Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

Conseil national de recherches Canada
National Research Council Canada

Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies

Commentaire sur la partie 5 Protection contre le vent, l'eau et la vapeur d'eau

Code national du bâtiment du Canada 1990

ARCHIVES

Canada

CNRC · NRC

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

Commentaire sur la partie 5 Protection contre le vent, l'eau et la vapeur d'eau

Code national du bâtiment du Canada 1990

ARCHIVES

Publié par la Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies
Conseil national de recherches du Canada

Première édition 1994

ISBN 0-660-94447-2
NR36-1/1994-5-1F

© Conseil national de recherches du Canada 1994
Ottawa
Tous droits réservés

CNRC N° 37005f
IRC-P-3551

Imprimé au Canada

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

Table des matières

Préface 5

Remerciements 6

Section 5.1. Généralités

- Objet 7
- Définitions 7
- Protection contre le transfert d'humidité .. 7
- Protection contre l'infiltration d'air due au vent 8
- Tenue en service et durabilité de l'enveloppe 8
- Santé et confort des occupants 9

Section 5.2. Protection contre la diffusion de vapeur d'eau

- Objet et définitions 11
- Résistance au mouvement de la vapeur . 12
  - Résistance principale du côté intérieur 12
  - Résistance principale du côté extérieur 12
- Références 13

Section 5.3. Protection contre les infiltrations et les exfiltrations

- Objet et définitions 15
- En quoi consiste un système efficace d'étanchéité à l'air ? 16
- Diffusion de vapeur et fuites d'air 16
- Exigences relatives aux systèmes d'étanchéité à l'air 17
  - Perméabilité et continuité 17
    - Matériaux 17
    - Joints et jonctions 18
    - Composants 18
  - Résistance structurale 19
  - Durabilité 19

Emplacement 19
Essais 20
Essais en laboratoire 20
Essais sur place 20
Fuites d'air et ventilation 21
Lectures choisies 21
Références 21

Section 5.4. Protection contre l'infiltration de la pluie

Objet 23
Facteurs favorisant l'infiltration de la pluie et mesures de protection 23
Étanchéisation des surfaces 24
Maîtrise des forces naturelles 24
Couvertures 25
Protection contre l'infiltration d'eau ... 25
Protection contre le soulèvement sous l'action du vent 26
Joints et ouvertures dans le toit 26
Joints 26
Ouvertures 26
Revêtement extérieur des murs 27
Murs étanchéisés en surface 27
Murs à écran pare-pluie 28
Murs à écran pare-pluie à pression équilibrée 28
Joints et ouvertures dans les murs 29
Joints 29
Ouvertures 30
Jonctions mur-toit 30
Murs en surélévation 30
Murs s'élevant au-dessus d'un toit 31
Lectures choisies 32
Références 32

Section 5.5. Protection contre l'eau provenant de la nappe souterraine

Objet et définitions 33
Protection contre l'infiltration d'eau souterraine 33
Barrières physiques et dérivations 34
Isolation : coupure de capillarité 34
Élimination 35
Protection contre l'eau et l'humidité ... 36
Protection contre l'humidité 36
Protection contre l'eau 38
Matériaux et applications 39
Continuité 39
Lectures choisies 39
Références 39

Section 5.6. Matériaux

Objet 41
Normes 41
Détérioration 41
Phénomènes hygrothermiques 42
Phénomènes électrochimiques 42
Phénomènes biochimiques 44
Facteurs environnementaux — Acides, alcalis et autres réactifs 44
Protection cathodique 45
Dispositifs de fixation 45
Dispositifs de fixation utilisés pour la maçonnerie 45
Dispositifs de fixation pour la pierre taillée 46
Dispositifs de fixation pour le métal ... 46
Références 46

Section 5.7. Pratiques de mise en oeuvre

Objet 47
Installation 48
Charges et contraintes 48
Résistance aux mouvements et aux déformations 49
Dispositifs d'assemblage et support ... 49
Conclusion 49
Références 49

Annexe A Définitions

Termes et expressions utilisés dans la partie 5 51

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

Préface

La partie 5 du Code national du bâtiment du Canada 1990 (CNB), « Protection contre le vent, l'eau et la vapeur d'eau », porte sur la conception et la construction des éléments du bâtiment qui séparent des milieux de nature différente, notamment l'enveloppe du bâtiment. Une erreur sur le plan de la conception ou de la construction peut donner lieu à une détérioration prématurée de l'enveloppe ou nuire à la séparation des milieux et compromettre la sécurité. Les exigences visent en outre à réduire au minimum la consommation d'énergie et à assurer le bon fonctionnement des services du bâtiment et le confort de ses occupants. La séparation efficace des milieux est tributaire d'une bonne communication entre tous ceux et celles qui participent au processus de conception et de construction, sans oublier une étroite collaboration.

Le présent commentaire sur la partie 5 du CNB aidera l'utilisateur du CNB à mieux comprendre les exigences qui y sont formulées. Une meilleure connaissance de l'objet des exigences et des principes généraux qui les sous-tendent permettra à l'utilisateur de se conformer au Code et de s'assurer que l'enveloppe du bâtiment et les autres éléments qui séparent des milieux de nature différente répondent aux exigences de rendement et ne contribuent pas à la détérioration prématurée de la structure.

La partie 5 vise les autres bâtiments que ceux mentionnés à la partie 9, « Maisons et petits bâtiments ». L'objectif premier de ses exigences est de réduire les taux d'humidité à l'intérieur de l'enveloppe, que l'humidité provienne du milieu intérieur, des précipitations (pluie et neige) ou du sol. La partie 5 n'aborde toutefois pas l'apport d'humidité imputable aux matériaux et aux méthodes de construction. Les diverses forces qui amènent l'humidité jusqu'aux endroits vulnérables font l'objet des sections 5.2. à 5.5. La section 5.6. traite de la durabilité des matériaux destinés à empêcher l'infiltration de l'humidité, tandis que la section 5.7. recommande un mode d'installation qui assurera l'efficacité des mesures de protection.

Le présent commentaire n'a aucune valeur juridique et ses exigences ne sont nullement impératives ; il n'a été préparé qu'à des fins d'information. Les figures et les tableaux servent uniquement à illustrer les principes énoncés. D'autres méthodes peuvent être employées, dans la mesure où elles donnent les résultats attendus.

Remerciements

Le présent commentaire a été rédigé par un groupe de chercheurs de l'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches du Canada. Chacun d'entre eux assumait la responsabilité d'une section :

Section 5.1.	William C. Brown, coordonnateur
Section 5.2.	Gintatus P. Mitalas
Section 5.3.	William C. Brown
Section 5.4.	Madeleine Z. Rousseau
Section 5.5.	G. Adaire Chown
Section 5.6.	Graeme C. Consiglio
Section 5.7.	Michael E. Lux

W. C. Brown et G. A. Chown ont modifié le commentaire en fonction, d'une part, des observations formulées par un groupe de travail sur le Commentaire sur la partie 5, créé par le Comité associé du Code national du bâtiment (soit le prédécesseur de la Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies (CCCBPI)) et, d'autre part, des remarques issues d'un bref examen par le public.

Tout en s'inspirant des recommandations du groupe de travail, la CCCBPI a donné au présent commentaire sa forme définitive. Les membres du groupe de travail sont les suivants :

Fred L. Nicholson, président
Raymond L. Blanchette
Don Ellwood
Charlie A. E. Fowler
John Gibson
R. Malcolm B. Johnson
Robert L. Maki
Robert R. Marshall
Les J. Page
Bob Platts
Paul Sandori

William C. Brown, conseiller en recherche
John C. Haysom, conseiller technique
G. Adaire Chown, conseillère technique
Marcel A. Brouzes, secrétaire technique

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

Section 5.1 Généralités

5.1.1. Objet

5.1.1.1. L'objet de la présente section est décrit à la section 2.1.

5.1.2. Domaine d'application

5.1.2.1. La présente partie s'applique à la conception des composants de *bâtiments* comme les murs, planchers, toits, ensembles plancher-plafond et toit-plafond, en ce qui concerne la protection contre l'eau provenant de la *nappe souterraine*, la condensation et l'infiltration du vent et de la pluie.

5.1.3. Définitions

5.1.3.1. La signification des termes définis, en italique, est donnée à la partie 1.

5.1.4. Autres exigences

5.1.4.1. Les autres exigences de conception des autres parties du présent Code s'appliquent.

Objet

L'objet premier de la partie 5 du CNB est la protection contre l'infiltration de l'humidité à travers les composants du bâtiment qui séparent des milieux de nature différente, y compris ceux qui isolent du sol le milieu intérieur.

Bien que la partie 5 ne se limite pas qu'à l'enveloppe extérieure du bâtiment, la plupart des exigences, comme celles qui portent sur la protection contre l'eau provenant de la nappe souterraine et l'infiltration du vent et de la pluie, ne peuvent s'appliquer qu'aux composants du bâtiment qui séparent le milieu intérieur du milieu extérieur.

Néanmoins, les exigences de la partie 5, notamment celles qui concernent l'humidité, ne prévoient aucun cas d'exception et visent les éléments qui séparent des milieux intérieurs différents.

Aux termes de la section 2.1. du CNB, la partie 5 vise tous les *bâtiments* :

a) abritant des *usages principaux* du
   i) groupe A, *établissements de réunion*,
   ii) groupe B, *établissements de soins ou de détention*, ou
   iii) groupe F, division 1, *établissements industriels à risques très élevés*,

b) ayant une *aire de bâtiment* supérieure à 600 m^2 ou dont la *hauteur de bâtiment* dépasse 3 *étages* et qui abritent des *usages principaux* du
   i) groupe C, *habitations*,
   ii) groupe D, *établissements d'affaires*,
   iii) groupe E, *établissements commerciaux*, ou
   iv) groupe F, divisions 2 et 3, *établissements industriels à risques moyens* et *établissements industriels à risques faibles*.

Essentiellement, elle s'applique à tous les bâtiments qui ne sont pas visés par la partie 9.

Définitions

En règle générale, les termes qui ont une signification particulière dans le contexte du Code sont présentés en italique et définis à la partie 1. À la partie 5 et dans le présent commentaire, on emploie certains termes dont le sens n'est pas fixé ; ceux-ci sont donc définis dans l'annexe du commentaire.

Protection contre le transfert d'humidité

La partie 5 vise surtout à réduire le mouvement de l'humidité à travers ou dans l'enveloppe du bâtiment afin de prévenir les problèmes causés par l'accumulation d'humidité. L'humidité peut traverser les matériaux de construction et les ensembles de construction par une combinaison quelconque des mécanismes suivants :

- la diffusion de vapeur d'eau engendrée par une différence de pression de vapeur d'eau,
- le déplacement d'air humide causé par une différence de pression d'air,
- circulation de l'eau sous l'effet de la tension superficielle (notamment par capillarité), de la gravité (y compris la pression hydrostatique) ou d'une différence de pression d'air (due aux installations mécaniques ou au vent).

L'effet net de ces migrations d'humidité, combiné aux effets de la ventilation et du drainage, détermine le taux de dépôt et d'évaporation d'humidité en un point donné de l'ensemble.

Il est possible de concevoir des ensembles de construction qui offrent une certaine résistance à l'accumulation d'humidité. La première étape consiste à réduire le mouvement de l'humidité à l'intérieur de l'ensemble. La conception doit permettre de restreindre le mouvement de l'humidité dû :

- à la diffusion de vapeur (section 5.2.),
- aux fuites d'air (section 5.3.),
- à l'infiltration de la pluie et à la force de capillarité (section 5.4.),
- à la pénétration de l'eau provenant de la nappe souterraine (section 5.5.).

Ces seules mesures préventives étant peu susceptibles de donner le rendement attendu, il faut prévoir une forme de ventilation ou de drainage qui limite l'accumulation d'eau et accélère l'assèchement de l'ensemble de construction.

L'accumulation d'humidité n'endommage pas nécessairement l'ensemble de construction. Ainsi, l'humidité accumulée par temps très froid peut fort bien n'avoir aucun effet sur la tenue en service à long terme de l'ensemble de construction, à condition toutefois que cette humidité s'évapore ou soit drainée avant qu'elle ne cause une détérioration prématurée des matériaux de construction.

Quoique la partie 5 mette l'accent sur le transfert d'humidité à travers et dans les ensembles de construction, il faut également tenir compte du mouvement de l'humidité transportée par l'air intérieur vers les surfaces intérieures plus froides. Les surfaces intérieures situées à proximité de ponts thermiques à l'intérieur de l'isolant peuvent être assez froides pour qu'il y ait condensation superficielle, ce qui peut favoriser la détérioration des matériaux et l'apparition de diverses moisissures. Il faut donc s'efforcer de concevoir et de construire une enveloppe qui comporte le moins possible de ponts thermiques.

Dans les matériaux hygroscopiques, l'humidité peut s'accumuler même si la température de la surface est supérieure au point de rosée de l'air ambiant. Ainsi, on a pu démontrer en laboratoire que le plâtre et les matériaux à base de bois peuvent absorber des quantités mesurables d'humidité à un taux d'humidité relative aussi faible que 80 %. Ce phénomène pouvant entraîner la corrosion, la pourriture et la dégradation générale des matériaux à des températures supérieures au point de rosée, il faut veiller à maintenir des températures suffisamment élevées et un taux d'humidité assez faible pour réduire au minimum l'accumulation d'humidité.

Protection contre l'infiltration d'air due au vent

Le présent commentaire aborde la protection contre l'infiltration d'air due au vent non seulement dans le contexte d'une réduction du transfert d'humidité (section 5.3.), mais aussi du point de vue de l'endommagement des toitures par le vent (section 5.4.).

Tenue en service et durabilité de l'enveloppe

Les matériaux, les ensembles et les composants qui entrent dans la construction des bâtiments étudiés à la partie 5 doivent être durables (section 5.6.) et installés de manière à bien remplir la fonction pour laquelle ils sont prévus (section 5.7.).

Les parties les plus vulnérables de l'enveloppe d'un bâtiment sont les joints et les jonctions. Ces points de rencontre des différents matériaux et ensembles font l'objet de diverses sections du présent commentaire puisqu'ils sont régis par plusieurs exigences.

Les matériaux, les composants et les ensembles qui entrent dans la construction des bâtiments doivent aussi être conformes aux exigences de résistance au feu de la partie 3 et aux exigences de résistance structurale de la partie 4.

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

Santé et confort des occupants

La partie 5 vise à améliorer la qualité du milieu intérieur. Le défaut de s'y conformer peut avoir les conséquences suivantes :

- L'accumulation d'humidité peut favoriser l'apparition de moisissures, ce qui contribue à l'appauvrissement de la qualité de l'air intérieur et à la dégradation des matériaux, notamment les revêtements de finition.
- L'infiltration d'air peut accentuer l'effet des moisissures sur la qualité de l'air intérieur et être à l'origine d'un autre problème, soit la migration du radon dans le bâtiment.
- L'infiltration d'air peut en outre abaisser les températures intérieures à des niveaux inacceptables si elle produit des courants d'air froid à l'intérieur des espaces occupés.

En d'autres termes, la conformité aux exigences peut permettre d'obtenir des résultats de beaucoup supérieurs à ceux décrits à la partie 5.

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

Section 5.2 Protection contre la diffusion de vapeur d'eau

5.2.1. Pare-vapeur

5.2.1.1. Lorsqu'un composant de *bâtiment* peut se détériorer sous l'effet de la condensation et qu'il sera soumis à des différences de température et de pression de vapeur d'eau, il doit comporter un pare-vapeur continu placé de manière à empêcher la condensation dans le composant.

5.2.2. Éléments extérieurs à basse perméabilité

5.2.2.1. Protection

1) Lorsqu'un matériau ou une combinaison de matériaux ont une résistance au passage de la vapeur d'eau équivalente à celle d'un pare-vapeur et sont placés dans un composant de *bâtiment* du côté du matériau ayant la résistance thermique la plus grande où la pression de la vapeur d'eau est la plus faible, il faut

a) installer, du côté où la pression de vapeur est la plus forte, un pare-vapeur continu du type prévu pour la construction au-dessus du niveau du sol,
b) prévoir une lame d'air ventilée à l'air libre ou une méthode équivalente afin d'éliminer la vapeur d'eau qui pourrait, à partir du côté où la pression est la plus élevée, traverser le matériau ayant la résistance thermique la plus grande (voir la section 2.5.).

Objet et définitions

La section 5.2. porte sur la réduction du mouvement de l'humidité par diffusion de vapeur. La diffusion de vapeur est le flux de l'humidité à l'état de vapeur. La plus grande partie de la vapeur est transportée à la faveur d'une différence de pression de vapeur, associée ou non à un gradient de température ; une partie moindre de la vapeur peut être entraînée par le seul effet d'un gradient de température.

Bien que le Code ne décrive pas les propriétés d'un pare-vapeur, on peut définir un pare-vapeur en faisant référence à l'une des deux normes de l'ONGC qui s'y rapportent[1,2] ou en déterminant une résistance à la diffusion de vapeur équivalente à la protection prescrite dans les normes de l'ONGC. Les normes prescrivent des perméances de 15 ng/(Pa•s•m^2) pour les pare-vapeur de type 1, de 45 ng/(Pa•s•m^2) pour les pare-vapeur à l'état neuf de type 2 et de 60 ng/(Pa•s•m^2) pour les pare-vapeur de type 2 présentant un certain degré d'usure. En cas d'écarts importants de température et d'humidité entre les espaces climatisés et l'air extérieur, il est généralement recommandé d'utiliser des pare-vapeur de type 1.

Un déplacement de vapeur sans différence de pression de vapeur ?
Des recherches récentes ont révélé qu'il est possible de provoquer un déplacement de vapeur en l'absence de différence de pression de vapeur. Ainsi, l'air à 15 °C et à 90 % d'humidité relative et l'air à 20 °C et à 65,5 % d'humidité relative exercent l'un et l'autre une pression de vapeur d'environ 1,53 kPa. Cependant, la différence de température entraîne un lent déplacement de la vapeur de l'air chaud vers l'air froid. Ce déplacement se fait à un rythme si faible que l'on n'en tient généralement pas compte.

Les bâtiments occupés pendant la saison froide sont maintenus à des températures plus élevées que celles de l'extérieur. Même en l'absence de systèmes d'humidification, l'humidité produite par l'activité humaine élève le taux de l'humidité intérieure au-dessus du taux de l'humidité extérieure. Comme la condensation a un effet nuisible sur la plupart des ensembles de construction, la présente section s'applique à toutes les catégories de bâtiments définies à la section 2.1. du CNB.

Dans certains bâtiments, comme les immeubles à bureaux qui sont climatisés l'été, les gradients de température et de pression de vapeur étant suffisamment faibles et la durée de flux inversé,

suffisamment courte, il n'y a pas lieu, au Canada, de tenir compte de la diffusion de vapeur vers l'intérieur au moment de la conception. En revanche, dans le cas des autres types de bâtiments, comme les entrepôts frigorifiques et les locaux d'entreposage pour produits surgelés, où la température intérieure peut être inférieure à la température extérieure pendant une bonne partie de l'année, il faut prendre en considération la diffusion de vapeur vers l'intérieur.

Résistance au mouvement de la vapeur

Les pare-vapeur sont conçus pour s'opposer au passage de la vapeur. Fabriqués dans un matériau qui possède une haute résistance au transfert de vapeur par diffusion, ils empêchent la vapeur de traverser, par diffusion, les ensembles de construction en passant de l'intérieur, où la pression de la vapeur est relativement élevée, à l'extérieur, où elle demeure faible durant l'hiver. De la même manière, les pare-vapeur limitent la circulation de l'humidité entre les espaces des bâtiments qui présentent des pressions de vapeur différentes.

Résistance principale du côté intérieur

Si, dans un ensemble de construction, les composants qui offrent la meilleure résistance à la diffusion de vapeur sont situés du côté où la pression de vapeur et les températures sont les plus élevées, cet ensemble de construction peut ne présenter aucun problème d'humidité, même si une petite quantité d'humidité lui est transférée sous l'effet des fuites d'air ou de la pluie. En procédant de la sorte, il est possible de maintenir les ensembles de construction de l'enveloppe extérieure du bâtiment, ou les éléments de séparation entre deux espaces intérieurs, dans un milieu qui offre le même degré d'humidité absolue que l'air extérieur ou l'espace le plus froid.

Résistance principale du côté extérieur

La conception de l'ensemble de construction est plus complexe si le revêtement extérieur de l'enveloppe, ou le fini appliqué du côté le plus froid d'une séparation intérieure, possède une résistance relativement élevée à la diffusion de vapeur. Bien que l'installation d'un pare-vapeur du côté chaud de l'élément ayant la plus grande résistance thermique réduise la diffusion de vapeur, une certaine quantité d'humidité est néanmoins transférée par diffusion de vapeur et sous l'effet des fuites d'air. Cette humidité peut se condenser et s'accumuler sur la surface intérieure du revêtement extérieur du mur ou de la couverture lorsque la température de cette surface est inférieure au point de rosée de l'air ambiant.

Dans ces cas particuliers, on recommande à la section 5.2. de prévoir une lame d'air entre le revêtement ou la couverture et l'isolant thermique. Cette lame d'air permet une mise à l'air libre vers le côté froid de l'ensemble de construction et l'assèchement du mur ou du toit lorsque les conditions climatiques s'y prêtent.

Les écarts de température dans une cavité murale favorisent le processus de convection naturelle qui contribue à éliminer l'humidité. La largeur recommandée pour cette cavité murale dépend du type de construction. Il est nécessaire de poser des solins et de prévoir des dispositifs d'évacuation pour permettre l'écoulement contrôlé de l'eau qui se dépose au fond de la cavité et au-dessus des fenêtres et des portes.

Selon le sens qu'on donne au terme « ventilation », cette exigence peut différer des détails de conception recommandés pour les murs à écran pare-pluie à pression équilibrée. En effet, dans le cas de ces murs, les orifices de ventilation sont situés uniquement dans le bas du parement de manière à limiter le mouvement de convection. (Voir la section 5.4.) Pour assurer une bonne ventilation, il peut toutefois être nécessaire de prévoir des orifices de ventilation à la fois dans le haut et dans le bas du parement, afin de favoriser ce mouvement de convection. À moins que des études plus approfondies ne démontrent la nécessité de pratiquer des orifices de ventilation dans la partie supérieure de la cavité, les orifices inférieurs semblent permettre une circulation d'air et un drainage suffisants.

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

Parmi les ensembles de construction difficiles à concevoir conformément au Code, mentionnons le système d'étanchéité de toit dans lequel la couche isolante est placée directement sous la membrane d'étanchéité. À la section 9.19., il est recommandé de prévoir, dans les petits bâtiments et les maisons, des vides sous toit qui, en favorisant la ventilation, contribuent à réduire l'accumulation d'humidité. Dans le cas d'un système d'étanchéité destiné à la toiture-terrasse d'un grand bâtiment, la couche d'isolant peut être placée entre la membrane d'étanchéité et le pare-vapeur. Cette conception courante n'est toutefois pas conforme à l'alinéa 5.2.2.1. 1)b). Ces toits sont conçus pour réduire le passage de l'humidité dans le vide sous toit « étanche » et permettre l'évaporation de cette humidité en été.

Références

1 OFFICE DES NORMES GÉNÉRALES DU CANADA. *Pare-vapeur en feuille de polyéthylène pour bâtiments*, Norme ONGC CAN/CGSB-51.34-M86, Ottawa, 1986.

2 OFFICE DES NORMES GÉNÉRALES DU CANADA. *Pare-vapeur en feuille, sauf en polyéthylène, pour bâtiments*, Norme ONGC CAN/CGSB-51.33-M89, Ottawa, 1989.

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

Section 5.3 Protection contre les infiltrations et les exfiltrations

5.3.1. Étanchéité à l'air

5.3.1.1. Emplacement

1) Lorsqu'un composant de *bâtiment* sera soumis à des différences de température, de pression de vapeur d'eau et de pression d'air à cause du tirage naturel, des installations mécaniques ou du vent, cet ensemble doit comporter une étanchéité à l'air conçue pour s'opposer à l'infiltration et à l'exfiltration et placée de manière à empêcher la condensation à travers les :

a) matériaux de l'ensemble,
b) joints de l'ensemble,
c) joints entre les éléments de l'ensemble,
d) joints avec d'autres *bâtiments.*

Objet et définitions

Une fuite d'air est une circulation d'air non contrôlée à travers un élément du bâtiment. L'infiltration est une fuite d'air de l'extérieur vers l'intérieur d'un bâtiment, tandis que l'exfiltration est une fuite d'air de l'intérieur vers l'extérieur. Des fuites d'air peuvent également se produire entre deux espaces intérieurs. Ces phénomènes fortuits peuvent avoir un certain nombre de conséquences inattendues dont les plus souvent signalées sont le dépôt d'humidité à l'intérieur de l'ensemble de construction et qui est dû à l'exfiltration d'air, et la pénétration de la pluie due à l'infiltration d'air, sous l'effet de pressions négatives. L'humidité est à l'origine de divers problèmes allant de la décoloration des surfaces jusqu'à la détérioration prématurée de l'ensemble de construction.

Les fuites d'air, de même que les ouvertures qui en sont responsables, peuvent aussi avoir des incidences néfastes sur le milieu intérieur :

- problèmes de régulation de la température et de l'humidité,
- mauvaise qualité de l'air intérieur attribuable, entre autres, à l'introduction de gaz provenant du sol, comme le radon,
- transmission excessive des bruits extérieurs,
- augmentation de la consommation d'énergie,
- gel des conduites d'eau,
- problèmes reliés aux incendies, comme la propagation du feu et de la fumée.

Ces problèmes peuvent survenir dans n'importe quelle enveloppe, à moins que des mesures préventives ne soient prises aux stades de la conception et de la construction. Cependant, on constate que le Code s'attarde surtout aux problèmes liés à la condensation. C'est pourquoi la section 5.3. n'exige une protection contre les fuites d'air qu'en présence d'une combinaison de différences de température, de pression de vapeur d'eau et de pression d'air. Ainsi :

- On observe une différence de température lorsque le bâtiment est chauffé.
- Il y a une différence de pression de vapeur d'eau lorsque l'activité des occupants ajoute au taux de l'humidité intérieure; les dispositifs mécaniques d'humidification peuvent augmenter sensiblement le taux global d'humidité.
- Une différence de température (l'effet de cheminée), les installations mécaniques de ventilation, dans certains cas, et le vent engendrent une différence de pression d'air.

Au Canada, il est donc vraisemblable que ces trois phénomènes coexistent dans un bâtiment occupé pendant la saison froide, et les exigences de la section 5.3. s'appliquent à toutes les catégories de bâtiments définies à la section 2.1.

Bien que la différence de pression d'air soit généralement suffisante pour produire des fuites d'air, celles-ci ne surviennent que si l'enveloppe du bâtiment comporte des ouvertures permettant à l'air de s'échapper. Il n'est pas nécessaire que ces ouvertures traversent complètement l'enveloppe ; il peut s'agir tout simplement d'une série d'interstices entre des matériaux de faible perméabilité ou entre eux et de nombreux petits orifices dans des matériaux à perméabilité élevée ou poreux. Ainsi, l'objet

implicite de la section 5.3. est la conception d'enveloppes exemptes d'ouvertures favorisant les fuites d'air.

Qu'entend-on par « effet de cheminée » ? La différence de pression qui entraîne l'air chaud vers le haut d'une cheminée fait aussi monter l'air chaud à l'intérieur d'un bâtiment chauffé. L'air chauffé tend à se dilater, à devenir moins dense et à s'élever au-dessus de l'air froid. S'il y a des ouvertures, voulues ou non, dans l'enveloppe du bâtiment, l'air chaud s'échappe par les ouvertures du haut et est remplacé par de l'air froid, qui pénètre par les ouvertures du bas. On appelle ce phénomène l'« effet de cheminée ».

En quoi consiste un système efficace d'étanchéité à l'air ?

Un système efficace d'étanchéité à l'air n'est pas nécessairement parfait. Il possède cependant toutes les caractéristiques nécessaires pour prévenir les problèmes de condensation. Au Canada, les bâtiments ne présentent généralement pas de problèmes de condensation, bien que leurs systèmes d'étanchéité à l'air soient loin d'être parfaits et qu'une certaine condensation se forme à l'intérieur des ensembles de construction. L'expérience a prouvé que, dans un bâtiment qui n'est pas soumis à une pressurisation excessive et où l'humidité est maintenue à des niveaux raisonnables pendant l'hiver, le système d'étanchéité à l'air peut, en dépit de nombreuses lacunes, satisfaire aux exigences de la présente section. Dans les bâtiments dont les taux d'humidité sont élevés pendant l'hiver ou qui sont soumis à des pressions positives, l'efficacité du système d'étanchéité à l'air revêt une plus grande importance. La réduction de la pression à l'intérieur du bâtiment peut offrir des avantages supplémentaires.

Dans quelle mesure les fuites d'air sont-elles admissibles ? Dans l'état actuel de nos connaissances, il est difficile de répondre à cette question. Nous en sommes encore à définir un seuil convenable[1]. Selon la section 5.3., la condensation est le paramètre qui détermine le seuil admissible de fuites d'air. La condensation que produisent les fuites d'air dépend de nombreux facteurs notamment, le milieu intérieur, le milieu extérieur ainsi que la longueur et la section du parcours de fuite. À quantité égale, la condensation n'a pas la même incidence sur tous les types de constructions et les ensembles érigés sous des climats favorables permettent l'évaporation de l'humidité durant l'été. On peut toujours tenter d'éliminer totalement les fuites d'air, mais c'est pour ainsi dire chose impossible.

Pour satisfaire aux exigences de la présente section, le concepteur et le constructeur doivent se montrer très consciencieux et produire un système d'étanchéité à l'air qui réduise au minimum les parcours de fuite tout en protégeant efficacement l'ensemble de l'enveloppe du bâtiment. Une bonne conception, capable de s'opposer au passage de l'air, exige bien plus que des matériaux imperméables ; il est aussi essentiel d'assembler ces matériaux à l'aide de joints le plus étanche possible. La combinaison de matériaux et de joints étanches est réalisable (voir la section 5.7.) et constitue une protection efficace contre les fuites d'air.

Diffusion de vapeur et fuites d'air

Deux mécanismes chassent la vapeur d'eau provenant d'un milieu intérieur vers l'enveloppe du bâtiment ou à l'intérieur d'un ensemble séparant deux milieux intérieurs différents :

- la diffusion de la vapeur (mouvement à l'échelle moléculaire qui entraîne la vapeur à travers les matériaux de construction [voir la section 5.2.]) et
- les fuites d'air (mouvement de l'humidité dans les matériaux ou entre ceux-ci).

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

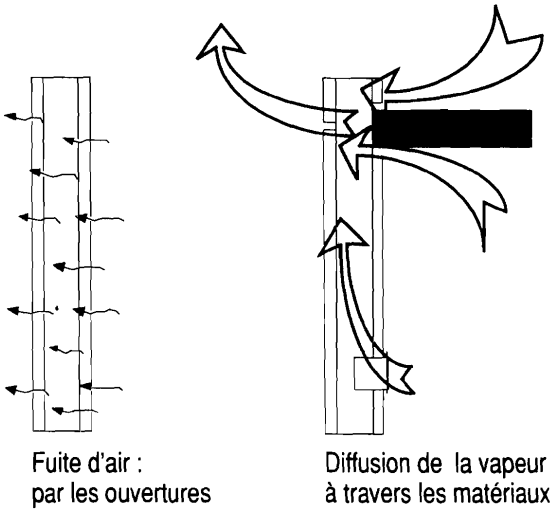


Figure 1 La diffusion de la vapeur transmet l'humidité beaucoup plus lentement que les fuites d'air.

On constate que les problèmes de condensation à l'intérieur des éléments de séparation entre deux milieux sont le plus souvent causés par des fuites d'air. C'est pourquoi, même si l'on ne doit pas négliger le rôle du pare-vapeur, il faut, aux stades de la conception et de la construction, accorder la plus grande attention au système de protection contre les fuites d'air.

Fuites d'air, infiltrations et exfiltrations

L'expression « fuite d'air » ainsi que les termes « infiltration » et « exfiltration » servent tous à décrire la circulation d'air à travers l'enveloppe du bâtiment.

« Fuite d'air » est une expression générique qui englobe tant la notion d'infiltration que celle d'exfiltration.

Le terme « infiltration », quant à lui, désigne la circulation d'air de l'extérieur d'un espace vers l'intérieur de cet espace et fait généralement référence aux fuites d'air de l'extérieur vers l'intérieur d'un bâtiment ou d'un espace.

Le terme « exfiltration », pour sa part, désigne la circulation d'air de l'intérieur d'un espace vers l'extérieur de cet espace et fait généralement référence aux fuites d'air de l'intérieur d'un bâtiment ou d'un espace vers l'extérieur.

L'utilisation de cette terminologie risque de prêter à confusion dans le cas de la circulation d'air entre deux espaces intérieurs. En pareil cas, n'importe quel choix peut faire l'affaire, mais il demeure important de préciser l'espace où il y a circulation d'air ainsi que les endroits duquel et vers lequel l'air se déplace. Ainsi, on parlera de fuite d'air de l'espace A vers l'espace B, d'infiltration d'air de l'espace A dans l'espace B ou encore d'exfiltration d'air de l'espace A à l'espace B.

Exigences relatives aux systèmes d'étanchéité à l'air

Pour satisfaire aux exigences de la section 5.3., un système d'étanchéité à l'air doit posséder un certain nombre de caractéristiques fonctionnelles[2] :

- faible perméabilité à l'air et continuité,
- intégrité structurale,
- durabilité.

La fonction première d'un système d'étanchéité à l'air est de protéger le bâtiment contre les fuites d'air. Il faut donc utiliser des matériaux à faible perméabilité et réaliser des joints qui soient le plus étanche possible. Comme les fuites d'air résultent d'une différence de pression d'air et que le système d'étanchéité doit résister aux charges associées à cette pression différentielle, l'intégrité structurale est un facteur essentiel à l'efficacité du système. Enfin, la protection contre les fuites d'air doit être maintenue pendant toute la vie utile du bâtiment. Un système d'étanchéité efficace prend forme sur la table à dessin du concepteur et se concrétise tout au long des travaux de construction.

Perméabilité et continuité

Matériaux

Les matériaux sont les principaux éléments d'un système d'étanchéité à l'air et ils doivent donc présenter une faible perméabilité au passage de l'air. Il peut s'agir des éléments de charpente ou de finition

utilisés dans la construction de l'enveloppe comme le béton coulé, le verre ou l'aluminium. Cependant, si les matériaux de construction laissent passer de grandes quantités d'air, comme les blocs de béton utilisés pour la construction des murs, il est alors nécessaire d'y ajouter des matériaux étanches afin d'obtenir le degré d'imperméabilité exigé pour le système d'étanchéité à l'air.

De nombreux matériaux peuvent offrir l'étanchéité à l'air exigée. Diverses sources, notamment les fiches techniques des fabricants, présentent des données sur la résistance au passage de l'air des matériaux de construction les plus courants. On peut obtenir de la Société canadienne d'hypothèques et de logement une publication précisant la perméance de 36 matériaux de construction, dont la plupart répondent aux exigences d'étanchéité applicables aux matériaux de base du système. (Le matériau étanche doit aussi satisfaire aux exigences de durabilité de la section 5.6.)

Joints et jonctions

La section 5.3. fait référence aux joints et aux jonctions. Dans le présent commentaire, les joints désignent le point de contact entre des ensembles de construction et des matériaux simples à l'intérieur de l'enveloppe du bâtiment. Les jonctions, pour leur part, désignent l'intersection d'éléments de grandes dimensions, comme les murs et les toits. Elles peuvent contenir des joints.

Comme les joints d'un ensemble de construction sont l'oeuvre de divers corps de métiers, ils constituent souvent le point faible du système d'étanchéité à l'air et doivent, par conséquent, être conçus et réalisés avec le plus grand soin.

En plus de répondre à toutes les exigences d'étanchéité de base, le pare-air doit permettre un certain mouvement à l'emplacement des joints. Ce mouvement peut être produit par les charges statiques et dynamiques ainsi que par le retrait et la dilatation thermique des matériaux. Le produit utilisé pour obturer le joint doit être étanche à l'air et posé de manière à combler le vide entre les matériaux d'étanchéité de part et d'autre du joint. Ainsi, afin de préserver l'intégrité du pare-air, le concepteur et le constructeur doivent savoir précisément quel élément de part et d'autre du joint remplit la fonction d'étanchéité à l'air.

Les joints peuvent être scellés à l'aide de produits d'étanchéité. Le choix du produit qui convient et son application adéquate sont essentiels à l'efficacité à long terme du produit[4]. Le produit doit avoir le degré de cohésion (résistance interne) nécessaire pour résister à l'usure et un degré d'adhérence suffisant pour demeurer fixé aux surfaces lorsqu'il est exposé au mouvement inhérent aux joints.

Si le joint est trop large pour être comblé efficacement par un produit d'étanchéité, il doit être ponté à l'aide d'un matériau étanche ou d'un produit possédant une élasticité qui lui permette d'absorber le mouvement tout en adhérant fermement aux deux faces du joint.

Composants

Les composants préfabriqués d'un ensemble de construction sont ordinairement conformes à une norme qui comprend le plus souvent une exigence d'étanchéité à l'air. Ainsi, au Canada, il est possible de soumettre les fenêtres à des essais de conformité à la norme CAN/CSA-A440, « Fenêtres »[5]. Bien que les niveaux d'étanchéité à l'air exigés ne soient pas précisés dans le Code, plusieurs sont indiqués dans la norme de l'Association canadienne de normalisation. La publication spéciale A440.1, « Guide de l'utilisateur de la norme CAN/CSA-A440-M90, Fenêtres »[6] donne des indications quant au niveau d'étanchéité approprié au bâtiment à concevoir. Les normes auxquelles fait référence le CNB figurent au tableau 2.7.3.A.

Afin d'assurer la continuité entre les composants du bâtiment, comme les portes et les fenêtres, et les ensembles de construction adjacents, il est important de reconnaître les éléments de l'ensemble qui remplissent la fonction d'étanchéité. Les dessins doivent indiquer clairement la continuité entre le système d'étanchéité du mur et celui du composant. Certains modèles de châssis facilitent la jonction des systèmes du mur et de la fenêtre puisqu'ils

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

comportent un emplacement prédéfini qui permet de fixer le matériau étanche du mur à celui de la fenêtre. Ainsi, le système d'étanchéité peut conserver son intégrité structurale sous les charges dues aux vents et résister à la rupture due à la détérioration ou à une défaillance des joints[7].

Résistance structurale

Le système d'étanchéité à l'air doit être conçu pour résister aux charges dues à l'effet de cheminée, à la pressurisation mécanique et au vent. Ainsi, les matériaux mêmes qui composent le système doivent pouvoir résister à ces charges ou être appuyés par un matériau offrant la résistance voulue. Il faut porter une attention toute particulière aux matériaux étanches servant à la fabrication des joints et des jonctions, car leur pose, et surtout leur fixation, influent sur leur capacité à résister aux charges dues à la pression d'air. Comme les charges seront en définitive supportées par l'ossature du bâtiment, il faut concevoir le système d'étanchéité à l'air de manière qu'il y ait transfert de ces charges.

Les charges structurales dues à l'effet de cheminée et à la pressurisation par les ventilateurs ne sont pas les plus fortes imposées au matériau du pare-air, mais elles s'exercent sur des périodes bien plus longues que les charges dues au vent. Le matériau imperméable à l'air doit être posé de manière qu'il ne se détache pas de son support et ne perde pas graduellement de sa résistance sous l'action de ces charges.

Les principales forces dont on doit tenir compte dans le calcul de la résistance des systèmes d'étanchéité à l'air sont celles qui résultent des différences de pression dues au vent. Elles comprennent les surcharges dues aux rafales et celles dues à un vent soutenu. Au chapitre 1 du Supplément du CNB[8], on trouve la liste des pressions de calcul correspondant aux vitesses horaires du vent pour de nombreuses localités canadiennes. Plutôt que d'utiliser les valeurs ayant une probabilité de dépassement de 1 sur 10, employées pour les revêtements, on recommande celles qui ont une probabilité de 1 sur 30 pour calculer les charges dues à un vent soutenu, car la réparation d'un pare-air peut se révéler une tâche ardue et très coûteuse. On doit également prendre en compte les surcharges dues aux rafales; celles-ci peuvent être calculées à l'aide des méthodes décrites dans le Commentaire B du chapitre 4 du Supplément et à la section 4.1. du CNB. Ces méthodes jouent un rôle prépondérant dans la conception de bâtiments de grande hauteur.

Durabilité (voir aussi la section 5.6.)

Le système d'étanchéité à l'air doit remplir son rôle durant toute la vie utile du bâtiment. Les matériaux qu'il utilise doivent avoir une fiabilité éprouvée ou une durabilité démontrée (par un essai de vieillissement accéléré, par exemple), à défaut de quoi ils doivent être placés de manière à en permettre l'inspection et l'entretien.

La durabilité n'est pas une propriété intrinsèque du matériau; elle dépend dans une large mesure de la réaction du matériau à des facteurs environnementaux particuliers tels l'humidité, la température, le rayonnement solaire et les matériaux adjacents. Les matériaux et les composants sont, au cours de leur vie utile, exposés à différents agents, dont certains sont liés aux travaux de construction et d'autres, inhérents au milieu environnant, une fois les travaux achevés. Les travaux de construction, qui s'échelonnent sur une période relativement courte par rapport à la durée de vie du système d'étanchéité à l'air, peuvent néanmoins altérer la tenue en service à long terme de certains des matériaux qui le composent. C'est pourquoi il faut toujours protéger convenablement ces matériaux contre la pluie, les températures extrêmes, le rayonnement solaire et les dommages d'origine mécanique causés par les travaux, s'ils n'offrent pas une résistance naturelle à ceux-ci.

Emplacement

L'emplacement du matériau étanche à l'intérieur de l'enveloppe du bâtiment est en grande partie dicté par les principes qui régissent l'emplacement du pare-vapeur. En théorie, le plan d'étanchéité peut être situé n'importe où dans l'épaisseur pour contrer

le passage de l'air. En pratique, toutefois, il est généralement recommandé de placer le matériau ayant la plus forte résistance au passage de l'air du côté où la température est supérieure au point de rosée, c'est-à-dire du côté chaud de l'isolant. Cette méthode présente trois avantages :

- Le pare-air est dans un milieu beaucoup plus stable et protégé contre les variations importantes de température et d'humidité.
- En cas de fuites dans le système, l'air sera probablement évacué rapidement à l'extérieur et non pas emprisonné dans l'ensemble de construction, ce qui augmenterait le risque de condensation.
- De nombreux matériaux ont une faible perméabilité à la fois à l'air et à la vapeur. En d'autres termes, la plupart des matériaux qui constituent une protection efficace contre les fuites d'air peuvent également, dans une certaine mesure, servir de pare-vapeur. Dans ce cas, les règles qui dictent l'emplacement du pare-vapeur s'appliquent aussi au matériau d'étanchéité.

Si l'on choisit la méthode de l'étanchéisation de façade pour empêcher la pénétration de la pluie, il faut que la paroi externe du composant de l'enveloppe serve aussi de plan d'étanchéité, avec tous les inconvénients que cela comporte. (Voir la section 5.4.)

Essais

Les nouveaux matériaux et systèmes de construction doivent être mis à l'essai avant leur mise en place dans un bâtiment. Les essais portant sur des parties d'un ensemble de construction peuvent être menés sur place. Les essais effectués sur tout le bâtiment, après achèvement des travaux, sont coûteux et difficiles à réaliser et donnent généralement des résultats peu concluants.

Essais en laboratoire

Sauf pour ce qui est des composants assemblés en usine, peu de normes traitent des méthodes servant à évaluer l'imperméabilité des composants de l'enveloppe. La norme ASTM E 283, « Standard Test Method for Rate of Air Leakage Through Windows, Curtain Walls and Doors »[9] peut être utilisée comme méthode d'essai pour l'évaluation en laboratoire des fuites d'air dans les composants d'un bâtiment; la méthode recommandée dans la norme ASTM E 330, « Standard Test Method for Structural Performance of Exterior Windows, Curtain Walls, and Doors by Uniform Static Air Pressure Difference »[10] peut servir à l'évaluation de la résistance structurale. Les deux normes, qui décrivent les étapes et l'appareillage d'un essai normalisé destiné à mesurer cette résistance, ne prescrivent toutefois pas de pression différentielle d'essai ni de critères de réussite ou d'échec. Elles ont servi de base à une série d'évaluations en laboratoire de systèmes d'étanchéité à l'air destinés à des murs à ossature en bois[11] et de membranes d'étanchéité pour murs en maçonnerie[12]. On peut aussi utiliser la norme AAMA 501, « Methods of Test for Metal Curtain Walls »[13], pour évaluer en laboratoire la protection contre les fuites d'air qu'offrent les murs-rideaux en métal.

Essais sur place

Les essais en laboratoire permettent de déterminer la résistance potentielle à l'air d'un système d'étanchéité à l'air. L'efficacité d'un système donné dans les conditions réelles d'utilisation dépend de la « facilité de mise en oeuvre » du système et de la qualité d'exécution des travaux de pose. Des essais en taille réelle sur des échantillons de façades comportant tous les détails de construction peuvent être utiles pour confirmer la résistance du système d'étanchéité à l'air ou pour repérer les défauts de conception et de réalisation.

La norme ASTM E 783, « Standard Method for Field Measurement of Air Leakage Through Installed Exterior Windows and Doors »[14] peut servir à évaluer l'efficacité des systèmes d'étanchéité à l'air des bâtiments. Cette méthode permet une évaluation globale de l'étanchéité à l'air obtenue avec un système donné.

Des techniques non normalisées et non quantitatives, faisant appel à des poires à fumée ainsi qu'à

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

des capteurs acoustiques et des capteurs de rayons infrarouges, ont servi à localiser les fuites dans des systèmes d'étanchéité à l'air. Ces méthodes peuvent servir à repérer les défauts dans des systèmes par ailleurs acceptables.

Fuites d'air et ventilation

Comme on l'a vu précédemment, la protection contre les fuites d'air peut présenter d'autres avantages que la réduction du transfert d'humidité. Bien que, par le passé, on ait utilisé les fuites d'air comme moyen de ventilation du bâtiment, pour le bénéfice des occupants et des usages prévus, cette démarche, largement tributaire des conditions climatiques, est aujourd'hui jugée non efficiente, non fiable et souvent inefficace. Les exigences d'étanchéité rendent totalement impraticable l'utilisation des fuites d'air à cette fin. Quoiqu'on puisse parfois avoir recours à la ventilation naturelle, on choisit généralement d'installer des systèmes mécaniques qui fournissent les volumes d'air frais nécessaires au moment et aux endroits voulus. La sous-section 6.2.2. traite des exigences de ventilation applicables aux bâtiments qui font l'objet de la partie 5.

Lectures choisies

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. « Building Seals and Sealants; Fire Standards; Building Constructions », *1991 Annual Book of ASTM Standards*, vol. 04.07, Philadelphie, 1991.

DEVIS DE CONSTRUCTION CANADA. « Tek-AID on Air Barrier Systems », *Master Specifications and Digest*, Toronto, 1990.

RÉGIME DE GARANTIES DES LOGEMENTS NEUFS DE L'ONTARIO. *Condominium Construction Guide*, North York, 1993.

Références

1 TROW INC. *Critères d'établissement des caractéristiques d'étanchéité à l'air de l'enveloppe des bâtiments.* Rapport établi à la demande de la Société canadienne d'hypothèques et de logement, Ottawa, 1989.

2 CNRC. *Un pare-vapeur pour l'enveloppe du bâtiment*, (Regard 86 sur la science du bâtiment), Ottawa, 1989.

3 AIR-INS INC. *Perméance des matériaux de construction à l'air*, Rapport établi à la demande de la Société canadienne d'hypothèques et de logement, Ottawa, 1988.

4 ASHTON, H.E. et QUIROUETTE, R.L. « Enduits, adhésifs et produits d'étanchéité », *Performance des matériaux en service*, (Regard 84 sur la science du bâtiment), CNRC, Ottawa, 1984.

5 ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Fenêtres*, Norme CAN/CSA-A440-M90, Rexdale, 1990.

6 ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Guide de l'utilisateur de la norme CAN/CSA-A440, Fenêtres*, Publication spéciale de la norme CAN/CSA-A440.1-M1990, Rexdale, 1990.

7 CNRC. *Les fenêtres : performance et technologie de pointe*, (Regard 88 sur la science du bâtiment), Ottawa, 1988.

8 CNRC. *Supplément du Code national du bâtiment du Canada 1990*, Chapitre 1, Données climatiques pour le calcul des bâtiments au Canada, Ottawa, 1990.

9 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *Standard Test Method for Rate of Air Leakage Through Windows, Curtain Walls and Doors*, Norme ASTM E 283, Philadelphie, 1991.

10 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *Standard Test Method for Structural Performance of Exterior Windows, Curtain Walls, and Doors by Uniform Static Air Pressure Difference*, Norme ASTM E 330, Philadelphie, 1991.

11 BROWN, W.C. et POIRIER, G.F. *Essai de système pare-air pour murs à ossature de bois*, Rapport établi à la demande de la Société canadienne d'hypothèques et de logement sous l'égide du CNRC, Ottawa, 1989.

12 HIILDEBRAND, G. *Mise au point de procédés et méthodes d'essai visant l'évaluation de membranes pare-air pour murs en maçonnerie*, Rapport établi à la demande de la Société canadienne d'hypothèques et de logement sous l'égide de l'ORTECH, Ottawa, 1990.

13 ARCHITECTURAL ALUMINUM MANUFACTURERS ASSOCIATION. *Methods of Test for Metal Curtain Walls*, Norme AAMA 501-83, Chicago, 1983.

14 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *Standard Method for Field Measurement of Air Leakage through Installed Exterior Windows and Doors*, Norme ASTM E 783, Philadelphie, 1991.

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

Section 5.4 Protection contre l'infiltration de la pluie

5.4.1. Joints

5.4.1.1. Les joints entre les éléments d'un *revêtement extérieur* et ceux entre des *revêtements extérieurs* différents doivent être réalisés de manière à réduire au minimum l'infiltration de la pluie.

5.4.2. Ouvertures

5.4.2.1. Les ouvertures dans les murs extérieurs ou les toits ne doivent pas permettre l'infiltration de la neige et de la pluie dans le *bâtiment*.

5.4.3. Couvertures

5.4.3.1. Mise en oeuvre

1) Les couvertures doivent être posées de façon à

a) permettre un bon écoulement de l'eau,
b) empêcher que l'eau ne remonte entre les éléments qui se chevauchent, s'il se forme des barrières de glace ou pour toute autre cause,
c) résister au dommage dû au vent.

5.4.4. Murs en surélévation

5.4.4.1. Protection

1) Lorsque le sommet d'un mur est exposé aux intempéries, il faut

a) recouvrir ce mur d'un couronnement,
b) protéger toute l'épaisseur de ce mur par un solin placé immédiatement sous le couronnement, si ce dernier comporte des joints ou est perméable, et partout où il est nécessaire de rejeter l'eau de pluie vers l'extérieur.

5.4.5. Revêtement extérieur

5.4.5.1. Le *revêtement extérieur* doit être installé de façon à empêcher l'eau de s'infiltrer dans les autres éléments du composant de *bâtiment*; s'il y a risque d'infiltration, il faut prévoir des dispositifs d'évacuation de l'eau.

Objet

La section 5.4. met l'accent sur les exigences de protection contre l'infiltration de la pluie par les toits, les murs en surélévation, les revêtements extérieurs ainsi que les joints et les ouvertures dans les murs et les toits.

Avant d'aborder les exigences particulières aux joints, aux ouvertures et aux murs en surélévation, il faut d'abord déterminer les exigences qui visent les toits et les murs. Ainsi, dans cette partie du commentaire, l'ordre de présentation des exigences de la partie 5 est le suivant :

- principaux facteurs favorisant l'infiltration de la pluie et mesures générales de protection,
- exigences relatives aux toits,
- exigences relatives aux joints et aux ouvertures dans les toits,
- exigences relatives aux murs,
- exigences relatives aux joints et aux ouvertures dans les murs,
- exigences relatives aux jonctions toit-mur, y compris les murs en surélévation.

La section 5.4. traite également de la protection contre la neige, la glace et le vent.

Facteurs favorisant l'infiltration de la pluie et mesures de protection

La pluie qui pénètre dans l'enveloppe d'un bâtiment tend naturellement à s'écouler par les ouvertures de la paroi extérieure du mur ou du toit, c'est-à-dire le revêtement extérieur ou la couverture. En fait, la présence d'ouvertures et d'eau ne suffit pas, en soi, à provoquer l'infiltration de la pluie ; les ouvertures constituent simplement un point d'entrée aux endroits où, sous l'action de certaines forces, l'eau est susceptible de pénétrer. Pour qu'il y ait infiltration, trois conditions doivent être réunies :

- pluie,
- points d'entrée,
- forces.

Dans certains cas, il est possible de limiter l'exposition des surfaces de l'enveloppe en prévoyant des éléments en saillie.

Parmi les forces qui peuvent entraîner l'infiltration d'eau, mentionnons :

- la gravité,
- l'énergie cinétique (la vitesse acquise par la goutte de pluie),
- la capillarité (la tension superficielle dans les petites cavités),
- la tension superficielle,
- la différence de pression d'air.

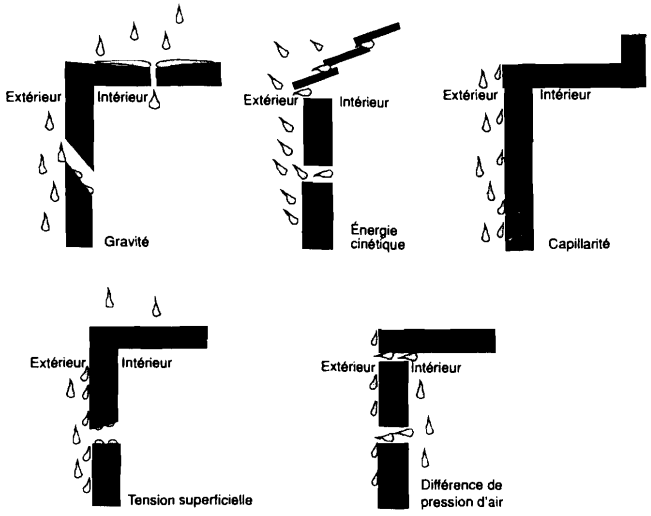


Figure 2 Forces favorisant l'infiltration de la pluie

Il existe essentiellement deux méthodes pour réduire ou empêcher l'infiltration de la pluie. La première consiste à éliminer les ouvertures par lesquelles l'eau peut pénétrer et la seconde, à contrer les forces qui entraînent l'eau à l'intérieur de l'enveloppe, ou à utiliser ces mêmes forces pour maintenir ou rejeter l'eau à l'extérieur de l'enveloppe.

Étanchéisation des surfaces

Cette méthode vise à éliminer toutes les ouvertures dans le revêtement extérieur, la couverture et les joints ; en supprimant ainsi les points d'entrée, on élimine toute possibilité d'infiltration. Dans le cas des murs, on procède par obturation ; pour les toitures-terrasses, qu'il s'agisse de systèmes à membrane traditionnelle ou protégée, on a recours à des membranes d'imperméabilisation.

Maîtrise des forces naturelles

Le principe de l'écran pare-pluie convient aux murs et aux toits à versants. Plutôt que de tenter d'éliminer toutes les ouvertures qui permettent à l'eau de s'infiltrer, on conçoit les joints de manière à maîtriser certaines des forces qui poussent l'eau à l'intérieur et l'on prévoit des dispositifs d'évacuation de l'eau qui pourrait s'infiltrer. L'évacuation de l'eau, caractéristique fondamentale de l'écran pare-pluie, n'est efficace que si le toit présente une pente suffisante pour prévenir l'accumulation d'eau à sa surface.

Les techniques utilisées pour contrer les forces qui poussent l'eau de pluie dans l'enveloppe ou à travers celle-ci sont illustrées à la figure 3.

- Sauf dans le cas d'une toiture-terrasse dont la pente est prévue pour que l'eau soit évacuée vers les avaloirs, les surfaces horizontales et les joints horizontaux des surfaces verticales doivent avoir une pente positive afin que l'eau soit évacuée à l'extérieur sous l'effet de la gravité. Les joints des surfaces horizontales doivent être recouverts de manière que l'eau s'en écoule de part et d'autre.
- Aux ouvertures et aux interfaces avec d'autres éléments, comme des fenêtres, l'énergie cinétique des gouttes de pluie peut être maîtrisée à l'aide d'un écran déflecteur, non étanche à l'air et à l'eau, placé à l'extérieur ou à l'intérieur du joint.
- Il est possible de contrôler la tension superficielle en provoquant un brusque changement de direction (grâce à un larmier) dans la partie supérieure d'un joint horizontal ; ce larmier force l'eau à se détacher de la surface et à tomber dans le canal d'écoulement .
- Une lame d'air ventilée derrière le revêtement réduit la différence de pression d'air de part et d'autre du revêtement, brise la force de capillarité et crée un parcours d'évacuation.

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

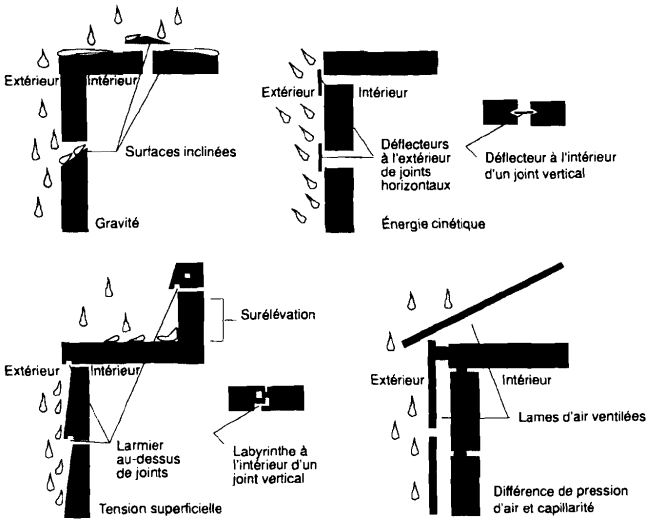


Figure 3 Détails de conception destinés à maîtriser les forces d'infiltration

Couvertures

Les toits sont exposés à des conditions climatiques rigoureuses, comme le rayonnement solaire, les températures extrêmes, les précipitations et le vent. Les matériaux de couverture doivent avoir les propriétés physiques et chimiques nécessaires pour résister à ces agressions ou encore, être convenablement protégés. Les divers éléments de toiture remplissent sept fonctions[1] :

- protection contre le soulèvement sous l'action du vent,
- élément porteur,
- protection contre l'infiltration d'eau,
- protection contre le passage de l'air,
- protection contre la diffusion de vapeur d'eau,
- réduction du flux thermique,
- protection superficielle.

Les exigences de la section 5.4. du Code portent essentiellement sur :

- la protection contre l'infiltration d'eau [alinéas 5.4.3.1. 1)a) et b)] et
- la protection contre le soulèvement sous l'action du vent [alinéa 5.4.3.1. 1)c)].

Protection contre l'infiltration d'eau

Qu'il soit en terrasse ou à versants, un toit doit être conçu pour permettre une évacuation efficace de l'eau. Cette caractéristique joue un rôle essentiel dans la durabilité à long terme de nombreux matériaux de couverture, réduit les charges imposées aux éléments d'ossature et facilite l'entretien.

Les toitures-terrasses dont la surface est étanchéisée sont recouvertes d'une membrane imperméable qui élimine les parcours de fuite à travers l'enveloppe. La membrane descend en pente vers les pourtours du toit ou vers des avaloirs intérieurs. On obtient, de préférence, cette pente en donnant une inclinaison à la structure ou, si cette méthode est impraticable, en installant sur le platelage une forme de pente en béton ou en matériau isolant sous la membrane imperméable. L'Association canadienne des entrepreneurs en couverture recommande de choisir une pente de 2 % afin de tenir compte des tolérances de construction et du fléchissement. Le réseau d'évacuation doit être conçu conformément aux dispositions du Code canadien de la plomberie.

On peut protéger les toits fortement inclinés contre la pluie en appliquant soit la méthode de l'étanchéisation en surface, soit le principe du chevauchement pare-pluie. Dans ce dernier cas, la protection est assurée par des éléments enchevauchés qui favorisent l'écoulement de l'eau. (En fait, c'est l'efficacité des toits de bardeaux utilisés sur les côtes venteuses de la Norvège qui a inspiré le principe du chevauchement pare-pluie.) La partie inférieure du toit doit être protégée contre les fuites d'eau que produisent les barrières de glace. Pour ce faire, on pose ordinairement une membrane sous les éléments enchevauchés.

Barrières de glace

Phénomène hivernal qui touche les toits à versants mal isolés, les barrières de glace sont causées par la chaleur qui s'échappe par le toit et qui fait fondre la neige et par l'eau qui s'écoule vers le pourtour du toit. Comme la surface du toit qui surplombe le mur extérieur est plus

froide que celle qui jouxte un milieu intérieur, l'eau peut geler et former une barrière de glace sur les pourtours du toit lorsqu'elle atteint cette surface. L'eau qui provient de la fonte de la neige s'accumule derrière cette barrière et peut être refoulée sous les bardeaux pour ensuite s'infiltrer dans le bâtiment.

Protection contre le soulèvement sous l'action du vent

Les matériaux de couverture doivent être solidement assujettis à la charpente du bâtiment, sur le pourtour du toit, aux joints de dilatation et aux traversées pour réduire le déplacement latéral. Ils doivent être fixés, collés ou lestés sur toute la surface du toit, de manière à résister au soulèvement sous l'action du vent et aux pressions de l'air intérieur[1,2].

Joints et ouvertures dans le toit

Toute solution de continuité relative au composant du toit qui remplit une fonction d'imperméabilisation ou de drainage doit être conçue et mise en oeuvre avec le plus grand soin afin d'assurer la continuité du système de protection contre les infiltrations. Ce qui suit s'applique essentiellement aux toitures-terrasses. Bien qu'elles soient inclinées pour faciliter l'écoulement de l'eau, il y aura accumulation d'eau si, par exemple, les avaloirs sont obstrués par des débris ou si de la glace et de la neige empêchent l'eau de s'écouler. C'est pourquoi les liaisons les plus vulnérables entre la couverture et les ouvertures devraient être surélevées par rapport à la surface du toit au niveau des joints et des ouvertures.

Les figures qui suivent illustrent les éléments nécessaires pour assurer une protection contre l'infiltration de la pluie ; il demeure toutefois essentiel de maintenir la continuité des autres composants, comme le pare-air et l'isolant.

Joints

Les joints de dilatation et de retrait sont des bris de continuité pratiqués intentionnellement dans les toits pour permettre une certaine quantité de mouvement.

On érige une bordure de part et d'autre du joint de manière que la hauteur effective de ce joint soit supérieure au niveau d'eau qui pourrait s'accumuler. Pour maintenir l'étanchéité à l'endroit du joint, on scelle les solins de base à la membrane d'étanchéité et à la bordure ; des contre-solins protègent le dessus de la bordure. Il faut laisser du jeu dans la membrane ou placer un matériau non adhérent sur le joint et conserver à la membrane une souplesse suffisante pour permettre la distribution sur une grande surface des contraintes dues au mouvement. Le couronnement incliné et les contre-solins favorisent l'évacuation de l'eau à une certaine distance de la bordure et réduisent au minimum les risques de fuite aux droits des joints de la membrane.

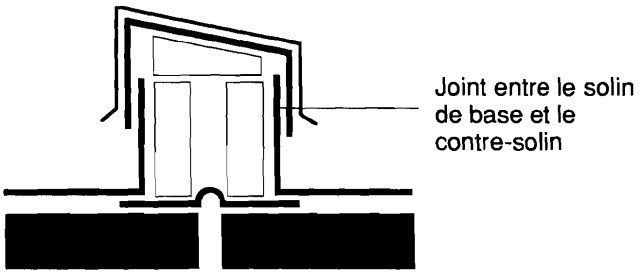


Figure 4 Continuité de la membrane d'imperméabilisation au droit d'un joint de dilatation, sur une toiture-terrasse

Ouvertures

Il faut traiter les ouvertures dans les toitures-terrasses, par exemple les lanterneaux et les trappes, de la même manière que les joints. Ainsi, on pose le solin de base et le contre-solin sur un élément d'appui simple afin de favoriser l'écoulement de l'eau de pluie et de surélever les joints de membrane les plus vulnérables par rapport au niveau éventuel d'accumulation.

Les traversées, qui sont aussi des ouvertures, sont traitées de la même manière.

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

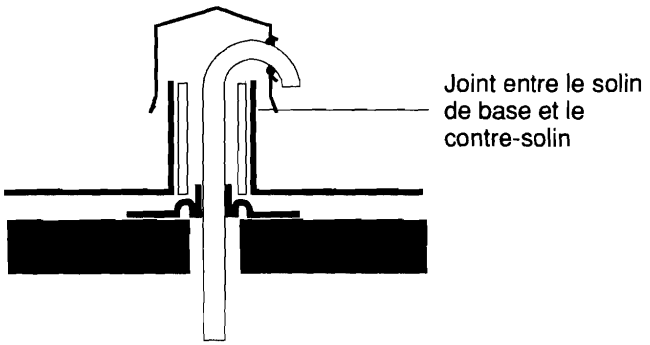


Figure 5 Continuité de la membrane d'imperméabilisation au droit d'une traversée, sur une toiture-terrasse

Revêtement extérieur des murs

Il est possible de réduire l'infiltration de la pluie par les murs grâce à l'étanchéisation de surface ou à un écran pare-pluie. Les murs massifs, tels les murs de contreventement en béton coulé, peuvent être conçus sans revêtement ; dans la mesure où l'on veille à prévenir les fissures et à sceller les joints de construction, ce type de mur offre, par définition, une surface étanche. Dans le cas d'un mur avec revêtement extérieur, le Code exige que ce revêtement empêche l'eau de s'infiltrer et que, s'il y a risque d'infiltration, un dispositif permette d'évacuer l'eau vers l'extérieur ; cette dernière exigence suggère l'utilisation d'un mur à écran pare-pluie.

Murs étanchéisés en surface

L'étanchéisation de surface sert couramment à protéger les murs avec revêtement extérieur qui présentent des surfaces réduites de joints par rapport à l'aire totale du revêtement. Ces revêtements comprennent ceux en béton préfabriqué, en stucco, en métal et en tôle ainsi que les murs-rideaux en métal et en verre. Les murs en maçonnerie comportent de nombreux joints et sont perméables à l'eau ; c'est pourquoi les concepteurs et les entrepreneurs ne devraient pas tenter de rendre ce type de revêtement étanche à l'air et à l'eau.

L'étanchéisation de surface consiste à utiliser un revêtement extérieur imperméable et à réaliser des joints à un étage étanches à l'air et à l'eau. (Les joints à deux étages font l'objet de la section « Joints et ouvertures dans les murs ».) Cette technique repose uniquement sur l'utilisation de produits d'étanchéité dans les joints entre les matériaux tels les panneaux en béton préfabriqués (figure 6) et les composants, comme les fenêtres, en vue d'assurer la continuité de l'étanchéité à l'air et à l'eau ; la durabilité des produits d'étanchéité a donc un effet déterminant sur la tenue en service de l'enveloppe.

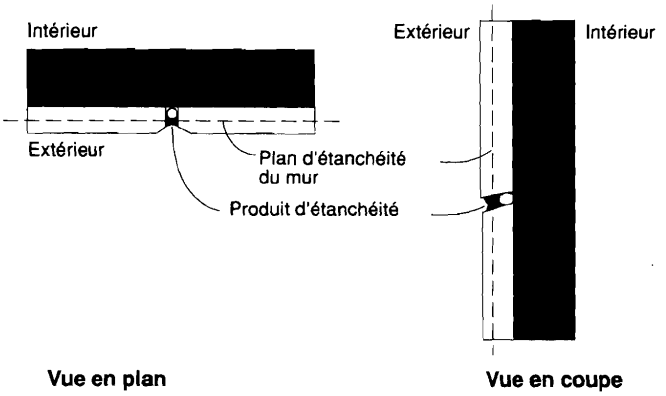


Figure 6 Mur étanchéisé en surface avec joints à un étage

Dans un mur étanchéisé en surface, le système d'étanchéité à l'air se trouve du côté extérieur, c'est-à-dire directement exposé aux conditions climatiques les plus rigoureuses, notamment :

- le rayonnement solaire,
- l'eau,
- la pollution,
- les cycles de gel et de dégel.

Les produits d'étanchéité doivent aussi résister aux mouvements importants des supports en dépit d'une souplesse parfois réduite, comme c'est le cas par temps froid. Les conditions climatiques rigoureuses caractéristiques du climat canadien ont pour effet de diminuer la durabilité de ces produits.

Lorsque les produits d'étanchéité utilisés sur les murs étanchéisés en surface perdent leurs propriétés, les murs cessent d'être étanches à l'air et à l'eau, ce qui se traduit par une grave incapacité de l'enveloppe à remplir ses fonctions. Par conséquent, les

murs étanchéisés en surface nécessitent un entretien intensif et coûteux pendant toute la vie utile du bâtiment. Au Canada, cette méthode, qui comporte peu d'avantages, convient mal aux bâtiments.

Murs à écran pare-pluie

Les murs à écran pare-pluie sont conçus pour empêcher l'infiltration de l'eau ; le revêtement n'est pas imperméable, mais le mur s'oppose aux différentes forces qui causent l'infiltration de la pluie.

Un mur à écran pare-pluie réduit l'infiltration de l'eau grâce aux caractéristiques suivantes :

- une lame d'air ventilée derrière le revêtement brise l'écoulement par capillarité et réduit la différence de pression d'air de part et d'autre du revêtement,
- les joints sont conçus pour résister à l'infiltration sous l'effet de la gravité, de la tension superficielle et de l'énergie cinétique des gouttes d'eau,
- les joints horizontaux et les solins sont inclinés vers l'extérieur pour favoriser l'évacuation de toute l'eau qui ne pénètre pas dans les joints ou la lame d'air.

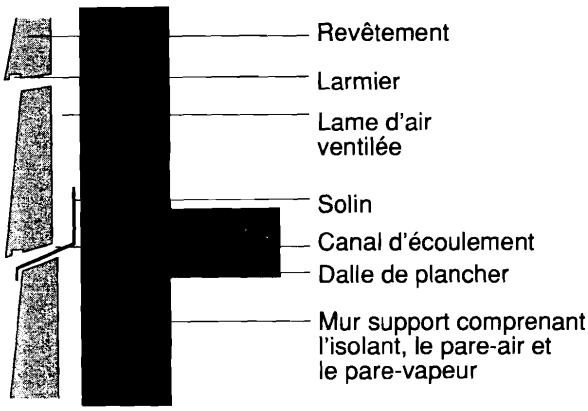


Figure 7 Mur à écran pare-pluie

Les conditions entourant la construction ont un effet sur la tenue en service de ces murs. Ainsi, une lame d'air de dimension suffisante sur le papier peut être pratiquement inexistante une fois les travaux terminés en raison des tolérances de construction et de l'accumulation de débris de mortier et d'autres matériaux dans la cavité.

Pour évacuer efficacement l'eau qui pénètre dans la lame d'air, il faut installer un solin au fond de la cavité. Ce solin doit être ininterrompu et durable, être incliné vers l'extérieur et se prolonger au-delà de la surface du revêtement. Un solin mal posé peut donner lieu à de nombreux problèmes. Enfin, les canaux d'écoulement (les chantepleures de la maçonnerie) doivent demeurer exempts de débris.

On utilise parfois un mur avec écran pare-pluie sur sa partie principale et avec étanchéisation de surface au point de rencontre avec d'autres éléments, comme les fenêtres, les portes, le toit et les autres systèmes de revêtement. Ce procédé mixte peut entraîner certains problèmes lorsque les produits d'étanchéité perdent de leurs propriétés parce qu'aucun solin ni système de drainage n'a été prévu à l'emplacement de ces interfaces (voir la section « Joints et ouvertures dans les murs »).

Murs à écran pare-pluie à pression équilibrée

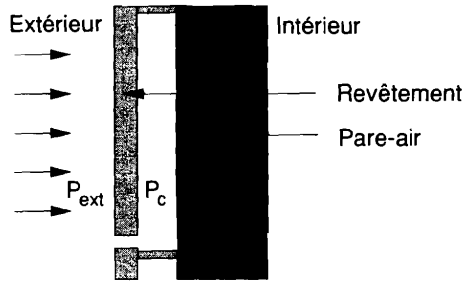
Certains murs à écran pare-pluie ont la propriété d'équilibrer les pressions d'air.

L'une des fonctions de la cavité ménagée derrière le revêtement est de réduire la différence de pression entre l'air extérieur et la lame d'air. Le mur à écran pare-pluie à pression équilibrée est conçu pour réduire encore davantage cette différence de pression. Pour y arriver, il faut néanmoins que certaines conditions soient réunies :

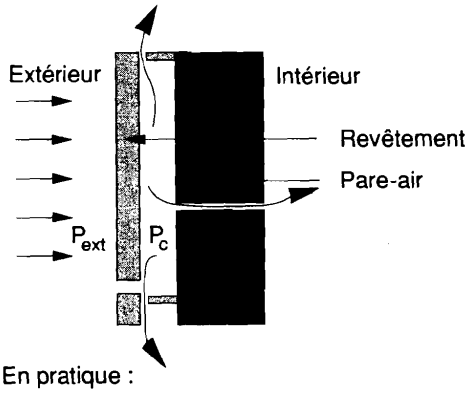
- le mur doit être muni d'un système efficace d'étanchéité à l'air du côté intérieur de la lame d'air (section 5.3.),
- la lame d'air doit être convenablement ventilée vers l'extérieur,
- la lame d'air doit être compartimentée verticalement et horizontalement.

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

Comme il est impossible d'obtenir un pare-air parfaitement étanche, il faut concevoir la ventilation de manière que le revêtement soit plus perméable que le pare-air (figure 8). Les canaux d'écoulement peuvent mal remplir leur fonction. Tout orifice supplémentaire doit être situé dans la partie inférieure de la lame d'air pour prévenir les mouvements de convection susceptibles de causer des fuites.



En théorie :
- compartiment parfaitement étanche
- une perméabilité minimale du revêtement suffit à équilibrer la pression à l'intérieur de la cavité (P_c) et la pression de l'air extérieur (P_{ext})



En pratique :
- légères fuites à travers le système d'étanchéité et entre les compartiments
- une perméabilité importante du revêtement est nécessaire pour amener la pression à l'intérieur de la cavité (P_c) à une valeur proche de la pression de l'air extérieur (P_{ext})

Figure 8 Relation entre la perméabilité du revêtement et l'étanchéité des compartiments

En produisant différentes pressions de part et d'autre de la surface du revêtement, le vent provoque aussi un mouvement latéral de l'air à l'intérieur de la cavité. Pour atteindre un équilibre des pressions à l'intérieur d'une aire quelconque du mur, il faut que cette aire soit isolée des aires soumises à une pression différente. Les parties supérieures et les angles des bâtiments sont ordinairement exposés aux manifestations les plus extrêmes de ce phénomène. C'est pourquoi la cavité située derrière le revêtement doit être divisée en compartiments dont les dimensions sont inversement proportionnelles aux plages de pressions prévues. Les pressions dues au vent étant généralement plus uniformes au centre d'une façade qu'aux extrémités, les compartiments occupant une position centrale peuvent donc être plus vastes que ceux situés près des coins.

Joints et ouvertures dans les murs

Joints

Tout comme les joints de la partie principale du mur, ceux qui réunissent des éléments de revêtement peuvent être conçus selon la méthode d'étanchéisation de surface ou le principe de l'écran pare-pluie, ce dernier correspondant à ce que, dans le présent contexte, on appelle le joint à deux étages. Le joint à deux étages consiste en :

- un déflecteur du côté extérieur du joint,
- un joint étanche du côté intérieur,
- des orifices, ordinairement situés dans la partie inférieure du joint, remplissant une fonction de ventilation et de drainage (figure 9).

On trouvera d'autres renseignements sur les joints aux sections 5.3. et 5.7.

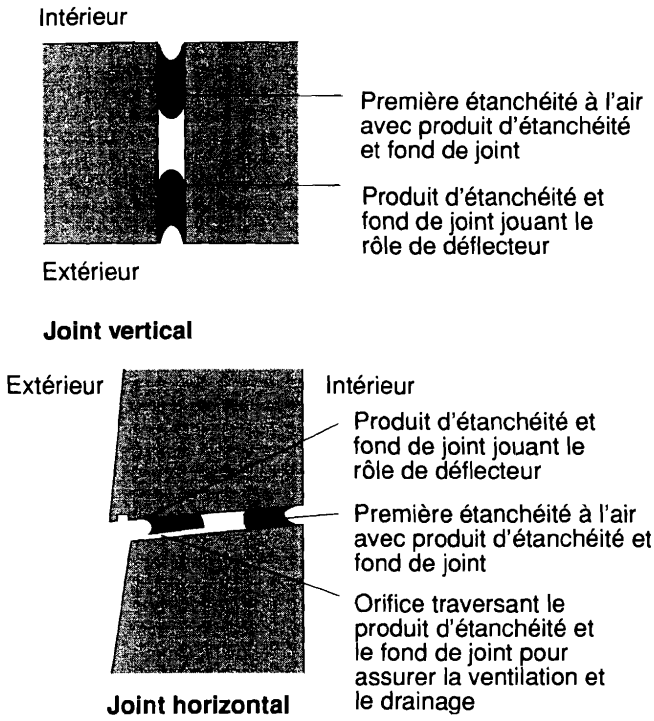


Figure 9 Joint à deux étages

Ouvertures

Les ouvertures dans les murs doivent être pratiquées de manière à prévenir l'infiltration de la pluie ou de la neige dans le bâtiment. À cette fin, le composant monté dans l'ouverture ainsi que la jonction entre l'élément et le mur doivent être correctement conçus.

La plupart des composants dans les ouvertures, comme les fenêtres, les portes et les évents, sont préfabriqués. La norme CAN/CSA-A440[3] présente le classement des fenêtres préfabriquées selon leur capacité à empêcher l'infiltration de la pluie lorsqu'elles sont soumises à une plage donnée de différences de pression d'air. Des normes semblables visent les autres composants préfabriqués. Le tableau 2.7.3.A du Code dresse la liste des normes auxquelles renvoie le CNB, en particulier la partie 9.

La tenue en service des joints entre ces composants préfabriqués et un mur étanchéisé en surface dépend de l'efficacité et de la durabilité du produit d'étanchéité. Dans le cas des fenêtres, la dégradation du produit d'étanchéité peut causer l'infiltration d'eau dans le linteau et accélérer la détérioration des produits d'étanchéité d'un vitrage scellé en usine.

Les joints entre ces composants préfabriqués et un mur à écran pare-pluie doivent être conçus de manière à permettre l'évacuation de l'eau qui pénètre dans le joint.

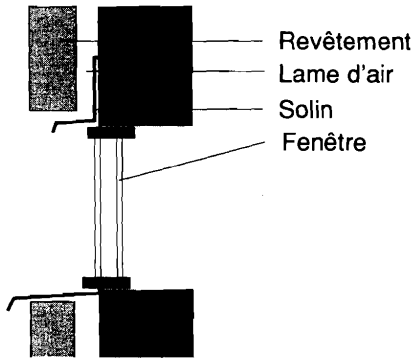


Figure 10 Fenêtre dans un mur à écran pare-pluie

Jonctions mur-toit

Tout comme les joints à l'intérieur des ensembles de construction, les jonctions entre les ensembles doivent empêcher l'infiltration de l'eau et il faut leur apporter un soin tout particulier. La partie 5 présente certaines exigences particulières aux murs en surélévation, mais il ne faut pas pour autant négliger les autres types de jonctions mur-toit.

Les jonctions mur-toit doivent être conçues de manière à maintenir la protection contre l'infiltration d'eau et à permettre tout mouvement différentiel susceptible de se produire entre les composants.

Murs en surélévation

Les jonctions entre les murs et les pourtours des toitures-terrasses peuvent être très vulnérables à l'infiltration de la pluie et aux dommages causés par le vent. La solution privilégiée, surtout lorsqu'il s'agit d'immeubles en hauteur, consiste à ériger des murs en surélévation à l'endroit de ces jonctions.

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

Ces jonctions sont similaires à celles des joints des toits (figure 11). La membrane d'étanchéité doit être solidement fixée au pourtour du platelage et le solin au mur en surélévation pour protéger la couverture contre le soulèvement sous l'action du vent. La membrane d'étanchéité doit également être scellée directement ou indirectement aux composants qui contiennent le pare-air dans le toit et dans le mur et ce, afin de protéger le toit contre le soulèvement et d'empêcher l'infiltration de la pluie sous l'effet du vent.

S'il est nécessaire d'ériger un mur en surélévation, on peut poser un solin qui couvrira toute la largeur du mur à une hauteur convenable au-dessus du toit, afin de limiter la hauteur de la membrane le long de la paroi intérieure. La partie du mur située au-dessus du solin doit toutefois être conçue pour réduire l'infiltration d'eau. Pour assurer la liaison structurale avec le tronçon de mur situé au-dessus du solin tout en maintenant l'intégrité du solin imperméable, il faut apporter beaucoup de soin au choix du matériau du solin et aux travaux de pose.

Grâce aux nouveaux matériaux, les membranes peuvent remonter sur toute la hauteur du mur en surélévation et en recouvrir le pourtour, de sorte qu'on peut aujourd'hui supprimer les solins couvrant toute la largeur du mur et éviter tous les inconvénients qu'ils comportent.

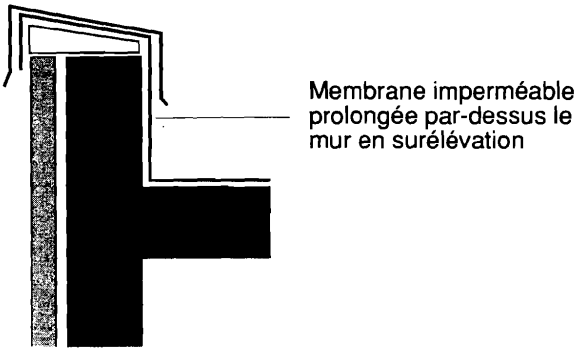
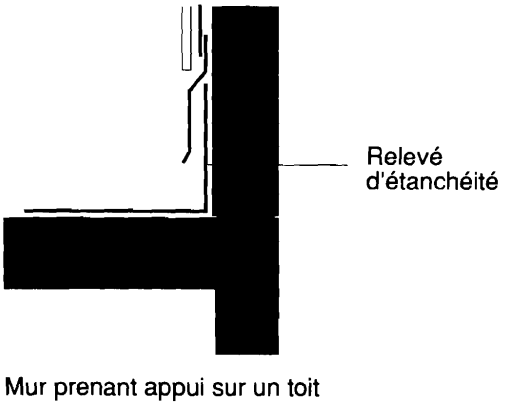


Figure 11 Continuité de la membrane imperméable à l'emplacement d'un mur en surélévation

Murs s'élevant au-dessus d'un toit

Les murs s'élevant au-dessus d'un toit causent les mêmes problèmes de continuité et de mouvement que les murs en surélévation. La conception est encore plus délicate dans les cas où les murs traversent le toit plutôt que d'y prendre simplement appui.



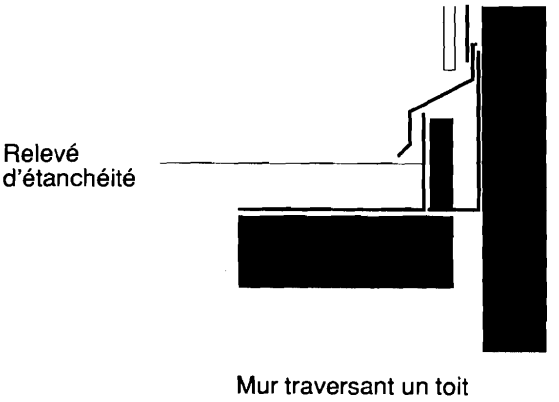


Figure 12 Continuité d'une membrane imperméable à l'endroit où un mur s'élève au-dessus d'un toit

Lectures choisies

Murs

CNRC. *Murs extérieurs : causes des désordres*, (Forum 82 sur la science du bâtiment), Ottawa, 1982.

CNRC. *Un pare-air pour l'enveloppe du bâtiment*, (Regard 86 sur la science du bâtiment) , Ottawa, 1989.

GARDEN, G.K. « Pénétration de la pluie et moyens de l'empêcher », *Digest de la construction au Canada*, n° 40, CNRC, Ottawa, décembre 1964.

KERR, Dale D. *Annotated Bibliography on the Rain Screen Principle*, Bibliographie n° 45, CNRC, Ottawa, décembre 1985.

LATTA, J.K. *Murs, fenêtres et toitures pour le climat canadien*, CNRC, Ottawa, 1973.

MASONRY COUNCIL OF CANADA. *Guide to Energy Efficiency in Masonry and Concrete Buildings*, Downsview, 1982.

RITCHIE, T. « Murs à cavité », *Digest de la construction au Canada*, n° 21, CNRC, Ottawa, juin 1963.

ROUSSEAU, M.Z. « Réalités et fictions sur les murs à écran de pluie », *Construction Canada*, Toronto, septembre 1990, p. 41-49.

Toits

ALBERTA ROOFING CONTRACTOR'S ASSOCIATION LTD. *Manual on Good Roofing Practice and Accepted Systems*, Calgary, 1991.

ASSOCIATION CANADIENNE DES ENTREPRENEURS EN COUVERTURE. *Devis Couvertures*, Ottawa, 1978.

ASSOCIATION DES MAÎTRES COUVREURS DU QUÉBEC. *Devis Couvertures*, Montréal, 1990.

BAKER, M. *Roofs*, Multiscience Publications Ltd., Montréal, 1980.

CNRC. *Des toits performants*, (Regard 89 sur la science du bâtiment), Ottawa, 1989.

ROOFING CONTRACTORS' ASSOCIATION OF BRITISH COLUMBIA, *Roofing Practices Manual*, Vancouver, 1993.

Références

1 CHOWN, G. Adaire. « Toitures : fonctions, exigences et composants », *L'art de construire : Diverses applications de la technologie*, CNRC, Ottawa, 1993.

2 CNRC. *Supplément du Code national du bâtiment du Canada 1990*, chapitre 4, Commentaires sur la partie 4 du Code national du bâtiment du Canada 1990, Commentaire B, Surcharges dues au vent, Ottawa, 1990.

3 ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Fenêtres*, Norme CAN/CSA-A440-M90, Rexdale, 1990.

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

Section 5.5 Protection contre l'eau provenant de la nappe souterraine

5.5.1. Solin couvrant toute la largeur du mur

5.5.1.1. Lorsque la remontée d'humidité du sol peut causer des détériorations dans un mur, il faut prévoir, au-dessous des matériaux susceptibles d'être endommagés, un solin couvrant toute la largeur du mur.

5.5.2. Protection contre l'eau et l'humidité

5.5.2.1. La partie d'un mur extérieur de *sous-sol* située au-dessous du niveau du sol ainsi que les dalles de plancher en contact avec le sol doivent être protégées contre l'eau ou l'humidité selon le cas (voir l'annexe A).

> **A-5.5.2.1. Protection contre l'eau et l'humidité.** Pour les structures simples, les exigences de la partie 9 peuvent servir de guide pour la protection contre l'eau et l'humidité au-dessous du niveau du sol. Les structures plus complexes peuvent exiger d'autres mesures que celles contenues dans la partie 9.

5.5.3. Vides sanitaires

5.5.3.1. Recouvrement du sol. Il faut recouvrir le sol des vides sanitaires (voir l'annexe A).

> **A-5.5.3.1. Vides sanitaires.** Pour les structures simples, les exigences de la partie 9 peuvent servir de guide pour le recouvrement du sol des vides sanitaires. Pour les structures plus complexes, d'autres exigences peuvent être nécessaires qui ne figurent pas à la partie 9.

5.5.3.2. Pente. À moins que, en raison du niveau de la *nappe souterraine* et la configuration du terrain, l'eau ne risque pas de s'accumuler dans le vide sanitaire, celui-ci doit être en pente afin de permettre l'écoulement de l'eau vers un égout, un fossé ou un puits perdu.

Objet et définitions

La section 5.5. porte essentiellement sur la protection contre le transfert de l'humidité (vapeur d'eau, eau de pluie et nappe souterraine) provenant du sol à travers les parties de l'enveloppe du bâtiment qui sont en contact avec le sol et à l'intérieur de celles-ci.

Comme l'indique son titre, la section 5.5. porte surtout sur la protection contre l'eau provenant de la nappe souterraine. Le CNB définit la nappe souterraine comme une masse d'eau souterraine libre dans le sol. Cependant, les exigences présentées à la section 5.5. ne visent pas uniquement la protection contre l'eau provenant d'une masse d'eau souterraine libre. Elles s'appliquent également à la vapeur d'eau, à l'eau de percolation provenant du sol ou de la surface ainsi qu'à l'humidité produite par le pergélisol. Le présent commentaire aborde les exigences en matière de protection contre l'eau et la vapeur d'eau, peu importe la source.

Les exigences de la section 5.5. sont le plus souvent énoncées en fonction des composants de l'enveloppe (les murs et les planchers) et des espaces connexes (les sous-sols et les vides sanitaires). D'autres composants que ceux mentionnés peuvent aussi être en contact avec le sol et exiger, par conséquent, un traitement particulier. Le présent commentaire vise tous les éléments de l'enveloppe qui sont en contact avec le sol, peut importe leur emplacement à l'intérieur du bâtiment.

Protection contre l'infiltration d'eau souterraine

On fait appel à quatre techniques pour réduire au minimum le risque d'infiltration d'eau souterraine dans un bâtiment :

- les barrières physiques et les dérivations,
- l'isolation (coupure de capillarité),
- l'évacuation,
- la protection contre l'eau et l'humidité.

La partie 9 du Code décrit la plupart de ces mesures de protection et définit les mesures minimales admissibles pour les maisons et les petits bâtiments[1]. Des exigences plus rigoureuses peuvent

être nécessaires dans le cas des bâtiments mentionnés à la partie 5, selon les conditions qui prévalent sur le terrain, l'usage du bâtiment, la durée de vie prévue et la présence éventuelle de charges d'humidité importantes à de plus grandes profondeurs.

Bien que la section 5.5. mette l'accent sur la protection contre l'eau et l'humidité, avec quelques remarques sur le drainage des vides sanitaires, d'autres mesures conviennent mieux à d'autres cas. Pour les bâtiments érigés en des endroits bien drainés, où la nappe souterraine est profonde, la mise en place de barrières physiques et d'une protection contre l'humidité peut suffire. Pour les bâtiments dont le sous-sol se situe au-dessous de la nappe souterraine, l'étanchéisation est la seule solution valable. Dans le cas des bâtiments construits sur un sol mal drainé, où la nappe souterraine atteint périodiquement des niveaux élevés, il peut être nécessaire de prendre toutes les mesures décrites précédemment pour assurer la tenue en service à long terme de la partie de l'enveloppe située au-dessous du niveau du sol. Des études sur place permettront de déterminer les mesures les plus efficaces. Le présent commentaire donne des indications sur chacune des mesures recommandées.

Barrières physiques et dérivations

La première défense contre l'infiltration de l'eau souterraine est l'élimination du problème à la source. La pluie étant une source d'eau souterraine, l'élimination de l'eau de pluie à proximité du bâtiment réduit les charges imposées à l'enveloppe. À cette fin, il faut niveler et drainer convenablement le terrain, à savoir :

- donner au sol une pente qui éloigne l'eau du bâtiment,
- creuser des rigoles,
- mettre en place des bassins collecteurs,
- diriger l'eau de pluie du toit vers des avaloirs intérieurs et des gouttières.

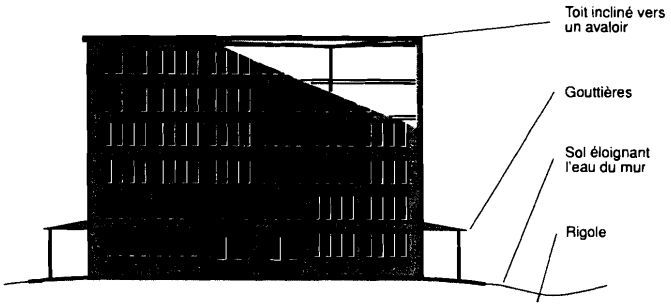


Figure 13 Dérivation de l'eau de pluie

Il est parfois possible de contrer l'effet de l'eau qui se trouve déjà dans le sol grâce à une barrière physique ou un dispositif de protection ou de dérivation. Lorsque le niveau de la nappe souterraine est élevé, il faut envisager des solutions de rechange aux sous-sols pleine hauteur, comme les sous-sols de faible hauteur, les vides sanitaires, les dalles sur terre-plein et les planchers surélevés. Dans le cas de bâtiments érigés sur un cours d'eau passant au-dessus ou au-dessous du niveau du sol, on peut parfois employer des réseaux d'évacuation pour dévier l'eau. On peut, dans certains cas, étanchéiser les parois en pierre pour les protéger contre les infiltrations.

Isolation : coupure de capillarité

Le deuxième moyen de défense consiste à réduire au minimum ou à prévenir l'exposition de l'enveloppe à l'eau. Bien qu'il soit impossible de modifier à volonté les propriétés du sol d'origine, sauf en choisissant au départ un emplacement idéal, le concepteur peut prescrire la mise en place de matériaux perméables directement à l'extérieur de l'enveloppe. Ainsi, l'utilisation de ces matériaux pour :

- les toits recouverts de terre — réduit à la fois les charges structurales et les charges dues à l'humidité.
- les murs — coupe l'écoulement capillaire et permet la percolation rapide de l'eau vers le réseau d'évacuation.

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

- les planchers — coupe l'écoulement capillaire et permet de créer une chambre d'extraction si les gaz provenant du sol posent des problèmes.

Ces matériaux perméables comprennent les matériaux de remblai granulaires (figure 14), les matériaux de drainage géosynthétiques* et les panneaux isolants en fibre minérale dont les fibres orientées facilitent le drainage. Si on utilise un matériau granulaire, on doit le protéger contre la contamination par les fines du sol d'origine adjacent ou mettre en place un autre matériau pour garantir qu'une épaisseur suffisante de matériau granulaire demeure exempte de fines.

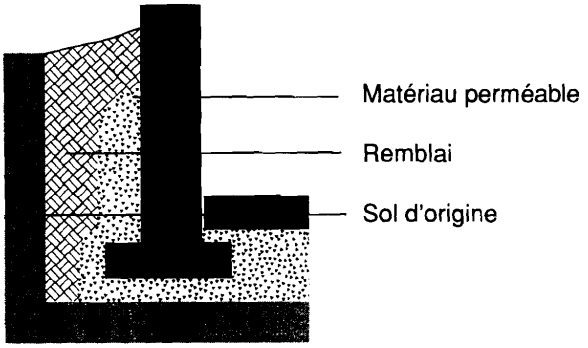


Figure 14 Coupure de capillarité par un matériau granulaire placé à l'extérieur du plancher et du mur de fondation

Les matériaux de drainage peuvent présenter un inconvénient lorsque l'eau acheminée par les gouttières est évacuée à proximité du mur de fondation. À moins que l'eau ne soit déviée à une certaine distance des fondations ou que la couche isolante ne soit protégée par un revêtement à faible perméabilité, l'eau traverse rapidement le matériau perméable et s'accumule au niveau le plus bas. Un réseau d'évacuation doit permettre d'évacuer l'eau sans délai ou alors, il faut imperméabiliser la base du mur pour prévenir les infiltrations. On peut également observer une augmentation des surcharges imposées au réseau d'évacuation municipal. Les panneaux géosynthétiques qui offrent une résistance aux migrations d'humidité provenant du sol et qui forment une lame d'air le long du mur de fondation éliminent ces problèmes.

Élimination

Le troisième moyen de défense consiste à éliminer l'eau qui s'accumule sur les toits recouverts de terre, autour des semelles et sous le plancher. À cette fin, le sol d'origine peut être utile dans la mesure où il est bien drainé et où le bâtiment est suffisamment surélevé par rapport à la nappe souterraine. Autrement, on pourra avoir recours à un réseau d'évacuation spécialement conçu pour cet usage. Seul le drainage des vides sanitaires est abordé de façon explicite à la partie 5. L'évacuation de l'eau vers un égout, un fossé ou un puits perdu est toutefois un aspect fondamental lorsqu'il s'agit de réduire le transfert d'humidité provenant du sol.

Les toits situés sous le niveau du sol doivent être inclinés de manière à favoriser le drainage. L'écoulement de l'eau vers le pourtour du toit réduit le risque d'infiltration par le toit. Si un toit recouvert de terre est situé au-dessus du niveau du sol et s'il n'y a pas de surface adjacente plus basse à l'intérieur des limites de la propriété ou si le toit se prolonge jusqu'aux limites de la propriété, l'eau accumulée sur ce toit doit nécessairement être évacuée vers des avaloirs intérieurs.

L'eau qui s'accumule au pied d'un mur de fondation d'un sous-sol ou d'un vide sanitaire est généralement recueillie par un drain placé à proximité des semelles. Le drain est posé sur un sol intact ou compacté, de manière que le dessus du drain soit au-dessous du côté inférieur de la dalle du plancher du sous-sol ou du plancher du vide sanitaire.

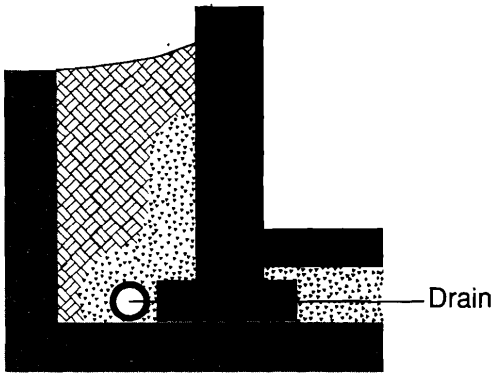


Figure 15 Drainage au pied d'un mur de fondation à l'aide d'un drain de type courant

Une couche de drainage horizontale formée d'un matériau perméable et placée sous le plancher et les semelles peut remplacer le drain à proximité des semelles.

Dans la plupart des cas, le drain adjacent aux semelles doit permettre d'abaisser le niveau de l'eau qui s'accumule sous la dalle de plancher d'un sous-sol. Cependant, lorsque la nappe souterraine atteint des niveaux élevés, il peut être nécessaire d'installer sous la dalle un drain relié à celui placé à proximité des semelles. Dans les bâtiments où une pompe de puisard doit être utilisée pour éliminer l'eau, l'installation d'un drain sous la dalle de plancher et les semelles permet d'acheminer l'eau des semelles vers le puisard.

Le plancher du vide sanitaire et les tranchées d'accès doivent être inclinés pour favoriser le drainage, à moins que le niveau de l'eau souterraine et les conditions ambiantes soient tels que l'eau ne risque pas de s'accumuler dans le vide sanitaire.

Il est généralement possible d'empêcher l'accumulation d'eau sous les dalles sur terre-plein en nivelant correctement le terrain avoisinant. Si le bâtiment risque d'être soumis à de fortes charges d'humidité, il peut être nécessaire de poser un drain pour assurer le drainage périphérique.

Protection contre l'eau et l'humidité

La section 5.5. met l'accent sur les exigences liées au quatrième moyen de protection, lequel vise l'enveloppe proprement dite. La protection contre l'eau et l'humidité a pour but de limiter le transfert d'humidité provenant du sol vers l'enveloppe du bâtiment et les milieux intérieurs. L'humidité peut traverser l'enveloppe par diffusion de vapeur, capillarité ou infiltration. L'écoulement de l'eau sur la surface de l'enveloppe et la pression hydrostatique peuvent donner lieu à une infiltration.

Protection contre l'humidité

La protection contre l'humidité est le traitement d'une surface pour lui permettre de résister au passage de l'eau sous l'action d'un autre phénomène que la pression hydrostatique, c'est-à-dire la pression de vapeur, la force de capillarité ou l'infiltration due à la gravité[2].

On peut réduire le transfert d'humidité en incorporant à l'enveloppe un matériau à faible perméance à l'eau ou à la vapeur. La perméance des matériaux couramment utilisés comme protection contre l'humidité se situe dans la plage des 4 à 40 ng/Pa•s•m^2 (soit de 0,07 à 0,7 perm); les valeurs les plus faibles indiquent une résistance plus élevée au passage de l'humidité. On recommande d'utiliser des matériaux possédant une perméance plus faible dans les bâtiments complexes et de grandes dimensions, dans ceux soumis à des charges élevées d'humidité, dans ceux qui abritent des matériaux, du matériel ou des activités sensibles à l'humidité, ou dans les sous-sols habités.

Seuls les matériaux et systèmes de protection capables de recouvrir et de ponter les joints de construction, de rupture, de dilatation et de retrait sont recommandés.

Si le niveau du sol est plus élevé à l'extérieur du mur de fondation qu'à l'intérieur, il faut protéger la paroi extérieure de ce mur contre l'humidité, depuis les semelles jusqu'au niveau du sol.

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

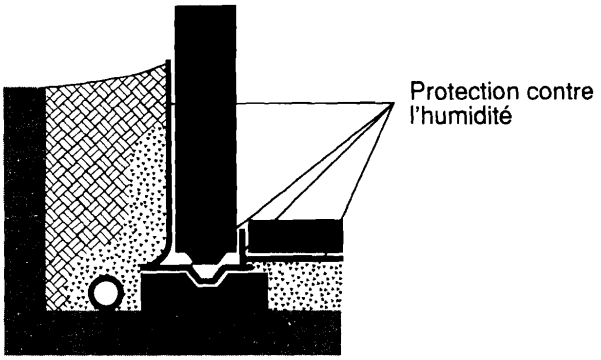


Figure 16 Protection extérieure contre l'humidité

Si l'intérieur d'un espace situé sous le niveau du sol est fini à l'aide de matériaux susceptibles de se détériorer sous l'effet de l'humidité, ces matériaux doivent être protégés contre l'humidité qui peut pénétrer à la faveur d'une « passoire à l'humidité », comme dans le cas des semelles. Dans les petits bâtiments, on pose à cette fin un matériau à faible perméance entre les matériaux sensibles et la structure, du côté intérieur, entre le plancher et le niveau du sol. La protection des grands bâtiments est assurée par la continuité du système d'étanchéité extérieur, comme le montre la figure 16.

Il faut prévenir le transfert d'humidité même dans les cas où il n'est pas requis de protéger contre l'humidité l'extérieur des murs de fondation. C'est pourquoi, à la sous-section 5.5.1., on recommande l'utilisation d'un solin traversant. La terminologie du Code n'est pas toujours appropriée dans ce cas. En effet, ce type de solin désigne généralement un solin conçu pour chasser vers l'extérieur l'eau de pluie et le condensat qui se forme à l'intérieur d'une cavité murale. Une « barrière étanche » est un matériau à faible perméance, comme une membrane bitumineuse modifiée ou une tôle, conçu pour empêcher l'eau de remonter, par capillarité, du sol vers les composants du bâtiment situés au-dessus du niveau du sol (figures 17 et 18). L'expression « barrière étanche » traduit donc mieux les notions décrites à la sous-section 5.5.1.

Il faut mettre en place une barrière étanche dès qu'il existe une source d'humidité et un moyen de transfert. Tout matériau poreux peut faire remonter l'humidité du sol. Si le sol est bien drainé ou s'il ne reste humide que pour de brèves périodes, ce type de protection n'est généralement pas nécessaire. Les sols présentant un mauvais drainage et une humidité persistante peuvent constituer une charge considérable et les exigences de la sous-section 5.5.1. doivent alors être respectées.

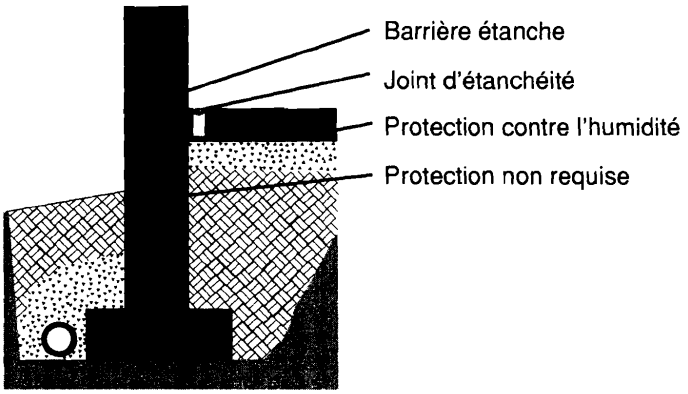


Figure 17 Barrière étanche

Tous les planchers en contact avec le sol doivent être protégés contre l'humidité. Si un plancher fini doit être installé à même une dalle sur terre-plein, le système de protection peut être posé sur ou sous la dalle. Si aucun plancher fini n'est prescrit, le système de protection doit être placé sous la dalle.

L'article 5.5.3.1. vise essentiellement les planchers des vides sanitaires qu'il faut traiter pour empêcher que l'humidité du sol ne soit transférée par le vide sanitaire à la structure du bâtiment et aux espaces occupés des étages supérieurs (figure 18). Parmi les matériaux utilisés comme revêtement du sol, notons les membranes en polyéthylène de type S (en rouleaux), le béton à base de ciment Portland et le bitume. Des études récentes ont révélé que la perméabilité du béton peut être trop élevée pour qu'il puisse remplir seul la fonction d'étanchéité[3]. Les joints réalisés dans les matériaux en feuilles doivent se chevaucher et la membrane doit être lestée pour prévenir tout mouvement indésirable.

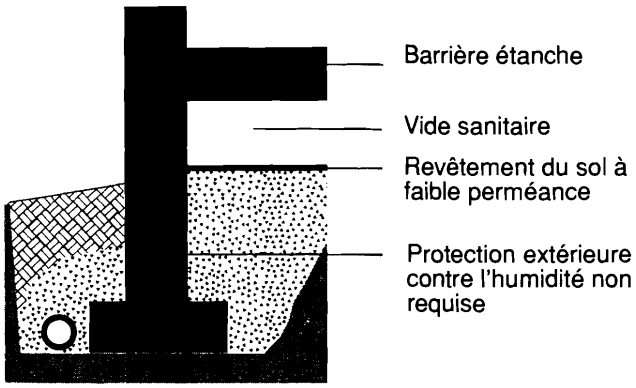


Figure 18 Vide sanitaire avec barrière étanche et revêtement du sol

On peut étanchéiser la jonction mur-plancher en la calfeutrant, en appliquant un produit d'étanchéité à la jonction de la protection de plancher et de la face intérieure du mur ou en prolongeant la protection de plancher sous les murs ou les semelles de manière que celle-ci forme un joint étanche avec la protection extérieure des murs (figure 19). Si la protection est placée entre le mur et la semelle, la continuité de la structure est assurée par une rainure pratiquée dans la semelle.

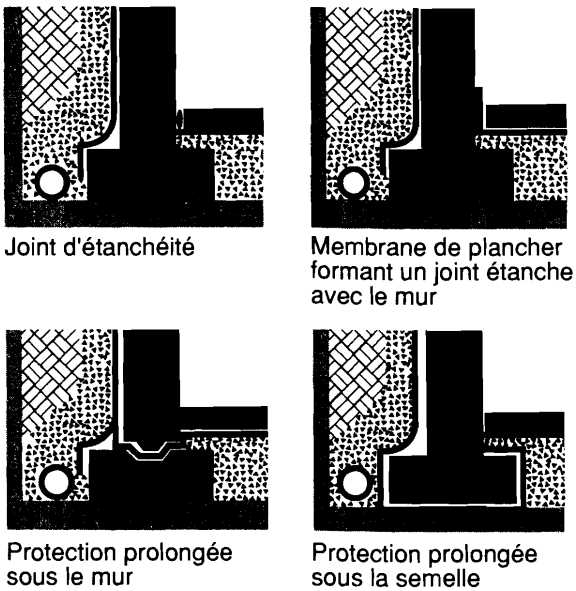


Figure 19 Protection à la jonction mur-plancher

Protection contre l'eau

Cette forme de protection consiste à traiter une surface afin d'empêcher l'eau de la traverser sous l'action de la pression hydrostatique[2]. Les systèmes de protection contre l'eau reposent généralement sur l'interaction de deux éléments : un matériau imperméable et la structure. Ainsi, tout comme un pare-air, une protection contre l'eau doit être :

- imperméable et continue, capable de ponter les fissures et les joints et de permettre un certain mouvement à l'emplacement des joints,
- suffisamment résistante et rigide pour supporter la pression hydrostatique ou renforcée par d'autres composants de l'enveloppe qui possèdent cette résistance et cette rigidité,
- durable.

Dans la mesure du possible, les structures conçues pour résister à la pression hydrostatique doivent être de construction monolithique et renforcées, de manière à réduire au minimum les fissures causées par le retrait et à éliminer les joints dans le support qui, autrement, devraient être étanchéisés. Le béton coulé en place est le matériau le plus couramment utilisé comme support de la protection.

La protection qui convient à chaque cas dépend des charges hydrostatiques imposées à la partie de l'enveloppe qui se situe sous le niveau du sol. La conception des structures doit répondre aux exigences de la partie 4.

Les exigences en matière de protection contre l'eau et de pose du matériau reposent dans une large mesure sur la nature du matériau utilisé. S'il s'agit d'un matériau en feuilles préformé, il faut veiller à ce que tous les joints soient étanchéisés. Les matériaux n'ont pas tous les mêmes caractéristiques de pontage. Dans certains cas, un matériau multicouche suffit à ponter les petites fissures et les joints de faible largeur ; dans d'autres cas, le matériau doit être soutenu par un élément de construction de part et d'autre du joint, et l'on doit mettre en place un arrêt d'eau pour servir de renfort.

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

La protection de plancher peut être placée sous la dalle de plancher, entre deux dalles ou entre une dalle et un revêtement qui offre le support et la rigidité nécessaires pour résister à la poussée de l'eau.

Matériaux et applications

Il existe toute une gamme de matériaux de protection contre l'eau et l'humidité. Parmi les caractéristiques techniques qui guident le choix du matériau, mentionnons :

- la durabilité et la stabilité du matériau après enfouissement (notamment, la compatibilité avec le sol, le support et les autres composants du bâtiment ; les effets d'une exposition prolongée à l'eau et aux autres liquides ainsi qu'aux gaz contenus dans le sol),
- la résistance au mouvement et le pouvoir de colmater les fissures et les joints (propriétés telles la résistance, la tendance au retrait, l'adhérence au support et l'intégrité des joints dans un matériau en feuilles),
- la facilité avec laquelle les fuites peuvent être localisées et éliminées (suivant que le matériau a été appliqué à l'état liquide, posé en adhérence totale ou posé en indépendance),
- la facilité d'exécution (compétences requises des poseurs et contraintes climatiques),
- l'emplacement et l'orientation du matériau à l'intérieur de l'enveloppe et la complexité de la forme de l'enveloppe (par exemple, déterminer si le matériau doit être isolé du sol ou non, posé dans le plan horizontal ou dans le plan vertical, appliqué sur une forme simple rectiligne ou sur des formes géométriques complexes et autour d'obstacles).

Le respect le plus strict des normes pertinentes et des recommandations du fabricant est essentiel.

Continuité

Nous avons abordé les exigences de protection contre le transfert de l'humidité du sol sans mentionner les autres exigences visant les parties de l'enveloppe du bâtiment situées au-dessus ou au-dessous du niveau du sol. Les jonctions entre les matériaux et les composants constituent des liaisons vulnérables de l'enveloppe. La conception doit donc prendre en compte l'ensemble de l'enveloppe et les relations entre les systèmes de protection contre l'eau et l'humidité et les autres composants. Le maintien de la continuité des systèmes d'étanchéité à l'air, des pare-vapeur, de l'isolant et des protections contre l'eau et l'humidité doit être l'objectif premier de la conception et du processus de sélection des matériaux.

Lectures choisies

ANDERSON, Brent. *Underground Waterproofing*, WEBCO Publishing, Stillwater, 1983.

DEVIS DE CONSTRUCTION CANADA. « Hot Applied Rubberized Asphalt Waterproofing, Roofing », *CSC TEK-AID*, Toronto, 1990.

Références

1 CNRC. *Code national du bâtiment du Canada 1990*, section 9.13, « Protection contre l'eau et l'humidité », section 9.14, « Drainage », section 9.16, « Dalles sur le sol » et section 9.18, « Vides sanitaires », Ottawa, 1990.

2 ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Bitumen for Use in Construction of Built-Up Roof Coverings and Damproofing and Waterproofing Systems*, Norme A123.4-M1979, Rexdale, 1979.

3 SHELTAIR SCIENTIFIC LTD. *Investigation of Crawl Spaces Ventilation and Moisture Control Strategies for B.C. Houses*, Rapport établi à la demande de la Société canadienne d'hypothèques et de logement , Ottawa, 1991.

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

Section 5.6 Matériaux

5.6.1. Normes

5.6.1.1. Les matériaux utilisés pour les *revêtements extérieurs*, pare-vapeur, étanchéités à l'air, solins, isolants thermiques et dispositifs de fixation doivent être conformes aux normes appropriées mentionnées à la partie 2 (voir l'annexe A).

A-5.6.1.1. Matériaux. La partie 3 contient d'autres exigences pour la protection incendie. La partie 4 contient des exigences sur le calcul des structures.

5.6.2. Détérioration

5.6.2.1. Les matériaux placés en milieu corrosif doivent être protégés contre la corrosion ou être insensibles à ce milieu.

5.6.3. Dispositifs de fixation

5.6.3.1 Les dispositifs de fixation doivent être réalisés en un matériau compatible avec ceux des éléments à assembler et pouvoir résister à la corrosion.

Objet

La section 5.6. traite de la façon dont il faut choisir et combiner les matériaux de l'enveloppe du bâtiment pour s'assurer qu'ils remplissent bien leurs fonctions. On y souligne en particulier l'importance de la durabilité des matériaux et des dispositifs de fixation.

Normes

Les normes de construction précisent les matériaux et les composants recommandés pour la construction de l'enveloppe, ou encore, les propriétés ou caractéristiques de rendement exigées de ces éléments. La capacité d'un élément de construction à remplir sa fonction dépend à la fois de ses propriétés et du milieu dans lequel il est utilisé. Il faut choisir les éléments, ou prescrire leurs propriétés et caractéristiques, en tenant compte de leur milieu respectif, sans oublier les conditions qui règnent au moment de la construction ainsi que les conditions d'ambiance et les charges structurales auxquelles chaque élément sera ultérieurement soumis.

L'article 5.6.1.1. exige que les matériaux de l'enveloppe soient conformes aux normes énumérées au tableau 2.7.3.A de la partie 2 du Code. La plupart des normes qui visent la protection contre l'eau, le vent et la vapeur relèvent de la partie 9, Maisons et petits bâtiments, et peuvent ne pas convenir à des bâtiments plus grands ou plus complexes, car ceux-ci sont parfois soumis à des conditions et à des charges structurales très importantes.

Les matériaux posés conformément aux exigences de la partie 5 doivent aussi satisfaire aux exigences de protection incendie de la partie 3 et aux exigences de résistance structurale de la partie 4.

Détérioration

La sous-section 5.6.2. porte sur la détérioration due à la corrosion. D'autres formes de détérioration peuvent néanmoins influer sur la tenue en service de l'enveloppe, notamment les phénomènes hygrothermiques, électrochimiques et biochimiques.

Voici donc ci-dessous une brève description de ces phénomènes, du rôle du sel et des pluies acides dans le processus de dégradation électrochimique et de la protection cathodique.

Phénomènes hygrothermiques

Cycle du gel et du dégel

Détérioration causée par la dilatation associée au gel de l'eau absorbée par le matériau.

- L'ampleur de la détérioration est proportionnelle au degré de saturation des matériaux poreux, comme les blocs en béton, les briques d'argile et le grès.
- Les matériaux conformes aux normes CAN/CSA-A82.1, « Briques d'argile cuites » ou CAN3-A165.1, « Éléments de maçonnerie en béton » devraient assurer une tenue satisfaisante.

Dilatation thermique et retrait

Mouvement différentiel dans les matériaux ou entre ceux-ci produit par une différence de température ou par des coefficients différents de dilatation et de retrait.

- Les variations de température à l'intérieur d'un matériau peuvent causer le bombement ou l'ondulation, les surfaces chaudes tendant à se dilater par rapport aux surfaces plus froides.
- Lorsque deux matériaux sont assemblés, les différences de température entre les matériaux ou les variations de température imposées à des matériaux dont les coefficients de dilatation sont différents peuvent produire un mouvement différentiel à l'origine de la séparation des éléments.

Lentille de glace

Phénomène observé lorsque la présence de cristaux de glace fait baisser localement la pression de vapeur et attire l'eau des zones plus chaudes par capillarité.

- Possibilité de détérioration grave due à la dilatation, aux épaufrures et aux fissures.
- Phénomène qui touche les matériaux peu élastiques comme la maçonnerie, en particulier les mortiers utilisés pour renforcer les façades de pierre, au niveau du sol.

Phénomènes électrochimiques

Oxydation

Combinaison d'une substance avec l'oxygène pour former un nouveau produit.

- Terme générique s'appliquant aux matériaux métalliques ou non métalliques.
- Cause la décomposition moléculaire à l'origine de la corrosion des métaux et de la dégradation des plastiques, associée à une diminution de la durabilité et de la résistance structurale.

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

Attaque électrolytique

Corrosion des métaux découlant du caractère agressif de l'électrolyte, par exemple les pluies acides.

- Processus microcellulaire.
- Le caractère agressif de l'électrolyte est le facteur déterminant.
- La corrosion est généralement uniforme, car les sites anodiques et cathodiques sont très rapprochés.

Corrosion galvanique

Corrosion due au potentiel électrique créé entre deux métaux différents et à la conductivité d'un électrolyte.

- Processus macrocellulaire.
- La différence entre les matériaux est le facteur déterminant ; un métal joue le rôle d'anode et l'autre, de cathode (tableau 1).
- Le taux de détérioration dépend de la dissemblance et des dimensions relatives des matériaux anodiques et cathodiques.
- Le degré d'hétérogénéité dépend, dans une certaine mesure, de facteurs extérieurs ; ainsi, certains milieux favorisent la formation en surface de pellicules protectrices qui font passer le matériau de l'état actif à l'état passif.
- L'eau ou la neige contenant une faible quantité de sel peuvent agir comme électrolyte.

Cellule d'aération

Corrosion qui a lieu dans une crevasse ou dans un espace clos.

- Le métal humide à haute teneur en oxygène joue le rôle de cathode et c'est dans les zones moins aérées, qui agissent comme anode, que se produit la corrosion.

Rayonnement solaire

Rupture des liaisons moléculaires sous l'action de l'énergie solaire, en particulier les rayons ultraviolets.

- Il y a fragilisation des matériaux qui deviennent moins résistants aux fissures et à la rupture par cisaillement.
- Parmi les matériaux touchés, notons certains isolants en mousse plastique, les pellicules en polyéthylène transparent, les liants organiques des isolants inorganiques et les matériaux bitumineux.

Phénomènes biochimiques

Attaque biologique

Détérioration par des algues et des moisissures.

- La réunion des conditions suivantes favorise les attaques biologiques : températures élevées, eau et présence de substances pouvant servir de nourriture aux micro-organismes.
- Certaines substances organiques, parfois même inorganiques, comme le schiste pyriteux, sont vulnérables à ces attaques.
- La forme la plus connue est la pourriture du bois.

Intrusion

Colonisation par des insectes et des rongeurs

- Elle est favorisée par l'effet d'isolation de certains matériaux de construction.

Métaux les moins nobles, anodiques, actifs, électropositifs
- Magnésium
- Zinc
- Aluminium
- Acier au carbone
- Fonte
- Acier inoxydable (actif)
- Plomb
- Étain
- Nickel (actif)
- Laiton
- Cuivre
- Bonze
- Cupronickel
- Nickel (passif)
- Acier inoxydable (passif)
- Titane
- Argent
- Monel

Métaux les plus nobles, cathodiques, passifs, électronégatifs

Tableau 1 Classement électrochimique de certains métaux et alliages commerciaux[3,4]

Quoique cette classification s'applique aux métaux et aux alliages plongés dans de l'eau de mer, elle renseigne sur leur comportement dans une eau naturelle et une atmosphère non contaminée.

Facteurs environnementaux — Acides, alcalis et autres réactifs

Sels en suspension dans l'air et pluies acides

L'épandage de sel sur la chaussée pour empêcher la formation de glace pose un problème important pour l'entretien des matériaux de construction. La partie inférieure des revêtements métalliques des bâtiments est particulièrement vulnérable à la corrosion. De même, les armatures d'acier du béton sont attaquées par les solutions salines qui proviennent de la fonte de neige contenant du sel. Il faut faire preuve de jugement au moment de choisir les matériaux qui seront utilisés dans ces zones sensibles.

Dans les zones côtières, exposées aux embruns et au sel qu'ils transportent, il faut accorder une importance particulière au choix et à l'emplacement des matériaux vulnérables à la corrosion.

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

Les pluies acides et le smog sont des formes de pollution atmosphérique. Les contaminants qui participent à cette pollution comprennent les particules en suspension dans l'air, les aérosols et les gaz qui contaminent la pluie, le brouillard et d'autres formes de précipitations. Parmi les mécanismes de détérioration attribuables à ces contaminants, mentionnons :

- l'érosion,
- l'oxydation,
- la corrosion galvanique,
- la dissolution des carbonates, des liants, des plastifiants et des solvants,
- la vaporisation des plastifiants et des solvants,
- l'efflorescence,
- la dilatation et le retrait consécutifs à l'hydratation ou à la déshydratation des matériaux.

Les mécanismes de dépôt influent sur l'ampleur de la détérioration. Les pluies acides, qui constituent la forme la mieux connue de dépôt humide, fournissent au contaminant le moyen de se fixer aux surfaces. Elles peuvent par ailleurs se combiner aux particules en suspension de poussière de roche et de produits chimiques (dépôt sec) et aux contaminants à l'état gazeux (dépôt gazeux).

Attaques par les sulfates contenus dans le sol

Le béton à base de ciment Portland est vulnérable aux attaques des sels de sulfate présents dans certains sols et certaines nappes souterraines. Le taux et l'ampleur de la détérioration dépendent de la concentration en sulfates, de la présence d'eau et des propriétés du béton. Les produits qui résultent d'une réaction chimique entre les ions de sulfate et les composants du ciment ont un volume supérieur à celui des réactifs et peuvent exercer des contraintes capables d'entraîner la détérioration du ciment et du béton.

Certaines mesures de protection peuvent être efficaces, notamment :

- l'utilisation de béton résistant aux sulfates[5],
- la mise en place de revêtements hydrofuges ou de matériaux qui produisent une coupure de capillarité,
- l'enlèvement des sols contenant des sulfates ou le drainage de l'eau à bonne distance du béton[6].

Protection cathodique

La protection cathodique est un moyen de réduire ou d'éliminer la corrosion, le métal à protéger jouant le rôle d'une cathode, en faisant passer un courant continu dans ce métal ou en y fixant une anode réactive, par exemple du magnésium, de l'aluminium ou du zinc. La protection cathodique peut servir à réduire le risque de corrosion des armatures ainsi que des revêtements et des dispositifs de fixation métalliques.

Dispositifs de fixation

La sous-section 5.6.3. met l'accent sur les exigences relatives aux dispositifs de fixation, éléments structuraux fondamentaux de l'enveloppe. Les dispositifs de fixation doivent supporter la charge permanente du revêtement ainsi que toutes les surcharges qui lui sont transmises.

Comme la corrosion se produit aux endroits où l'oxygène et l'humidité peuvent se combiner, les systèmes de revêtement et les dispositifs de fixation sont particulièrement sensibles à cette forme de détérioration. Si un bâtiment ne répond pas aux exigences des sections 5.2. à 5.5., il y a de fortes probabilités que les dispositifs de fixation soient gravement touchés par la corrosion. Les renseignements suivants concernent la compatibilité des matériaux et la résistance à la corrosion des dispositifs de fixation utilisés pour les revêtements.

Dispositifs de fixation utilisés pour la maçonnerie

La maçonnerie est généralement soutenue par des cornières d'épaulement et fixée au support structural par des agrafes.

La nature alcaline du mortier peut, dans un premier temps, empêcher la corrosion des éléments métalliques, mais la carbonatation et la contamination du mortier par les pluies acides ont vite raison de cette protection naturelle. Contrairement aux recommandations de la norme CAN3-A371, « Mise

Copyright © CNRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

en oeuvre de la maçonnerie pour les bâtiments »[7], on ajoute parfois des sels au mortier pour réduire les risques de gel ; ce procédé n'est toutefois pas recommandé, car les sels peuvent accroître considérablement le taux de corrosion.

Bien que plusieurs matériaux puissent servir à la fabrication des dispositifs de fixation, les deux matériaux les plus couramment utilisés demeurent l'acier galvanisé et l'acier inoxydable. La durabilité des agrafes galvanisées dépend de l'épaisseur de l'acier et du zingage, ainsi que de la corrosivité du milieu auquel les agrafes sont exposées. Les agrafes galvanisées ne conviennent pas dans les endroits exposés au sel marin ou au sel d'épandage, aux pluies acides, ou à une humidité persistante. La norme CAN3-A370 « Éléments de liaison de la maçonnerie »[8] fixe les exigences minimales en matière de galvanisation. Les agrafes en acier inoxydable, de type 304 (acier au chrome-nickel) par exemple, sont de plus en plus souvent prescrites, car elles possèdent une résistance élevée à la corrosion.

La corrosion fissurante se produit dans les crevasses étroites, par exemple entre un écrou et un boulon ou encore, entre un coulis épais et un dispositif de fixation. Si l'acier risque de se corroder en présence de chlorures, comme c'est le cas lorsque les surfaces sont exposées à de fortes concentrations de sel, notamment aux embruns, il faut alors utiliser l'acier de type 316 (acier au chrome-nickel-molybdène).

D'autres renseignements sur les dispositifs d'assemblage métalliques, les éléments de renfort et les dispositifs de fixation pour la maçonnerie figurent dans la norme CAN3-A370, à l'annexe D, « Résistance à la corrosion des éléments de liaison ».

Dispositifs de fixation pour la pierre taillée

Le choix d'ancrage pour la pierre taillée n'est pas normalisé, bien que la norme CSA/CAN3-A370 donne certaines indications à ce sujet. Sans préciser le type d'ancrage requis pour la pierre taillée, elle en donne toutefois les caractéristiques courantes.

Dispositifs de fixation pour le métal

Les revêtements métalliques ou ceux qui comportent des éléments en métal, comme les murs-rideaux en métal, sont très exposés à la corrosion. Il faut prendre soin de choisir des dispositifs de fixation fabriqués dans un matériau qui possède des propriétés électrochimiques identiques ou équivalentes à celles du revêtement.

Références

1 ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Briques d'argile cuites*, Norme CAN/CSA-A82.1-M87, Rexdale, 1987.

2 ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Éléments de maçonnerie en béton*, Norme CAN3-A165.1-M85, Rexdale, 1985.

3 BABOIAN, Robert. « Galvanic Corrosion », *Forms of Corrosion: recognition and prevention*, C.P. Dilon, éditeur, National Association of Corrosion Engineers, Handbook 1, Houston, 1982.

4 LULA, R.A. *Stainless Steel*, American Society for Metals, Ohio, 1986.

5 ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION, *Constituants et exécution des travaux*, Norme CAN/CSA-A23.1-M90, Rexdale, 1990.

6 SWENSON, E. G. « Le béton en milieux sulfatés », *Digest de la construction au Canada* , n°136, CNRC, Ottawa, avril 1974.

7 ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION, *Mise en oeuvre de la maçonnerie pour les bâtiments*, Norme CAN3-A371-M84, Rexdale, 1984.

8 ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION, *Éléments de liaison de la maçonnerie*, Norme CAN3-A370-M84, Rexdale, 1984.

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

Section 5.7 Pratiques de mise en oeuvre

5.7.1. Mise en oeuvre

5.7.1.1. Généralités. Les *revêtements extérieurs*, pare-vapeur, isolants thermiques, papiers de revêtement, solins et dispositifs de fixation doivent être mis en oeuvre de manière à bien remplir la fonction pour laquelle ils sont prévus (voir l'annexe A).

> **A-5.7.1.1. Mise en oeuvre.** Pour les structures simples, les exigences de la partie 9 peuvent servir de guide pour la mise en oeuvre des revêtements extérieurs, des pare-vapeur, des isolants thermiques, des papiers de revêtement, des solins et des dispositifs de fixation. Pour les structures plus complexes, d'autres exigences peuvent être nécessaires qui ne figurent pas à la partie 9.

5.7.1.2. Verre. Le verre doit être conçu et installé de manière à résister aux charges spécifiées à la section 4.1. (voir l'annexe A).

> **A-5.7.1.2 Calcul du verre.** Le commentaire intitulé Calcul du verre, du chapitre 4 du Supplément du CNB 1990, contient des informations sur le calcul du verre.

5.7.1.3. Revêtement extérieur

1) Le *revêtement extérieur* doit être solidement fixé à des éléments

a) faisant partie intégrante de la structure du *bâtiment*, ou

b) rapportés sur la structure en vue de le supporter.

2) Les éléments auxquels est fixé le *revêtement extérieur* exigé au paragraphe 1) doivent être convenablement situés, bien assujettis et compatibles avec le type d'attache utilisé.

3) Le *revêtement extérieur* doit être conçu, construit et fixé de manière à résister aux contraintes et aux déformations causées par le vent, les séismes et la température sur la structure, le revêtement lui-même et ses attaches (voir l'annexe A).

> **A-5.7.1.3. 3) Déformations des composants des bâtiments.** Le commentaire intitulé Effets des déformations sur les composants des bâtiments, du chapitre 4 du Supplément du CNB 1990, contient des renseignements sur les déformations des composants des bâtiments.

Objet

La section 5.7. porte sur la façon de choisir et d'installer les composants de l'enveloppe du bâtiment afin qu'ils résistent aux charges, aux contraintes et aux déformations et qu'ils remplissent la fonction pour laquelle ils sont prévus. Outre les composants de l'enveloppe explicitement définis à la section 5.7., tous les composants des systèmes de l'enveloppe du toit, des murs et des planchers, tant au-dessus du niveau du sol qu'au-dessous, doivent être pris en compte.

Pour s'assurer que l'enveloppe du bâtiment aura la tenue attendue, il faut prendre en compte les facteurs suivants :

- les charges structurales imposées aux composants de l'enveloppe,
- les charges dues au milieu imposées à l'intérieur et à l'extérieur de l'enveloppe,
- les efforts de résistance aux contraintes, aux déformations et au fléchissement,
- les propriétés des différents matériaux, éléments et composants qui constituent l'enveloppe,
- l'action réciproque des divers éléments,
- les modalités d'installation de ces éléments.

Pour les petits bâtiments, la partie 9 du Code présente des exigences précises quant au choix et à l'installation des éléments de l'enveloppe. Une foule de renseignements ont été recueillis sur le sujet[1,2]. Les bâtiments dont il est question à la partie 5 peuvent être plus grands ou plus complexes ou encore, soumis à des charges structurales importantes ou à des conditions ambiantes extrêmes. C'est pourquoi ils doivent faire l'objet d'exigences plus

strictes. On trouvera certains renseignements à ce sujet dans le Supplément du CNB[3], dans les diverses normes de l'Association canadienne de normalisation applicables aux matériaux et aux normes d'installation ainsi que dans les sections précédentes du présent commentaire.

Installation

L'installation efficace d'un élément de bâtiment dépend non seulement des propriétés et des fonctions des matériaux et des composants mis en place, mais aussi de la perception commune du concepteur et du constructeur quant aux objectifs de conception, des pratiques courantes ou privilégiées de construction et de la facilité de mise en oeuvre des détails de l'enveloppe.

La facilité de mise en oeuvre désigne la facilité avec laquelle la conception et ses objectifs peuvent se concrétiser efficacement dans un produit fini. Voici quatre des principaux facteurs qui améliorent la facilité de mise en oeuvre[4] :

- une démarche courante,
- des techniques aussi simples que possible,
- la souplesse nécessaire pour s'adapter aux changements apportés à la conception ou au calendrier des travaux ou encore, aux conditions qui ont cours durant la construction,
- l'ordre d'exécution des travaux de construction.

Le fait d'adopter une démarche courante réduit les erreurs de mise en place et favorise une qualité constante et une productivité accrue. Il vaut mieux repenser un détail qui sera utilisé en différents endroits que de concevoir un grand nombre de détails.

La simplicité est une exigence fondamentale de la facilité de mise en oeuvre. Il faut tenir compte des connaissances techniques et de la qualité d'exécution nécessaires à la mise en place des divers matériaux, composants et éléments de l'enveloppe. La construction qui repose sur une conception simple fait intervenir un nombre restreint d'étapes et de corps de métiers, ce qui permet de réduire le risque d'erreurs. Des complications surviennent souvent à la jonction de composants dissemblables, par exemple, entre les murs et le toit et entre des murs de nature différente. Plus le nombre de jonctions et de détails originaux est limité, moins il y a de problèmes à résoudre.

La souplesse sur le plan de la démarche et de l'ordonnancement de l'ensemble du projet et des tâches individuelles augmente également la facilité de mise en oeuvre. Les corps de métiers peuvent décider d'employer leurs propres méthodes. Les travaux peuvent être interrompus en raison d'un manque de personnel, d'une rupture de stock ou de la température. Le concepteur doit bien connaître l'ordre d'assemblage des éléments de l'enveloppe pour éviter de concevoir des détails qui soient difficiles ou impossibles à exécuter parce qu'inaccessibles. Il doit communiquer les objectifs de conception à l'entrepreneur qui doit comprendre ses intentions s'il veut planifier l'ordre d'exécution des travaux de manière à permettre la réalisation de ces objectifs.

Charges et contraintes

Les ensembles et composants de l'enveloppe du bâtiment sont soumis à une variété de charges et de contraintes. Bien qu'il ne faille pas négliger les autres charges, la section 5.7. porte essentiellement sur les charges dues au vent, aux séismes et à la température, ainsi que sur les charges qui s'exercent sur le verre et le revêtement. La partie 4 du Code et le Supplément du CNB contiennent des renseignements détaillés sur ce type de charges. Il faut veiller à ce que les charges permanentes et les surcharges ne soient pas transmises, par inadvertance, à des éléments de l'enveloppe qui ne possèdent pas la résistance nécessaire. Ainsi, on oublie souvent que le système d'étanchéité à l'air peut être soumis à la totalité des charges produites par la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur.

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

Résistance aux mouvements et aux déformations

L'enveloppe du bâtiment doit supporter les déformations et les mouvements tant permanents que cycliques. Les premiers peuvent découler du tassement initial et du fluage de la structure ainsi que du retrait consécutif au séchage des matériaux. Les derniers peuvent être attribuables aux charges dues au vent, aux séismes et à l'usage, aux contraintes intermittentes imposées par l'humidité et les variations de température ou à une fluctuation des charges hydrostatiques. L'enveloppe doit pouvoir supporter les mouvements permanents tout en résistant aux mouvements cycliques.

Pour bien concevoir les joints, il faut d'abord prévoir ou mesurer le mouvement qui se produira à cet endroit et en déterminer l'ampleur et l'orientation. Les caractéristiques du mouvement sont fonction de la nature des matériaux employés, des charges structurales et de celles dues au milieu, ainsi que de la géométrie des éléments et des points d'ancrage.

Aux endroits où l'enveloppe du bâtiment recouvre un joint dans la structure et le support, il faut veiller à assurer la continuité d'éléments essentiels tels le pare-air et l'isolant thermique. Les matériaux choisis pour ponter les joints doivent permettre une certaine quantité de mouvement à l'endroit de ces joints.

Dispositifs d'assemblage et support

Un élément de l'enveloppe du bâtiment peut être :

- autoportant du fait qu'il constitue une partie intégrante d'un composant structural,
- rapporté,
- fixé mécaniquement.

Sauf dans le premier cas, la fixation adéquate du composant et le jeu à ménager pour le mouvement sont des aspects fondamentaux.

La section 5.7. met l'accent sur les exigences relatives au support et aux dispositifs d'assemblage des revêtements. Le type, le nombre, la disposition et la fonction des dispositifs d'assemblage dépendent de la nature du matériau du revêtement et du support, ainsi que du système structural sous-jacent.

Conclusion

La section 5.7. suggère que la tenue en service d'une enveloppe de bâtiment ne repose pas uniquement sur une conception et une construction efficaces, mais plutôt sur une démarche concertée en vue de mener ces tâches à bien. Pour être efficaces, les méthodes de conception et de construction doivent s'appuyer sur la communication et la collaboration entre de nombreuses personnes dont les compétences, les connaissances et l'expérience sont fort variées. Les travaux de construction se déroulent beaucoup mieux lorsque, dès le départ, les concepteurs, les constructeurs et les fournisseurs travaillent de concert à se doter d'une vision commune et d'une image claire du produit fini et du processus qui aboutira à sa réalisation.

Références

1 RÉGIME DE GARANTIES DES LOGEMENTS NEUFS DE L'ONTARIO. *Code and Construction Guide for Housing.*, North York, 1990.

2 RÉGIME DE GARANTIES DES LOGEMENTS NEUFS DE L'ONTARIO. *Condominium Construction Guide*, North York, 1993.

3 CNRC. *Supplément du Code national du bâtiment du Canada 1990*, Chapitre 4, Commentaires sur le Code national du bâtiment du Canada 1990, Ottawa, 1990.

4 CONSTRUCTION INDUSTRY RESEARCH AND INFORMATION ASSOCIATION. *Buildability: an Assessment*, Londres, 1983.

Copyright © NRC 1941 - 2019 World Rights Reserved © CNRC 1941-2019 Droits réservés pour tous pays

Annexe A Définitions

Les termes et expressions suivants sont définis à la partie 1 du CNB.

1.1.3. Définitions

Bâtiment (*building*) : toute construction utilisée ou destinée à être utilisée pour abriter ou recevoir des personnes, des animaux ou des choses.

Étage (*storey*) : partie d'un *bâtiment* délimitée par la face supérieure d'un plancher et celle du plancher situé immédiatement au-dessus ou, en son absence, par le plafond au-dessus.

Hauteur de bâtiment (en *étages*) (*building height*) : nombre d'*étages* compris entre le plancher du *premier étage* et le toit.

Nappe souterraine (*groundwater*) : masse d'eau souterraine libre.

Niveau moyen du sol (pour déterminer la *hauteur de bâtiment*) (*grade*) : le plus bas des niveaux moyens définitifs du sol le long de chaque mur extérieur d'un *bâtiment* ; calculé sans nécessairement tenir compte des dépressions localisées telles que les entrées pour véhicules ou piétons (voir *premier étage*).

Premier étage (*first storey*) : *étage* le plus élevé dont le plancher se trouve à 2 m au plus au-dessus du *niveau moyen du sol*.

Revêtement extérieur (*exterior cladding*) : parois d'un *bâtiment* servant à le protéger contre les intempéries.

Sous-sol (*basement*) : un ou plusieurs *étages* d'un *bâtiment* situés au-dessous du *premier étage*.

Usage (*occupancy*) : utilisation réelle ou prévue d'un *bâtiment* ou d'une partie de *bâtiment* pour abriter ou recevoir des personnes, des animaux ou des choses.

Définitions des termes et expressions utilisés dans la partie 5

Bien que les termes et expressions suivants ne soient pas explicitement définis dans le CNB, ils sont définis comme suit aux fins du présent commentaire.

Composant *(component)* : unité de construction préfabriquée. Il peut s'agir d'unités fort simples, comme des dispositifs de fixation du revêtement, ou encore d'unités plus complexes, comme des fenêtres et des portes.

Corrosion *(corrosion)* : détérioration électrochimique des métaux.

Détérioration *(deterioration)* : décomposition d'un matériau de construction par voie de putréfaction, d'érosion, de corrosion, de délamination ou de toute autre cause attribuable à l'environnement ou à l'être humain.

Élément *(element)* : tout matériau de construction, composant ou ensemble.

Ensemble *(assembly)* : construction d'au moins deux matériaux ou composants assemblés sur place pour créer une unité identifiable. Des exemples d'ensembles comprennent l'intégralité de l'enveloppe du bâtiment ou encore des murs, des toits ou des murs en surélévation individuels.

Joint *(joint)* : point de rencontre de matériaux ou de composants dans un composant ou un ensemble. La notion de joint ne signifie pas nécessairement qu'il y ait fixation des éléments.

Jonction *(junction)* : point de rencontre d'éléments de construction plus imposants comme des murs et des toits. Une jonction comprend généralement un certain nombre de joints. Encore une fois, la notion de jonction ne signifie pas nécessairement qu'il y ait fixation des éléments.

Pare-vapeur *(vapour barrier)* : élément de l'enveloppe du bâtiment destiné à empêcher la diffusion de la vapeur d'eau à travers l'enveloppe.

Protection contre l'eau *(waterproofing)* : traitement d'une surface afin d'empêcher l'eau de la traverser sous l'action de la pression hydrostatique.

Protection contre l'humidité *(dampproofing)* : traitement d'une surface pour lui permettre de résister au passage de l'eau sous l'action d'un autre phénomène que la pression hydrostatique.

Résistance à la corrosion *(corrosion resistant)* : capacité d'un métal de résister à la corrosion dans le milieu dans lequel il doit être installé, sans toutefois être à l'abri d'une certaine détérioration.

Système d'étanchéité à l'air *(air barrier system)* : élément de l'enveloppe du bâtiment formant une surface continue et destiné à empêcher le passage de l'air à travers l'enveloppe.