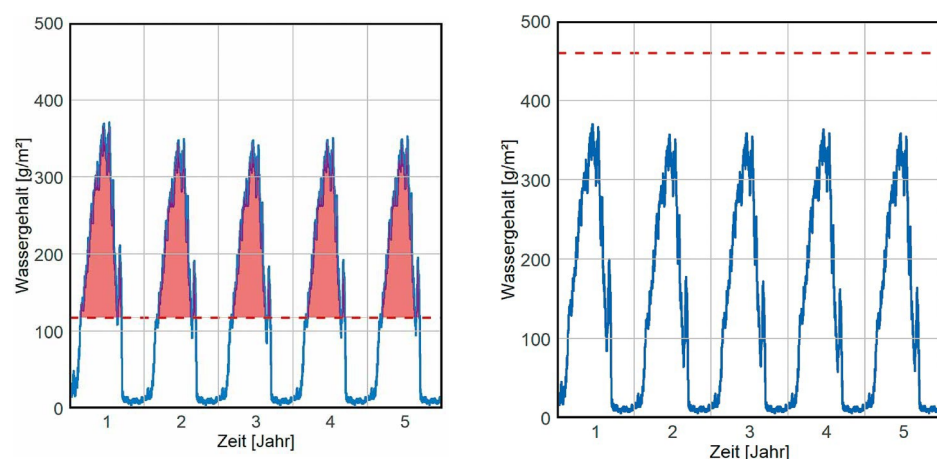


Fig. 4 : Évolution de la teneur en eau dans la couche partielle extérieure de 10 mm d'épaisseur de l'isolant en fibre de verre dans le mur en béton simulé sur cinq ans ; la ligne rouge en pointillés représente la capacité de rétention de l'eau de condensation des deux matériaux. Les teneurs en eau supérieures à la limite d'écoulement sont indiquées en rouge.

l'année dans le cas du produit hydrophobe, alors qu'aucun risque d'écoulement n'est à craindre avec la fibre de verre non hydrophobe. Dans ce cas, le choix du matériau fait donc une différence considérable dans l'évaluation : la variante non hydrophobe est ici capable de retenir beaucoup plus d'eau de condensation que la variante hydrophobe.

Résumé et perspectives

Les essais en laboratoire ont montré qu'il existe des différences considérables entre les matériaux isolants en fibre de verre hydrophobes et non hydrophobes en matière de risque de condensation. La variante non hydrophobe est dans une certaine mesure absorbante, ce qui permet à la condensation de mieux se répartir dans le matériau, loin de la couche limite. Cela permet de stocker davantage d'humidité que dans le cas d'un matériau hydrophobe.

L'une des raisons du traitement hydrophobe de la fibre de verre est d'éviter une diminution de l'effet isolant due à une accumulation d'eau. En absence d'exposition à la pluie et avec une humidité limitée en hiver, comme c'est aujourd'hui la norme dans de nombreuses constructions, cet effet ne semble toutefois pas avoir une grande influence. L'apport global d'humidité dépend principalement des valeurs s_d des couches côté pièce. Dans l'exemple considéré de l'isolation intérieure, la teneur en humidité dans les deux variantes avec et sans traitement hydrophobe ne diffère pratiquement pas. Les quantités d'eau formées se limitent essentiellement à une fine zone de quelques millimètres à la périphérie extérieure de l'isolant. Cette humidité est toutefois retenue sans problème dans l'isolation non hydrophobe, tandis qu'elle s'écoule beaucoup plus tôt dans la variante hydrophobe.

Il a également été démontré que le niveau d'humidité de sorption dans la plage d'humidité normale reste extrêmement faible, même avec des fibres non hydrophobes, et ne diffère pratiquement pas de celui des fibres hydrophobes. Les faibles différences ont également été confirmées par la simulation (voir fig. 4). Dans les deux cas, l'augmentation de la conductivité thermique due à l'humidité reste minime et n'a pas d'influence notable sur la puissance de chauffage et de refroidissement. L'isolation en fibre de verre non hydrophobe présente donc des avantages pour ce type d'applications.

On peut en conclure que dans les constructions où de la condensation peut se former et où il existe un risque d'écoulement

– notamment les toitures plates en bois, les isolations intérieures soumises à forte charge d'humidité et les structures présentant des surfaces plutôt étanches, ainsi que les entrepôts frigorifiques caractérisés par de forts écarts de température –, l'utilisation de fibre de verre non hydrophobe peut contribuer à prévenir le risque de dommages causés par l'écoulement de l'eau de condensation. Il reste bien sûr important de veiller à une conception étanche à l'air afin de

minimiser autant que possible la pénétration d'humidité dans la construction. Il convient également de s'assurer que, en cas de gel de l'eau de condensation à des températures suffisamment basses, seul un matériau isolant qui ne présente aucun problème de formation de glace dans la structure fibreuse soit utilisé.

En résumé, d'un point de vue technique, pour les applications susmentionnées, dans lesquelles les matériaux isolants sont peu affectés par les intempéries, mais surtout par la diffusion de vapeur provenant de l'intérieur, l'utilisation de matériaux isolants

en fibre de verre non hydrophobes est plus avantageuse que celle de matériaux hydrophobes. La capacité de rétention de l'eau de condensation plus élevée des isolants en fibre de verre non hydrophobes réduit le risque d'écoulement de l'eau de condensation et permet ainsi de garder les matériaux adjacents plus secs. Pour des raisons de protection du bois, il faut absolument éviter une humidité trop élevée dans les constructions en bois.

Auteurs

M. Sc. Eri Tanaka

Eri Tanaka a obtenu son master en 2003 à la Faculté des sciences humaines et environnementales de l'université Ochanomizu à Tokyo, au Japon. Elle a ensuite travaillé pendant deux ans comme chercheuse invitée dans le département Technique thermique de l'Institut Fraunhofer pour la physique du bâtiment IBP grâce à une bourse du DAAD. Depuis 2006, elle travaille dans le département Hygrothermique, où elle est notamment responsable de la création des bases de données sur les matériaux pour les simulations hygrothermiques et du développement de modèles de dégradation des matériaux de construction issus de matières premières renouvelables. Elle travaille également régulièrement sur des projets de recherche portant notamment sur l'isolation intérieure, l'influence des conditions climatiques locales sur le comportement hygrothermique des bâtiments, ainsi que sur les matériaux isolants durables.



Dr.-Ing. Daniel Zirkelbach

Daniel Zirkelbach a étudié le génie civil à l'université technique de Munich et a obtenu son doctorat à l'université de Stuttgart en octobre 2016. De 2001 à 2004, il a été assistant de recherche à l'Institut Fraunhofer pour la physique du bâtiment IBP à Holzkirchen, où il est chef de groupe depuis 2004, directeur adjoint du département Hygrothermique depuis 2007 et directeur technique du laboratoire d'humidité depuis 2024. Domaines d'activité principaux : protection contre l'humidité et durabilité, et leur prévision par simulation hygrothermique, modèles d'évaluation appropriés et caractéristiques des matériaux. Il est expert agréé du DIBt (Institut allemand de la construction) au sein des comités d'experts SVA-A « Matériaux et types de construction pour l'isolation thermique et la protection contre le bruit » et B3 « Isolation thermique extérieure », membre du comité de normalisation DIN 4108-3 et des groupes de travail WTA sur l'isolation intérieure dans les bâtiments existants et le dimensionnement technique de l'humidité des constructions en bois. Il enseigne la protection contre l'humidité à l'université de Munich.



Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP
Postfach 1152
83601 Holzkirchen

<https://doi.org/10.60628/1614-6123-2026-1-36>

Bibliographie

- [1] EN ISO 13788:2013-05 Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen - Oberflächentemperatur zur Vermeidung von kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren - Berechnungsverfahren
- [2] Erarbeitung wissenschaftlich begründeter Bewertungskriterien und Implementierung eines Nachweisverfahrens für die schadenfreie energetische Bestandssanierung und Neubauplanung (NaVe). Forschungsbericht EnOB: Energieoptimierte Gebäude und Quartiere - dezentrale und solare Energieversorgung Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), Förderkennzeichen: 03ET1649 A/B, 2023
- [3] DIN 4108-10:2021-11 Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau - Teil 10: Anforderungen an den Wärmeschutz von Gebäuden
- [4] Janssens, A.: Reliable control of interstitial condensation in lightweight roof systems. Dissertation. Heverlee, 1998
- [5] Künzel, H. M.: Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten. Dissertation Universität Stuttgart, 1994
- [6] Zirkelbach, D.; Künzel, H. M.; Schafaczek, B.; Borsch-Laaks, R.: Dampfkongvektion wird berechenbar - Instationäres Modell zur Berücksichtigung von konvektivem Feuchteeintrag bei der Simulation von Leichtbaukonstruktionen. Proceedings 30. AIVC Conference, Berlin, 2009
- [7] DIN EN 15026:2023- Performance hygrothermique des composants et parois de bâtiments - Évaluation du transfert d'humidité par simulation numérique
- [8] DIN 4108-3:2024-03 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
- [9] WTA-Merkblatt 6-2-14/D Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse. Ausgabe Dezember 2014