

M

URS-RIDEAUX EN ALUMINIUM-VERRE

par Rick Quirouette, B. Arch.

RÉSUMÉ

Le mur-rideau constitue le modèle de mur extérieur et d'enveloppe de bâtiment le plus étanche à l'air et le plus résistant aux intempéries. Cet article présente un aperçu des composants des murs-rideaux modernes en aluminium-verre, ainsi que de leurs caractéristiques de conception, de rendement et de durabilité. Il offre également aux architectes et aux concepteurs une connaissance de la technologie de la conception des murs-rideaux en ce qui a trait au contrôle des infiltrations d'air, de la pénétration de la pluie, de la perte (ou du gain) thermique et de la condensation. On y aborde également les essais d'une nouvelle conception de systèmes de murs-rideaux. Cet article donne également des détails d'exemples de conception de jonctions de murs-rideaux au niveau du sol, des soffites, des linteaux et des appuis de fenêtres, des parapets et avec d'autres systèmes de murs et de revêtements extérieurs, comme de la brique ou du béton préfabriqué. Il n'est pas question ici de la conception structurelle des murs-rideaux en aluminium ni des vitrines, du vitrage incliné et des puits de lumière.

OBJECTIFS

Après avoir lu cet article, le lecteur devrait comprendre :

1. Ce qui caractérise un mur-rideau en aluminium-verre et ses composants.
2. Quelle est la différence entre un mur-rideau de type à ossature, un mur-rideau en panneaux et un mur-rideau à vitrage structurel.
3. Quelles conditions climatiques et d'intérieur un mur-rideau en aluminium-verre peut supporter.



Ontario Association of Architects

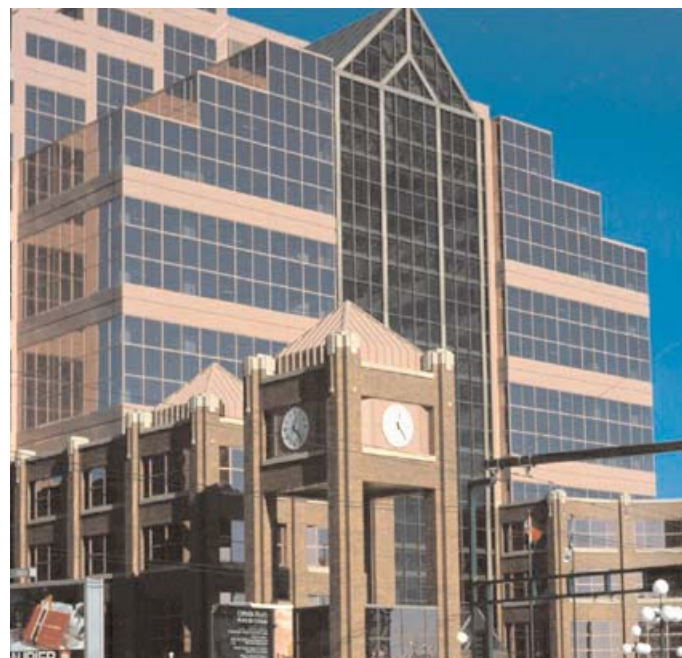


Figure 1 – Mur-rideau avec panneau d'allège en granit



**AU COEUR DE L'HABITATION
Canada**

4. Quels problèmes peuvent se présenter quand un mur-rideau laisse infiltrer de l'air et comment contrôler les infiltrations d'air.
5. Comment un mur-rideau empêche la pénétration de la pluie et comment le principe de l'écran pare-pluie est appliqué.
6. Comment la condensation de surface est contrôlée sur le vitrage et sur les cadres d'un mur-rideau, et ce qu'est un indice de température.
7. Quels types de verre et de vitres scellés sont utilisés dans les parties transparentes.
8. Quelles sont les causes les plus courantes de défaillance prématurée des blocs fenêtre à vitrage isolant.
9. Quels types de vitrage ou de panneau peut-on utiliser dans les allèges.
10. Comment mettre un mur-rideau en aluminium-verre à l'épreuve des infiltrations d'air, de la pénétration de la pluie et de la condensation.
11. Comment concevoir une jonction type de mur-rideau au niveau du sol, à un parapet, à un linteau et à un appui de fenêtre, et à un soffite.

INTRODUCTION

On trouve des murs-rideaux en aluminium-verre sur de nombreux édifices des centre-villes, et ils sont également assez répandus comme murs et revêtements extérieurs sur toutes sortes d'édifices commerciaux, industriels, institutionnels et résidentiels. Le mur-rideau se caractérise par des parties vitrées transparentes et des allèges colorées, un réseau de plaques en aluminium et, plus récemment, de couvre-allèges en métal ou en pierre (voir la figure 1, page 1). Il est également combiné à d'autres types de revêtements, comme le béton préfabriqué, la brique ou la pierre, pour créer des façades d'édifices attrayantes et durables.

Le mur-rideau comprend un système complet de mur extérieur et de revêtement, sauf les finitions intérieures. Il est généralement constitué de cadres en aluminium, de panneaux de verre transparent et de verre (ou de métal ou de pierre) d'allège pour envelopper un édifice, du niveau du sol jusqu'au toit. Il est offert en trois modèles : le type à ossature, le type en panneaux et le type à vitrage structurel (joints verticaux sans recouvrement). Le mur-rideau en aluminium-verre est conçu pour résister aux forces du vent et des séismes, pour limiter l'infiltration d'air, contrôler la diffusion de la vapeur, empêcher la pénétration de la pluie, la condensation sur les surfaces et dans les vides, et limiter la perte (ou le gain) thermique. Il est en outre conçu pour résister au bruit et au feu.

LE TYPE À OSSATURE

Le plus ancien type de mur-rideau est le système à ossature. Il s'agit d'un système de mur et de revêtement extérieur qui est accroché à la surface de l'édifice, d'un plancher à un autre. Il est monté avec des composants divers, qui comprennent des ancrages en acier ou en aluminium, des meneaux (éléments tubulaires verticaux), des longerons (éléments tubulaires horizontaux), des vitres transparentes, des vitres d'allège, des isolants et des plaques profilées en métal (voir la figure 2 ci-dessous). En outre, il comporte plusieurs éléments accessoires, dont des ancrages, des connecteurs en aluminium, des cales d'appui, des blocs d'angle, des plaques d'appui, des recouvrements, des garnitures et des joints d'étanchéité.



Figure 2 – Système de mur-rideau à ossature – Bureau de poste d'Ottawa

Le système à ossature est installé en accrochant le meneau vertical du bord d'un plancher avec une cornière en acier, tout en faisant glisser l'extrémité inférieure du meneau vertical sur un ancrage mâle dans le meneau vertical fixé en dessous. Les meneaux sont espacés de 1,25 m (4 pieds) à environ 1,85 m (6 pieds), selon l'espacement des colonnes, la force du vent et l'esthétique voulue de la façade (voir la figure 3 ci-dessous). Le joint entre les meneaux est également un joint de dilatation pour tenir compte de la flèche due à la surcharge d'un plancher à un autre, le fluage des structures en béton, ainsi qu'un joint de dilatation thermique pour les composants du mur-rideau. Ces joints doivent être conçus en fonction de chaque chantier. Les longerons (meneaux horizontaux) sont ensuite fixés aux meneaux verticaux pour former les ouvertures de cadre : une ouverture de cadre pour la partie transparente qui doit recevoir une vitre isolante, et une ouverture de cadre pour l'allège, qui recevra le couvre-panneau d'allège (pour cacher le bord du plancher, l'équipement de chauffage périphérique et le vide du faux plafond).

Les vitres isolantes transparentes sont installées dans les ouvertures des cadres, entre les planchers. Elles sont toujours placées dans l'ouverture de cadre sur deux cales d'appui (habituellement en silicone, en EPDM ou en néoprène), espacées d'environ le quart de la portée du longeron, à partir de chaque extrémité. La vitre isolante peut être rendue étanche à l'air sur l'intérieur des épaulements des cadres en aluminium, au moyen d'une garniture (joint sec) ou d'un ruban pré-coupé et d'un mastic d'étanchéité (joint humide). Pour installer plus facilement la vitre isolante, la méthode de vitrage préférée comprend l'utilisation d'une garniture sèche à l'intérieur et d'un joint humide à l'extérieur. Pour une meilleure durabilité et un meilleur rendement de la vitre isolante, la méthode de vitrage préférée utilise un joint humide à l'intérieur et une garniture sèche à l'extérieur. Certains systèmes utilisent une méthode de vitrage à joint sec/joint sec. À l'étape finale de l'installation d'un mur-rideau en aluminium-verre, les vitres isolantes et les couvre-allèges sont maintenus en place définitivement avec des plaques de pression pleine longueur et des recouvrements à pression en aluminium.

Les allèges sont habituellement fermées avec une plaque métallique profilée (pare-air et pare-vapeur), avec un isolant en fibre de verre ou en fibre minérale à haute densité à l'intérieur de la plaque profilée (ou coffrage). La plaque profilée est ensuite fixée et scellée au cadre en aluminium. La vitre d'allège est habituellement en verre monolithique renforcé à chaud, avec un revêtement coloré (fritte) et une pellicule de polyester pour rendre la vitre d'allège opaque et pour s'approcher de la couleur ou de la teinte de la vitre transparente. Les couvre-allèges peuvent également être en aluminium, en acier inoxydable ou en panneaux de cuivre. Au cours des dernières décennies, des panneaux de granit et des ensembles scellés ont été installés dans les allèges des systèmes de murs-rideaux.

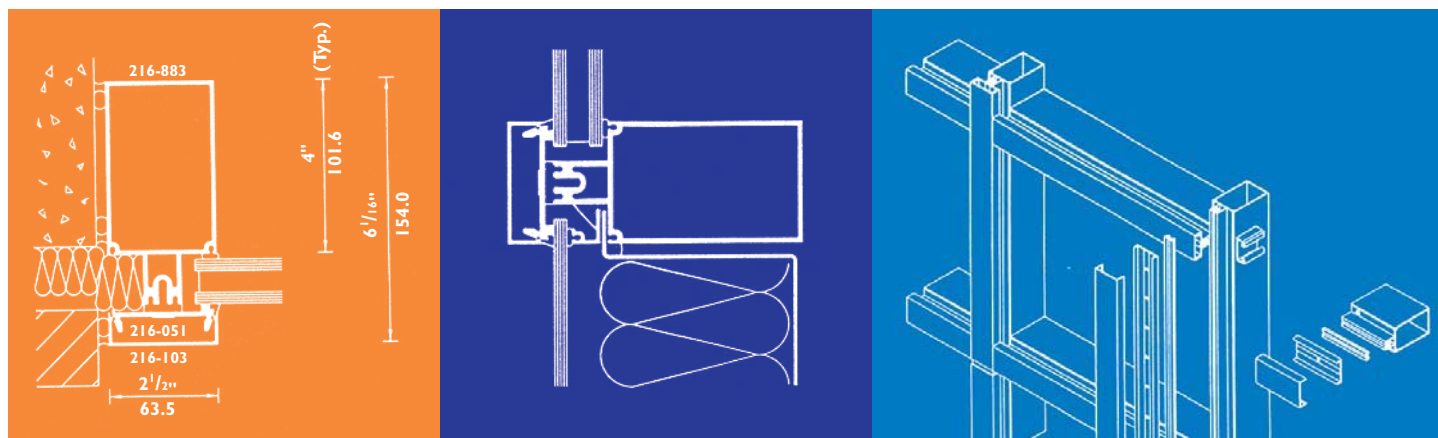


Figure 3 – Composants types d'un mur-rideau à ossature

Meneaux et longerons tubulaires assemblés au moyen d'attaches d'aluminium. Conception selon le principe de l'écran pare-pluie à pression équilibrée. Avec la permission de la société Kawneer

Les murs-rideaux à ossature peuvent être construits de manière très étanche et résister à la pénétration de l'eau. Quand les cadres en aluminium sont assemblés, une cale d'angle est installée à la jonction des meneaux verticaux et des longerons horizontaux. Cette cale d'angle sépare le vide du vitrage des unités scellées du vide du vitrage de l'allège. Elle sert à la fois à détourner l'eau dans le vide de l'appui du longeron, et comme joint de compartimentation pour l'équilibrage des pressions. Il est important de sceller la cale d'angle au meneau vertical et au longeron horizontal, et de la poser serrée derrière la plaque de pression pour éviter que l'eau pénètre dans le vide de la vitre isolante ou de l'allège en dessous.

Afin d'éviter une perte thermique excessive aux jonctions de la plaque de pression du meneau vertical ou du longeron horizontal et du recouvrement en hiver, un isolant thermique en caoutchouc EPDM, ou autre matériau, est placé entre la plaque de pression et la rainure de vis (fente avec filets linéaires à l'intérieur) des meneaux verticaux et des longerons horizontaux. Ce matériau de type caoutchouc n'est pas un isolant, mais il offre une résistance thermique suffisante entre la plaque de pression froide sur l'extérieur et le meneau intérieur pour permettre à la température intérieure de réchauffer la partie intérieure du meneau, au-dessus de la température du point de rosée (température de condensation) de l'air intérieur.

La plaque de pression et le recouvrement enveloppent les espaces de drainage et d'aération des vides de pare-pluie du vitrage ou de l'allège. Les plaques de pression sont habituellement perforées de deux trous de drainage et d'aération par ouverture de fenêtre ou d'allège dans les petites unités, et de trois trous dans les grandes unités, cela parce que les cales d'appui sont actuellement conçues et extrudées pour laisser passer l'humidité au-delà des cales d'appui, vers les trous de drainage et d'aération. Les trous ont 30 mm (1,25 pouce) de longueur sur 6 mm (1/4 pouce) de largeur et ils sont percés en ligne avec la surface du col du composant du longeron, afin de laisser passer l'eau du vide du vitrage dans le recouvrement à pression, par la plaque de pression. Dans le recouvrement à pression, l'eau est dirigée vers deux petits trous près de ses extrémités, à environ 100 mm (4 pouces) de celles-ci.

LE MUR-RIDEAU EN PANNEAUX

Un mur-rideau en aluminium-verre fabriqué et installé en panneaux s'appelle un mur-rideau en panneaux. Un mur-rideau en panneaux a les mêmes composants qu'un mur-rideau à ossature. Il comprend des meneaux en aluminium, une vitre isolante et un panneau d'allège, montés dans un cadre en aluminium préfabriqué. Toutefois, au lieu de monter le mur-rideau en aluminium-verre sur le chantier, la plupart des composants du système sont assemblés en usine, dans des conditions de travail contrôlées. Cela améliore la qualité de l'ensemble et permet un délai de fabrication raisonnable et une fermeture rapide de l'édifice.



Figure 4 – Installation d'un système de mur-rideau en panneaux

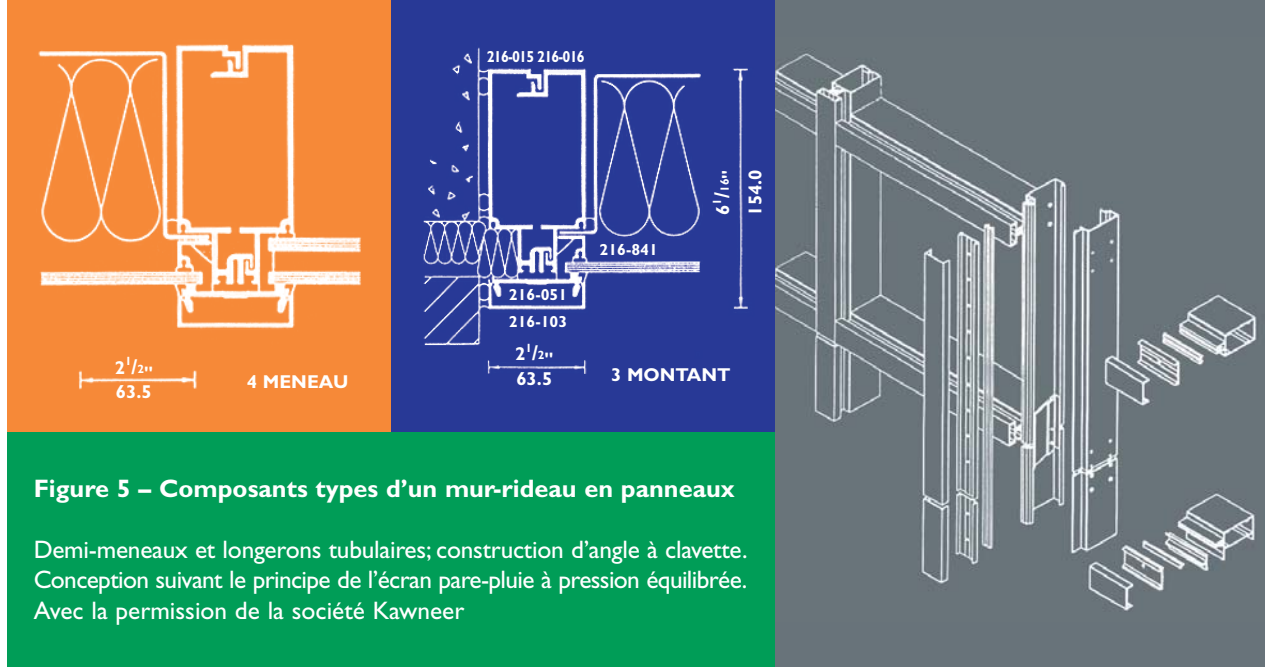


Figure 5 – Composants types d'un mur-rideau en panneaux

Demi-meneaux et longerons tubulaires; construction d'angle à clavette. Conception suivant le principe de l'écran pare-pluie à pression équilibrée. Avec la permission de la société Kawneer

Le mur-rideau en panneaux est monté en panneaux sur l'édifice même (voir la figure 4, page 4). Les meneaux verticaux et les longerons horizontaux sont fabriqués en demi-profilés plutôt qu'en profilés tubulaires, qui s'assemblent au moment du montage pour former le système de mur-rideau. Les panneaux sont installés comme des bardeaux, en commençant par le bas de l'édifice et en entourant chaque étage, puis en montant vers le toit.

Si les murs-rideaux en panneaux offrent de nombreux avantages en ce qui concerne la qualité du montage et la rapidité de fermeture de l'édifice, un problème de conception se pose à l'égard du rendement et de la durabilité, une fois le système installé. Dans un mur-rideau à ossature, il y a deux joints le long de chaque meneau vertical et de chaque longeron horizontal. Dans un mur-rideau en panneaux, il y a trois joints le long de chaque meneau et longeron. Ce sont les deux joints entre le verre et l'aluminium, et un troisième joint entre les demi-meneaux et les demi-longerons. Trois joints au lieu de deux augmentent de 50% les risques d'infiltrations d'air et de pénétration d'eau par rapport à un mur-rideau à ossature. Si des infiltrations d'air ou d'eau se produisent au niveau du troisième joint, il n'y a habituellement aucun moyen d'accéder aux joints entre les panneaux pour les réparer (voir la figure 5), à moins que le fabricant n'ait prévu un système de joints qui puissent être entretenus. Avec un mur-rideau en panneaux, le fabricant doit pouvoir compter sur des installateurs compétents pour assurer que les joints d'air soient convenablement installés entre les demi-meneaux. Néanmoins, les murs-rideaux en panneaux sont maintenant aussi appréciés que les murs-rideaux à ossature, selon un fabricant, et ils se sont comportés de manière satisfaisante quand ils ont été bien installés.



Figure 6 – Système de vitrage structural au silicone

MURS-RIDEAUX À VITRAGE STRUCTUREL

On trouve des murs-rideaux à vitrage structural dans de nombreuses villes au Canada et aux États-Unis. On peut en voir avec du vitrage sans recouvrement sur deux ou quatre côtés. Au Canada, on utilise seulement les applications à deux côtés, les joints verticaux de la vitre isolante étant sans recouvrement (voir la figure 6, page 6), mais il existe quelques exemples à quatre côtés conçus spécialement.

Les murs-rideaux à vitrage structural utilisent les mêmes composants de meneaux en aluminium que les murs-rideaux à ossature, sauf que l'embout (le col) des meneaux est omis afin de créer un système de joints verticaux sans recouvrement. Les joints verticaux entre les vitres isolantes sont scellés sur l'extérieur avec du mastic d'étanchéité en silicone pour donner une apparence extérieure lisse. Les longerons horizontaux sont construits avec des plaques de pression et des recouvrements standard.

Pour maintenir la vitre isolante contre l'aluminium des meneaux verticaux, la face intérieure de la vitre isolante est maintenue séparée du meneau en aluminium par une garniture ou un ruban-intercalaire, et un mastic d'étanchéité structural en silicone est posé entre le verre et l'aluminium. La largeur du joint ou du contact est d'environ 12,5 mm (1/2 pouce) (voir la figure 7 ci-dessous). Le mastic d'étanchéité structural en silicone forme un solide lien adhésif, avec une résistance minimale de 20 lb/po². Quand les dessins d'atelier sont soumis à un fabricant de matériaux en silicone, ils garantissent souvent une utilisation de vingt ans, si des essais ont démontré que tous les matériaux sont compatibles.

Les mastics d'étanchéité en silicone sont perméables à la vapeur. Dans des environnements intérieurs à humidité élevée, dans lesquels le silicone structural peut être exposé à une humidité élevée pendant l'hiver, le silicone peut nécessiter un cordon protecteur de mastic d'étanchéité résistant à l'humidité, afin de réduire la diffusion de l'humidité dans le joint structural en silicone de vitrage.

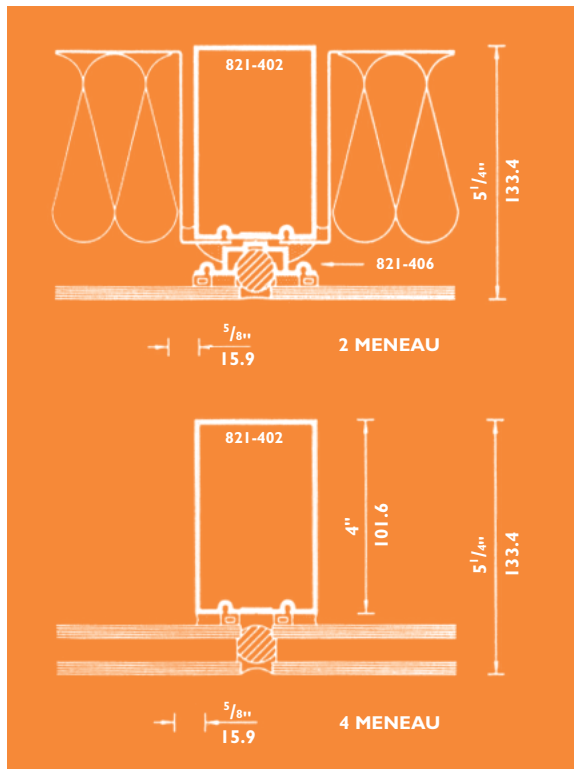
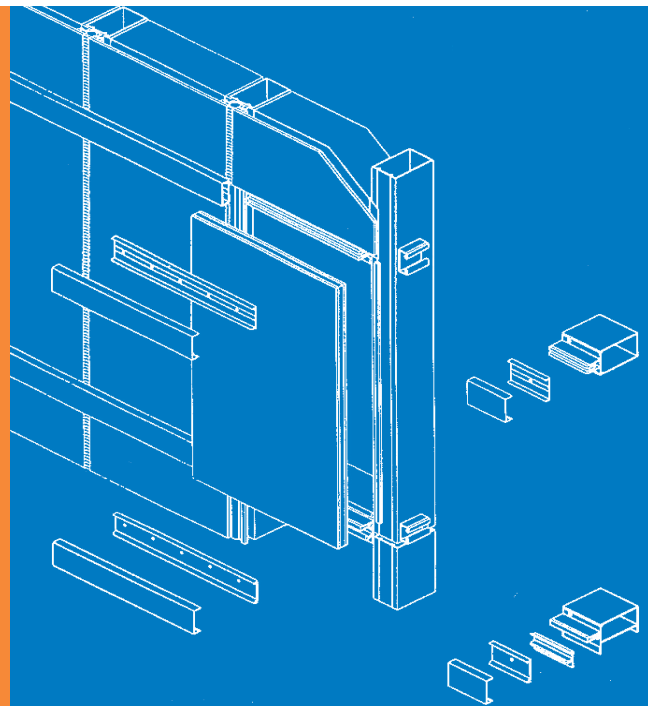


Figure 7 – Vitrage structural au silicone typique
Avec la permission de la société Kawneer



Mur-rideau I 600 – Vitrage structural au silicone
Meneaux et longerons assemblés au moyen d'attaches d'aluminium.

Conception suivant le principe de l'écran pare-pluie à pression équilibrée. Joints verticaux sans recouvrement et longerons horizontaux munis de plaques de pression et de recouvrement.

CARACTÉRISTIQUE DE CONCEPTION N°1 – CONTRÔLE DES INFILTRATIONS D'AIR

Afin d'être efficace, un revêtement mural extérieur doit être conforme à plusieurs exigences de rendement. On trouve parmi celles-ci le contrôle des infiltrations d'air (la fonction de pare-air), le contrôle de la diffusion de la vapeur (la fonction de pare-vapeur, différente de celle du pare-air), le contrôle de la perte ou du gain thermique (isolation et barrière thermique), le contrôle de la pénétration de la pluie et des eaux de fonte (le principe du pare-pluie). En outre, le mur-rideau doit pouvoir supporter divers mouvements différentiels. L'exigence de rendement la plus critique est le contrôle des infiltrations d'air.

Les infiltrations d'air à travers un mur-rideau en hiver peuvent entraîner une accumulation excessive de glace sur les recouvrements en aluminium, au niveau des parapets et des soffites. Cette glace peut s'épaissir au point de devenir un risque pour la sécurité des personnes et les biens en dessous. Les infiltrations d'air peuvent également causer de la condensation dans les vides du vitrage, au détriment des vitres isolantes, et peuvent corroder les plaques profilées et les attaches. Une condensation excessive dans un vide de vitrage peut exposer une vitre isolante à une immersion prolongée de son bord dans l'eau. Alors que les bords des unités scellées peuvent résister aux cycles de mouillage et d'assèchement, une immersion dans l'eau, même pendant quelques mois, détruit une vitre isolante en quelques années.

L'eau de pluie finira par s'infiltrer dans un mur-rideau qui n'est pas correctement scellé et étanche à l'air. Quand le vent et la pluie battent une façade, l'eau de pluie est poussée à travers les imperfections dans les joints extérieurs, jusque dans les vides du vitrage, par la différence de pression du vent entre l'extérieur et la pression du vide du vitrage. La pluie peut s'accumuler dans un vide jusqu'à ce qu'elle déborde dans l'édifice et apparaisse sur un plancher, un linteau de fenêtre ou un plafond.

Un mur-rideau est généralement étanche à l'air. Dans une coupe type d'un mur-rideau en panneaux, le plan du pare-air est continu et sa structure est soutenue. Plus particulièrement, le plan du pare-air peut être tracé en coupe (voir la figure 8) et il comprend le verre de la vitre isolante, le joint entre le verre et le mèneau en aluminium, l'aluminium du mèneau, le joint entre l'épaulement du mèneau en aluminium et la plaque profilée, la doublure métallique de la plaque profilée, le joint entre le bas de la plaque profilée métallique et l'épaulement du mèneau en dessous, lequel est raccordé au verre de l'unité scellée en dessous. On peut tracer le même plan du pare-air, vu en plan. L'infiltration de l'air au joint entre l'aluminium et le verre est réduite par un joint humide ou sec. Dans un mur-rideau en panneaux, les mèneaux sont fendus et comprennent donc un joint pare-air supplémentaire entre les demi-mèneaux. Ce joint est habituellement masqué et inaccessible après l'assemblage.

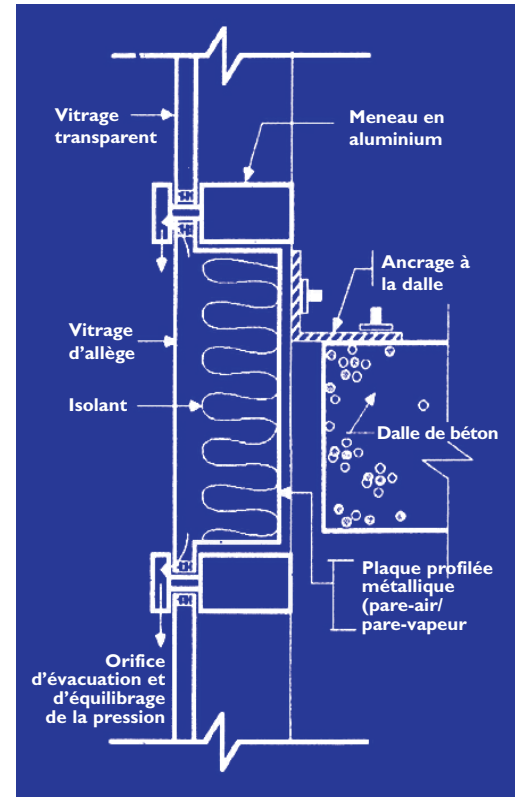


Figure 8 – Emplacement du pare-air/vapeur

L'écoulement de l'air à travers un mur-rideau fabriqué pour être vendu aux États-Unis est limité à une différence de pression d'air de 0,3 litres/seconde au mètre carré à 75 Pa (0,06 pied cube/minute au pied carré à 1,57 lb/po²). La limite d'écoulement d'air aux États-Unis est reliée à la perte ou au gain d'énergie, c'est-à-dire au chauffage en hiver et à la climatisation en été. La limite d'écoulement d'air au Canada, qui est trois fois plus rigoureuse que celle permise aux États-Unis, est surtout motivée par le contrôle de l'accumulation de glace sur l'extérieur des composants du mur-rideau, la condensation dans les vides du vitrage et la condensation et la pénétration de la pluie dans les vides du mur sous un système de vitrage.

CARACTÉRISTIQUE DE CONCEPTION N°2 – CONTRÔLE DE LA DIFFUSION DE LA VAPEUR

La diffusion de la vapeur dans un mur extérieur est quelquefois la cause de l'humidité ou de la condensation dans les vides du mur en hiver. Toutefois, étant donné qu'un mur-rideau moderne, à ossature, en panneaux ou à vitrage structurel, a des composants qui résistent à la diffusion de la vapeur (aluminium extrudé, verre, panneaux en tôle métallique, garnitures), l'humidité dans les vides causée par la diffusion ne pose pas de problème, sauf pour les mastics d'étanchéité en silicone sur la surface intérieure des vitres isolantes qui peuvent être protégées par un mastic d'étanchéité de recouvrement en butyle.

CARACTÉRISTIQUE DE CONCEPTION N°3 – PÉNÉTRATION DE LA PLUIE

Tout comme n'importe quel autre type de mur, le mur-rideau doit empêcher la pluie ou les eaux de fonte de pénétrer à l'intérieur de l'édifice. Les composants étant construits en verre, en aluminium, en acier, en fibres isolantes et en matériaux d'étanchéité, ils n'ont aucune capacité d'absorber ni de relâcher la plus infime pénétration d'eau. Alors que certains types d'isolants peuvent absorber l'humidité, très peu de celle-ci entre dans la plaque profilée. Étant donné que la plupart des matériaux qui composent le mur-rideau résistent également à la corrosion, l'eau n'endommage pas les matériaux du système, sauf les joints de la vitre isolante s'ils demeurent mouillés pendant longtemps.

Le principe du pare-pluie est appliqué pour améliorer le contrôle de la pénétration de la pluie dans un mur-rideau en aluminium-verre. Le principe du pare-pluie comprend diverses caractéristiques pour contrôler :

- l'entrée directe de la pluie ou des eaux de fonte;
- l'action capillaire;
- le drainage de la surface et des vides;
- l'équilibrage des pressions des vides du vitrage.

Dans un mur-rideau en panneaux, la résistance à l'entrée directe de la pluie et à la pénétration des eaux de fonte est assurée par un joint ou une garniture extérieure aux joints entre le verre et le recouvrement. Cependant, si une petite quantité de pluie ou d'eau de fonte pénètre par la garniture du linteau, du pied-droit ou de l'appui, ou au niveau du joint de la vitre transparente, elle est canalisée vers les côtés et vers le bas par le vide du pied-droit au vide du vitrage d'appui en dessous. L'eau de pluie est ensuite déviée horizontalement par les blocs d'angle (voir la figure 9, page 9) vers les trous de drainage dans les plaques de pression et dans les recouvrements à pression du mur-rideau, pour s'écouler vers l'extérieur.

Quand un vitrage scellé est installé dans une ouverture de cadre d'un mur-rideau, il est habituellement placé sur deux cales d'appui (en EPDM, en silicone ou en néoprène) placées aux quarts de la portée. Étant donné que ces cales de soutien des vitres isolantes peuvent empêcher le drainage des eaux de pluie ou de fonte, les fabricants percent un trou de drainage dans le centre de la plaque de pression pour laisser s'écouler l'humidité qui pourrait être entrée dans le vide du vitrage, le long de l'appui entre les cales d'appui. Il est important que les trous de drainage dans les plaques de pression ne soient pas plus élevés que le bas du vide de drainage et qu'ils ne soient pas obstrués par des débris ou un excédant de mastic d'étanchéité.

Afin de supporter l'équilibrage des pressions, le vide du vitrage doit être étanche à l'air à l'intérieur. Cette étanchéité à l'air est assurée par une garniture ou un joint humide entre la surface de verre et d'aluminium à l'intérieur. Afin d'améliorer davantage l'effet d'équilibrage des pressions, le vide du vitrage doit également être compartimenté. Le compartimentage est réalisé par le col du meneau vertical et du longeron horizontal, et les blocs d'angle. Des blocs d'angle convenablement scellés préservent l'équilibrage des pressions de chaque vide de vitrage et d'allège.

Le vide de l'allège de la plupart des murs-rideaux au Canada est également un système à équilibrage de pressions. La plaque profilée métallique joue le rôle de pare-air afin de résister à la pression du vent pour l'équilibrage des pressions. Les vides des allèges sont habituellement aérés en haut et en bas, afin de permettre le séchage par convection de l'isolant. Toutefois, si des recherches⁽²⁾ ont démontré que les dimensions des drains et des événements dans les plaques de pression (30 mm de longueur x 6 mm de largeur et 8 mm de diamètre) et les trous dans les recouvrements à pression sont suffisantes pour le volume du vide du vitrage, ces dimensions sont insuffisantes pour l'équilibrage des pressions dynamiques (rafales de vent) du vide des allèges. Le volume du vide des allèges est plusieurs centaines de fois supérieur à celui du vide du vitrage, et il est flexible; il nécessite donc des ouvertures d'aération plus grandes, afin de permettre un équilibrage des pressions qui atteigne la même efficacité. Cela veut dire que les ouvertures de drainage et d'aération dans la plaque de pression et dans le recouvrement à pression du vide de l'allège doivent être plus grandes que celles du vide du vitrage.

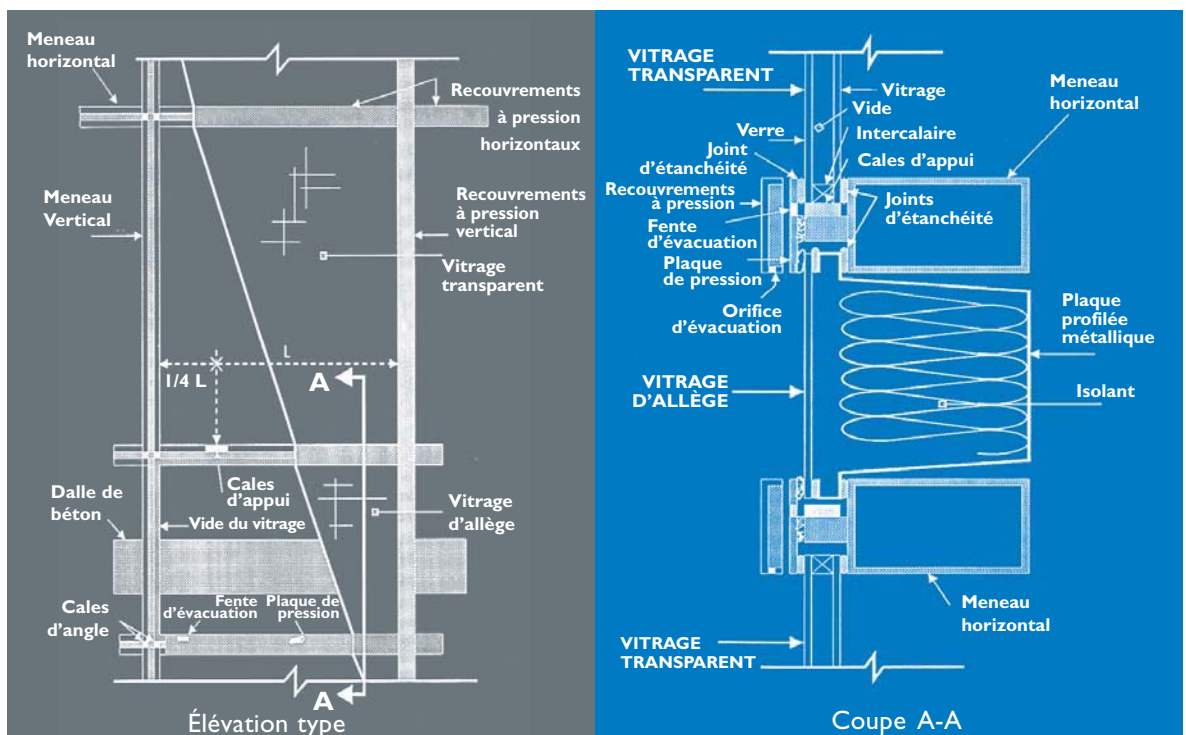


Figure 9 – Chemins de drainage dans un mur-rideau type
Avec la permission de la société Kawneer



PSYCHROMETRIC CHART

NORMAL TEMPERATURES

SI METRIC UNITS

Barometric Pressure 101.325 kPa

SEA LEVEL

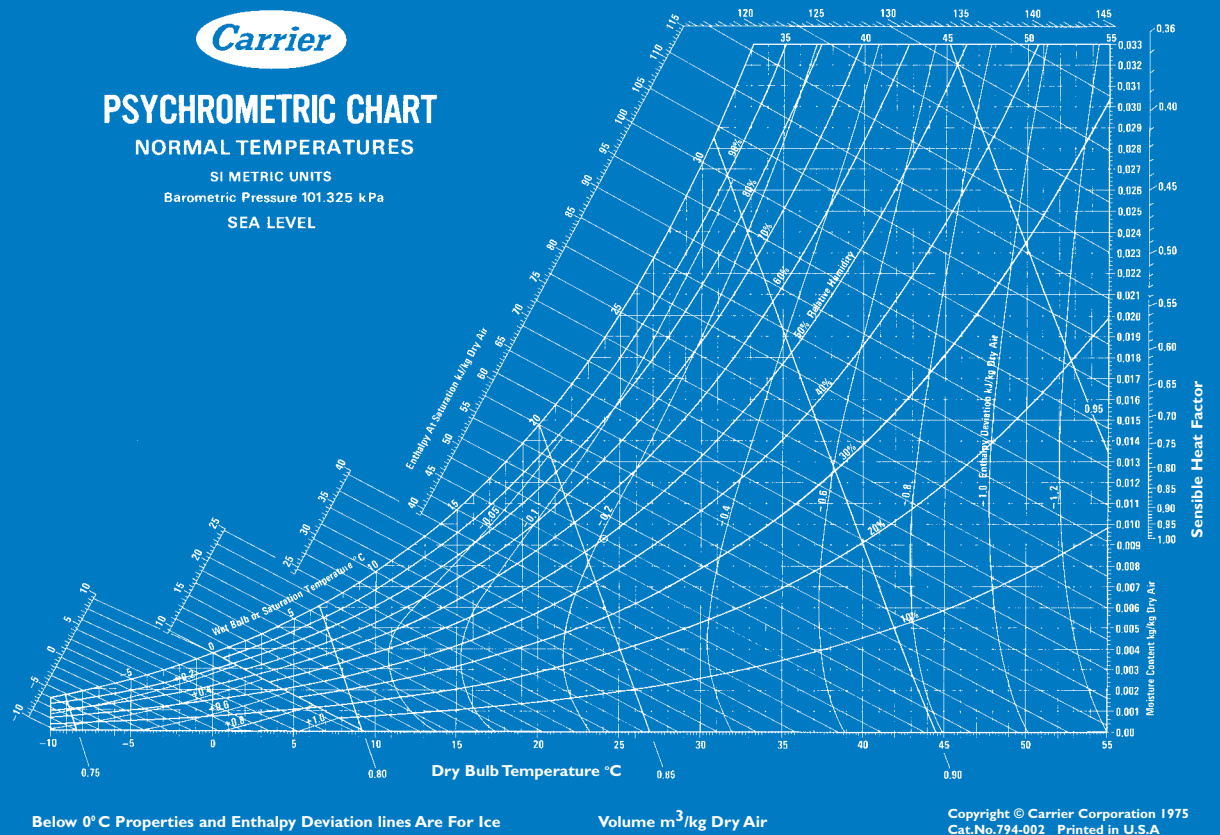


Figure 10 – Table psychrométrique Gracieuseté de Carrier Corporation

CARACTÉRISTIQUE DE CONCEPTION N° 4 - CONTRÔLE DE LA CONDENSATION

Le mur-rideau est également conçu pour résister à la condensation de surface. Pour cela, le mur-rideau doit cependant comprendre diverses caractéristiques, comme des isolants thermiques de qualité sur les cadres en aluminium, un vitrage double ou triple pour les parties transparentes et une plaque profilée d'allège isolé. Les jonctions et les attaches peuvent également être dotées d'isolants ou de séparateurs thermiques. La résistance à la condensation du mur-rideau en hiver dépend de la température et de l'humidité relative à l'intérieur, et de la température à l'extérieur. En été, la résistance à la condensation du mur-rideau dépend de la température et de l'humidité relative à l'extérieur, et de la température de la climatisation à l'intérieur.

La condensation se produit sur les surfaces en verre ou en aluminium quand l'humidité de l'air environnant entre en contact avec une surface froide, et quand la vapeur se change en liquide. La température à laquelle ce changement se produit s'appelle la température du point de rosée de l'air environnant. Afin de déterminer la température du point de rosée de l'air environnant, il faut connaître ou sélectionner deux conditions : (les conditions sont sélectionnées lors de la conception d'un nouveau projet), la température (thermomètre sec ou ordinaire) et l'humidité relative. En utilisant des tables psychrométriques (voir la figure 10), on peut déterminer la température du point de rosée (ou de condensation) d'une masse d'air quelconque à une température donnée, ainsi que l'humidité relative (voir Fundamentals de l'ASHRAE).

Par exemple, un nouvel hôpital nécessite une humidité relative intérieure de 40% à une température intérieure de 23°C en hiver. La température du point de rosée de l'air à l'intérieur est déterminée à l'aide d'une table psychrométrique, qui l'établit à 8,5°C. Pour empêcher la condensation de se former sur le verre ou l'aluminium du mur-rideau, la température à la surface du verre ou de l'aluminium ne doit pas descendre en dessous de 8,5°C à une température extérieure quelconque, et jusqu'à la température de conception hivernale (voir l'Annexe C du Code national du bâtiment de 1995 pour la température de conception hivernale de votre région).

L'étape suivante consiste à déterminer la température de surface minimale à l'intérieur du mur-rideau pour une température de conception extérieure donnée. Dans le cadre de cette analyse, on ajoute un nouveau facteur : l'indice de température (T_{indice}). Il s'agit d'un nombre, entre 0 et 1, affecté à un composant de mur-rideau ou de fenêtre, déterminé par des mesures en laboratoire, ou par calcul. Ce nombre (ou coefficient) indique la chute de température qui se produira à la surface d'un composant, en fonction d'une température extérieure particulière et d'une différence de température particulière entre l'intérieur et l'extérieur. Par exemple, si la vitre isolante de la partie transparente a un indice de température (T_{indice}) de 0,60, si la température intérieure ($T_{\text{int.}}$) est de 23°C et si la température de conception extérieure ($T_{\text{ext.}}$) est de -20°C, la température à la surface intérieure du verre (T_{verre}) est déterminée par l'équation suivante :

$$\begin{aligned} T_{\text{verre}} &= T_{\text{indice}} \times (T_{\text{int.}} - T_{\text{ext.}}) + T_{\text{ext.}} \\ &= 0,60 \times (23 - (-20)) + (-20) \\ &= 5,8 \text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

La température de 5,8°C (T_{verre}) est donc inférieure à la température du point de rosée de 8,5°C pour les conditions intérieures de l'hôpital, et de la condensation se formera sur le verre. Afin de corriger cette situation, le concepteur doit, soit prescrire une humidité intérieure inférieure, soit augmenter la température à la surface du verre au moyen d'une énergie de convection ou de rayonnement, ou sélectionner des composants de fenêtre avec des indices de température plus élevés.

L'indice de température est un facteur utile : il sert à préciser la valeur minimale du rendement thermique d'une vitre isolante ou d'autres composants du mur-rideau. Par exemple, si la température de conception intérieure ($T_{\text{int.}}$) d'un nouveau projet doit être de 23°C, si la température du point de rosée ($T_{\text{pt. Rosée}_{\text{indice}}}$) doit être de 8,5°C, et si la température de conception hivernale ($T_{\text{ext.}}$) doit être de -20°C, l'**indice de température minimal** (T_{indice}) à spécifier pour le mur-rideau, la vitre isolante ou la fenêtre, doit être :

$$\begin{aligned} T_{\text{indice}} &= [T_{\text{pt.rosée}_{\text{indice}}} - T_{\text{ext.}}] / (T_{\text{int.}} - T_{\text{ext.}}) \\ &= [8,5 - (-20)] / [23 - (-20)] \\ &= \underline{0,66} \end{aligned}$$



Figure 11 – Réflexions du verre d'un mur-rideau

VERRE ET VITRAGE

Les murs-rideaux semblent souvent n'être faits que de verre. Certains sont en verre avec des couvre-allèges métalliques, et certains autres comprennent des panneaux à surface de granit dans les cadres d'allèges. Le verre des parties transparentes et le verre des allèges, ainsi que les panneaux en pierre, sont des produits spécialisés.

Le verre des murs-rideaux (voir la figure 11, page 11) se présente sous forme de verre flotté, de verre armé (anticalorique), de verre formé et de verre cathédrale. Le verre flotté peut subir un traitement thermique pour devenir un verre renforcé à chaud ou trempé, afin d'offrir une meilleure résistance aux contraintes thermiques et mécaniques. Le verre laminé est également offert pour une plus grande sécurité. Le verre des parties transparentes est habituellement du verre flotté. Toutefois, si une résistance ou sécurité supplémentaires sont nécessaires, on peut utiliser du verre renforcé à chaud, trempé, laminé ou armé. Le verre des parties transparentes peut être anticalorique (teinté) ou thermoréflécteur (recouvert). Le verre laminé ou le verre armé à treillis métallique servent à résister aux chocs et au feu.

Le verre des parties transparentes d'un mur-rideau peut être un vitrage simple, double ou triple. Au Canada, l'architecte ou le concepteur choisit des vitres isolantes à vitrage double ou triple, selon la force des vents et d'autres facteurs, dont le rayonnement solaire et les exigences de chauffage ou de climatisation. Le vitrage des murs-rideaux peut varier considérablement selon l'application. En général, ce vitrage est transparent et son épaisseur peut varier, mais elle se situe habituellement entre 4 et 6 mm. Le vitrage est normalement assemblé en une vitre isolante qui assure un contrôle des pertes (ou des gains) thermiques et une meilleure résistance à la condensation. Pour décrire les produits de verre, l'industrie a adopté une méthode standard d'identification des surfaces pour les panneaux de vitrage simple, double et laminé (voir la figure 12).

Une vitre isolante type comprend deux panneaux de verre avec un intercalaire entre les deux panneaux, pour maintenir un vide d'une épaisseur uniforme entre eux. Les intercalaires peuvent être métalliques (aluminium) ou non métalliques (fibre de verre). Les intercalaires en fibre de verre sont utilisés pour réduire la perte thermique au bord de la vitre isolante, ou pour augmenter la température du verre au bord intérieur. Ils sont habituellement remplis d'une poudre qui absorbe l'humidité (tamis moléculaire ou déshydratant), dans le but d'absorber l'humidité résiduelle dans le vide d'air entre les deux couches de verre, après sa fabrication. En général, la poudre est placée entre les quatre intercalaires et elle abaisse la température du point de rosée de l'air du vide du vitrage à -60°C , ou moins encore.

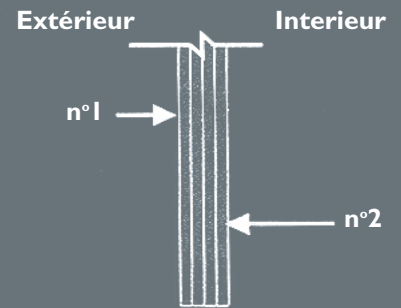


Figure 1
Surfaces d'un vitrage simple

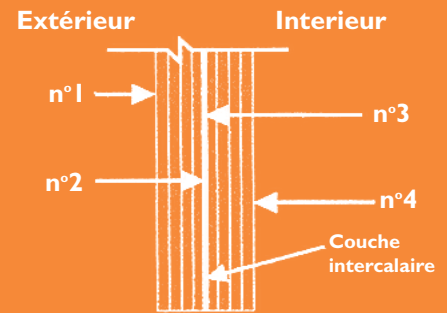


Figure 2
Surfaces d'un vitrage laminé

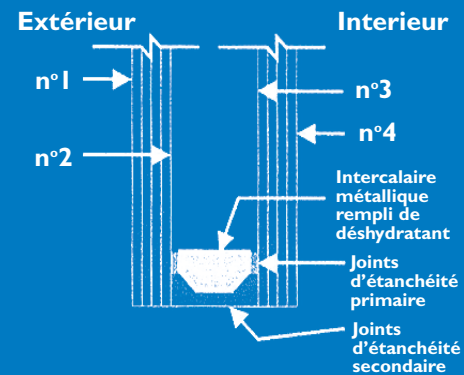


Figure 3
Surfaces d'un vitrage isolant

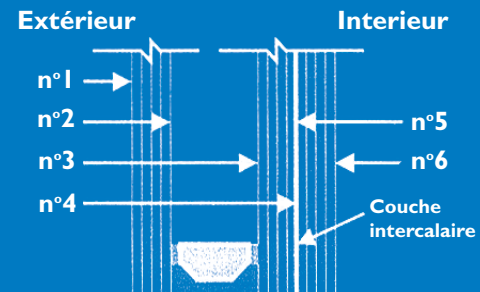


Figure 4
Surfaces d'un vitrage laminé isolant

Figure 12 – Numéros de surface des vitres isolantes

Les panneaux de verre sont maintenus ensemble avec un joint simple de polysulfide, de polyuréthane ou de butyle thermofusible, ou avec un joint double qui comprend un joint primaire en polisobutylène et un joint secondaire en silicone, en polysulfide ou en polyuréthane. Le joint primaire constitue le joint de pare-vapeur, et le joint secondaire maintient les panneaux de verre ensemble. Le joint secondaire peut être posé à une profondeur de 3 à 6 mm (mordant du verre).

Le verre des allèges est souvent une seule couche de verre renforcé à chaud, avec un revêtement métallique et une pellicule opacifiante en polyester. Cette pellicule et ce revêtement donnent la couleur du verre de l'allège et assurent une sécurité en cas de bris. L'épaisseur du verre et les revêtements du verre monolithique d'allège varient selon les applications. Une allège peut également être recouverte d'une vitre isolante, afin que la couleur de la partie transparente et de l'allège soit uniforme. Si cette pratique est répandue aux États-Unis, elle est plutôt rare au Canada parce qu'une vitre isolante sur une allège n'assure pas une résistance thermique suffisante par rapport à une plaque profilée métallique isolée derrière une couche monolithique de verre d'allège.

Au Canada, les architectes ou les concepteurs spécifient habituellement une vitre isolante pour les parties transparentes. Cette vitre peut être un verre flotté transparent à vitrage simple ou double, avec une intercalaire métallique et un joint double au bord, ou une surface de la vitre isolante peut être recouverte d'un matériau à faible absorption d'énergie : elle peut être remplie d'argon et être munie d'un super intercalaire pour une meilleure résistance thermique. Il faut discuter de ce type de vitrage, de son but et de ses exigences de rendement avec le fournisseur de verre.

L'installation d'une vitre isolante nécessite habituellement un espace dégagé de 6 à 10 mm tout autour du verre. Les bords ne doivent pas entrer en contact avec une partie métallique quelconque, et les attaches ne doivent pas pénétrer dans le vide du vitrage. Les vitres isolantes sont installées sur des cales d'appui en EPDM, en silicone ou en néoprène d'une longueur (minimale) de 100 sur 20 à 25 mm de largeur et avec une épaisseur de 6 mm (épaisseur de la vitre isolante). Si on utilise des joints secondaires en silicone pour une vitre isolante, il ne faut pas spécifier des cales d'appui pour cette application.

Le verre ne se casse habituellement pas sans raison. Des projectiles, un contact avec le métal au bord, un serrage excessif des plaques de pression, des vents forts, des mouvements sismiques et des différences de chauffage sont quelques-unes des causes de bris. Quand le vitrage extérieur ou intérieur d'une vitre isolante se casse, on appelle quelquefois cela un bris thermique. Le verre se casse de cette manière quand la température au centre de la vitre monte au-dessus de celle des bords (quelquefois à cause d'un ombrage prononcé) de 30°C (55°F) ou plus. Cela peut se produire également quand le soleil se lève face à une fenêtre, après une nuit froide. Étant donné que le centre de la vitre se réchauffe plus vite que les bords, un bris peut se produire quand la différence de température entre le centre de la vitre et les bords dépasse 30°C. De la même manière, quand la température extérieure est froide et que la surface intérieure d'une vitre isolante est chauffée par l'air de convection, la différence de température entre le centre et les bords de la vitre peut dépasser 30°C. Le verre renforcé à chaud et trempé ne se casse pas quand il est soumis à une différence de température de 30°C.



Figure 13 – Vitre isolante embuée par la condensation

Si le verre peut se casser à l'occasion, la principale cause de défaillance d'une vitre isolante est l'humidité (voir la figure 13, page 13). Quand le bord inférieur d'une vitre isolante est immergé dans l'eau pendant une longue période de temps, cette eau attaque les joints et finit par laisser l'air du vide du vitrage pénétrer dans le vide de la vitre isolante, formant éventuellement de la buée ou des rayures sur les surfaces entre les panneaux de verre. Dans ce cas, le seul recours est de remplacer la vitre isolante. Les causes les plus fréquentes d'une humidité excessive sont l'absence de drainage ou d'aération des vides, ou l'excédent de mastic d'étanchéité dans les vides du vitrage qui obstrue les voies de drainage vers l'extérieur.

DÉTAILS ET FONCTIONS DES MURS-RIDEAUX

Les murs-rideaux en aluminium sont conçus et construits pour être conformes et même dépasser les exigences de rendement des murs extérieurs dans la plupart des régions du Canada, et pour les conditions générales de température et d'humidité intérieures. Ces exigences sont rendues partiellement obligatoires par le Code national du bâtiment du Canada (CNBC), et elles sont expliquées dans de nombreuses publications de l'Institut de recherche en construction, IRC (anciennement la Division des recherches en bâtiment) du Conseil national de recherches du Canada (CNRC), ainsi que dans de nombreuses publications de la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL).

Pour raccorder un mur-rideau à une autre partie quelconque d'un édifice, les architectes ou les concepteurs doivent comprendre ces exigences de rendement, les caractéristiques des murs-rideaux, et comment faire les connexions pour tous les détails. Nous allons examiner quelques détails types pour illustrer comment on y parvient. Les détails qui suivent ont déjà été traités et sont reproduits ici pour plus de commodité⁽⁴⁾. Ils comprennent une jonction au niveau du sol, les détails des soffites, les détails des parapets, la jonction d'un appui de fenêtre à un mur extérieur en parement de briques sur charpente d'acier, et une jonction type à un mur extérieur préfabriqué avec pare-pluie.

Voyons maintenant la figure 14 ci-dessous. Il s'agit du raccordement d'un mur-rideau à une dalle au niveau du sol d'un petit édifice commercial. Ce détail est valable pour les murs-rideaux à ossature ou à panneaux. Noter comment le pare-air/pare-vapeur du mur-rideau est raccordé de l'épaulement du longeron à la partie supérieure de la dalle au sol. Noter que le solin est fixé au côté froid du bloc de compression, et comment l'espace entre les deux est isolé pour éviter une perte thermique excessive et une faible température de surface à la jonction avec la dalle.

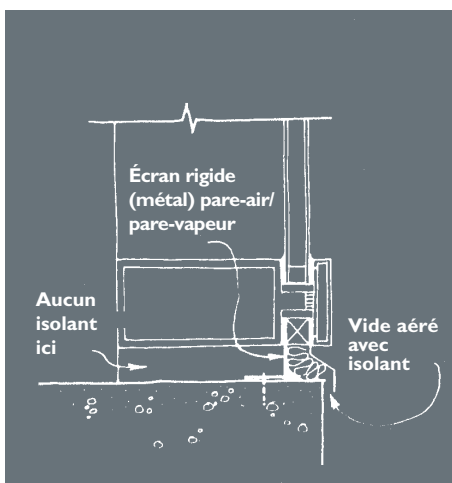


Figure 14 – Jonction du mur et de la dalle du rez-de-chaussée

Avec la permission du conseil national de recherches Canada

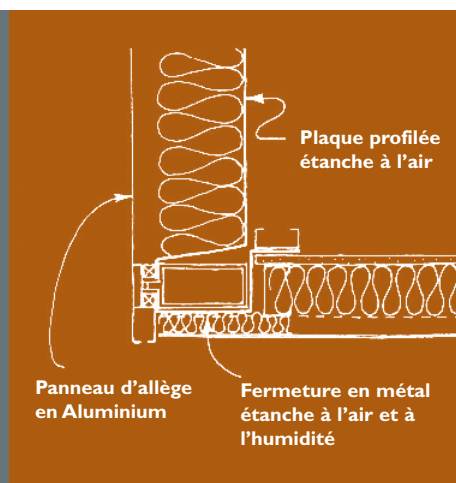


Figure 15 – Joint entre le mur-rideau à un soffite isolé

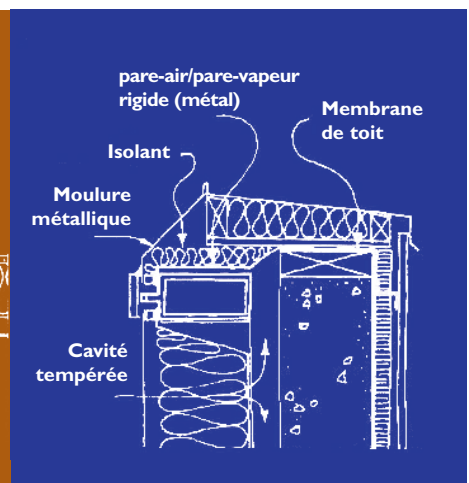


Figure 16 – Jonction du mur-rideau et de parapet ou du toit

La jonction de mur-rideau à un soffite est peut-être une des plus délicates à réaliser. D'abord, il faut déterminer si le soffite sera chauffé ou non. S'il doit être chauffé, son enceinte doit être conçue pour raccorder le mur-rideau à une enceinte de soffite avec un pare-air/pare-vapeur, une isolation et un contrôle de la pénétration de la pluie appropriés. La figure 15 illustre une méthode pour assurer la continuité du pare-air/pare-vapeur, la continuité thermique et même le contrôle de la pénétration de la pluie et des eaux de fonte au sommet du mur-rideau. Si le soffite n'est pas chauffé, il serait prudent de séparer le mur-rideau en une partie chauffée et une partie non chauffée, cela pour qu'aucun meneau vertical ne se prolonge directement dans le soffite froid quand de l'air peut s'infiltrer et former de la condensation sur les surfaces des meneaux à l'intérieur de l'édifice.

La figure 16 illustre un raccordement type d'un mur-rideau au toit ou au parapet d'un édifice. Quand un mur-rideau est conçu pour dépasser la ligne de toiture d'un édifice, il faut envisager plusieurs problèmes éventuels. Étant donné que les meneaux sont des tubes (des tubes fendus dans le cas de murs-rideaux en panneaux), il est important de raccorder le pare-air du toit au vide du vitrage du mur-rideau, afin d'empêcher une exfiltration incontrôlée de l'air à travers le parapet, et pour éviter la condensation dans la zone du parapet. En outre, et parce qu'il faut maintenir les meneaux du mur-rideau chauds, de l'isolant thermique jusqu'à l'intérieur, l'envers du mur-rideau dans la zone du parapet doit être aéré vers l'intérieur. S'il n'est pas pratique de respecter ces contraintes, il faut alors envisager une séparation du mur-rideau à la ligne faîtière ou du parapet. Pour de plus amples renseignements sur cet aspect des raccordements, consulter un fabricant de murs-rideaux.

La figure 17 illustre un mur-rideau raccordé à l'appui d'une rangée de fenêtres dans un mur extérieur à parement de briques ou à charpente métallique. Dans cet exemple, la fenêtre est placée de niveau avec le parement de briques, mais elle n'est pas conforme aux exigences de la norme CSA 440-4 touchant les fenêtres. La surface extérieure de la vitre isolante ne doit pas dépasser la surface extérieure de l'isolant, ou il faut alors reprendre la conception du détail pour y inclure l'isolation sous l'appui de la fenêtre. Noter qu'il n'y a pas de jonction de pare-air. Ce système peut souffrir de graves problèmes de condensation sur le cadre. Que l'on ait placé de l'isolant sous le longeron horizontal ou non, il faut raccorder un pare-air/pare-vapeur sur le côté chaud de l'isolant à raccorder au pare-air du mur extérieur.

Dans la figure 18, un mur-rideau est raccordé à un mur extérieur préfabriqué avec pare-pluie. Dans ce modèle, le mur extérieur et le revêtement préfabriqué doivent dépasser le matériau du pare-air/pare-vapeur du mur à charpente d'acier à l'intérieur de l'édifice, jusqu'à l'avant du vide du vitrage du mur-rideau. Il vaut également mieux prévoir un dégagement suffisant entre le pied-droit du mur-rideau et le panneau préfabriqué pour la fermeture, et pour tenir compte des petits mouvements différentiels. Il faut noter que le pare-air/pare-vapeur du mur extérieur illustré est raccordé au pare-air/pare-vapeur du mur-rideau. L'isolation du pied-droit est nécessaire pour réchauffer le meneau du pied-droit au-dessus de la température du point de rosée intérieure, afin d'éviter la condensation de surface et dissimulée. L'enceinte extérieure et les recouvrements du mur-rideau assureront la protection nécessaire contre la pénétration de la pluie du joint entre le mur-rideau et le revêtement préfabriqué.

Le concepteur doit également concevoir les jonctions d'un mur-rideau au reste de l'édifice. On reconnaît cependant qu'une connaissance spécialisée des murs-rideaux est nécessaire pour que la conception des détails soit correcte en fonction des autres types de murs extérieurs. La plupart des fournisseurs de murs-rideaux assurent un soutien technique. On peut se procurer des renseignements supplémentaires auprès de consultants ou de fabricants de murs-rideaux.

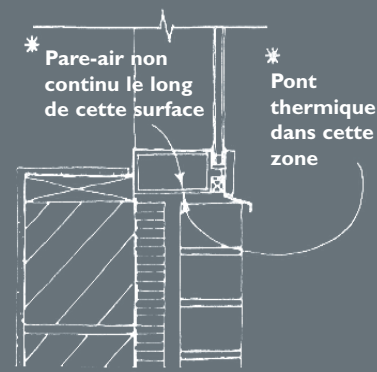


Fig. 17 – Bande de fenêtres de mur-rideau dans un mur en maçonnerie

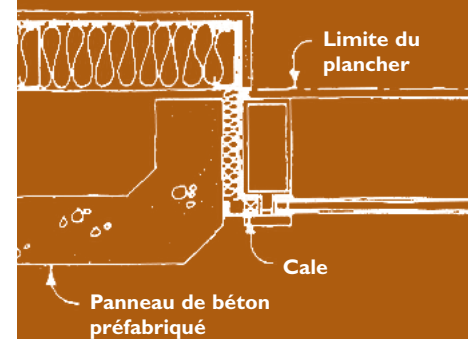


Figure 18 – Jonction d'un mur-rideau et du panneau en béton préfabriqué

Avec la permission du conseil national de recherches Canada

ESSAIS DES MURS-RIDEAUX

Le comportement des murs-rideaux en aluminium est souvent mis à l'essai en laboratoire. Des essais sont effectués pour déterminer la solidité et les déflexions en service, l'écoulement maximal des infiltrations d'air, la résistance à la pénétration de la pluie dans des conditions statiques et dynamiques, et la résistance à la condensation de surface.

Afin de déterminer la robustesse et la déflexion des meneaux, des longerons et du verre, ainsi que le mode de défaillance à des charges extrêmes, il faut mettre un mur-rideau à la procédure intitulée *Standard Method for Structural Performance of Exterior Windows, Curtain Walls and Doors by Uniform Static Pressure Difference* (Méthode d'essai standard pour le rendement structurel des fenêtres extérieures, des murs-rideaux et des portes par la différence de pression statique uniforme), une procédure ASTM E-330. Par cette méthode, on fixe un échantillon de mur-rideau représentatif des matériaux et des portées à utiliser sur un côté d'une chambre de pression. On souffle (ou on aspire) ensuite de l'air dans la chambre de pression pour exercer une différence de pression sur le mur-rideau, à une gamme prescrite de conditions et de durées d'exposition. Pendant ces essais, on observe l'échantillon de mur-rideau (voir la figure 19 ci-dessous) pour noter les déflexions, les déformations et la nature de tous les dommages ou de toutes les défaillances des composants du mur-rideau.

Un mur-rideau ne doit pas laisser l'air s'infiltrer excessivement. Aux États-Unis, un mur-rideau ne doit pas laisser s'écouler une infiltration d'air supérieure à 0,3 l/(sec. au m²) à 75 Pa (0,06 pied-cube/minute au pied carré) à 1,57 lb/pi²). Au Canada, en raison des conséquences des infiltrations d'air, qui comprennent la condensation, des glaçons et des pertes ou des gains thermiques, un mur-rideau ne doit pas laisser s'infiltrer plus de 0,1 l/(sec. au m²) à 75 Pa (0,02 pied-cube/minute au pied carré) à 1,57 lb/pi²). Pour déterminer l'infiltration maximale d'air dans un mur-rideau, il faut mettre celui-ci à l'essai conformément à la méthode d'essai de l'ASTM E-283, intitulée *Standard Test Method to Determine the Rate of Air Leakage Through Exterior Windows, Curtain Walls and Doors Under Specified Pressure Difference Across the Specimen* (Méthode d'essai standard pour déterminer l'écoulement d'infiltrations d'air à travers les fenêtres extérieures, les murs-rideaux et les portes avec des différences de pression spécifiées pour le spécimen). Dans cette méthode, on construit un échantillon de mur-rideau représentatif des matériaux et des portées utilisés, on le fixe à une chambre de pression et on le scelle aux jonctions périmétriques. Le mur mis à l'essai est ensuite recouvert d'une pellicule de polyéthylène et la chambre de pression est dépressurisée de 75 Pa (1,57 lb/pi²) par un ventilateur d'extraction. L'infiltration d'air provenant du ventilateur d'extraction, qui constitue également le volume d'infiltration d'air dans la chambre, est ensuite mesurée et notée. On enlève ensuite la pellicule de polyéthylène et on répète l'essai pour déterminer l'augmentation de l'infiltration. La différence entre les essais représente l'infiltration d'air qui a traversé le mur-rideau. Les résultats sont ensuite normalisés selon un format de rapport standard. Si l'infiltration d'air dépasse le maximum exigé, on peut effectuer des réparations et reprendre l'essai.



Figure 19 – Défaillance du verre pendant un essai sur un mur-rideau
Avec la permission de Morrison Hershfield Ltd.

Un mur-rideau en aluminium-verre ne doit pas laisser entrer la pluie ni les eaux de fonte à l'intérieur d'un édifice. La plupart des murs-rideaux en aluminium-verre conçus pour le Canada sont de type pare-pluie à pression équilibrée. Afin de déterminer la résistance du mur-rideau à la pénétration de la pluie ou des eaux de fonte, on le met à l'épreuve conformément à la méthode d'essai ASMT E-331, *Standard Test Method for Water Penetration of Exterior Windows, Curtain Walls and Doors by Static Air Pressure Differential* (Méthode d'essai standard pour l'infiltration d'eau dans les fenêtres extérieures, les murs-rideaux et les portes par différence de pression statique). Dans cette méthode, on construit un échantillon de mur-rideau représentatif des matériaux et des portées utilisés et on le fixe à une chambre de pression. On asperge ensuite de l'eau sur le mur-rideau pendant 15 minutes, avec des gicleurs d'arrosage montés sur un râtelier, pendant qu'on exerce une différence de pression d'air de 137 Pa (2,86 lb/pi²) sur le mur. Pour déterminer la différence de pression d'air qui correspond à votre région, veuillez consulter le guide de l'utilisateur de la norme Can/CSA A440.1. Quand l'essai est terminé, on vérifie s'il y a des infiltrations d'eau à l'intérieur du mur.

Il existe deux autres essais de pénétration de la pluie pour les murs-rideaux, dont la norme ASTM E-547, *Standard Test Method for Water Penetration of Exterior Windows, Curtain Walls, and Doors by Cyclic Static Air Pressure Differential* (Méthode d'essai standard pour la pénétration de l'eau dans les fenêtres extérieures, les murs-rideaux et les portes par différence de pression d'air statique cyclique. Cette méthode est la même que celle de la norme ASTM E331, sauf que le mur est soumis à quatre cycles de différence de pression d'air, chaque cycle durant 5 minutes avec 1 minute de pause. Elle comprend également l'essai dynamique de pénétration de la pluie AAMA 501-4. Dans cet essai, on utilise un moteur d'avion pour créer un vent fort à la surface d'un échantillon de mur soumis à un arrosage par les gicleurs.

En plus de ce qui précède, et pour certains projets de murs-rideaux, il peut s'avérer nécessaire de déterminer la résistance à la condensation de la surface intérieure d'un mur-rideau. Cet essai nécessite que le fournisseur établisse l'indice de température (coefficient de rendement utilisé pour prédire la température de la surface intérieure) des composants du mur-rideau, y compris les cadres et les vitres isolantes. L'échantillon de mur est ensuite recouvert des deux côtés, l'un étant maintenu à la température intérieure ambiante et à une humidité relative spécifiée, et la surface extérieure de l'autre étant exposée à la température de conception extérieure voulue. Quand ces conditions sont atteintes et stabilisées, on examine la surface intérieure du mur-rideau pour vérifier s'il y a de la condensation ; on note ensuite les observations et on augmente l'humidité relative au besoin.

Tous les projets de murs-rideaux ne nécessitent pas d'essais. Pour de petits édifices, il est rare de spécifier des essais, tant qu'on peut se procurer les données de rendement du mur-rideau auprès de son fabricant. Dans le cas de grands édifices, les essais sont souvent nécessaires pour vérifier si tous les détails sont conformes aux exigences de rendement de l'application particulière, ou même les dépassent.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Il existe plusieurs sources de renseignements sur la technologie des murs-rideaux, mais les plus courantes proviennent de l'AAMA, de la GANA, et des normes CSA/ONGC.

L'AAMA est l'American Architectural Manufacturers Association, qui est constituée de représentants des entreprises manufacturières des États-Unis, du Canada, du Mexique et d'autres pays. Elle se penche sur les problèmes de ses membres, mais elle établit également des normes minimales de rendement, d'installation recommandée, d'essai et de méthodes de conception. L'AAMA publie des normes minimales touchant le rendement et la qualité des murs-rideaux que l'on peut trouver dans *Methods of Test for Exterior Walls* (Méthode d'essai des murs extérieurs), AAMA 501-94. Cette publication comprend des spécifications d'essais en laboratoire et sur place pour des murs-rideaux en aluminium, y compris des caractéristiques de rendement, des spécimens d'essai, des méthodes, des pratiques recommandées et des appareils et des procédures d'essai. Elle comprend également les procédures d'essais dynamiques 501.1 et d'essai avec tuyau 501.2.

L'AAMA conserve de nombreux documents sur les fenêtres, les portes et les murs-rideaux dans sa librairie. De nombreuses publications sont disponibles et on peut les consulter sur un site Internet et les acheter auprès de l'AAMA. Pour de plus amples renseignements sur les livres et les articles de l'AAMA, consulter son site à l'adresse suivante :

www.aamanet.org, appeler ou écrire à l'AAMA :
Téléphone (847) 303-5664, télécopieur (847) 303-5774
1827 Walden Office Square, Suite 104
Schaumburg, Illinois, 60173

La GANA est la Glass Association of North America. Elle publie un excellent manuel sur les vitrages que l'on peut se procurer en appelant la GANA à Topeka, Kansas, au (785) 266-7013 ou par télécopieur au (785) 266-0272.

Des fabricants de murs-rideaux, tels que Kawneer et LBL, et des fournisseurs de verre, comme AFG Glass, offrent beaucoup de renseignements et d'expertise aux architectes et aux concepteurs d'édifices.

CONCLUSIONS

Les murs-rideaux en aluminium-verre représentent une merveille d'ingénierie et d'architecture ; un ensemble absolument incombustible de verre et d'aluminium qui n'exige qu'un minimum d'entretien et qui offre une esthétique de qualité et une enveloppe d'édifice durable pendant bien des années. Il s'agit du mur à fenêtres extérieures le plus avancé pour des édifices. La plupart des fournisseurs de murs-rideaux et des fabricants de vitrages offrent l'expertise et les capacités de production nécessaires pour construire un édifice de qualité. Aucun architecte ou concepteur ne devrait toutefois concevoir ou proposer un mur-rideau sans une compréhension générale des caractéristiques de la technologie des murs-rideaux en aluminium-verre, particulièrement les exigences de montage, l'ordonnement et les essais du mur-rideau sur place ou en laboratoire.

QUESTIONS

- Question 1.** Combien y a-t-il de catégories de murs-rideaux, et quelles sont-elles ?
- Question 2.** À quoi sert un bloc d'angle dans un mur-rideau à ossature ?
- Question 3.** À quoi servent les trois fentes au-dessus de la ligne de trous de vis dans une plaque de pression horizontale ?
- Question 4.** Quelle est la distance recommandée pour le positionnement des cales d'appui sous une vitre isolante dans un mur-rideau ?
- Question 5.** Qu'est-ce qu'une vitre isolante à joint double ? Quels sont les produits utilisés dans la fabrication des joints doubles ?
- Question 6.** Quel composant d'une allège dans un mur-rideau à pare-pluie est prévu pour supporter la pression du vent ?
- Question 7.** Quel est l'indice de température d'un meneau en aluminium de mur-rideau si la température à la surface du meneau est de 12°C, si la température intérieure est de 21°C et si la température extérieure est de -25°C ?
- Question 8.** À quoi sert la pellicule de polyester sur l'envers d'une couche de verre d'allège monolithique ? Pouvez-vous en énumérer trois fonctions ?
- Question 9.** Pourquoi un mur-rideau qui se prolonge dans un parapet est-il exposé à des conditions de température intérieure en hiver ?
- Question 10.** Quel est le taux maximal d'infiltration à spécifier pour le mur-rideau d'un édifice au Canada ? Quel essai de mur-rideau faut-il prescrire pour déterminer le taux maximal d'infiltration d'air dans la conception d'un nouveau-mur rideau ?

Pour connaître les réponses aux questions, veuillez consulter le site Web de votre association professionnelle.

RÉFÉRENCES

1. *Conception des enveloppes de bâtiment utilisant des systèmes de murs-rideaux en métal et en verre*, Notes d'information sur la construction n°37 du Conseil national de recherche du Canada, par R.L. Quirouette, Ottawa, Septembre 1982.
2. *Pressure Equalization Performance of a Metal and Glass Curtain Wall*, par U. Ganguli et R.L. Quirouette, paru dans le compte-rendu de la Conférence centenaire de la SCGE, Montréal (Québec), publication IRC-1542, NRCC 29024.
3. *Murs-rideaux, Guide de conception et d'installation*, par le Conseil de l'enveloppe du bâtiment du Québec (CEBQ), janvier 1997.
4. *Kawneer Product Manual*, filiale d'Alcoa, Kawneer Company Canada Ltd., 1051 Ellesmere Road, Scarborough (Ontario), M1P 2X1, téléphone (416) 755-7751.
5. *American Architectural Manufacturers Association*, site Internet : www.aamnet.org, 1827 Walden Office Square, Suite 104, Schaumburg, Illinois, 60173.
6. *Aluminium Curtain Wall Design Guide Manual*, (CW-DG-I-96), voir la librairie de l'AAMA au site Internet sur les murs-rideaux et les devantures.
7. *The Rain Screen Principle and Pressure Equalized Wall Design*, (CW-RS-I-96), voir la librairie de l'AAMA au site Internet sur les murs-rideaux et les devantures.
8. *Methods of Test for Exterior Walls (AAMA 501-94)*, voir la librairie de l'AAMA au site Internet sur les murs-rideaux et les devantures.
9. *ASTM E-283-91, Standard Test Method for Determining the Rate of Air Leakage Through Exterior Windows, Curtain Walls and Doors Under Specified Pressure Differences Across the Specimen*, tiré du livre des normes de l'ASTM, Volume 04.07.
10. *ASTM E-330-90, Standard Test Method for Structural Performance of Exterior Windows, Curtain Walls and Doors by Uniform Static Pressure Difference*, tiré du livre des normes ASTM, Volume 04.07.
11. *ASTM E-331-93, Standard Test Method for Water Penetration of Exterior Windows, Curtain Walls and Doors by Uniform Static Air Pressure Difference*, tiré du livre des normes ASTM, Volume 04.07.