

# Influence des croisillons sur la performance des vitrages isolants

par **A.H. Elmahdy**

**Beaucoup de vitrages isolants comportent maintenant des croisillons décoratifs. Cet article traite de l'effet que ceux-ci peuvent avoir sur la performance et l'esthétique de ces vitrages.**

Les innovations dont on a été témoin depuis une dizaine d'années au niveau de la conception et de la fabrication des vitrages isolants (V.I.) ont amélioré leur performance thermique et leur durabilité. Cependant, la mise en place de croisillons (ou carrelage) entre les feuilles de verre du vitrage isolant n'a qu'une finalité décorative, l'aspect recherché étant celui des anciennes fenêtres coloniales. La grille formée par les montants et traverses des croisillons (voir figure 1) donne l'impression de carreaux vraiment séparés, alors que les croisillons ne sont qu'interposés entre les vitres. Des travaux de recherche accomplis récemment par l'IRC ont révélé que la présence de croisillons peut réduire la valeur R d'un V.I. et sa résistance à la condensation<sup>1</sup>. On a aussi constaté que certains croisillons dégagent des substances organiques volatiles sous l'effet du rayonnement ultraviolet, ce qui embue les vitres.

*Détermination de la valeur R et essai de résistance à la condensation*  
L'IRC a soumis six V.I. à des essais pour déterminer la valeur R, la température de surface de la vitre intérieure et l'indice de température (résistance à la condensation).

Les vitrages utilisés mesuraient 1 m sur 1 m, étaient doubles, remplis d'air ou d'argon et munis de croisillons en aluminium ou en vinyle; une face des vitres comportait un revêtement à faible

émissivité. On a aussi testé deux vitrages sans croisillons, qui ont servi d'échantillons de référence. (Voir le tableau 1.)

L'indice de température, qui exprime le rapport entre la température de surface de la vitre intérieure, d'une part, et d'autre part la température extérieure et les caractéristiques thermiques de la fenêtre, sert à mesurer la résistance à la condensation. (Voir « Principes du contrôle de la condensation », dans le numéro 5 de Solutions constructives.)<sup>2</sup>

## Résultats

Le tableau 2 indique les résultats des essais visant à déterminer la valeur R. On a constaté que la valeur R des vitrages munis de croisillons était de 2,3 à 7,3 % plus basse que celle des vitrages qui n'en possédaient pas. La réduction de la valeur R est due aux ponts thermiques créés dans la zone du vitrage adjacente aux croisillons. Cela s'explique par le fait que les croisillons, qui sont faits de matières comme l'aluminium (anodisé ou laqué), le vinyle ou la mousse de silicone, possèdent habituellement une conductance thermique plus grande que l'air présent dans l'intervalle entre les vitres. (Même si ce fait ne revêt pas une grande importance ici, les vitrages à lame d'argon présentaient une valeur R environ 7 % plus élevée que les vitrages à lame d'air, ce qui corrobore les résultats de travaux de recherche accomplis précédemment.)

Les figures 1 et 2 font voir, pour deux des six V.I., la température de surface des vitres et l'indice de température.

Tableau 1. Conditions d'essai

Lame	Croisillons		
	Aucuns (référence)	en aluminium	en vinyle
d'air	•	•	•
d'argon	•	•	•

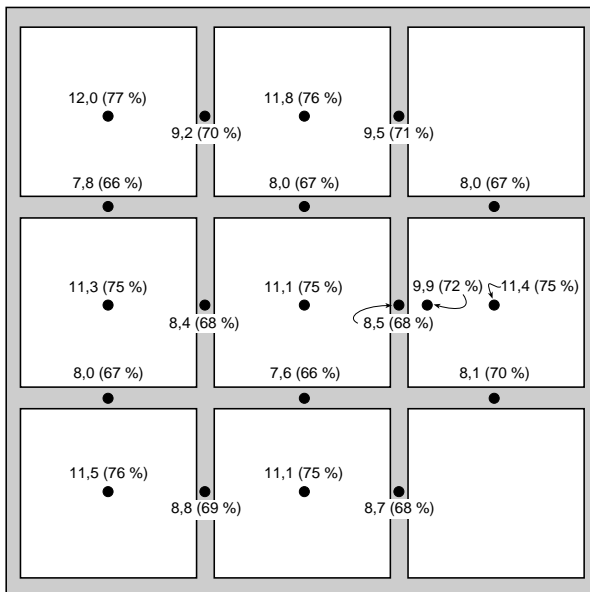


Figure 1. Températures de surface des vitres et indices de température dans le cas d'un vitrage avec croisillons en vinyle dans la lame d'air

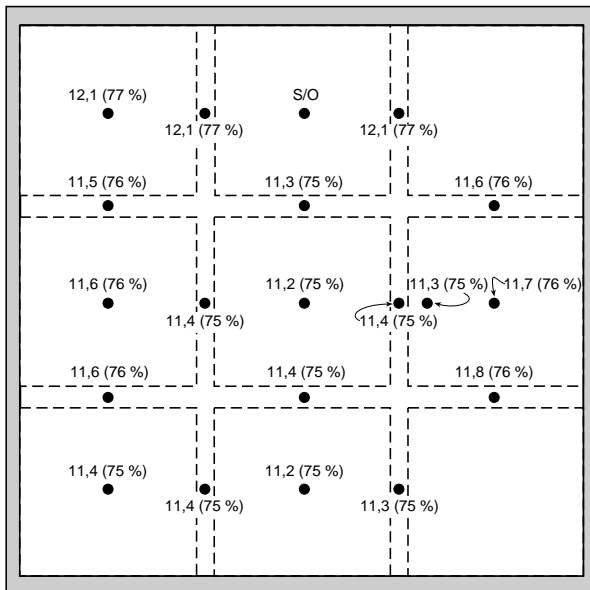


Figure 2. Températures de surface des vitres et indices de température dans le cas d'un vitrage de référence sans croisillons dans la lame d'air

Lorsqu'il existe de grands écarts de température de part et d'autre de la lame d'air des V.I., la surface de la vitre intérieure, dans le cas des vitrages avec croisillons, peut présenter des températures plus basses que dans le cas des vitrages sans croisillons, en particulier dans les zones adjacentes à ceux-ci. Lorsque l'air circule dans la lame d'un V.I. sous l'effet de la convection naturelle, sa vitesse est plus grande entre les vitres et la surface

des croisillons. Il en résulte un taux plus élevé de transfert de chaleur à travers les vitres, et donc un abaissement de la température sur la surface de la vitre intérieure. (Cela se produit surtout dans le voisinage des croisillons.) Cet abaissement de température peut réduire la résistance de la fenêtre à la condensation, de sorte qu'il peut s'en former, en particulier autour des croisillons.

La température de surface de la vitre intérieure et l'indice de température à l'endroit des croisillons sont beaucoup moins élevés que dans le cas d'un V.I. sans croisillons. La différence dépend du matériau dont sont faits les croisillons. La température de surface de la vitre intérieure, dans la zone adjacente aux croisillons, était plus basse dans le cas des vitrages avec croisillons en vinyle que dans celui des vitrages avec croisillons en aluminium. Cela ne veut pas dire que le vinyle possède une plus grande conductivité thermique que l'aluminium, mais simplement que la zone entourant les croisillons en vinyle contribue plus à la condensation que celle qui est adjacente aux croisillons en aluminium. On soupçonne que la distance entre les croisillons et la surface des vitres n'est pas la même dans les deux cas, ou que dans certains cas les croisillons peuvent entrer en contact avec la surface des vitres. (Sous de grands écarts de température entre l'extérieur et l'intérieur de la lame d'air, la pression interne diminue et fait fléchir les vitres vers l'intérieur. Il peut en résulter une diminution de l'intervalle entre la face interne des vitres et les croisillons.)

### Essais d'embaue

Dans le cadre du contrôle normal de qualité, les V.I. font l'objet d'un vaste programme d'essais visant à déterminer leur degré d'étanchéité et leur durabilité globale. Les normes canadienne (ONGC 1990) et américaine (ASTM E773, E774, 1994) actuellement en usage ne prévoient pas d'essais spéciaux pour les vitrages munis de croisillons; il y a donc aujourd'hui des V.I. qui sont posés sans avoir été testés conformément à des normes reconnues. (Note : on est à réviser la norme canadienne pour englober les croisillons.)

L'IRC a soumis à des essais (d'embaue) ultraviolets (U.V.) 54 vitrages isolants représentant un certain nombre de variantes aux points de vue conception et configuration : espaceurs faits de métal, de mousse de silicone ou comportant une bande en tôle ondulée, et croisillons en aluminium, en vinyle ou en mousse de silicone.

L'essai volatil (d'embaue) sert à déterminer les risques de perte d'étanchéité due à la dégradation des matières organiques et au

Tableau 2. Résultats des essais visant à déterminer la valeur R

Description du vitrage	Concentration en argon (%)	Valeur R m <sup>2</sup> •K/W	Écart (en %) par rapport au vitrage de référence
Lame d'air, sans croisillons (échantillon de référence)	s/o	0,41	s/o
Lame d'air, croisillons en aluminium blanc (3 x 3)*	s/o	0,38	-7,3
Lame d'argon, croisillons en aluminium blanc (3 x 3)	86,0	0,43	-2,3
Lame d'air, croisillons en vinyle blanc (3 x 3)	s/o	0,38	-7,3
Lame d'argon, croisillons en vinyle blanc (3 x 3)	92,1	0,42	-4,5
Lame d'argon, sans croisillons (échantillon de référence)	83,6	0,44	7,3 par rapport à lame d'air

\* Croisillons 3 x 3 : signifie que le vitrage est divisé en trois sections verticalement et en trois sections horizontalement au moyen de deux montants et de deux traverses (voir la figure 1).

Les normes canadienne et américaine portant sur la durabilité des V.I. prescrivent toutes deux un essai visant à évaluer la dégradation des matières organiques contenues dans ces vitrages, sous l'effet du rayonnement U.V. Il y a toutefois des différences : la norme américaine indique qu'il faut regarder le vitrage de biais mais le délai d'exposition aux rayons U.V. est moins long que dans la norme canadienne).

dégagement subséquent de produits volatils, qui forment des dépôts chimiques dans les vitrages isolants. Cet essai a été effectué conformément au mode opératoire décrit dans la norme CAN/CGSB 12.8 (ONGC 1990)<sup>3</sup>.

Pour chacune des 18 configurations de V.I., trois vitrages ont été testés. Dans deux cas, l'une des feuilles de verre était revêtue d'une couche à faible émissivité, tandis que dans le troisième – celui du vitrage de référence – les deux vitres étaient en verre clair. Lors de l'essai, les vitrages ont été exposés pendant sept jours au rayonnement ultraviolet

mesurée à l'aide d'un vérificateur de lampe solaire, à une distance de 300 mm (voir figure 3). Les vitrages ont été montés dans un coffre muni d'une lampe solaire et de « plateformes thermiques ». Lorsque le rayonnement ultraviolet est appliqué, les matières volatiles s'évaporent puis se condensent sous les plateformes. (Lors de l'essai, les plateformes thermiques ont été placées sur la vitre revêtue d'un enduit à faible émissivité (dans le cas d'un vitrage) et sur la feuille en verre clair du second vitrage faiblement émissif. Le but était de déterminer l'influence de la couche à faible émissivité sur la détection des dépôts volatils.)

Après avoir exposé ainsi les vitrages, on les a placés chacun à leur tour dans un coffre d'observation et on les a examinés pour déceler les dépôts chimiques éventuels. En pratique, un V.I. est jugé ne pas satisfaire à l'essai d'embugage normalisé lorsque le responsable, regardant l'objet de face, observe des dépôts huileux ou des traces de buée sur la surface du verre. Quand on les regarde de face, la plupart des V.I. satisfont à l'essai. Lors des essais effectués par l'IRC, les vitrages ont été observés de face et de biais. La plupart des vitrages, observés de face, ne présentaient pas de traces de dépôts, ce qui n'était pas le cas, bien souvent, lorsqu'on les regardait de biais, car la réflexion et/ou réfraction de la lumière à travers une pellicule rend celle-ci plus visible.

Dans le cas où une plateforme thermique a été placée sur la vitre faiblement émissive, des matières volatiles ont été observées sous la première (signe de manque d'étanchéité du vitrage). Les vitrages de référence (sans revêtement) n'ont pas présenté de signes de buée. L'enduit à faible émissivité accroît la visibilité des dépôts chimiques. Cela est attribuable à la surface relativement rugueuse de ce revêtement (au niveau microscopique), par rapport à celle du « float glass ». Si les dépôts sont plus petits que les creux du revêtement à faible émissivité, ils s'y logent généralement et deviennent plus visibles.

produit par une lampe solaire standard ayant une puissance minimum de 0,4 mW/cm<sup>2</sup> –

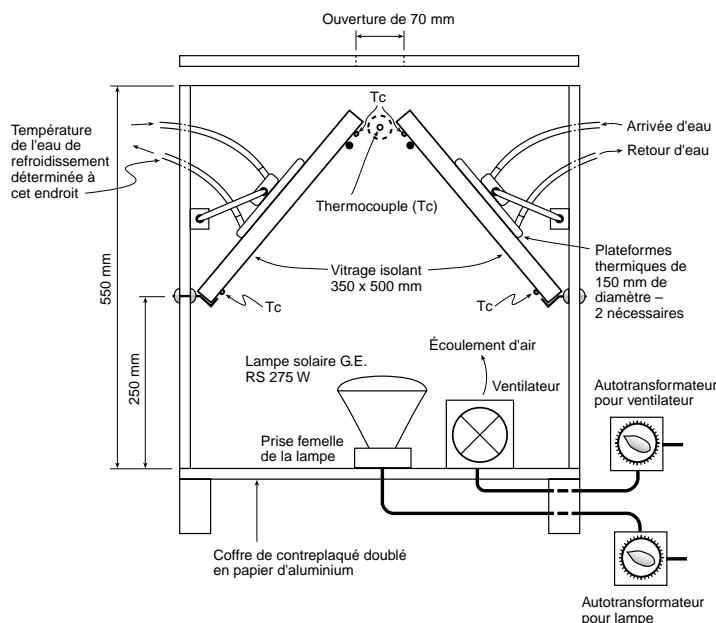


Figure 3. Coffre d'exposition utilisé lors de l'essai volatil (d'embugage)

### Dégradation des matières organiques exposées au rayonnement U.V.

On sait depuis des années que les matières organiques se dégradent sous l'effet des rayons ultraviolets. Il se peut que les V.I. ne satisfassent pas à l'essai d'embuage, qu'il y ait ou non des croisillons dans la lame d'air. Cela est dû au fait que la plupart des produits d'étanchéité courants ou d'autres éléments de ces vitrages comportent des matières organiques. Les croisillons constituent une autre source de substances volatiles qui peuvent causer une perte d'étanchéité. Il est peu probable que les peintures utilisées en usine pour laquer ou anodiser les barres d'aluminium posent des problèmes, mais il pourrait en survenir si on se sert de peinture de retouche pour réparer les défauts ou éclats de la couche anodisée.

Les croisillons en mousse de silicone font exception à la règle : aucun problème n'a été décelé à leur sujet. Dans le cas des croisillons en métal, l'une des étapes de fabrication est la coupe, qui exige habituellement l'utilisation de lubrifiants et de liquides de refroidissement. Il peut en résulter l'introduction d'huile dans le V.I. Cela arrive souvent, en particulier lorsque les croisillons ne sont pas bien lavés après la coupe. La présence d'huile dans les V.I. peut aussi être attribuable au fait que les feuilles de verre ou autres constituants ont été manipulés avec des gants ou par des mains contaminés.

Il faudrait effectuer d'autres recherches pour déterminer pourquoi même des V.I. sans croisillons peuvent ne pas satisfaire à l'essai d'embuage. Il se peut que cela soit dû aux produits ou systèmes d'étanchéité, aux déshydratants ou à une combinaison de ceux-ci.

#### Conséquences pour l'industrie

La présence de croisillons dans un V.I. a des effets marqués sur la température de surface de la vitre intérieure et sur l'indice de température du vitrage. L'abaissement de la température de surface de la vitre qui se trouve du côté chaud, dans la zone adjacente aux croisillons, y diminue la résistance à la condensation. (Les croisillons réduisent l'espace entre les vitres et y accroissent la vitesse de l'air, ce qui augmente le coefficient thermique et abaisse la température de surface de la vitre.) Cependant, ces diminutions sont faibles et il serait surprenant que les propriétaires de maisons constatent une différence dans leurs notes de chauffage.

Il se peut que l'embuage soit une plus grande source de préoccupation. La plupart des propriétaires de maisons remarqueront la buée dans les vitrages, car ils regardent par les fenêtres sous différents angles. Ils

croiront peut-être que la buée est due à un problème de condensation entre les vitres, lui-même attribuable au manque d'étanchéité de la lame d'air. En attendant les résultats de recherches plus poussées, les architectes, constructeurs ou rénovateurs devraient bien y réfléchir avant d'opter pour des V.I. avec croisillons, car ceux-ci constituent une autre source de matières volatiles qui peuvent compromettre l'aspect esthétique des fenêtres.

Il est possible d'obtenir le même effet que celui produit par les croisillons en posant des grilles de bois du côté intérieur des fenêtres. Ces grilles peuvent être maintenues par un bâti solide goupillé fermement sur le châssis. Dans ce cas, il va de soi que la fenêtre est plus difficile à nettoyer du côté intérieur.

#### Résumé

Des essais réalisés par l'IRC sur des vitrages isolants avec croisillons dans la lame d'air ont fait ressortir des problèmes de performance préoccupants, par exemple la réduction de la valeur R et de la température de surface de la vitre intérieure, et donc la diminution de la résistance à la condensation dans le voisinage des croisillons. Autre problème mis en évidence : la formation de buée entre les vitres, causée par le dégagement de matières organiques volatiles par les croisillons, sous l'effet du rayonnement ultraviolet.

#### Références

1. Elmahdy, A.H. Thermal Characteristics and Durability of Sealed Insulating Glass Units Incorporating Muntin Bars Under Ultraviolet Exposure. ASHRAE Transactions 1998, vol. 104, partie 1, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, GA, 1998, 8 p.
2. Brown, W.C. La condensation dans les fenêtres des bâtiments historiques à vocation modifiée. Solution constructive n° 5, Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, 1997, 4 p.
3. CAN/CGSB-12.8 (ONGC 1990), Panneaux isolants en verre, Office des normes générales du Canada, Ottawa, 1990.

---

*A.H. Elmahdy, Ph.D., est agent de recherche supérieur au sein du programme Enveloppe et structure du bâtiment, à l'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches.*

© 1999  
Conseil national de recherches du Canada  
Décembre 1999  
ISSN 1206-1239

« Solutions constructives » est une collection d'articles techniques renfermant de l'information pratique issue de récents travaux de recherche en construction.

Canada

Pour obtenir de plus amples renseignements, communiquer avec l'Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa K1A 0R6  
Téléphone : (613) 993-2607; télécopieur : (613) 952-7673; Internet : <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca>