CNRC · NRC

Solution constructive nº 17

Équilibrage des pressions dans les murs à écran pare-pluie

par M. Z. Rousseau, G. F. Poirier et W. C. Brown

Le mur à écran pare-pluie en équilibre de pression constitue une méthode de protection par éléments multiples contre l'infiltration de la pluie. Dans cet article, les auteurs définissent l'équilibrage des pressions et traitent des différents éléments qu'il faut incorporer à ce type de mur pour réduire le plus possible la pénétration de pluie due aux écarts de pression d'air.

La pluie ne peut pénétrer dans un mur que si les trois conditions suivantes sont réunies : l'eau de pluie se dépose sur le mur, des trous ou des fissures ouvrent un chemin à l'infiltration d'eau et une force ou une combinaison de forces amène cette eau à se déplacer vers l'intérieur. Les stratégies visant à contrer l'infiltration de la pluie doivent comporter des moyens permettant de maîtriser une ou plusieurs de ces conditions.

À l'heure actuelle, l'industrie de la construction fait appel à différentes méthodes pour réduire l'infiltration de la pluie. Cela va des murs assurant une protection par élément unique (couramment appelée « étanchéisation en surface ») à ceux qui assurent une protection par éléments multiples, par exemple ceux qui comportent un écran pare-pluie, une chambre à air drainée et une membrane résistant à l'eau[1]. Le mur à écran pare-pluie en équilibre de pression constitue l'une des techniques de protection par éléments multiples. Elle est fondée sur le principe de l'écran pare-pluie ouvert[2], qui vise à contrer *toutes* les forces qui peuvent faire pénétrer l'eau dans le mur : écart de pression d'air, gravité, tension superficielle, capillarité et énergie cinétique des gouttes de pluie. L'écart de pression d'air est souvent l'un des principaux facteurs responsables de l'infiltration d'une grande quantité d'eau de pluie dans un mur. Cet article porte sur la réduction de l'écart entre les pressions existant de part et d'autre du revêtement extérieur et sur les conditions à remplir pour y arriver.

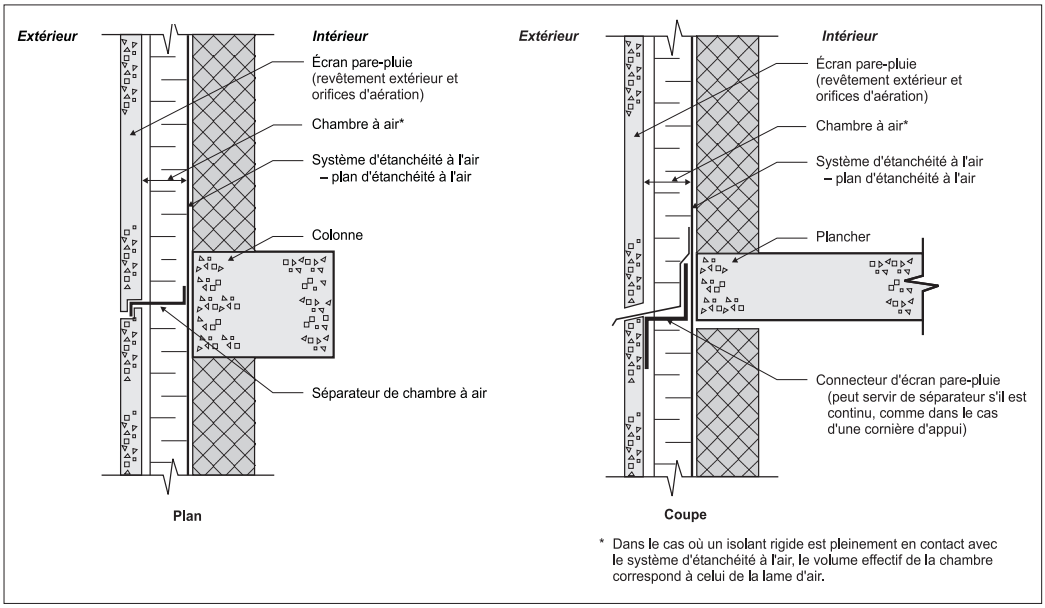

Figure 1. Éléments d'un mur à écran pare-pluie en équilibre de pression

Définition de l'équilibrage des pressions

Le concept de l'équilibrage des pressions est simple : lorsque la pression de l'air extérieur est transmise à la chambre à air se trouvant derrière le revêtement extérieur, celui-ci est soumis à un *différentiel* de pression presque nul. En pratique, le mur doit comporter trois éléments (figure 1) : un écran pare-pluie (c.-à-d. un revêtement extérieur muni d'orifices d'aération),

construction

Publié par

Institut de recherche en construction IRC

une chambre à air compartimentée et un système d'étanchéité à l'air. Les compartiments de la chambre doivent être assez petits, le système d'étanchéité à l'air assez étanche et la superficie totale des orifices d'aération dans l'écran pare-pluie assez grande pour laisser une quantité d'air suffisante entrer dans les compartiments et en sortir sous l'action de la pression d'air qui s'exerce. En résumé, la stratégie consiste à maîtriser l'écoulement d'air à l'intérieur même du mur, ainsi qu'à travers celui-ci.

En théorie, l'équilibrage des pressions signifie l'absence en tout temps d'un écart de pression d'air de part et d'autre de l'écran pare-pluie, c.-à-d. une élimination complète de la force à l'origine de l'infiltration de la pluie par différentiel de pression d'air. Toutefois, il n'est ni possible ni nécessaire d'assurer en tout temps l'équilibre parfait des pressions pour empêcher la pluie de pénétrer dans le mur (le mur doit être conçu pour gérer l'infiltration d'une faible quantité d'eau sans subir de dommages). Des études préliminaires indiquent qu'en pratique, un écart de pression maximal de 25 Pa assure un équilibre adéquat des pressions.

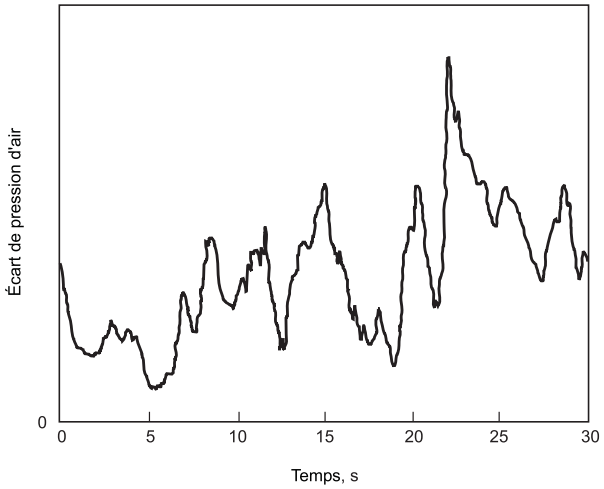

Figure 2. Exemple d'écart entre les pressions extérieure et intérieure s'exerçant sur un mur extérieur, sous l'effet du vent (Brown et al. Field Testing of pressure-equalized rainscreen walls. ASTM. STP 1034, 1991.)

Pressions d'air dynamique et statique s'exerçant sur l'écran pare-pluie

La pression d'air statique (constante dans le temps) qui s'exerce sur les murs est produite par les installations mécaniques et par l'effet de tirage, alors que la pression dynamique (qui fluctue beaucoup dans le temps et selon l'endroit) est causée par le vent (figure 2). Des recherches récentes menées à l'IRC ont montré qu'il faut tenir compte des pressions d'air tant dynamique que statique lorsqu'on évalue les effets de la pluie poussée par le vent et la performance d'un mur du point de vue équilibre des pressions[3]. Sous une pression dynamique, la capacité du mur à réagir *rapidement* aux fluctuations de la pression extérieure est essentielle à un équilibrage adéquat des pressions; cette contrainte temporelle n'existe pas sous pression statique. Les travaux de l'IRC ont montré que les murs réagissent différemment selon qu'il s'agit de charges dynamiques ou de charges statiques, ce qui impose des contraintes différentes au niveau de la conception des éléments du mur, notamment pour les orifices d'aération se trouvant dans l'écran pare-pluie et pour la compartimentation de la chambre à air.

Éléments nécessaires pour équilibrer les pressions

Un mur doit comporter les trois éléments suivants pour réduire le plus possible l'infiltration de la pluie sous l'effet des écarts de pression (figure 1) :

- un système d'étanchéité à l'air efficace,
- une chambre à air,
- un écran pare-pluie.

Ces éléments doivent être pourvus de dispositifs bien conçus, par exemple des orifices d'aération dans le cas de l'écran pare-pluie et, dans celui de la chambre à air, des séparateurs servant à diviser cette dernière en compartiments.

L'IRC a récemment réalisé certaines expériences en laboratoire afin de caractériser ces dispositifs pour différents types de murs. Dans le cadre d'un projet co-parrainé avec la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) et plusieurs fabricants d'ensembles muraux, l'IRC a utilisé son installation unique d'essais dynamiques des murs pour étudier la relation entre les trois éléments mentionnés plus haut en fonction des caractéristiques physiques de différents types de mur soumis à des pressions d'air statique et dynamique. Les chercheurs de l'IRC ont évalué la performance, du point de vue équilibre des pressions, de murs en panneaux de béton préfabriqués, de murs à ossature avec revêtement de brique et de systèmes d'isolation par l'extérieur avec enduit mince. Certains murs ont aussi été soumis à des essais d'infiltration de pluie.

Un système d'étanchéité à l'air

La performance du système d'étanchéité à l'air influe sur la capacité du mur à assurer l'équilibre des pressions existant de part et d'autre de l'écran pare-pluie. En effet, le système d'étanchéité à l'air réduit considérablement l'écoulement d'air à travers le mur et contribue donc à diminuer l'écart entre ces pressions. Des études menées récemment à l'IRC indiquent que dans des conditions de pression dynamique, la flexibilité excessive du système d'étanchéité à l'air provoque une fluctuation du volume de la chambre à air, ce qui réduit les chances d'équilibrage rapide de ces pressions. Sous pression statique, la perméabilité du système d'étanchéité à l'air est le principal facteur à prendre en compte lors du dimensionnement de la superficie d'aération. Ces constatations confirment la nécessité du système d'étanchéité à l'air dans

l'enveloppe du bâtiment, comme l'exige le Code national du bâtiment — Canada 1995[4].

Un système d'étanchéité à l'air efficace présente une faible perméance à l'air et une bonne résistance structurale de façon continue au niveau des joints et des interfaces[5]. Il doit être conçu pour résister à la pression d'air produite par la ventilation mécanique, l'effet de tirage et le vent, tout en limitant les fuites d'air. Il doit aussi être assez rigide pour supporter cette pression, son fléchissement ne devant pas altérer l'intégrité des autres composantes du mur. Cette pression d'air doit de plus être transférée à la structure du bâtiment.

Le Centre canadien de matériaux de construction (CCMC) de l'IRC a établi un protocole d'évaluation de l'efficacité des systèmes d'étanchéité à l'air[6]. On y trouve des exigences concernant le taux de perméabilité à l'air maximal à travers le système d'étanchéité des murs de bâtiments de faible hauteur, les surcharges structurales dues à des pressions d'air (statique et dynamique) et la durabilité des matériaux. Ce taux est fonction de la perméance à la vapeur d'eau de la paroi non aérée située le plus à l'extérieur du mur. Le taux de perméabilité à l'air maximal admissible fixé par le CCMC, dans le cas du système d'étanchéité à l'air d'une façade de bâtiment de faible hauteur, est de 0,20 L/(s·m^2) sous une différence de pression de 75 Pa.

Une chambre à air

La chambre à air se trouve entre l'écran pare-pluie et le système d'étanchéité à l'air. La pression qu'exerce le vent sur l'écran pare-pluie est transférée à cette chambre lorsque l'air extérieur y pénètre par les orifices d'aération que comporte l'écran. La chambre à air peut être libre ou occupée par différents matériaux. Lors d'une étude expérimentale menée récemment à l'IRC, un mur dont la chambre à air comportait une feuille de plastique géosynthétique alvéolée sur laquelle était collé un géotextile a assuré un équilibrage des pressions semblable à celui obtenu dans le cas où la chambre à air était libre. Dans certains ensembles muraux, des isolants sont spécialement conçus pour créer la chambre à air nécessaire à l'équilibrage des pressions : la chambre à air peut être constituée d'un réseau maillé d'étroits canaux contenus dans l'isolant, ou de l'isolant lui-même lorsque ses caractéristiques physiques assurent la perméabilité à l'air requise. De manière générale, lorsqu'on souhaite équilibrer les pressions dynamiques, le volume des compartiments d'air et la rigidité de leurs parois (c.-à-d. le système d'étanchéité à l'air, l'écran pare-pluie et les séparateurs latéraux) sont les principaux facteurs à prendre en compte pour déterminer la superficie totale des orifices d'aération nécessaire dans l'écran pare-pluie. Toutefois, pour ce qui est des murs dont la chambre à air n'est pas libre, les expériences préliminaires réalisées par l'IRC portent à croire que leur performance au niveau de l'équilibrage des pressions dépend étroitement de leur conception, et qu'on ne peut extrapoler les données obtenues pour établir des lignes directrices.

La chambre à air doit être divisée en petits compartiments[2]. La pression du vent étant dynamique, il s'ensuit que la pression d'air exercée sur la façade varie non seulement dans le temps mais aussi selon l'endroit. Par exemple, la pression du vent peut être assez uniforme sur la partie centrale du mur, mais des fluctuations importantes peuvent se produire dans les angles et au niveau du toit[7]. Cette variation de la pression en différents endroits de la surface du revêtement peut provoquer une circulation latérale de l'air dans la chambre à air, à moins qu'elle soit divisée à intervalles appropriés. La division de la chambre à air en petits compartiments réduit l'écart de pression à laquelle est exposé chacun d'eux, ce qui augmente les chances d'équilibrage des pressions s'exerçant de part et d'autre de l'écran pare-pluie.

Dans les années 60, Garden[2] conseillait de faire de petits compartiments aux endroits où la pression varie le plus (par exemple aux angles et au niveau du parapet) et de plus grands aux endroits soumis à des écarts de pression moins importants, par exemple la partie centrale de la façade. Se fondant sur ces prémisses, il a suggéré que la hauteur des compartiments ne devrait pas dépasser 6 m (environ deux étages) alors que leur largeur pourrait atteindre 6 m dans la partie centrale de la façade et environ 1,2 m dans les angles et au niveau du parapet. Des études en soufflerie[8] ont récemment été menées au Canada pour permettre l'élaboration de lignes directrices plus précises concernant les dimensions des compartiments de mur à écran pare-pluie en équilibre de pression. Ces études confirment la validité de la règle empirique établie par Garden au sujet des endroits de la façade qui ont le plus besoin d'être compartimentés; on y souligne aussi la nécessité de petits compartiments au niveau des parapets (figure 3)[9,10].

Les séparateurs ferment le compartiment en haut, en bas et sur les côtés. Ceux-ci doivent être relativement imperméables à l'air et bien raccordés à l'écran pare-pluie et au plan d'étanchéité à l'air de façon à bien définir les limites du compartiment. Il n'existe guère, à l'heure actuelle, d'information sur la performance de tel ou tel matériau ou assemblage sur ce plan. En principe, les dispositifs en place remplissant d'autres fonctions peuvent

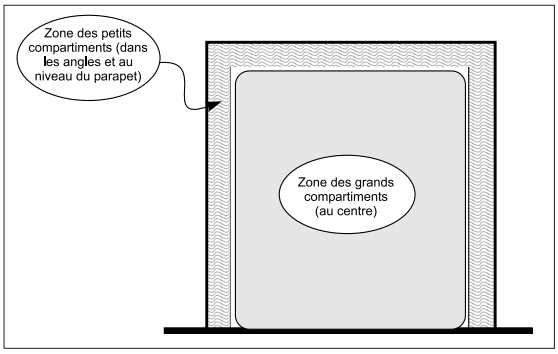

Figure 3. Schéma général de compartimentation des façades

servir de séparateurs comme, par exemple, les cornières d'appui métalliques. Les bandes de tôle rigide ou d'isolant en mousse plastique pourraient sans doute jouer ce rôle dans la mesure où elles sont relativement étanches à l'air et installées de manière à résister à la pression latérale de l'air.

Lors de l'élaboration d'une stratégie visant à empêcher la pluie de s'infiltrer dans un mur, il faut prévoir qu'une certaine quantité d'eau y pénétrera à un moment ou l'autre; cette eau doit être évacuée sans délai. La paroi du compartiment en contact avec le mur de fond doit être non seulement résistante à l'eau (pour sa propre durabilité) mais aussi résistante à la pénétration d'eau (pour la durabilité du mur de fond), et un solin posé à la base de chaque compartiment doit permettre d'évacuer l'eau.

Un écran pare-pluie

L'écran pare-pluie constituant le premier moyen de défense contre la pluie poussée par le vent, il est soumis à toutes les forces à l'origine de l'infiltration de la pluie par les ouvertures et les imperfections. L'équilibrage des pressions existant de part et d'autre de l'écran pare-pluie permet de réduire considérablement l'infiltration d'eau sous l'effet d'une force : l'écart de pression d'air. Pour que les pressions s'équilibrent, il faut ménager des orifices dans l'écran pare-pluie de façon qu'il y ait échange d'une quantité d'air suffisante entre l'extérieur et chaque compartiment de la chambre. Deux grandes questions se posent concernant les orifices d'aération à placer dans le revêtement : la superficie totale des orifices d'aération nécessaire à un équilibrage adéquat des pressions statique et dynamique, et l'emplacement optimal des orifices d'aération dans le compartiment.

La superficie totale des orifices d'aération

Sous pression dynamique, la superficie totale des orifices d'aération pratiqués dans l'écran pare-pluie (EPP) dépend surtout du volume d'air présent dans chaque compartiment de la chambre, de la rigidité des parois murales et de la résistance à l'écoulement de l'air, que ce soit dans les orifices, dans la chambre ou entre les compartiments. En fait, pour obtenir un équilibre des pressions de part et d'autre de l'écran pare-pluie, il faut savoir que plus le volume du compartiment est grand, plus la quantité d'air qui y entre et en sort doit être grande et que, par conséquent, plus la superficie totale des orifices d'aération doit être grande. Plus le compartiment est rigide, plus la superficie d'aération peut être petite. Le *rapport volume-aération* du mur, c.-à-d. le volume du compartiment divisé par la superficie transversale effective des orifices d'aération, joue un rôle prépondérant au niveau de l'équilibrage des pressions dynamiques. Les quelques travaux expérimentaux accomplis à l'IRC indiquent que les compartiments de chambre à air ayant un faible volume et une grande rigidité (comme dans le cas de la figure 4) devraient avoir un rapport volume-aération de 50 m ou moins (c.-à-d. aération $_{EPP} \geq$ volume $_{COMPARTIMENT}$ /50 m). Les compartiments plus volumineux et moins rigides (comme dans le cas de la figure 5) devraient avoir un rapport volume-aération de 25 m ou moins (aération $_{EPP} \geq$ volume $_{COMPARTIMENT}$ /25 m). Autrement dit, plus un compartiment est petit et rigide, plus la superficie totale des orifices d'aération peut être petite.

Sous *pression statique*, le degré d'aération nécessaire dépend des caractéristiques de perméabilité du système d'étanchéité à l'air et, dans une moindre mesure, de celle des parois de chacun des compartiments : plus la superficie totale équivalente des fuites d'air du système d'étanchéité à l'air est grande, plus la superficie d'aération doit être grande. Cet aspect de la conception destiné à assurer l'équilibrage des pressions est généralement appelé rapport *aération/étanchéité* du mur, c.-à-d. la superficie transversale totale effective des orifices d'aération divisée par la superficie de fuite équivalente (SFÉ) du système d'étanchéité à l'air (SÉA). Les quelques expériences menées dans les laboratoires de l'IRC ont permis de constater que dans le cas de charges statiques, la superficie transversale totale efficace des ouvertures ménagées dans l'écran pare-pluie (EPP) devrait être au moins 20 fois plus grande que la superficie de fuite équivalente du système d'étanchéité à l'air (c.-à-d. aération $_{EPP} \geq 20 \times$ SFÉ $_{SÉA}$).

Les orifices d'aération doivent être conçus pour laisser entrer l'air et non l'eau; ils doivent donc être protégés contre l'infiltration directe de la pluie. Comme cette protection a pour effet de réduire la superficie effective des orifices d'aération, il faut en tenir compte lors de l'estimation de la superficie totale effective des orifices d'aération.

En règle générale, dans le cas d'un mur comportant un système d'étanchéité à l'air efficace, la superficie totale des orifices d'aération nécessaire pour assurer l'équilibrage des pressions dynamiques existant de part et d'autre de l'écran pare-pluie sera sans doute plus grande que s'il s'agit de pressions statiques. Quoi qu'il en soit, après avoir déterminé les besoins d'aération dans les deux cas, il faudrait

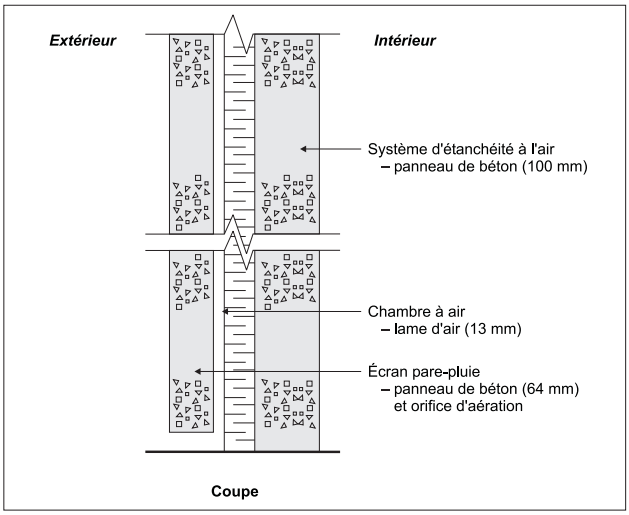

Figure 4. Exemple de mur rigide avec chambre à air de faible volume

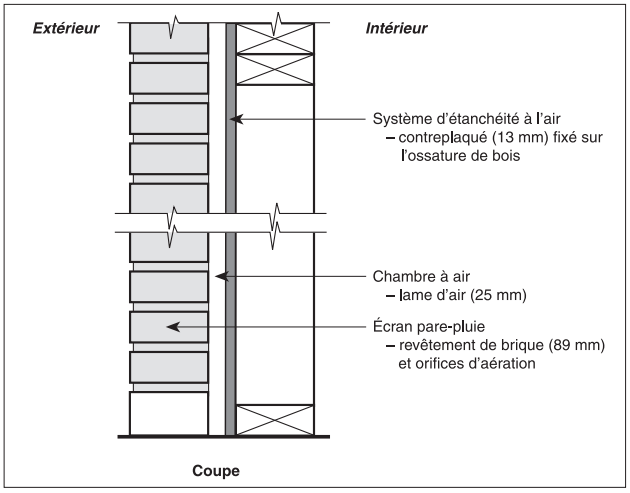

Figure 5. Exemple de mur flexible

Estimation de la superficie totale des orifices d'aération

Voici une marche à suivre simplifiée permettant d'estimer la superficie totale d'aération nécessaire pour équilibrer les pressions statique et dynamique qui existent de part et d'autre de l'écran pare-pluie :

Considérons un mur rigide (comme celui de la figure 4) ayant un taux de perméabilité à l'air de 0,1 L/(s·m^2) à 75 Pa, ce qui correspond à une surface de fuite équivalente de 28 mm^2. Le volume du compartiment est estimé à 0,04 m^3.

Dans le cas de charges statiques :
Aération $_{EPP}$ (m^2) ≥ 20 x SFÉ $_{SÉA}$ (m^2)
Aération $_{EPP}$ (mm^2) ≥ 20 x 28 mm^2, soit 560 mm^2

Dans le cas de charges dynamiques :
Aération $_{EPP}$ (m^2) ≥ volume $_{COMPARTIMENT}$ (m^3)/50 m
Aération $_{EPP}$ (m^2) ≥ 0,04 m^3/50 m, soit 800 mm^2

Il faut ensuite comparer les besoins au niveau des charges statiques et dynamiques et choisir la valeur la plus élevée; dans cet exemple, c'est 800 mm^2, soit la superficie totale effective des orifices d'aération du compartiment dans le cas de charges dynamiques.

choisir la valeur la plus élevée pour concevoir les orifices d'aération (voir l'encadré « Estimation de la superficie d'aération »). Ces lignes directrices n'indiquent pas de valeur absolue à utiliser dans tous les cas, mais plutôt un ordre de grandeur à viser lors de la conception de prototypes de murs.

Emplacement des orifices d'aération

Dans un compartiment, tous les orifices d'aération devraient être placés à la même hauteur. La pratique courante consiste à répartir uniformément ces orifices en partie basse du compartiment de manière à y maintenir une pression moyenne assez proche de la pression extérieure existant en tous points sur la face extérieure de l'écran pare-pluie. Cette façon de faire assure aussi une évacuation uniforme de l'eau qui a pénétré dans le compartiment.

Des essais en soufflerie aérodynamique menés au Boundary Layer Wind Tunnel Laboratory de l'University of Western Ontario ont montré que le fait de disposer tous les orifices d'aération sur un plan horizontal dans le coin du compartiment le plus éloigné de l'angle du bâtiment a généralement pour effet de pressuriser le compartiment. Cette façon de faire peut assurer une marge de sécurité supplémentaire en matière de réduction de l'infiltration de la pluie, en particulier aux angles et au niveau des parapets exposés à de grands écarts de pression. Ce nouveau développement et ses applications pratiques méritent d'être étudiés plus à fond.[11]

Dans les murs à écran pare-pluie en équilibre de pression, des orifices d'aération sont ménagés dans l'écran pare-pluie pour permettre à l'air d'entrer dans la chambre et d'en sortir sous la pression exercée de façon à réduire le plus possible l'écart des pressions existant de part et d'autre de cet écran. Ces orifices d'aération ne sont pas destinés à assurer la « ventilation » de la chambre, c.-à-d. à laisser l'air entrer en partie basse du compartiment et en sortir en partie haute, ou vice versa. En fait, c'est plutôt l'inverse : pour empêcher la pluie de s'infiltrer sous l'effet de l'écart entre les pressions extérieure et intérieure, l'écoulement d'air dans la chambre doit être faible. C'est pourquoi tous les orifices d'aération du compartiment devraient se trouver à la même hauteur.

Résumé

Maîtriser l'écoulement d'air. Un mur à écran pare-pluie en équilibre de pression efficace réduit le plus possible la quantité d'eau qui y pénètre, limite la profondeur de l'infiltration des eaux de pluie dans l'ensemble et comporte un dispositif visant à évacuer l'eau le plus rapidement possible des matériaux de construction. Le but est de maîtriser toutes les forces à l'origine de l'infiltration de la pluie dans un revêtement extérieur. L'écart entre les

pressions d'air existant de part et d'autre du revêtement extérieur est considéré comme l'une des principales causes de pénétration de la pluie dans les murs. Pour contrer cette force, il faut concevoir et construire le système d'étanchéité à l'air, la chambre à air et l'écran pare-pluie de manière à ce qu'ils contribuent tous à maîtriser l'écoulement d'air.

Assurer l'équilibre des pressions dynamiques et des pressions statiques. Les caractéristiques que doit posséder le mur pour assurer un équilibre des pressions dynamiques au travers d'un écran pare-pluie diffèrent de celles requises pour assurer un équilibre des pressions statiques. Dans le premier cas, la rigidité des parois du compartiment, son volume et la superficie totale des orifices d'aération dans l'écran pare-pluie sont les facteurs déterminants. Dans le deuxième cas, la perméabilité du système d'étanchéité à l'air et la superficie totale des orifices d'aération dans l'écran pare-pluie priment.

Compte tenu de l'état actuel des connaissances, la conception de murs à écran pare-pluie en équilibre de pression devrait s'accompagner de recherches et d'essais additionnels pour une configuration de bâtiment et des conditions climatiques données. À l'étape de la conception, un prototype de mur peut être mis à l'essai dans des conditions environnementales représentatives de celles auxquelles l'enveloppe du bâtiment sera exposée. On peut, par exemple, procéder à des études en laboratoire sous pressions statique et dynamique contrôlées, ou à des essais en soufflerie, pour évaluer la performance des compartiments du point de vue équilibre des pressions.

Réaliser un système d'étanchéité à l'air efficace. La durabilité d'un ensemble mural est grandement fonction de l'efficacité de son système d'étanchéité à l'air. Plus le système est rigide et étanche, plus la superficie totale des orifices d'aération peut être petite pour assurer l'équilibre des pressions dynamique et statique existant de part et d'autre de l'écran pare-pluie.

Compartimenter la chambre à air. Les angles, les parapets et les éléments architecturaux en saillie sont les parties des façades les plus exposées à la pluie poussée par le vent et exigent un équilibrage des pressions pour empêcher la pluie de s'infiltrer. À ces endroits, la chambre à air doit donc être divisée en petits compartiments alors qu'au centre de la façade, de plus grands compartiments suffisent.

Ménager en partie basse une assez grande superficie d'orifices d'aération dans l'écran pare-pluie. Il se peut que les orifices d'évacuation traditionnels des ensembles muraux ne suffisent pas à assurer l'équilibrage des pressions. Les pressions dynamiques exigent une superficie totale des orifices d'aération plus grande que les pressions statiques. Les orifices d'aération doivent être conçus de manière à laisser passer l'air et non l'eau; ils doivent donc empêcher la pénétration directe de la pluie.

L'écart de pression d'air n'est qu'UNE des forces en jeu dans un écran pare-pluie. D'autres forces sont aussi à l'œuvre, notamment la gravité. La maîtrise de ces forces est essentielle si l'on veut empêcher la pluie de s'infiltrer dans les murs extérieurs. Il faut par contre s'attendre à ce qu'une certaine quantité de pluie pénètre dans le mur à un moment ou l'autre de son existence. L'important est d'évacuer cette eau rapidement de la chambre à air. C'est pourquoi il faut porter une attention particulière aux détails et prévoir des solins et des canaux d'évacuation bien adaptés et ayant la pente appropriée.

Références

1. Chown, G.A., G. F. Poirier et C. Brown. Évolution de la conception des murs en vue d'empêcher la pénétration de la pluie, Solution constructive nº 9, Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, 1997, 6 p.
2. Garden, G.K. Pénétration de la pluie et moyens de l'empêcher, Digest de la construction au Canada nº 40, Division des recherches sur le bâtiment, Conseil national de recherches du Canada, 1963. 4 p.
3. Poirier, G.F. et W.C. Brown. Pressure Equalization and the Control of Rainwater Penetration under Dynamic Wind Loading, Construction Canada, mars-avril 1994, p. 45-47.
4. Code national du bâtiment — Canada 1995, Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, 1995. CNRC 38726F.
5. Un système d'étanchéité à l'air pour l'enveloppe du bâtiment, Compte rendu du Regard 86 sur la science du bâtiment, Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, 1989, 24 p. CNRC 29943F. **http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/bsi/86_F.html**
6. Systèmes d'étanchéité à l'air pour murs de bâtiment de faible hauteur : performance et évaluation, Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, mars 1997, 45 p. CNRC 40635F.
7. Dalgliesh, W.A. et W.R. Schriever. Pressions du vent et phénomènes d'aspiration sur les toits. Digest de la construction au Canada nº 68, Division des recherches sur le bâtiment, Conseil national de recherches du Canada, 1965, 4 p.
8. Inculet, D. et D. Surry. The Influence of Unsteady Pressure Gradients on Compartmentalization Requirements for Pressure-Equalized Rainscreens, Société canadienne d'hypothèques et de logement, juin 1996.
9. Skerlj, P.F. et D. Surry. Étude sur les gradients de pression moyenne, les pressions moyennes des lames d'air et les pressions moyennes résiduelles exercées sur les écrans pare-pluie d'un bâtiment représentatif, rapport de la SCHL, septembre 1994, Société canadienne d'hypothèques et de logement, Ottawa.
10. Étude des gradients de pression moyenne de la chambre à air et des pressions moyennes résiduelles de part et d'autre de l'écran pare-pluie d'un bâtiment représentatif, Recherche et développement - Série technique 96-207, Société canadienne d'hypothèques et de logement, Ottawa.
11. Inculet, D. et D. Surry. Optimum Vent Locations for Partially-Pressurized Rainscreens, rapport BLWT-SS30-1997 de la SCHL, septembre 1997, 183 p.

© 1998
Conseil national de recherches du Canada
Juillet 1998 (révisé en mars 1999)
ISSN 1206-1239

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

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