

## NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

### Comment rendre le vitrage durable et hermétique Garden, G. K.

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/10.4224/40001109>

*Digeste de la construction au Canada, 1967-08*

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

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=d4298d20-f9ea-4e12-a2c1-1c3003d4ed7a>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=d4298d20-f9ea-4e12-a2c1-1c3003d4ed7a>

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 55F**

# Comment rendre le vitrage durable et hermétique

*Publié à l'origine en août 1967*

*G.K. Garden*

### **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.

Qu'il-soit transparent ou teinté, simple ou multi-couches, on peut employer le verre avec succès dans un mur extérieur. Le joint entre la vitre et le châssis est toutefois vulnérable à cause des nombreux rôles qui lui incombent. Les difficultés qui surgissent le plus souvent sont le bris du verre et l'infiltration de la pluie ou de l'air. Le maître d'oeuvre doit, lors de la conception du vitrage, posséder une bonne compréhension des facteurs qui contribuent à ces défaillances et une connaissance suffisante des propriétés des matériaux qui seront utilisés. Il lui est également essentiel de savoir quelles sont les qualités requises de chaque élément du joint. Grâce à une conception soignée, il sera en mesure de minimiser les contraintes agissant sur les éléments constituant le joint. Voilà la clé de la réussite.

Les milieux ambiants à séparer déterminent le type de joint et les matériaux d'étanchéité à utiliser. Les qualités requises des joints d'une vitre simple encastrée dans un châssis sont les mêmes que celles du mur avoisinant (voir le **Digeste n° 48 F**); ils doivent en particulier empêcher l'infiltration de la pluie et de l'air et résister aux surpressions dues au vent. Quand deux vitres sont logées dans des feuillures différentes, (voir la figure n° 1) les propriétés des milieux que chacune sépare peuvent différer considérablement. Si l'on prend les dispositions nécessaires pour que la pression atmosphérique soit égale des côtés de la vitre extérieure, celle-ci et le joint qui la lie au châssis devront empêcher l'infiltration de la pluie, mais non celle de l'air, et il ne leur incombera pas de résister aux surpressions dues au vent, exception faite de ses effets dynamiques. D'autre part, la vitre intérieure et ses joints doivent résister à la pression du vent et empêcher l'infiltration de l'air; ils ne sont pas destinés à combattre la pénétration de la pluie car ils ne doivent jamais être mouillés. Il est évident que les exigences auxquelles chaque élément de l'ensemble décrit dans cet exemple doit répondre individuellement ont été grandement adoucies. On peut jouir des mêmes avantages avec un joint simple en le munissant d'une garniture étanche double.

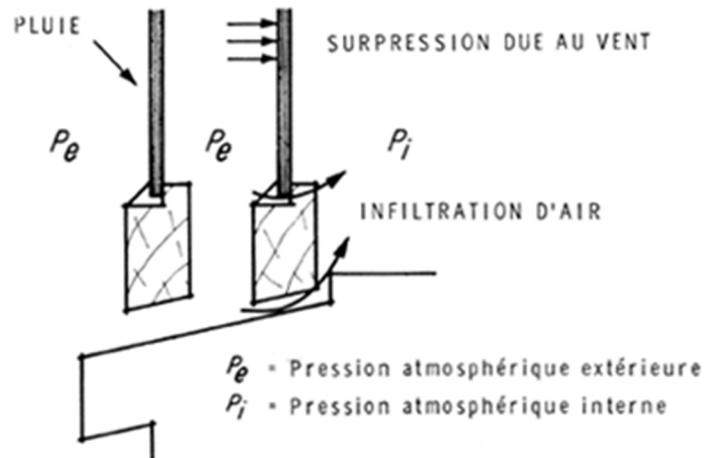


Figure 1. Répartition des tâches entre deux éléments de façon à faciliter l'efficacité de chacun.

### Qualités requises du joint

Le joint doit maintenir la vitre solidement dans le mur et empêcher qu'elle ne soit directement en contact avec son encadrement tout en permettant les déplacements asymétriques possibles. Le joint doit empêcher l'infiltration de l'air et de la pluie et être de réparation facile en cas de bris de la vitre. La pose du vitrage devrait être exécuté avec les matériaux et la main-d'oeuvre disponibles à un prix raisonnable et cependant ne requérir qu'un minimum d'entretien.

L'ensemble de l'encadrement et des matériaux constituant le joint répond à ces exigences. Les différences de déplacement entre la vitre et son cadre peuvent être diminuées mais non supprimées en augmentant la rigidité de la vitre ou du cadre. Lorsque l'on calcule l'amplitude possible des déplacements du verre dans son cadre, on doit se rappeler que tout déplacement vertical se produira vers le haut de la vitre puisque celle-ci repose sur sa base, à moins que les matériaux de jonction placés dans les montants aient suffisamment de prise pour la soutenir. Les déplacements latéraux seront sensiblement égaux à moins que les matériaux de jonction n'aient une prise plus forte d'un côté que de l'autre.

On connaît bien le gauchissement que subit le bois par suite des variations hygrométriques; des phénomènes semblables se produisent dans les châssis et dans les cadres métalliques à cause des différences de température. Si la température n'est pas la même des deux côtés d'un meneau vertical ou horizontal, il en résultera des contraintes thermiques inégales qui causeront la flexion de cette pièce. Cela se produit fréquemment lorsque ces éléments sont composés de deux ou de plusieurs pièces fixées l'une à l'autre à intervalles. La vitre et le cadre subiront également des déplacements asymétriques si leur coefficient de dilation thermique est différent. Le coefficient de dilation thermique du verre se situe aux environs de  $5 \times 10^{-6}$  °F. En outre, le rayonnement solaire influera de façon différente sur leur température. La température maximale qu'un carreau transparent est susceptible d'atteindre est d'environ 110°F tandis que celle de l'aluminium peut s'élever jusqu'à 150°F et, si ce métal est noirci, sa température peut atteindre 180°F ou plus. D'autres matériaux se comporteront de façon semblable selon leurs propriétés respectives.

La hauteur de la feuillure ménagée dans le cadre doit être suffisante pour recouvrir le verre adéquatement et doit permettre les déplacements asymétriques entre la vitre et le châssis sans que ceux-ci viennent en contact. La garniture étanche dont sont munies les fenêtres à vitres multiples fabriquées en usine doit être dissimulée sans la bande de recouvrement et il doit toujours y avoir un matelas d'air ininterrompu entre la vitre et son cadre.

La bande de recouvrement du verre doit fournir en tout temps une surface d'appui suffisante pour transmettre les charges latérales malgré le retrait de la vitre par suite de déplacements inégaux engendrés par des contractions et des flexions d'origine thermique, ou des déplacements du châssis. Il survient souvent des contraintes thermiques qui entraînent le bris

de la vitre lorsque les bords protégés de celle-ci demeurent froids tandis que la partie centrale s'échauffe et subit une dilation. Si le dormant ou le châssis de la fenêtre est froid, il se produit un refroidissement supplémentaire des bords de la vitre qui rend les conditions encore plus propices à une défaillance. Toutefois, si le dormant a été conçu de façon à demeurer aussi chaud que possible (voir le **Digeste n° 44F**), il en résulte une amélioration sensible. L'expérience a prouvé que plus la bande de recouvrement était étroite, plus la possibilité de bris était faible; au contraire, une bande de recouvrement atteignant 1 pouce à 1½ pouce de largeur suscite les conditions les plus défavorables.

### **Qualités exigées du joint**

Le joint doit servir d'isolant élastique séparant le verre de son cadre, empêchant l'infiltration de la pluie ou de l'air, permettant des déplacements asymétriques et en même temps rattrapant le jeu. En raison de son élasticité, le matériau du joint doit amortir les vibrations et les chocs, mais aussi être assez rigide pour maintenir la vitre en place dans la feuillure en dépit de toutes les contraintes normales qui peuvent la solliciter. Comme la plupart des matériaux de jonction et d'étanchéité ne peuvent résister aux poussées latérales, il faut recourir à des pièces d'espacement élastiques ayant une rigidité suffisante pour résister aux contraintes imposées et pour empêcher l'extrusion ou l'expulsion des matériaux de jonction. Ces derniers et les pièces d'espacement doivent être assez élastiques et épais pour permettre à la vitre de s'arquer dans la feuillure ou au cadre de gauchir sans que la vitre n'ait à supporter de contraintes excessives.

### **Infiltration de l'air**

Les défauts d'étanchéité permettent, outre l'infiltration de l'air, celle de la poussière et des odeurs; ils imposent un travail supplémentaire aux systèmes de chauffage et de climatisation et entravent le maintien du degré choisi d'humidité relative dans un bâtiment (voir le **Digeste n° 23F**). En hiver, les fuites d'air par les joints du vitrage d'un bâtiment humidifié peuvent entraîner des conséquences graves, car il se produit inévitablement une certaine condensation à l'intérieure du joint. L'eau accumulée provoque la désagrégation rapide des matériaux de jonction et elle peut amener le bris de la vitre si elle gèle à l'intérieur d'un espace limité. L'eau déposée par condensation à l'intérieur du joint peut s'échapper vers l'extérieur si l'on a prévu des orifices d'écoulement mais, dans le cas contraire, elle peut refluer vers l'intérieur; sa présence pourrait alors être imputée à l'infiltration d'eau de pluie.

### **Infiltration d'eau de pluie**

Le rôle primordial des matériaux de jonction est de prévenir l'infiltration de la pluie qui constitue la pire difficulté que peut causer le vitrage. L'infiltration de la pluie à travers le mur est un fléau dont l'origine est immédiatement reconnue car elle se produit chaque fois qu'il pleut. Elle entraîne le mouillement des seuils de fenêtre, des murs et des planchers, causant l'apparition de taches et des dégâts aux matériaux de finition. On se rend beaucoup moins facilement compte de l'infiltration de la pluie ne traversant pas entièrement le mur, mais elle entraîne toutefois divers effets à retardement et elle est en partie la cause de la désagrégation des joints, de la détérioration accélérée des fenêtres à vitres multiples scellées en usine, et du bris du verre, en particulier lorsque la corrosion s'attaque au cadre.

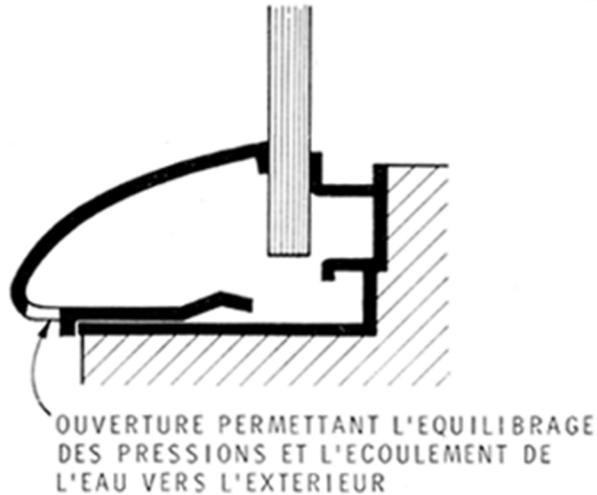


Figure 2. joint métallique employé pour les vitrines des magasins.

Pour empêcher l'infiltration de la pluie, il faut faire disparaître l'une des trois causes qui la favorisent. La face extérieure du joint est toujours exposée à l'eau et l'expérience a prouvé qu'il s'y produit inévitablement des fissures; il est donc nécessaires de neutraliser les forces qui tendent à faire pénétrer l'eau. On a démontré dans le **Digeste n° 40F** que l'on peut faire obstacle aux forces qui favorisent l'infiltration de l'eau en plaçant une garniture imperméable sur la face exposée du joint et une garniture étanche à l'air sur le côté abrité du joint, et en équilibrant la pression atmosphérique régnant dans l'espace ainsi créé avec celle de l'extérieur. Les ouvertures partant de cet espace peuvent donner directement à l'extérieur si elle sont protégées ou communiquer avec un espace abrité adjacent où la pression atmosphérique s'équilibre avec celle de l'extérieur. Cependant cet espace doit toujours être conçu de façon que l'eau s'écoule vers l'extérieur, car il peut s'y en introduire soit par infiltration, soit par condensation de vapeur.

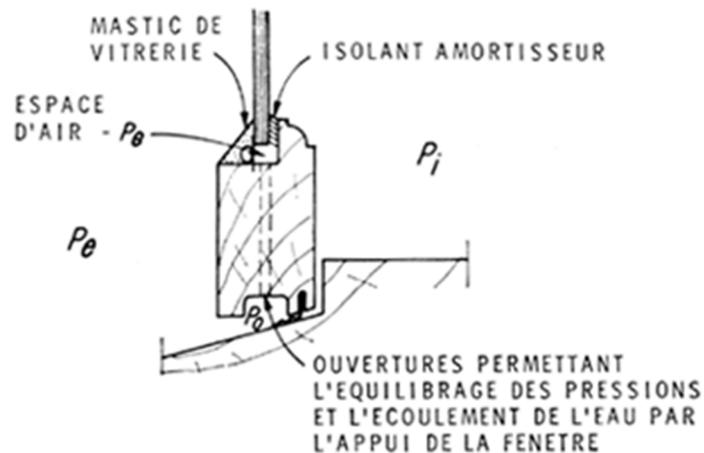


Figure 3. Vitre simple encadrée dans un châssis de bois.

Bien qu'il soit plutôt rare que l'on recoure intentionnellement à ces dispositifs de protection des joints contre l'infiltration de l'eau, on peut leur attribuer en grande partie l'efficacité de nombreux joints métalliques de vitrines de magasin (voir la figure n° 2). On connaît encore très peu d'applications de ces méthodes au maintien de vitres simples dans des châssis de bois (voir la figure n° 3). On a toutefois conclu que l'infiltration intentionnelle d'air dans l'espace prévu à l'intérieure du joint doit être beaucoup plus considérable que l'infiltration d'air vers l'intérieur à travers la garniture d'étanchéité placée sur la face interne du joint. Une fenêtre métallique mise au point depuis peu (voir la figure n° 4) fait usage de cet équilibrage avec la pression extérieure de la pression atmosphérique régnant dans l'espace aménagé entre le

châssis et le dormant, et il est très simple de l'y réaliser si le vitrage est posé à l'extérieur. Il reste toutefois certaines difficultés à surmonter lorsque l'on établit le vitrage à l'intérieur.

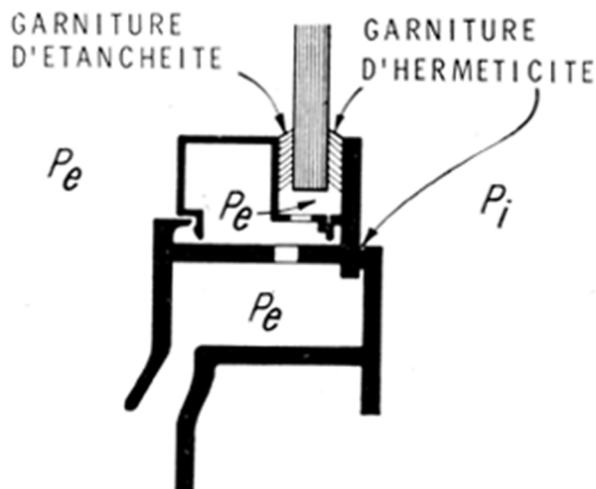


Figure 4. Fenêtre métallique moderne.

### Infiltration d'eau de pluie et d'air

Une baisse de la pression intérieure favorise habituellement l'infiltration d'eau de pluie. Lorsque ce phénomène se produit, la vitre se trouve pressée contre la garniture élastique d'étanchéité de la face intérieure du joint, en améliorant son herméticité (voir la figure n° 5), mais en même temps la vitre s'éloigne de la garniture étanche située sur la face extérieure. Pour empêcher l'infiltration de la pluie, il est donc nécessaire de prévoir la pose sur la face extérieure d'un matériau de fonction doué d'une forte adhérence et d'une grande extensibilité ou d'un matériau comprimé qui maintiendrait un contact étroit entre la vitre et l'encadrement. Si les pressions ne peuvent s'équilibrer de chaque côté de la garniture étanche externe, toute infiltration d'air, même par des fissures minuscules, sera suivie par la pénétration d'eau de pluie. Si les pressions équivalents des deux côtés, l'eau pourra s'infiltrer que s'il existe des interstices non capillaires orientés de façon telle que l'eau puisse s'écouler vers l'intérieur par gravité. Si l'espace d'air est conçu de manière à favoriser l'écoulement de l'eau vers le dehors, cette faible infiltration n'entraînera pas de difficultés pourvu que l'eau n'atteigne pas la garniture hermétique interne.

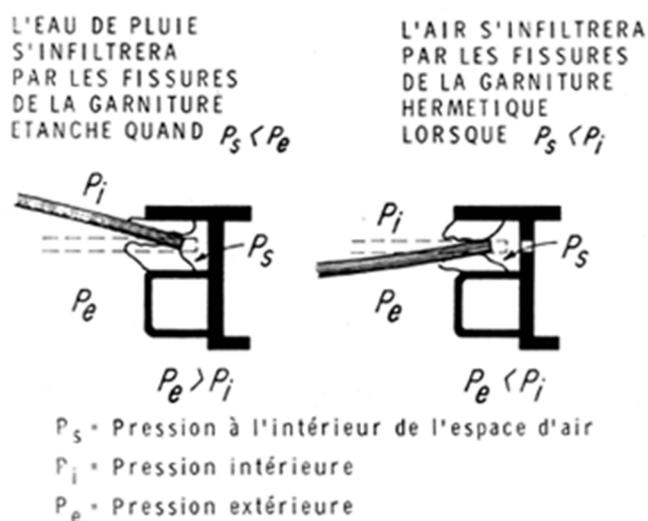


Figure 5. Effet des inégalités de pression.

Il est rare qu'une baisse de la pression extérieure entraîne l'infiltration de la pluie, mais la garniture étanche interne peut perdre son efficacité par décollement à cause du déplacement de la vitre vers le dehors. Dans ce cas, il faudrait que la garniture intérieure soit constituée d'un matériau adhérent, extensible ou encore comprimé; si l'espace d'air communique avec l'extérieur, cette garniture est le dernier obstacle à l'infiltration de l'air. Comme nous l'avons déjà mentionné, les fuites d'air en hiver peuvent se solder par de la condensation dans les espaces d'air et on devrait les réduire au minimum.

### **Déplacements asymétriques**

En plus d'avoir les qualités déjà énumérées, le joint doit permettre les déplacements asymétriques. Lorsque le matériau adhère à la vitre et à son châssis, il doit avoir des dimensions suffisantes pour supporter l'extension et le cisaillement provoqués par le déplacement de la vitre et de son châssis. Quand on utilise des garnitures comprimées, celles-ci se trouvent soulagées d'une partie de la contrainte de cisaillement par le glissement de la vitre. Il est toutefois important que les garnitures soient solidement fixées au cadre afin d'éviter qu'elles ne soient exprimées du joint.

Lorsque le joint comporte un jeu considérable, particulièrement dans le cadre, l'utilisation d'une garniture étanche façonnée en place présenterait certains avantages en comparaison de la plupart des garnitures toutes faites.

### **Durabilité des matériaux de jonction**

Avant de choisir les matériaux de jonction qu'il utilisera, le constructeur doit connaître les conditions physiques qui les affecteront, la nature des déplacements possibles et les principaux mécanismes de détérioration qui affectent les matériaux. Le terme "conditions" englobe tous les efforts qui peuvent solliciter la vitre, car il est déjà arrivé qu'un simple doigt inquisiteur soit la cause de difficultés.

Le rayonnement solaire accélère la désagrégation de la plupart des matériaux organiques et l'un des effets les plus prononcés est la perte d'adhérence du matériau avec la surface de la vitre. Un modèle de joint où l'adhérence ne serait pas une qualité essentielle résoudrait ce problème. Les matériaux de jonction doivent conserver les propriétés requises sur toute la gamme des températures prévisibles; sous notre climat canadien, la température d'un matériau peut varier entre -40 et +200°F. Ils ne doivent pas être thixotropes (c'est-à-dire devenir liquides par suite de contraintes alternées rapides), car la garniture étanche se fatiguerait. On a constaté qu'on pouvait attribuer en partie à cette caractéristique l'exsudation et l'étalement des certains matériaux employés pour la jonction de la vitre au cadre.

Quand on utilise différents matériaux de jonction et d'étanchéité dans le même joint (y compris ceux que l'on emploie pour les vitrages scellés), il est extrêmement important que tous ces matériaux soient compatibles. Les solvants contenus dans un matériau peuvent avoir un effet fâcheux sur un autre matériau; des substances-provenant de la décomposition d'un matériau peuvent entrer en contact avec un autre matériau par l'intermédiaire de l'eau et l'endommager. L'eau constitue l'agent de nombreux mécanismes de détérioration qui s'attaquent à la plupart des matériaux de jonction et on doit empêcher son infiltration à l'intérieur du joint.

En résumé, on peut éviter les difficultés que l'on éprouve souvent avec le vitrage en munissant les vitres d'une garniture élastique appropriée, en prévoyant le jeu nécessaire aux déplacements asymétriques et en répartissant les tâches entre les éléments du joint. Un espace d'air communiquant largement avec l'extérieur soulagera la garniture externe des infiltrations d'air et aidera la garniture intérieure à s'opposer à l'infiltration d'eau de pluie. On peut aussi accroître la durabilité des matériaux de jonction en prenant soin que l'eau ne pénètre pas dans le joint.