

L'avenir du vitrage isolant de qualité réside dans son caractère multifonctionnel

Les caractéristiques techniques en matière de valeur Ug, de transmission lumineuse et d'atténuation du bruit des vitrages isolants modernes peuvent-elles encore être améliorées ? De nombreuses discussions s'intéressent à ce qui est faisable et ce qui n'est pas réaliste. Bonne nouvelle : les idées ne manquent pas ! Mais quelles solutions deviendront réalisables à l'avenir ?

Texte: Glastec, Photos: Rédaction et MEM4WIN

La question de savoir si le triple vitrage isolant pouvait également être sans concurrent sur les grandes surfaces s'est posée il y a déjà plusieurs années. Il est, depuis, devenu la norme en matière de vitrage isolant de qualité. Mais est-il également sans alternative ? Les exigences en matière de vitrage isolant de qualité deviennent toujours plus strictes, notamment au travers de la législation. Par ailleurs, les fabricants doivent s'intéresser progressivement à la question de la multifonctionnalité, à savoir un verre intelligent pour fenêtres et façades qui soit en mesure de conserver la chaleur, d'utiliser les rayons du soleil, de protéger du bruit et de garantir la sécurité. Albert Schweitzer, directeur des ventes d'arcon Flachglas-Veredlung GmbH à Feuchtwangen, affirme d'ailleurs à ce sujet : « Pour un triple vitrage isolant combiné à deux revêtements à faibles émissions, une valeur Ug de 0,5 W/(m²K) est considérée comme la limite (provisoire). »¹⁾

Situation actuelle

La norme est actuellement à une structure 4/4/4 avec remplissage au gaz argon, pour des valeurs Ug de 0,5-0,6 W/(m²K). Certains fabricants font état dans leurs fiches techniques d'une valeur Ug de 0,4 W/(m²K) en utilisant le gaz noble krypton pour remplir l'espace, ce qui constitue des valeurs largement respectables. Le principal élément sujet à critiques sur le triple vitrage isolant était et reste toutefois son poids élevé de 30 kg/m², qui pose des difficultés de transport et de montage. Les constructeurs de fenêtres mentionnent déjà ce problème depuis longtemps. Comment trouver des solutions ?

« Fenêtre sous vide »

Envisagé depuis de nombreuses années comme une alternative légère et intelligente, le vitrage isolant sous vide (VIG) à basse émissivité (Low-E), présentant une valeur Ug de 0,3 W/(m²K), n'a pas encore atteint sa maturité de marché. Ces vitrages isolants ont toujours une bonne longueur d'avance sur les triples vitrages isolants, avec un poids inférieur de moitié environ. Des équipes de recherche en Allemagne et en Suisse ont notamment travaillé à éliminer les

principaux points faibles des vitrages isolants sous vide, notamment au niveau du joint périphérique, et d'amener le produit à maturité pour une production en série. Le projet VIG s'est déroulé entre 2004 et 2006, complété par le projet « Produktionstechniken für Vakuum-Isolierglas » (ProVIG), soutenu par le ministère allemand de l'économie et de la technologie (BMWi) et mené entre 2007 et 2011. Le rapport final est disponible depuis janvier 2012. Le projet de recherche Winsmart, lancé par l'UE en août 2012 et doté de 3,8 millions d'euros, travaille sur tous les aspects de la multifonctionnalité du VIG. Et les résultats sont impressionnants. Le projet doit s'achever fin septembre.

Pour rappel : le vitrage isolant sous vide est produit depuis de nombreuses années déjà au Japon (Pilkington) et en Chine (Synergy) et conçu pour utiliser le vide comme élément isolant. Mais l'élément à améliorer était sa longévité, qui aurait dû être de 25 ans. Ceci s'expliquait notamment par l'absence de flexibilité du joint périphérique, qui ne permettait pas de compenser les contraintes thermiques. Les producteurs asiatiques ont, depuis, amélioré leurs produits en les dotant de joints périphériques en tôle fine, dépassant vers l'extérieur parallèlement à la surface vitrée et assemblés de façon étanche avec le verre. Un trou dans le verre feuilleté accueille la soupape. Aujourd'hui, Synergy met en avant une épaisseur totale de 6,2 mm et une valeur Ug de 0,3 W/(m²K).

Flachglas MarkenKreis propose une structure combinée : l'unité isolante se compose d'un vitrage isolant sous vide et d'un revêtement Low-E supplémentaire. L'espace entre vitres (EEV) de ce bloc est rempli d'argon ou de krypton. Depuis, nombreux sont les fabricants qui ont adopté les panneaux sous vide pour façades dans leur gamme de produits. Un signe clair de l'intérêt porté à la légèreté dans la construction. Les particuliers et les petits utilisateurs disposent d'un choix de prestataires plus restreint. En Europe, les vitrages isolants sous vide minces, tels que ceux de Pilkington, sont principalement employés pour la rénovation de monuments historiques. Ainsi, l'aspect historique est préservé au travers des profilés d'origine.

Pourquoi le produit ne s'est-il pas encore imposé ?

Depuis 2001, la branche s'intéresse au sujet et poursuit encore ses travaux de recherche, attestant de la complexité technique et des obstacles à écarter. Le projet Winsmart, toujours en cours, a pour but de résoudre le problème des joints périphériques avec de l'étain. Un alliage d'étain liquide est injecté dans la bordure entre les verres. Pour obtenir un assemblage verre-zinc étanche, le cadre est soumis brièvement à une tension électrique. Winsmart pousse encore plus loin la réflexion sur la multifonctionnalité.

Mais certains doutes persistent sur la maturité du VIG. La soupape peut présenter un défaut d'étanchéité et est considérée par beaucoup comme fragile et visuellement gênante, tout comme les écarteurs métalliques entre les vitres. S'il était finalement possible de se débarrasser de tous les composants problématiques, il resterait à savoir si un produit de série demeurerait financièrement abordable. Le projet Winsmart estime qu'il reste 5 à 10 ans de développement (depuis 2012) pour qu'un produit de grande qualité dans tous les domaines s'impose.

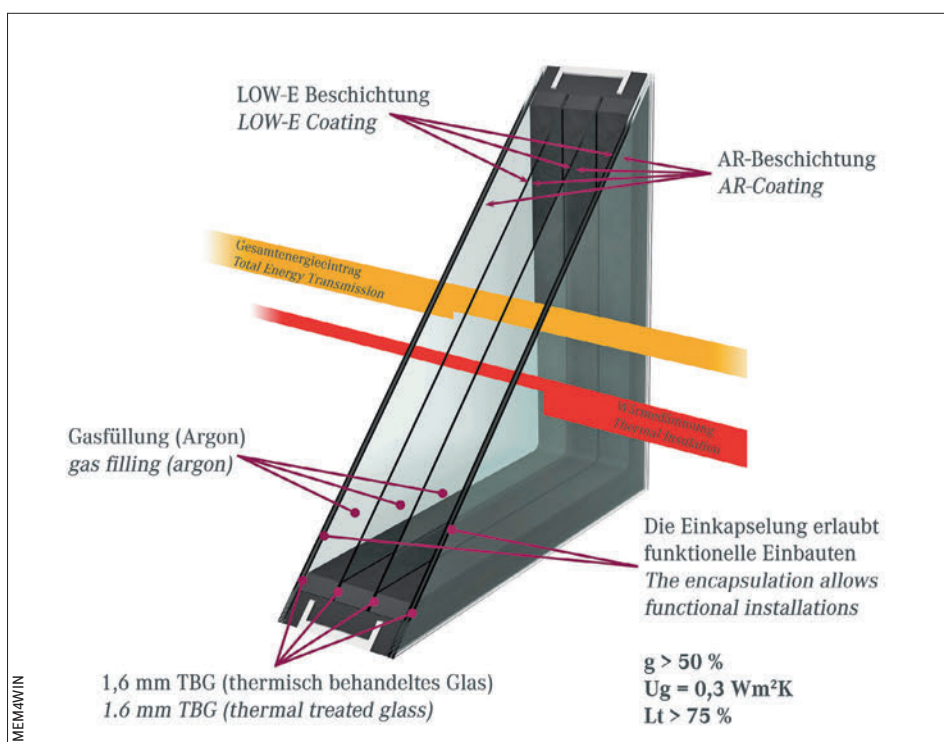
Quadruple vitrage isolant : un pas dans la bonne direction ?

Le professeur Franz Feldmeier de la Hochschule Rosenheim a son avis sur le sujet : « Pendant des années, nous nous sommes posé les mêmes questions sur le triple vitrage isolant, devenu aujourd'hui la norme. Le quadruple vitrage isolant présente également des avantages et des inconvénients, comme un cadre plus épais et des joints périphériques plus coûteux, un poids supérieur et surtout une luminosité et une énergie solaire réduites. Pour chaque projet, il convient donc de soupeser ces inconvénients face aux avantages d'une meilleure isolation thermique avec des valeurs de 0,4 W/(m²K), bien inférieures à celles du triple vitrage isolant. Il n'existe pas de réponse unique. »

Pour offrir des avantages concrets, les nouveaux quadruples vitrages imposent des techniques et des produits neufs, comme un vitrage fin prétendu, des revêtements antireflets ou une compensation de la pression « Le quadruple vitrage reprenant simplement le triple avec



De nombreuses discussions s'intéressent à ce qui est faisable et ce qui n'est pas réaliste dans le développement du verre. Différents projets de recherche sont en cours.



Structure d'un quadruple vitrage isolant doté d'un verre fin avec prétraitement thermique et différents revêtements

une vitre en plus ne peut pas être la solution », poursuit Franz Feldmeier.

Il est clair qu'il est utile de disposer du quadruple vitrage isolant sur le marché. La société SGT GmbH de Tauberbischofsheim a mis au point un quadruple vitrage isolant en verre fin. Les caractéristiques techniques sont impressionnantes : la structure 2/2/2/2 avec écartement de 12 mm permet d'atteindre une valeur U_g de $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ et un poids total de seulement $20 \text{ kg}/\text{m}^2$.

Les critiques craignent que plus de verre, plus de cadre et plus de ferrures ne provoquent en premier lieu une augmentation des coûts de production et ne se traduisent par un bilan énergétique défavorable pour l'ensemble du

produit, ce qui serait absurde au vu des bonnes valeurs U_g .

L'industrie souhaite également prendre ses responsabilités et a lancé début 2015 un projet de recherche soutenu par des fonds européens. Les ambitions du projet sont données dans la description rédigée par l'université de Kassel, dont les ingénieurs gèrent le bilan écologique : « Le projet de recherche « Membranes for Windows » (MEM4WIN du 7e programme-cadre de l'UE a notamment pour but d'établir un bilan écologique (LCA) accompagnant un système de fenêtres innovant pour les bâtiments passifs, réunissant les innovations de différents partenaires au projet issus de l'industrie et de la recherche : un quadruple vitrage en verre fin doit intégrer

à la fois un système d'ombrage et d'orientation de la lumière par micro-miroirs (« Active Windows », INA/Uni Kassel) et des éléments de photovoltaïque organique, d'énergie solaire thermique ainsi que des diodes organiques (OLED). »

Un verre ultrafin signifie ici un verre fin avec prétraitement thermique, d'une épaisseur d'1,6 mm. Les utilisateurs de smartphones l'ont quotidiennement sous les yeux. Il se distingue du verre flotté 4 mm par son poids réduit (seulement $15 \text{ kg}/\text{m}^2$), une grande résistance, une certaine élasticité et une faible consommation de ressources. Les coûts de production sont réduits de 15 % par rapport aux vitrages isolants comparables et les émissions de CO_2 de 45 %. Ici aussi, l'objectif consiste à atteindre une valeur U_g de $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. L'ouvrant sera dépourvu de cadre. Les ferrures de l'ouvrant seront ancrées dans le joint périphérique isolant.

Cellules photovoltaïques imprimées à jet d'encre

Dans ce projet de recherche, les quatre vitres sont dotées d'un revêtement AR sur une face, tandis que l'autre face des deux vitres intérieures et la face intérieure de la vitre extérieure reçoivent un revêtement Low-E. Le gaz de remplissage est l'argon. Des cellules photovoltaïques imprimées à jet d'encre créent une fenêtre intelligente, qui produit sa propre énergie utilisée pour alimenter les OLED intégrées. La fenêtre en journée devient ainsi un imposant éclairage d'ambiance en soirée. L'université de Kassel inclut des matrices de micro-miroirs mobiles qui assurent un ombrage et une luminosité optimale. L'éclairage dans la pièce (intensité et orientation) dépend alors de la position des miroirs. La lithographie par nano-pression rend possible une telle solution. Des collecteurs à énergie solaire thermique intégrés au système permettent de chauffer l'eau sanitaire du bâtiment d'habitation et des bureaux. Dans sa forme actuelle, la fenêtre MEM4WIN atteint une épaisseur de 70 mm. Le joint périphérique est conçu pour accueillir directement les ferrures. Le projet s'est achevé en mars 2017. Dès lors débute la course contre la montre jusqu'à la production de série et la maturité de marché. D'ici 2021, le législateur souhaite voir uniquement des bâtiments passifs en chantier. ■

Die deutsche Fassung erschien in der Ausgabe vom August 2017.