

NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

Fenêtres à doubles-vitres scellées à l'usine Solvason, K. R.; Wilson, A. G.

For the publisher's version, please access the DOI link below. / Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

Publisher's version / Version de l'éditeur:

<https://doi.org/10.4224/40001129>

Digeste de la construction au Canada, 1966-08

NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=cc10ddad-ed1c-4861-97f5-01fd18bd52eb>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=cc10ddad-ed1c-4861-97f5-01fd18bd52eb>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

Questions? Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

Vous avez des questions? Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.

Digeste de la Construction au Canada

Division des recherches en construction, Conseil national de recherches Canada

CBD 46F

Fenêtres à doubles-vitres scellées à l'usine

Publié à l'origine en août 1966

K.R. Solvason et A.G. Wilson

Veillez noter

Cette publication fait partie d'une série qui a cessé de paraître et qui est archivée en tant que référence historique. Pour savoir si l'information contenue est toujours applicable aux pratiques de construction actuelles, les lecteurs doivent prendre conseil auprès d'experts techniques et juridiques.

Depuis quelques années on a de plus en plus recours aux fenêtres à doubles-vitres scellées. Comme ce type de fenêtre est assez coûteux et comme il a des inconvénients aussi bien que des avantages il est important de bien connaître ses caractéristiques.

On dit parfois que les fenêtres à doubles-vitres scellées sont du "verre isolant" et on les emploie en pensant qu'elles possèdent un avantage thermique par rapport aux autres types de doubles-fenêtres. Cette conception est pourtant erronée. Ces fenêtres sont en fait inférieures à plus d'un titre aux doubles-fenêtres classiques. Leurs principaux avantages, en dehors de leur fabrication simplifiée par le fait qu'elles n'ont qu'un seul cadre, sont qu'elles réduisent à deux le nombre des surfaces à nettoyer et qu'elles éliminent la condensation entre les vitres. Il faut admettre que ce dernier avantage est d'une importance considérable pour une double-fenêtre.

Le mouillage et le séchage répétés du verre ordinaire à base de chaux et de sodium provoque des dépôts dus à la lixiviation du sel de sodium, dépôts qui restent à la surface du verre sous la forme d'une pellicule blanchâtre. Quand de tels dépôts se forment sur les surfaces inaccessibles des doubles-vitres scellées la seule chose à faire est de poser de nouvelles fenêtres. Il est donc absolument nécessaire que les fenêtres à doubles-vitres scellées soient munies d'une poche d'air très sec hermétiquement scellée. De telles conditions sont cependant très difficiles à réaliser une fois pour toutes. Ce type de fenêtre est assez récent et peu de fabricants savent comment se comportent à long terme leurs doubles-fenêtres scellées. À défaut de ce renseignement l'acheteur aura tout intérêt à recourir à des essais de laboratoire avant de fixer son choix.

Description des fenêtres à doubles-vitres scellées

On utilise trois types de construction pour les fenêtres à doubles-vitres hermétiquement scellées.

Type I - Bourrelet de plomb fixé au verre au moyen d'une technique spéciale de soudure.

Type II - Bordure tout en verre.

Type III - Vitres scellées par un ou plusieurs agents organiques, à un bourrelet d'aluminium, d'acier ou de chlorure polyvinylique généralement creux et contenant un desséchant.

Les arêtes sont recouvertes d'une bande de métal ou de chlorure polyvinylique fixée par un ruban adhésif, ou simplement laissées nues. Dans certains types de fenêtres un seul agent assure à la fois le scellage et la résistance structurale. D'autres types comportent un agent primaire pour le scellage et leur résistance structurale est assurée par un deuxième agent ou par une bande d'arête ou les deux. On dessèche l'air de la poche en purgeant avec de l'air sec avant de procéder au scellage dans les Types I et II et par contact avec un desséchant dans le Type III. La plupart des agents de scellage sont à base de polysulphure, de butyle ou d'autres matières synthétiques caoutchoutées et ils contiennent divers additifs pour leur donner les propriétés souhaitables. Les fenêtres du Type I et III ont généralement des poches d'air de $\frac{1}{2}$ ou de $\frac{1}{4}$ pce. Certaines fenêtres du Type III, cependant, ont des espaces de $\frac{5}{8}$ pce. Les fenêtres du Type II ont généralement des poches d'air de $\frac{3}{16}$ pce.

Performance thermique

Des coefficients typiques de transmission thermique sont comparés à la figure 1 à l'épaisseur de poches d'air encloses dans du verre. L'épaisseur optimale pour un écoulement thermique minimum est d'environ $\frac{5}{8}$ pce; les épaisseurs $\frac{1}{4}$ et $\frac{3}{16}$ pce sont beaucoup moins efficaces.

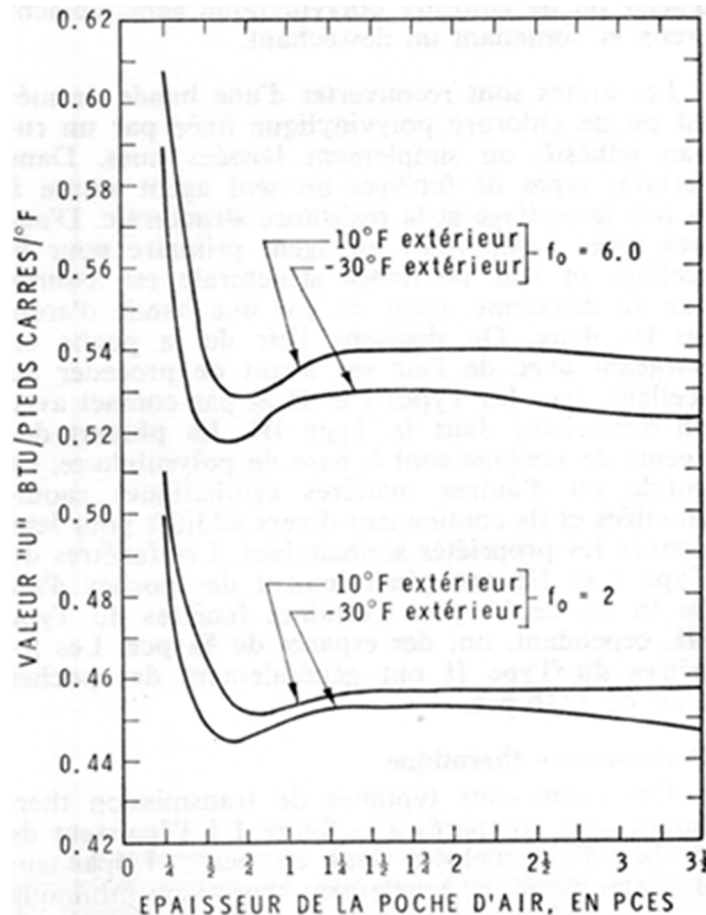
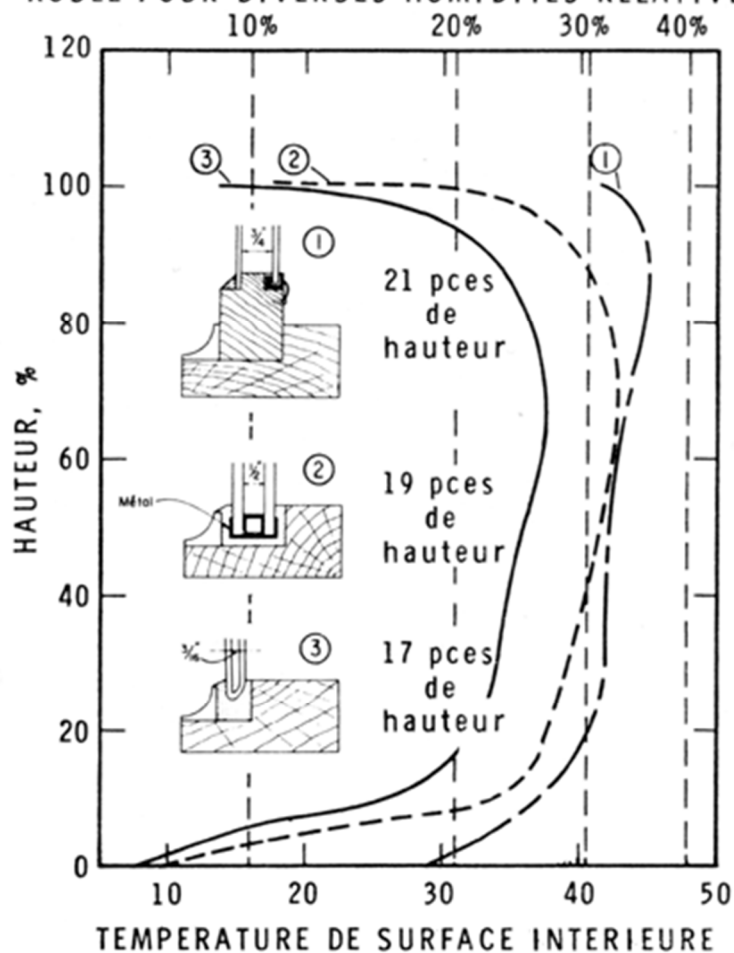


Figure 1. Coefficients de transmission générale de la chaleur pour les doubles-vitres.

Dans de nombreux cas, il est plus important de tenir compte de la température de surface intérieure minimale qui se produira en cours d'usage; on peut de cette façon déterminer les conditions dans lesquelles la condensation se produira. (Digestes N^{os} **1F**, **4F**, **42F**). Dans les doubles-vitres scellées les bourrelets et les bandes d'arêtes constituent un passage ayant une

conductibilité thermique bien supérieure à celle de la poche d'air (quelles que soient les matières employées) par suite de la faible épaisseur des fenêtres. Les températures de surface à l'intérieur sont donc plus basses à la périphérie qu'au centre. Ce phénomène est illustré à la figure 2 où deux types de vitres scellées sont comparés à deux vitres espacées de $\frac{3}{4}$ pce, toutes les vitres étant retenues dans un cadre de bois. Les lignes de température au point de rosée indiquent l'importance de la condensation pour diverses humidités relatives dans les conditions indiquées sur la figure. Par exemple, pour une humidité relative de 30% de la condensation se produirait sur toutes les surfaces ayant une température inférieure à 40.5°F de sorte que la fenêtre N° 3 serait entièrement recouverte de condensation.

LES LIGNES VERTICALES INDICENT LE POINT DE ROSEE POUR DIVERSES HUMIDITES RELATIVES



74°F intérieure, -20 extérieur $f_0 = 3.5$ à 4.0

$f_i = 1.5$ à 1.6

Figure 2. Températures de surface sur trois types de doubles-vitres.

Degré d'étanchéité requis du scellage

La teneur en humidité de l'air des poches peut être exprimée comme étant sa température au point de rosée; toute humidité transférée dans une poche donne lieu à une augmentation du point de rosée. Dans les conditions climatiques qui prévalent au Canada la température du point de rosée n'excède probablement pas 0°F. On a constaté que la condensation sur les surfaces de verre refroidies qui sont en contact avec une poche d'air peut être excessive aux valeurs plus élevées. Comme un certain gain d'humidité est inévitable dans la plupart des types

de fenêtres, la température initiale du point de rosée devrait même être inférieure. Des valeurs de -60°F peuvent être facilement atteintes et des températures initiales ayant à peu près cette valeur sont souhaitables.

Si on ne se sert pas de desséchant la quantité d'humidité qui peut être tolérée est très petite et les vitres doivent être hermétiquement scellées. En ce qui concerne les fenêtres contenant du desséchant le gain d'humidité tolérable dépend de la quantité de ce desséchant et de sa teneur initiale en humidité. La température du point de rosée augmente proportionnellement à la teneur en humidité du desséchant.

De l'humidité peut être transférée vers la poche d'air par une diffusion de vapeur d'eau au travers de la matière de scellage ou, si des fuites existent, par un écoulement d'air résultant d'une action de pompage due à des changements de température et de pression barométrique. Us coefficients de perméabilité à la vapeur des matières de scellage organiques en cours d'usage varient beaucoup. Des calculs ont montré qu'avec des bourrelets remplis de desséchant il est peu probable qu'un transfert d'humidité dû seulement à une diffusion causera des dégâts en une période de cinq ans, quoique des accidents puissent se produire.

Si des fuites se produisent, la quantité d'humidité transférée par un écoulement d'air sera plus grande que celle due à une diffusion; des températures excessives du point de rosée sont une probabilité au cours d'une période de un à cinq ans même si les bourrelets sont remplis de desséchant et des dégâts prématurés sont certains. Des dégâts se produisent rapidement si de l'eau arrive à pénétrer à l'intérieur d'une poche d'air par l'intermédiaire d'une fuite. Une performance satisfaisante ne peut donc être obtenue que si la matière de scellage a une perméabilité très faible à la vapeur et si un joint hermétique est réalisé une fois pour toutes.

Facteurs contribuant aux accidents

Les fluctuations de la température et de la pression barométrique donnent lieu à des différences de pression cycliques entre la poche d'air et l'atmosphère. Ces différences peuvent être assez importantes pour amener le verre à s'incurver et pour créer une tension ou une compression sur la matière de scellage et sur le bourrelet. Ces différences tendent également à déplacer les bourrelets en dehors des arêtes vers l'intérieur ou vers l'extérieur. Du fait que les différences de pression augmentent avec l'épaisseur de la poche d'air il faut généralement limiter cette épaisseur à un maximum d'environ ½ pce.

Les charges de vent exercent des efforts à la fois sur le verre et sur la matière de scellage. Cependant, les différences de pression qui en résultent, sauf peut-être au maximum prévu, sont généralement faibles si on les compare à celles causées par les changements de température et de pression barométrique. Le vent qui souffle en rafale peut ce pendant provoquer de fortes pressions sur le verre et sur la matière de scellage.

Les différences de température qui se produisent entre les parties constituantes des fenêtres et d'inégaux coefficients de dilatation provoquent également des pressions sur la matière de scellage. Une différence de température de 40°F entre les deux vitres d'une fenêtre de 72 pces produisent une différence de 0.013 pce dans les dimensions des vitres. Si la température de l'ensemble de la fenêtre est modifiée de 50°F le changement dimensionnel entre le verre et le bourrelet sera environ 0.008 pce pour l'acier, 0.035 pce pour l'aluminium et 0.086 à 0.30 pce pour le chlorure polyvinylique. Selon les propriétés et les forces relatives de la matière de scellage et du bourrelet et selon l'agencement des parties constituantes, ces modifications dimensionnelles peuvent provoquer un mouvement du bourrelet par rapport au verre ou des pressions dans le verre, dans le bourrelet et dans la matière de scellage. Ainsi toutes les parties du système de scellage doivent être intégrées avec soin aussi bien au stade des plans qu'à celui de la fabrication afin d'éviter les brisures du verre ou les efforts excessifs sur la matière de scellage. De plus, il est essentiel que ces parties, particulièrement la matière organique de scellage, ne perdent pas leurs propriétés requises par suite d'une détérioration due au vieillissement.

Les températures différentielles sur les surfaces de verre constituent un facteur très important qui contribue aux brisures. Quand une fenêtre est tout à coup exposée au rayonnement solaire la température du verre peut s'élever très rapidement dans sa partie centrale, particulièrement lorsqu'il s'agit d'un verre qui absorbe la chaleur. La température des bords, par contre, peut s'élever plus lentement, en partie parce que les bords sont ombragés et en partie parce que le cadre de la fenêtre peut emmagasiner une grande partie de la chaleur. Ces différences de température produisent de fortes tensions dans le verre près du bord et des efforts compressifs au centre. Des différences de température similaires et des efforts correspondants se produisent en hiver sur la vitre intérieure des fenêtres à doubles-vitres scellées par suite des gradients de température illustrés à la figure 2. Ces effets sont accentués par les systèmes de chauffage installés sous les fenêtres.

Le verre est généralement assez fort pour résister aux efforts produits par les seules différences de température, mais si le verre est déjà assujéti à d'autres efforts, comme ceux qui s'exercent dans les doubles-vitres scellées, l'effort thermique supplémentaire peut provoquer le bris du verre. Des concentrations d'efforts aux imperfections du bord augmentent également la possibilité de bris.

Il est extrêmement important de recourir à de bonnes méthodes de pose si l'on veut avoir de bonnes fenêtres à vitres scellées. Les composés de collage chimiquement incompatibles avec la matière de scellage peuvent provoquer la détérioration de celle-ci; et si les espaces entre les vitres et le cadre sont mal drainés, des inconvénients peuvent en résulter sur le joint par suite de l'action de l'eau et du gel. Les joints doivent rester souples pour répondre aux mouvements différentiels qui se produisent entre le cadre et la fenêtre et pour compenser les efforts dus aux mouvements du bâtiment.

Méthodes d'évaluation

Par suite des strictes exigences imposées aux fenêtres à doubles-vitres scellées et du fait que la majorité des fabricants ne disposent que d'une expérience limitée en ce qui concerne l'utilisation de ce type de fenêtres, les essais au laboratoire sont utiles pour évaluer l'efficacité des systèmes de scellage. La fenêtre toute entière ainsi que la matière de scellage doivent faire l'objet d'un essai parce que la performance dépendra de tous les éléments du système et des méthodes d'assemblage. Les essais doivent assujettir les fenêtres à l'effet net des efforts, de l'humidité et du vieillissement, conditions qu'elles rencontreront durant leur existence, de façon à prévenir les accidents prématurés.

Les modes d'essai doivent invariablement impliquer l'exposition des fenêtres à un grand nombre de cycles d'effort en présence d'humidité. Des essais à courts termes, ne durant que quelques jours, n'ont généralement aucun intérêt. Il n'y a que quelques fabricants qui disposent d'installations d'essai appropriées et aucune norme n'a encore été mise au point par l'industrie. Au Canada la Division des recherches en bâtiment a préparé des méthodes appropriées de mise à l'essai et elle a effectué durant plusieurs mois des essais pour les fabricants. Ces travaux ont confirmé la difficulté que l'on a à mettre au point des méthodes appropriées d'évaluation.

Résumé

Il est important que les caractéristiques des fenêtres à doubles-vitres scellées soient mieux connues. Les températures de surface intérieure aux bords de ces fenêtres sont plus basses que celles d'un grand nombre de doubles fenêtres classiques et les humidités des bâtiments qui peuvent être acceptables sans condensation excessive sur ces surfaces sont en conséquence plus basses. Elles doivent être scellées initialement avec de l'air sec entre les vitres et en dépit des efforts imposés par les conditions de service elles doivent retenir le joint durant toute leur période de service. Les fenêtres peuvent donner lieu à des inconvénients par brisure ou par condensation et par les dépôts résultant d'un gain d'humidité excessif.

Par contre, les fenêtres à vitres scellées présentent des avantages du fait qu'elles éliminent les doubles fenêtres rajoutées qu'elles réduisent à deux les surfaces devant être nettoyées et

qu'elles empêchent la condensation entre les vitres. Leurs avantages peuvent souvent compenser les inconvénients qui peuvent résulter de leur emploi.