

Diffusion de la vapeur

Diffusion de la vapeur et contrôle de la condensation dans les murs commerciaux





Préparé par : **RDH BUILDING ENGINEERING LTD. ET RDH BUILDING SCIENCES INC.**

224 W 8th Avenue
Vancouver, BC
V5Y 1N5

Auteur principal :
Graham Finch, Ingénieur, Diplôme en technologie,
Maîtrise en sciences

Illustrations par RDH Building Engineering Ltd. et RDH Building Sciences Inc., sauf indications contraires.

AVERTISSEMENT : RDH Building Engineering Ltd., RDH Building Sciences Inc. et ROCKWOOL Inc. ont pris soin de s'assurer que les données et les informations du document sont exactes. Ce document est destiné à titre de référence générale seulement. Les utilisations et les applications particulières varient en ce qui a trait à la conception, aux matériaux et aux environnements. C'est pourquoi toute utilisation finale ou toute application particulière nécessite une analyse indépendante par un ingénieur expérimenté usant de son jugement professionnel. RDH Building Engineering Ltd., RDH Building Sciences Inc. et ROCKWOOL déclinent toute responsabilité concernant le contenu de la présente, que ces responsabilités soient liées à un contrat, à un tort ou autre.

Table des matières

Diffusion de vapeur et contrôle de la condensation pour les murs commerciaux.....	1
Théorie sur la diffusion de vapeur.....	1
Théorie sur les coupe-vapeur et des retardateurs de vapeur	2
Théorie sur les infiltrations d'air dans les murs.....	3
Coupe-vapeur installé du mauvais côté ou double couche de coupe-vapeur	4
Diffusion de vapeur et conception de mur	5
Murs à cavité isolée	5
Murs à isolation extérieure	7
Murs à isolation fractionnée	9
Murs à isolation intérieure et béton exposé.....	11
Stockage de l'humidité sur le parement et diffusion de la vapeur vers l'intérieur ...	12
Sommaire.....	13

Diffusion de vapeur et contrôle de la condensation pour les murs commerciaux

Les exigences du code de l'énergie les plus strictes demandent des niveaux accrus d'isolation pour les murs non combustibles (par exemple, ossature d'acier, élément de maçonnerie en béton ou béton), et dans bien des cas, cela nécessite d'ajouter une isolation extérieure. L'épaisseur d'isolant supplémentaire et la modification de l'emplacement de l'isolant mènent à une nouvelle conception devant tenir compte de la diffusion de la vapeur et du contrôle de la condensation.

La variation de la perméabilité à la vapeur des différents produits isolants, des membranes et des autres matériaux de construction introduit une complexité importante dans la conception des murs. Certains matériaux isolants, comme la laine minérale et la fibre de verre, sont perméables à la vapeur, alors que d'autres matériaux, comme le polystyrène extrudé, le polystyrène expansible, le polyisocyanurat et la mousse plastique, sont relativement imperméables à la vapeur.

Les codes de l'énergie ne donnent pas d'indications en la matière, et les codes du bâtiment peuvent prêter à confusion lorsqu'ils traitent de la sélection de l'isolant pour l'extérieur et le contrôle de la diffusion pour les murs.

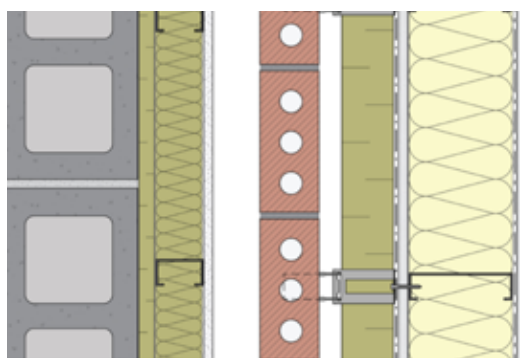
Le présent bulletin vise à préciser et à offrir des directives sur la diffusion de la vapeur ainsi que sur le contrôle de la condensation dans ces nouveaux types de mur.

Un mur extérieur sépare physiquement les environnements extérieurs et intérieurs. La différence de température, d'humidité et de pression d'air entre l'extérieur et l'intérieur résulte des charges que le

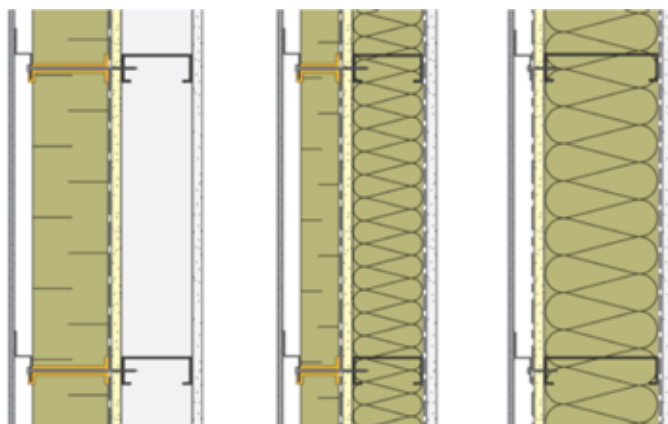
mur peut contrôler ou desquelles il peut s'adapter. L'isolation sert à contrôler le flux de chaleur, une membrane pare-air est installée pour contrôler le flux de l'air. Des revêtements, des bandes d'étanchéité et des membranes servent en outre à contrôler la pénétration d'eau. Un arrangement particulier de couches de matériaux, en considérant leur perméabilité à la vapeur, permet de contrôler la diffusion de la vapeur.

Théorie sur la diffusion de vapeur

La diffusion de vapeur est le déplacement des molécules de vapeur d'eau au travers de matériaux poreux (par exemple, le bois, les matériaux isolants, les cloisons sèches, le béton) causé par des différences de pression de vapeur. Les différences de pression de vapeur surviennent à cause des différences de températures et des différences de contenu de vapeur d'eau dans l'air. Pour les connaître, vous devez consulter un diagramme psychrométrique ou les calculer.

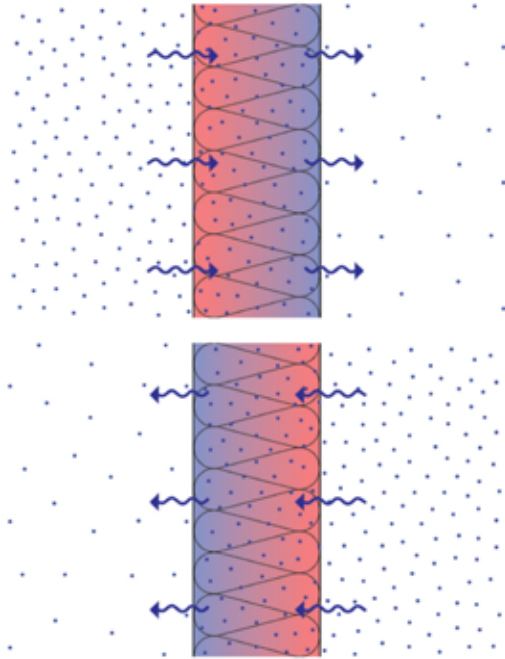


Les murs à élément de maçonnerie en béton (gauche) et à ossature d'acier et cavité à isolation divisée avec stockage de l'humidité à partir du parement sont d'autres exemples de murs offrant des difficultés et des avantages supplémentaires par rapport à la diffusion de la vapeur, en fonction du climat.



Les murs à isolation extérieure (gauche), à isolation fractionnée (centre) et à ossature d'acier et cavité isolée (droite) présentent trois façons pour isoler l'enveloppe du bâtiment, mais ils peuvent fournir un rendement très différent en fonction de la diffusion de vapeur et la condensation.

La diffusion de la vapeur se produit toujours d'une pression élevée vers une pression plus faible, ce qui correspond souvent au côté présentant le plus de chaleur vers le côté plus frais, car l'air chaud contient généralement plus d'eau que l'air frais. Dans un climat froid, cela signifie que la vapeur est diffusée principalement de l'intérieur chauffé vers l'extérieur froid; alors que dans un climat chaud, la direction de



Exemple de mur présentant la direction de la vapeur vers l'intérieur (haut) et vers l'extérieur (bas) pour des climats chauds et froids respectivement.

la vapeur est inversée et est plutôt diffusée à partir de l'extérieur humide vers l'intérieur climatisé. La direction de la diffusion de la vapeur peut aussi être inversée si le soleil réchauffe l'humidité se trouvant sur le revêtement d'un mur qui emmagasine l'humidité, comme un mur en maçonnerie, et redirige la vapeur vers l'extérieur.

Les illustrations qui suivent présentent les déplacements de vapeur vers l'intérieur et l'extérieur pour les climats froids et chauds respectivement. Le passage de la chaleur dans les murs est illustré par le gradient de température, et l'humidité relative est indiquée par la densité des points, qui correspondent au nombre relatif de molécules de vapeur d'eau dans l'air.

Généralement, la direction de la vapeur présente différentes ramifications en fonction de la disposition des matériaux dans le mur. Ainsi, ce qui fonctionne à Montréal ou à New York ne sera pas adapté à Miami! Une mauvaise utilisation des matériaux imperméables à la vapeur dans un mur peut produire de la condensation sur des surfaces froides et endommager les matériaux ou favoriser la croissance de champignons. Ce bulletin offre des conseils sur la sélection et la disposition des matériaux dans un mur afin d'éviter les problèmes liés à la diffusion de la vapeur.

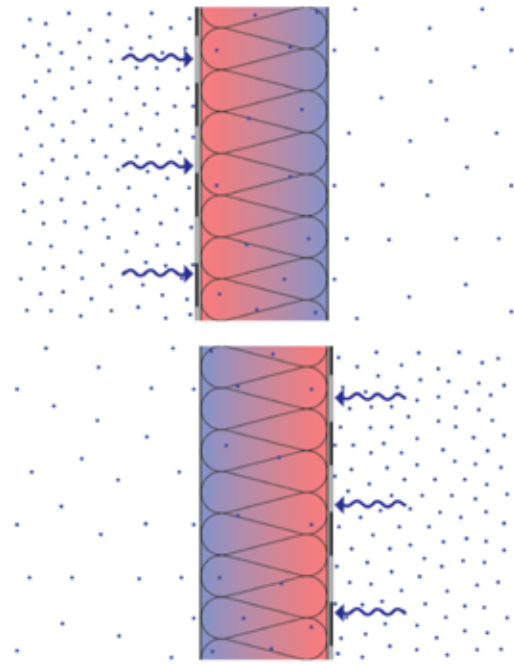
Théorie sur les coupe-vapeur et des retardateurs de vapeur

Pour contrôler la diffusion de vapeur dans un mur, il est nécessaire des matériaux pour contrôler la diffusion de vapeur. Tous les matériaux de construction offrent une certaine résistance à la diffusion de la vapeur, variant selon les propriétés du matériau. Ces propriétés peuvent changer en fonction de l'humidité relative, du contenu en humidité, de l'âge, de la température, etc. La résistance à la vapeur est souvent exprimée en fonction de son terme inverse, la perméance à la vapeur, qui correspond à la facilité de pénétration relative de la diffusion de la vapeur dans un matériau. L'unité métrique pour la perméance à la vapeur est « $\text{ng}/\text{Pa}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^2$ » et l'unité impériale correspond à « $\text{grains}/\text{inHg}\cdot\text{pi}^2\cdot\text{hr}$ » et est plus couramment connue en termes de « US Perm ». Les deux unités sont des mesures de l'écoulement de masse au cours d'une période de temps en fonction de la différence de pression de vapeur et de l'aire du mur. 1 US Perm correspond à $57,4 \text{ ng}/\text{Pa}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^2$.

Les codes du bâtiment ont regroupé les matériaux en différentes catégories (Classe I, Classe II et Classe III) selon leur valeur de perméance à la vapeur. Les matériaux de Classe I ($< 0,1$ US perm) et de Classe II ($0,1$ à $1,0$ US perm) sont considérés comme imperméables ou quasi imperméables respectivement. Dans l'industrie, ils portent le nom de coupe-vapeur. Les matériaux qui entrent dans cette catégorie incluent notamment les feuillets de polyéthylène, la tôle, le papier d'aluminium, certains matériaux isolants de mousse plastique (selon l'épaisseur) et les membranes autoadhésives. Les matériaux de Classe III ($1,0$ à 10 US perm) sont considérés comme semi-perméables (retardateurs de vapeur). Les matériaux qui entrent dans cette catégorie incluent notamment les peintures au latex, le contreplaqué, les panneaux de lamelles orientées et les matériaux isolants de mousse plastique (selon l'épaisseur).

Les indications de Classes I, Classe II et de Classe III sont utilisés dans plusieurs codes du bâtiment et dans les publications de conception de l'enveloppe du bâtiment afin d'offrir des directives de sélection pour les couches de contrôle de la vapeur appropriées des murs des climats nord-américains. Les directives sont également fonction des conditions extérieures attendues pour certains types de bâtiment, selon des de taux combinés concernant le climat extérieur, l'humidité intérieure et la ventilation. Nous ne présentons pas ces directives ici, mais il est tout de même nécessaire de consulter les sections appropriées sur les coupe-vapeur sélectionnés en complément aux renseignements du présent bulletin.

Les illustrations suivantes présentent l'utilisation d'un coupe-vapeur pour contrôler le passage de la vapeur à travers des murs dans des climats chauds et froids.



Schematic vertical cross-section showing how a vapor barrier on the interior (left) side of a wall assembly (top) and on the exterior (right) side of a wall (bottom) can control vapor diffusion through the assembly in a hot a cold climate, respectively.

Séchage et diffusion de la vapeur

La diffusion de vapeur est normalement conceptualisée comme un phénomène négatif, c'est-à-dire un phénomène qui doit être entièrement enrayé. En réalité, la diffusion de vapeur est aussi un mécanisme positif pouvant être utilisé au profit du concepteur. Il s'agit d'un mécanisme de séchage très important pour un mur. En fait, la diffusion de vapeur est le seul processus permettant le séchage des murs. Le contrôle de la diffusion de vapeur dans un mur est ainsi un équilibre minimisant ou procédant à la gestion des sources humides et maximisant le séchage potentiel des murs, après la construction ou en service. Cela est particulièrement important pour les murs très isolés, car une plus grande isolation implique moins d'énergie disponible liée à la chaleur pour le séchage de l'humidité dans le mur.

Théorie sur les infiltrations d'air dans les murs

La diffusion de vapeur est un processus relativement lent qui peut se prolonger et accumuler suffisamment d'eau pour être un problème. Les infiltrations d'air dans les murs peuvent agir plus rapidement et générer une accumulation d'eau importante en une courte période. Les infiltrations d'air sont causées par des différences de pression d'air entre l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment. Elles peuvent être créées par différents facteurs, dont les systèmes de ventilation, le vent et les effets de convection (différence de température entre l'intérieur et l'extérieur). Ces éléments font pénétrer de l'air dans les murs, à partir du côté présentant une forte pression vers le côté présentant une faible pression. Il est important de noter que les différences de pression d'air ne sont pas les mêmes que les différences de pression de vapeur à la base de la diffusion de vapeur.

Pour contrôler les infiltrations d'air dans les enveloppes de bâtiment fermées, comme les murs, il est nécessaire d'installer un pare-air. Contrairement à la diffusion, les infiltrations d'air ne sont généralement pas influencées par les propriétés des matériaux de la membrane pare-air. La plupart du temps, les infiltrations surviennent plutôt aux points de discontinuité, comme les trous. Par conséquent, la prévention des infiltrations d'air dépend principalement des garnitures, de la compatibilité des matériaux et du contrôle de la qualité survenant à la fois lors de la conception et des procédés de construction. En particulier, des infiltrations d'air peuvent contourner les coupe-vapeur, ce qui devient alors un phénomène indépendant de la diffusion de la vapeur.

Une infiltration d'air peut transporter de l'humidité. Et si l'air entre en contact avec une surface qui est à une température en dessous du point de rosée, de la condensation peut se former. La température de point de rosée est la température à laquelle l'air est entièrement saturé d'humidité. Par conséquent, si l'air est refroidi en dessous de cette température, il n'est plus en mesure de retenir toute son humidité, et des gouttelettes d'eau se forment sur les surfaces plus froides. La condensation provenant d'une infiltration d'air peut générer des quantités importantes d'eau dans un mur et mener à des champignons ou à une dégradation des matériaux.

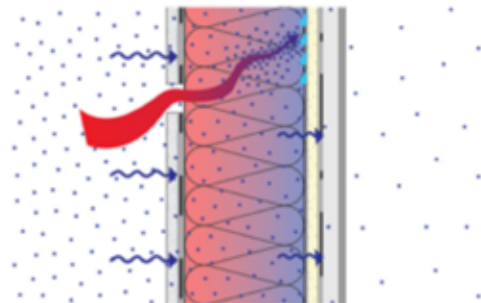


Illustration d'une section verticale d'un mur avec une infiltration d'air et de la condensation se formant sur la surface intérieure du revêtement en gypse.

Coupe-vapeur installé du mauvais côté ou double couche de coupe-vapeur

Des coupe-vapeur servent à contrôler la diffusion de vapeur et ainsi prévenir la condensation. Toutefois, une mauvaise installation de ces types de matériaux peut générer des problèmes importants d'humidité. Normalement, il y a deux types de condition nuisible pouvant survenir : une installation du coupe-vapeur du mauvais côté et la présence d'une double couche de coupe-vapeur.

Un coupe-vapeur installé du mauvais côté correspond à une installation de celui-ci du côté où la pression de vapeur est faible (normalement le côté le plus frais) d'un mur. Une telle installation restreint la diffusion de vapeur dans le mur et crée un plan de condensation potentiel au sein du mur.

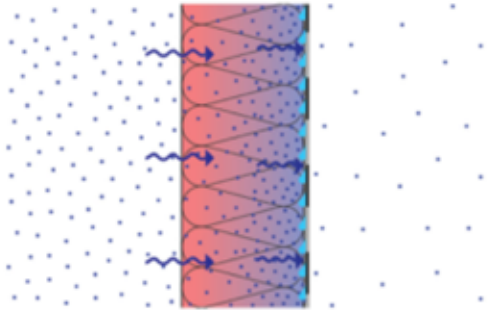


Illustration d'une section verticale présentant de la condensation et de l'humidité sur un matériau coupe-vapeur installé du mauvais côté d'un mur.

Une double couche de coupe-vapeur survient lorsqu'un coupe-vapeur est installé à deux endroits dans un mur de manière à ce que l'humidité soit emprisonnée entre les couches, ce qui nuit à l'efficacité de séchage. Lorsque les matériaux entre les coupe-vapeur sont sensibles à l'humidité, cela fait en sorte que l'humidité emprisonnée peut mener à une détérioration du mur. Une présence d'humidité entre les coupe-vapeur peut être causée par une infiltration d'air ou encore une pénétration ou une accumulation d'eau. L'illustration suivante présente une situation de double couche de coupe-vapeur qui restreint le séchage d'un mur.

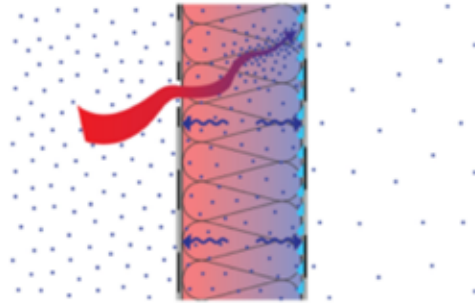


Illustration d'une section verticale présentant de l'humidité emprisonnée dans un mur causée par une double couche de coupe-vapeur.

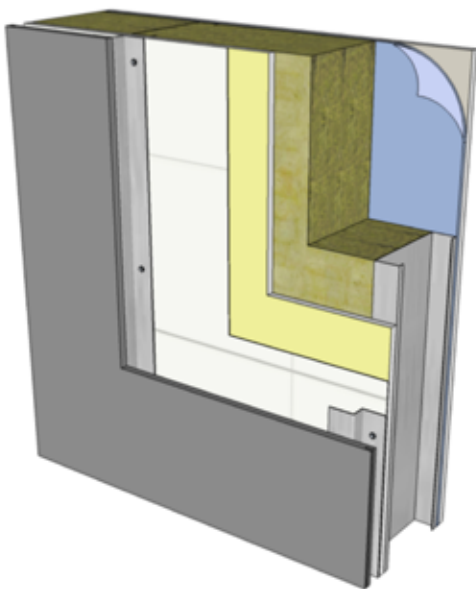
Diffusion de vapeur et conception de mur

Murs à cavité isolée

Les murs qui sont isolés seulement dans la cavité offrent un contrôle de la vapeur de différentes façons, selon le type de climat. Dans les climats froids il est nécessaire d'installer un coupe-vapeur du côté intérieur du mur, alors que dans les climats chauds, celui-ci doit être installé du côté extérieur.

Murs à cavité isolée – Climats froids

Pour les murs associés à des climats froids, le contrôle de la vapeur intérieure est normalement fourni par des feuillets de polyéthylène ou encore de la peinture, du papier kraft ou des produits coupe-vapeur intelligents. Ce type de coupe-vapeur intérieur limite la diffusion de l'humidité dans le mur vers l'extérieur. Le séchage de la diffusion de vapeur dans le mur peut toujours survenir dans le mur en passant par le revêtement, les membranes et le parement.



Les murs à cavité isolée utilisant un panneau isolant semi-rigide de laine minérale sont très répandus.

Sans coupe-vapeur, la vapeur peut être diffusée de l'intérieur du mur vers l'extérieur. Lorsque la température descend dans l'isolant, pour un même niveau d'humidité absolu que l'air, l'humidité relative augmente. Lorsque cela survient en présence d'une surface froide (en dessous du point de rosée), de la condensation peut se former dans le mur. Souvent, cela survient sur la face interne du

revêtement extérieur du mur. Il est à noter que si la pression de vapeur à l'intérieur est basse (faible humidité relative), il se peut qu'il n'y ait aucune condensation au niveau du revêtement. C'est la raison pour laquelle les vieilles maisons avec beaucoup d'infiltrations d'air, bien ventilées et présentant de faibles niveaux d'humidité relative présentent moins de problèmes d'humidité qu'une maison récente plus étanche. Même s'il n'y a pas de formation de condensation, de hauts niveaux d'humidité relative sont propices à la formation de champignons sur les matériaux du bâtiment. Ainsi, il est préférable d'avoir un taux d'humidité inférieur à 80 % la plupart du temps.

Les deux illustrations suivantes présentent le contrôle de la vapeur à l'intérieur d'un mur à cavité isolée pour prévenir la condensation à l'intérieur du mur dans des climats froids. De la condensation peut survenir à partir des infiltrations d'air de l'arrière du revêtement. Souvent, dans ce cas, les dommages sont plus localisés que dans le cas d'une diffusion de vapeur.

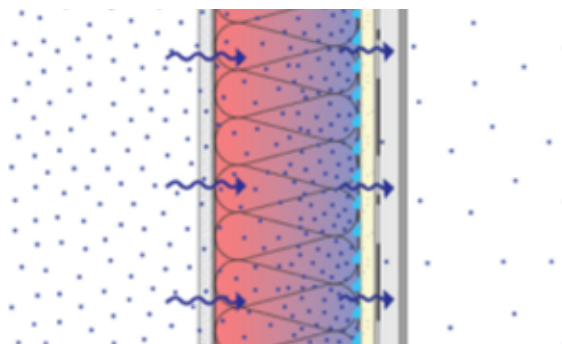


Illustration d'une section verticale d'un mur sans contrôle de la vapeur à l'intérieur dans un climat froid et générant de la condensation du côté intérieur de l'extérieur du revêtement en gypse.

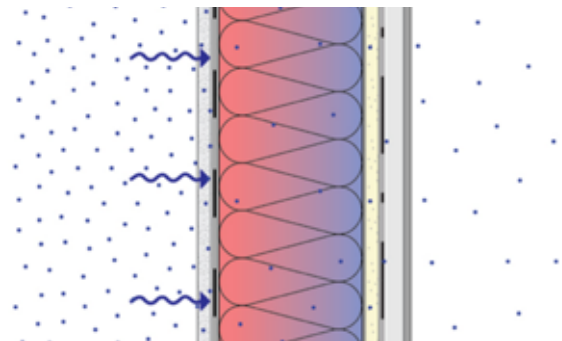


Illustration d'une section verticale d'un mur avec contrôle de la vapeur à l'intérieur dans un climat froid prévenant la diffusion de l'humidité dans le mur.

À titre de comparaison par rapport au scénario précédent, considérons un mur à cavité isolée dans un climat froid avec un coupe-vapeur installé du côté extérieur de l'isolant en hiver. Dans ce scénario, une diffusion de vapeur se produit de l'intérieur vers l'extérieur. Toutefois, l'humidité ne peut pas s'échapper à l'extérieur. Il y aura alors de l'accumulation d'eau, et des dommages peuvent survenir. Il s'agit d'un exemple de ce qui peut se produire lorsqu'un coupe-vapeur est installé du mauvais côté d'un mur. La protection contre la diffusion de vapeur de ce scénario est fournie par un mauvais revêtement ou une application excessive de membranes autoadhésives aux points de pénétration et à partir des garnitures ou des parements imperméables à la vapeur, comme les panneaux de fibro-ciment, de verre ou de bardage métallique. Les illustrations suivantes présentent des exemples de la situation et démontrent l'importance d'une installation adéquate du coupe-vapeur.

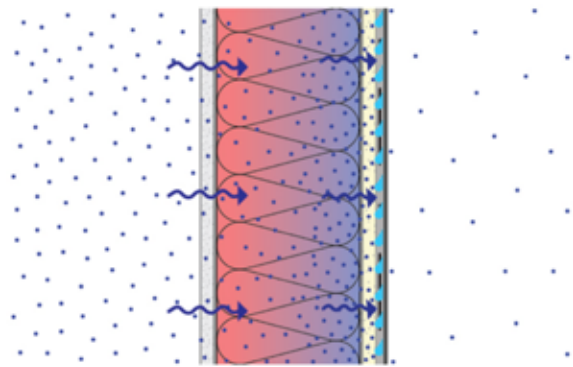


Illustration d'une section verticale d'un mur avec un parement imperméable à la vapeur non aéré dans des climats froids.

Une façon simple pour traiter l'imperméabilité du revêtement est de fournir une ventilation et un espacement adéquats à l'arrière du parement de sorte que le flux d'air à partir de l'extérieur soit en mesure de sécher la condensation pouvant se former. Les revêtements commerciaux sont souvent imperméables (par exemple, le métal et le placage de maçonnerie en béton). C'est pourquoi les constructions présentent souvent une cavité aérée bien drainée et protégeant de la pluie. Certains codes du bâtiment exigent un espacement ventilé derrière un revêtement imperméable avec le même type de coupe-vapeur qu'à l'intérieur. L'aération et le parement imperméable sont illustrés dans la figure qui suit.

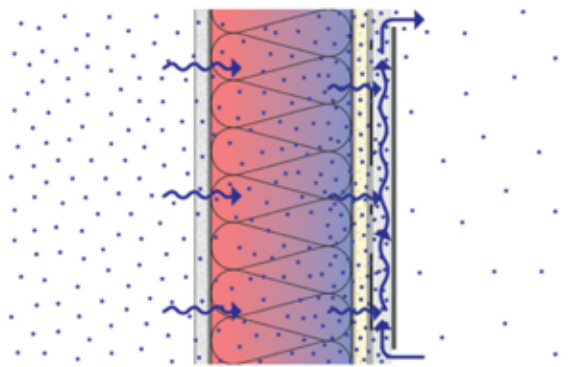


Illustration d'une section verticale d'un mur avec un parement imperméable à la vapeur dans des climats froids, mais avec une aération derrière le parement afin de permettre la dissipation de l'humidité.

Séchage et diffusion de la vapeur

Point important, la diffusion de vapeur facilite également le séchage des murs lorsque ceux-ci deviennent humides en raison de la condensation ou des infiltrations d'eau. Dans les climats froids, plus le revêtement, les membranes et le parement sont perméables à la vapeur, plus l'humidité peut sécher rapidement, ce qui réduit les risques d'endommagement. C'est la raison pour laquelle dans quelques cas, il se peut que le fait de ne pas utiliser un coupe-vapeur soit adéquat. C'est ce qui se produit lorsque les capacités de séchage sont supérieures aux capacités d'humidification.

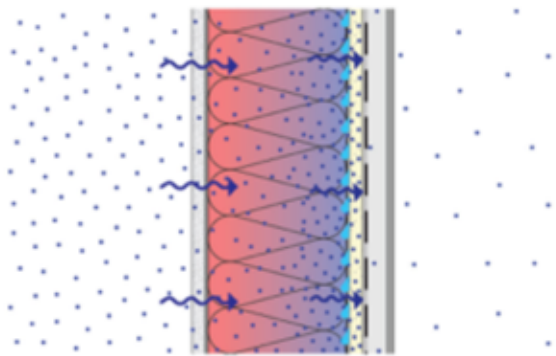


Illustration d'une section verticale d'un mur avec une membrane coupe-vapeur à l'extérieur du revêtement dans des climats froids.

Murs à cavité isolée – Climats chauds

Dans les climats chauds, l'installation d'un coupe-vapeur peut présenter des risques importants de condensation à l'intérieur des murs. Un exemple de ceci peut survenir avec l'utilisation d'un papier peint en vinyle. Ce type

de papier peint agit à titre de coupe-vapeur intérieur. Si celui-ci est combiné à un taux d'humidité élevé à l'intérieur, cela peut mener à de l'humidité dans le mur. Dans les climats chauds, l'utilisation de la climatisation génère une diffusion de la vapeur principalement de l'extérieur vers l'intérieur, et un coupe-vapeur extérieur, comme une membrane autoadhésive, de la mousse plastique (polystyrène extrudé, etc.) ou du béton, doit être présent. Les deux illustrations suivantes présentent l'effet d'un coupe-vapeur extérieur et d'un coupe-vapeur intérieur d'un mur à cavité isolée dans un climat chaud.

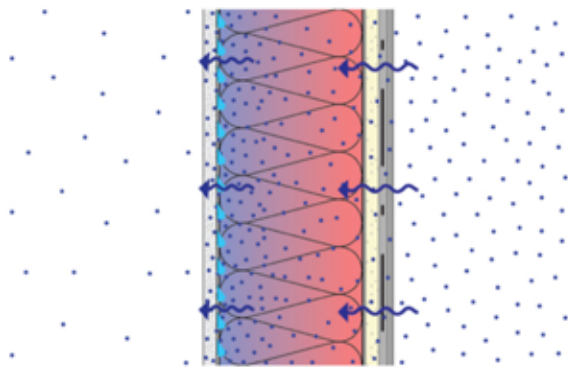


Illustration d'une section verticale d'un mur sans contrôle de la vapeur à l'extérieur dans un climat chaud et générant de la condensation sur la surface extérieure de l'intérieur du revêtement en gypse.

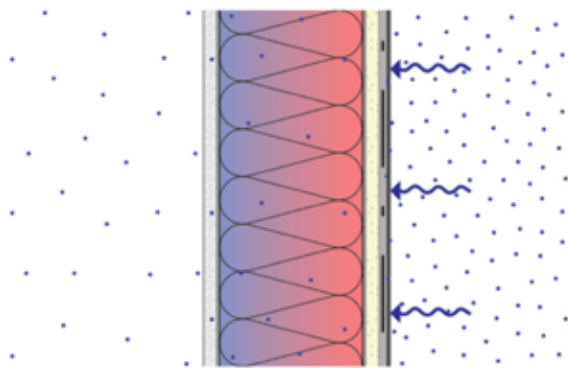
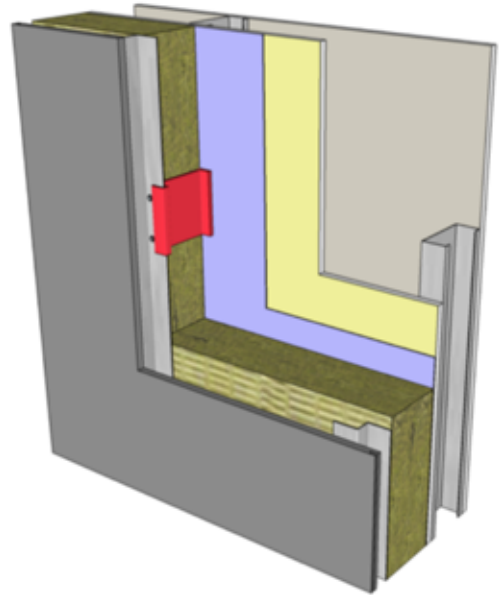


Illustration d'une section verticale d'un mur avec contrôle de la vapeur à l'extérieur dans un climat chaud prévenant l'accumulation d'humidité dans le mur.

Exterior Insulated Walls

Plutôt que d'isoler les cavités du mur, il est possible d'utiliser un isolant à l'extérieur. Cette approche peut également être efficace pour les murs en béton ou les murs à élément de maçonnerie en béton. Dans ces murs, l'isolant est installé à l'extérieur du revêtement ou, ce qui est moins fréquent dans les bâtiments commerciaux, dans le revêtement en tant que tel. La présente section présente essentiellement le cas où l'isolant est installé à l'extérieur du revêtement.



Un mur à isolation extérieure utilisant des panneaux semi-rigides de laine minérale peut présenter un moyen d'isolation efficace. De plus, ce type de mur offre une grande durabilité par rapport à la diffusion de vapeur et à la condensation.

L'isolation extérieure est souvent considérée comme une façon efficace d'obtenir un mur bien isolé et peut réduire substantiellement les effets de pont thermique. En plus des avantages thermiques, l'isolation extérieure peut également fournir un contrôle de la vapeur et de la condensation suffisant.

L'utilisation d'une isolation extérieure modifie le profil de température du mur. Par conséquent, le mur de fond, qu'il soit constitué de poutres revêtues d'acier, de béton ou d'élément de maçonnerie en béton, reste relativement fermé aux conditions intérieures. En outre, puisque les membranes sont appliquées sur le mur de fond, derrière l'isolant, les matériaux sensibles à l'humidité se trouvent généralement du côté intérieur de l'isolant et de la membrane et restent chauds et secs. Il s'agit d'un mur qui est très robuste pour tous les climats.

Dans les climats froids, une membrane imperméable peut servir à contrôler la diffusion de vapeur dans les murs. Puisque l'humidité de l'air est diffusée de l'intérieur vers l'extérieur, la membrane restreint la diffusion du côté de la chaleur et empêche ainsi la condensation dans l'isolation extérieure. Cela est illustré dans le graphique ci-dessous.

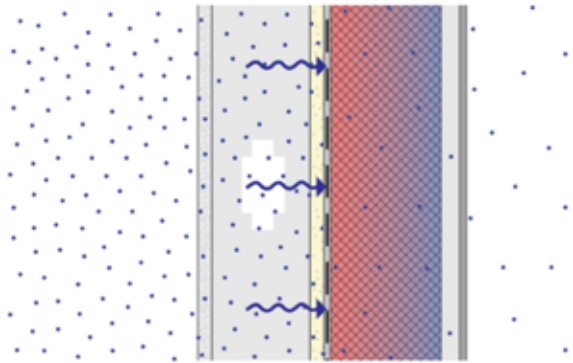


Illustration d'une section verticale d'un mur avec isolation extérieure et une membrane coupe-vapeur à l'extérieur du revêtement dans un climat froid.

Il est intéressant de noter qu'un avantage des murs entièrement isolés du côté extérieur est que, bien souvent, ils n'ont pas besoin d'un système de contrôle de la diffusion de vapeur. Par exemple, dans les climats froids, si un revêtement perméable à la vapeur est utilisé, plutôt qu'un revêtement imperméable, la vapeur de l'intérieur sera en mesure de sortir, de l'intérieur vers l'extérieur, pratiquement sans restriction. Il est possible que la vapeur produise de la condensation lors de sa diffusion vers l'extérieur sur une surface, comme l'extérieur du parement. Toutefois, les matériaux installés à l'extérieur de la membrane devraient être assez résistants à l'humidité, et la quantité d'humidité créée par la condensation de la diffusion de vapeur ne devrait pas être un problème. Pour tenir compte de la condensation potentielle, les murs à isolation extérieure sans couche de contrôle de la vapeur (c'est-à-dire ouverts à la diffusion de vapeur) devraient présenter une aération au niveau du parement pour faciliter le séchage. Dans des conditions avec des niveaux d'humidité extrêmes, comme les piscines, il se peut qu'une approche ouverte à la diffusion de vapeur ne soit pas appropriée et qu'il soit nécessaire d'utiliser un coupe-vapeur.

De façon similaire, dans les climats chauds, puisque l'humidité se propage de l'extérieur vers l'intérieur dans le mur, l'humidité franchira une surface froide au niveau de la membrane. Cette membrane vise à prévenir les infiltrations d'eau (en phase liquide) de l'extérieur du bâtiment. Ainsi, la condensation à la surface est phénomène attendu, et les caractéristiques du matériau utilisé devraient offrir une résistance suffisante pour prévenir les dommages. De façon similaire, dans les climats froids, la région entre la membrane et le parement devrait être conçue de façon à permettre l'évacuation et le séchage de toute l'humidité pouvant s'accumuler.

Un aspect important des murs à isolation extérieure est qu'ils sont conçus pour être très résistants à la condensation causée par les infiltrations d'air. Bien que les infiltrations d'air dans un mur à cavité isolée puissent causer des dommages, ce risque est substantiellement réduit dans un mur à isolation extérieure. Par exemple, dans les climats froids, si l'air chaud et humide de l'intérieur venait à se propager vers l'extérieur d'un mur à isolation extérieure, il est peu probable que cet air génère de la condensation sur une quelconque surface du côté isolé du mur. La condensation se produira plutôt sur les matériaux du côté extérieur, comme le parement, qui sont résistants à l'humidité. Une exception survient toutefois lorsque la température extérieure est en dessous du point de congélation. Dans ce cas, la propagation de l'air de l'intérieur vers l'extérieur peut créer une accumulation de glace sur les surfaces froides, comme le parement, et endommager le mur.

Les graphiques suivants illustrent des murs à isolation extérieure sans coupe-vapeur avec une infiltration d'air.

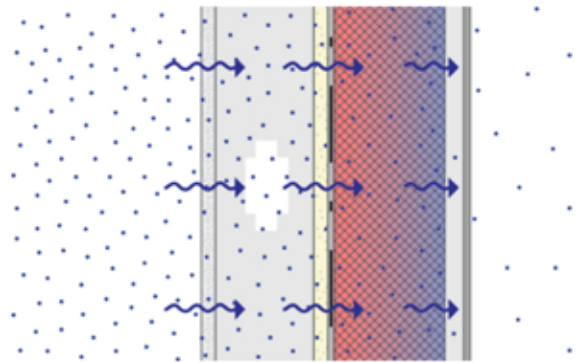


Illustration d'une section verticale d'un mur avec isolation extérieure sans coupe-vapeur dans un climat froid.

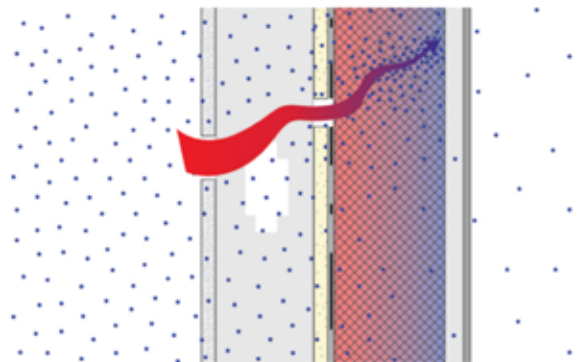
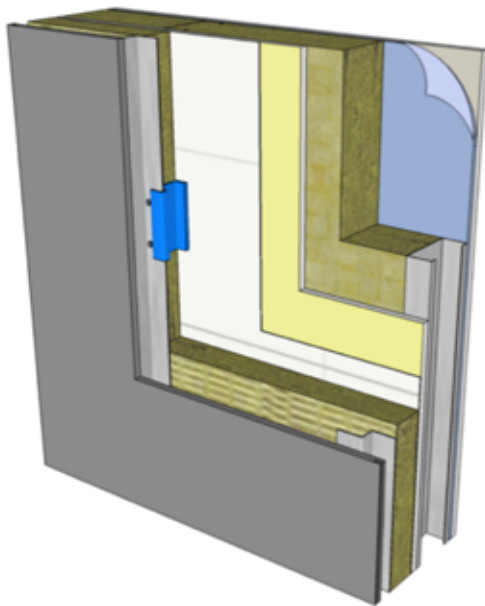


Illustration d'une section verticale d'un mur avec isolation extérieure sans coupe-vapeur dans un climat froid, mais avec infiltration d'air.

Murs à isolation fractionnée

Dans certaines circonstances, il peut être avantageux d'avoir recours à une isolation fractionnée, c'est-à-dire un matériau isolant à la fois dans la cavité ainsi qu'à l'extérieur (ou moins fréquemment pour des bâtiments commerciaux, à même le revêtement). Normalement, ce procédé est utilisé afin d'offrir la valeur R nécessaire, dans un format compact. Comme vous l'avez peut-être deviné, ces murs peuvent offrir à la fois les avantages des murs à cavité isolée et des murs à isolation extérieure. Il y a toutefois des points importants à considérer.



Un mur présentant une isolation fractionnée au moyen d'un panneau semi-rigide en laine minérale offrira un rendement combinant les avantages des murs à cavité isolée et des murs à isolation extérieure. Ces murs peuvent fournir un bon rendement concernant la diffusion de la vapeur et les infiltrations d'air, mais il est important d'utiliser le bon type d'isolant à la fois à l'extérieur et à l'intérieur des cavités ainsi que le bon type de revêtement.

Comme nous l'avons noté précédemment, l'ajout d'une isolation extérieure fera en sorte que la température du revêtement sera plus près de celle de l'intérieur. Dans une isolation fractionnée, une plus grande proportion d'isolant à l'extérieur, par rapport à celle des cavités, mènera à des conditions de la membrane s'approchant de celles de l'intérieur. Par conséquent, leurs caractéristiques s'approcheront de celles des murs à isolation extérieure. Ce mécanisme est souvent exprimé au moyen du ratio de l'isolation extérieure par rapport à l'isolation totale. Par exemple, si un isolant rigide avec une valeur R de 6 est placé du côté extérieur et qu'un panneau isolant semi-rigide avec une valeur R de 14 est placé dans la cavité du mur, alors la valeur R nominale totale de l'isolation sera de 20. Le ratio approprié sera de 30 % (3:10) pour l'isolation extérieure, à l'exclusion des autres matériaux. Généralement, plus ce ratio est faible, plus le rendement du mur s'apparentera à celui d'un mur à cavité isolée et plus ce ratio est élevé, plus le rendement du mur s'apparentera à celui d'un mur à isolation extérieure.

Considérant qu'un mur à isolation fractionnée se trouve quelque part à mi-chemin entre un mur à cavité isolée et un mur à isolation extérieure sur ce point, il y a des considérations importantes à garder en tête pour la diffusion de vapeur. Généralement, une isolation extérieure fera en sorte que le revêtement se trouvera dans des conditions s'approchant de celles de l'intérieur. Toutefois, si une faible fraction de l'isolation se trouve à l'extérieur, alors le revêtement se trouvera plutôt dans des conditions s'approchant de celles de l'extérieur. Dans ce dernier cas, la perméabilité à la vapeur de l'isolation doit être considérée.

Isolation perméable à la vapeur

Un scénario de mur à isolation fractionnée est illustré dans la figure ci-dessous pour les climats froids.

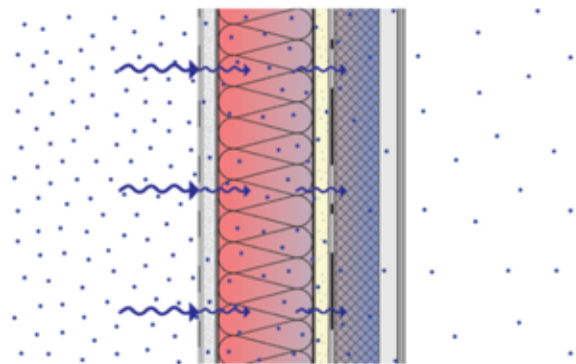


Illustration d'une section verticale d'un mur à isolation fractionnée dans un climat froid présentant la propagation de la vapeur vers l'extérieur dans un coupe-vapeur de Classe III à l'intérieur.

Une isolation perméable en laine minérale a été disposée vers l'extérieur du revêtement. Cela a pour effet de réchauffer les cavités et le revêtement. Plus il y a d'isolation, plus la cavité et le revêtement seront chauds. Il n'y a aucun matériau utilisé en guise de coupe-vapeur. Alors, il peut être nécessaire d'utiliser un coupe-vapeur de Classe II ou de Classe III afin de prévenir la condensation ou des hauts niveaux d'humidité relative, selon l'épaisseur de l'isolation extérieure et le gradient de pression de vapeur (conditions attendues à l'intérieur et à l'extérieur). Dans le cas des climats modérés et froids et des conditions intérieures normales des bâtiments commerciaux, quelques centimètres de laine minérale à l'extérieur pour des murs à cavité de 6 po (15 cm) sont suffisants afin d'offrir un rendement suffisant avec un coupe-vapeur de Classe III

(peinture au latex) sur les cloisons sèches. Un bon rendement signifie une humidité relative au niveau du revêtement généralement en dessous de 80 %. Pour les bâtiments avec des niveaux d'humidité relative élevés, comme les piscines et les musées, un coupe-vapeur de Classe I ou de Classe II sera vraisemblablement requis.

La différence de pression de vapeur de l'intérieur vers l'extérieur dans ce scénario est la même que dans les cas précédents et n'est pas affectée par l'isolation extérieure. Toutefois, la température dans la cavité est plus chaude. Par conséquent, l'humidité relative au niveau du revêtement n'augmente pas beaucoup. De la sorte, il n'y a pas formation de condensation dans la cavité, et la vapeur passe au travers le revêtement et l'isolation perméable à la vapeur sans risques. L'humidité relative dans la cavité, derrière le revêtement, dépend du ratio d'isolation et du taux de séchage du revêtement. Ainsi, plus le revêtement et l'isolation sont perméables à la vapeur, plus faible sera l'humidité relative dans la cavité.

Puisque la température du revêtement augmente, le risque de condensation associé à une infiltration d'air est réduit, ce qui améliore la durabilité de ce type de mur. En traitant les problèmes de diffusion de vapeur et d'humidité associée à une infiltration d'air, le seul risque d'humidité restant est celui d'une fuite provenant de l'extérieur. Cependant, puisque le revêtement reste chaud, grâce à l'isolation, il peut sécher rapidement. De la sorte, l'humidité de ce type de mur pourra sécher de l'intérieur et de l'extérieur au moyen de la diffusion de vapeur et des matériaux relativement perméables.

Isolation imperméable à la vapeur

Considérons maintenant le même type de mur que dans le scénario précédent, mais en utilisant une isolation de mousse imperméable (par exemple, du polystyrène extrudé, du polyisocyanurat ou de la mousse polyuréthane) au niveau du revêtement extérieur. Ces matériaux isolants sont considérés de Classe I ou de Classe II par rapport à la protection contre la vapeur, selon le type, la densité, l'épaisseur et la surface.

Une isolation de mousse imperméable avec la même valeur R que dans le scénario précédent placée à l'extérieur du revêtement produira le même effet de chaleur pour le reste de la cavité; plus il y a d'isolation à l'extérieur, plus la cavité et le revêtement restent chauds.

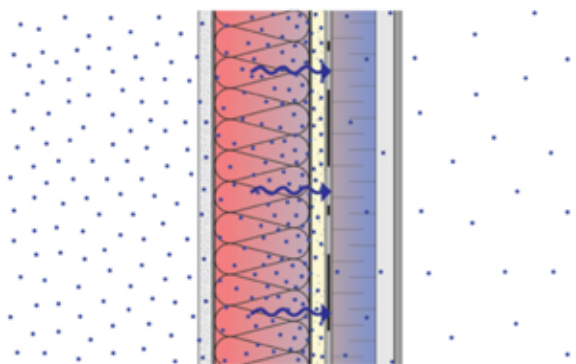


Illustration d'une section verticale d'un mur à isolation fractionnée dans un climat froid avec isolation extérieure imperméable.

Aucun coupe-vapeur n'a été installé dans ce scénario, et cela n'est pas recommandé, car l'introduction d'un coupe-vapeur de Classe I ou de Classe II à l'intérieur, combinée à la mousse extérieure, créerait une situation de double couche de coupe-vapeur et nuirait au séchage. De la sorte, ce type de mur aura recours au phénomène de séchage de la diffusion de la vapeur vers l'intérieur, car le séchage de la diffusion de vapeur provenant de l'isolation extérieure est limité. En termes d'équilibre des sources d'humidification et des capacités de séchage, il s'agit d'un mur plus contraignant que celui du scénario précédent en raison de l'utilisation d'un isolant extérieur imperméable.

Cette considération est particulièrement importante si l'humidité intérieure est élevée dans le bâtiment ou si le climat extérieur est humide. Dans ces circonstances, cela peut créer des niveaux d'humidité relative élevés à l'intérieur pendant les périodes froides de l'année. Même des taux d'humidité relative intérieure élevés en hivers, entre 40 et 60 % (par exemple, les climats côtiers ou les bâtiments commerciaux générant de l'humidité, comme les restaurants, les piscines et les musées), peuvent créer des difficultés pour ces types de mur en raison de l'augmentation de la diffusion de vapeur vers l'extérieur, ce qui réduit le potentiel de séchage.

La différence de pression de vapeur entre l'intérieur et l'extérieur dans ce scénario est la même que dans le cas des scénarios précédents, car elle n'a pas été affectée par la présence de l'isolant extérieur. Bien que la diffusion de vapeur vers l'extérieur soit significativement ralentie, ou même enrayée, il ne se produit pas de condensation dans la cavité du mur, car la température est suffisamment chaude pour garder l'humidité relative en dessous de 100 %. Il n'y a donc pas de formation de condensation dans la cavité du mur, et l'humidité ne pénètre pas l'isolation extérieure, ce qui serait en problème en cas de fuite ou lorsque l'isolation extérieure n'est pas suffisante pour prévenir la condensation associée à une infiltration d'air. L'humidité relative dans la cavité derrière le revêtement dépendra du ratio d'isolation et de la perméance à la vapeur effective de la mousse isolante. Dans ce type de mur, il est généralement plus prudent d'avoir une meilleure isolation à l'extérieur (ou un ratio d'isolation supérieur) que de sélectionner une isolation perméable à la vapeur afin de faire en sorte que l'humidité relative soit en dessous de 80 % et de prévenir les croissances de champignons.

De façon similaire à un mur isolé à l'extérieur et à une isolation perméable à la vapeur, le risque de condensation associé à une infiltration d'air est réduit en raison de la température plus élevée du revêtement. En traitant les problèmes de diffusion de vapeur et d'humidité associée à une infiltration d'air au moyen d'une isolation extérieure suffisante, le seul risque d'humidité restant est celui d'une infiltration provenant de l'extérieur. En cas d'une telle infiltration, le séchage de l'extérieur par la diffusion de vapeur est limité par la mousse, et le séchage ne peut se produire qu'à partir de l'intérieur. Pour améliorer le séchage vers l'extérieur, on peut avoir recours à une petite couche de drainage derrière la mousse ou à un isolant plus perméable à la vapeur. L'épaisseur relative du panneau isolant rigide installé ainsi que la technique d'étanchéité des joints affectera également la capacité de séchage vers l'extérieur.

Dans les climats chauds, où la vapeur est essentiellement dirigée vers l'intérieur, l'utilisation d'un isolant extérieur peut présenter une stratégie efficace de coupe-vapeur. Dans un tel cas, l'isolation extérieure restreint la diffusion de la vapeur d'eau dans le mur, comme illustré dans la figure suivante. Il n'est pas nécessaire d'avoir recours à un coupe-vapeur dans ce scénario, car la construction du mur peut fournir

un séchage efficace de l'intérieur. No interior vapor retarder would be provided in this scenario so that the wall assembly can dry effectively to the interior.

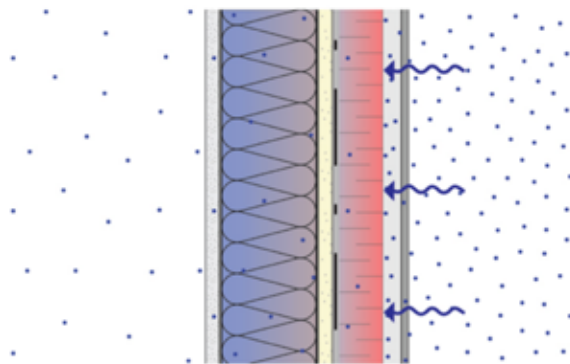


Illustration d'une section verticale d'un mur à isolation fractionnée dans un climat chaud avec isolation extérieure imperméable.

Murs à isolation intérieure et béton exposé

Dans les constructions commerciales, un autre type de mur est aussi fréquemment utilisé, avec du béton exposé ou encore présentant des éléments de maçonnerie en béton. Ces murs sont isolés de l'intérieur et créent une situation différente, comparativement aux autres types de mur que nous avons traités. Les figures ci-dessous présentent ces types de mur pour les climats froids et chauds.

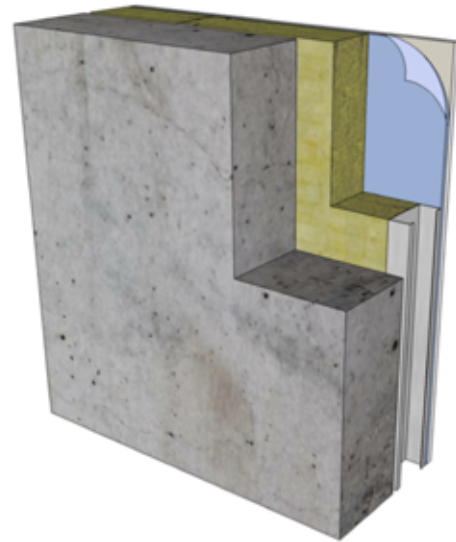
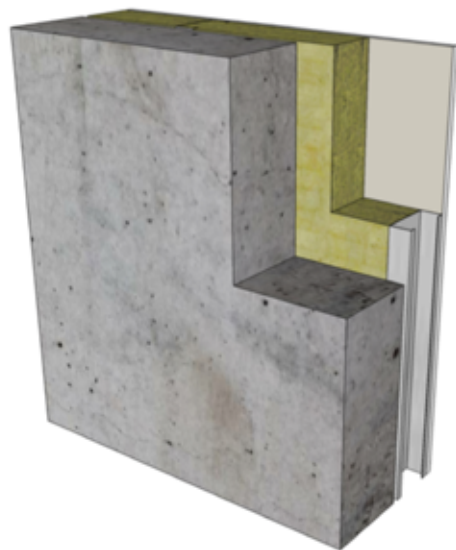
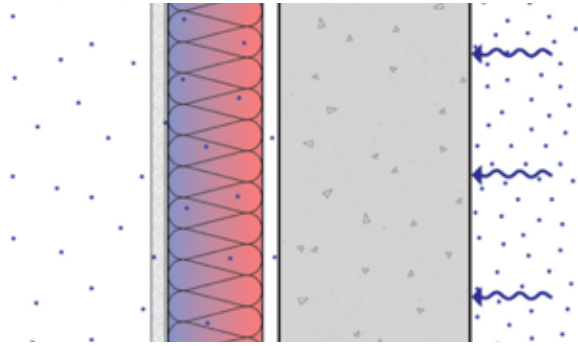


Illustration d'un mur en béton isolé à l'intérieur, comme c'est le cas normalement dans les climats froids.



Mur en béton exposé isolé à l'intérieur, mais sans coupe-vapeur en polyéthylène à l'intérieur. Ce type de mur peut fournir un rendement durable dans des climats chauds.

Le béton exposé et les éléments de maçonnerie en béton créent un coupe-vapeur à l'extérieur du mur, ce qui fonctionne bien dans les climats chauds, où l'humidité est dirigée vers l'intérieur. Le béton restreint le passage de la vapeur dans le mur. Par conséquent, cela prévient la condensation et des hauts niveaux d'humidité. L'illustration ci-dessous présente une schématisation du phénomène.



Mur en béton exposé isolé à l'intérieur, mais sans coupe-vapeur en polyéthylène à l'intérieur. Ce type de mur peut fournir un rendement durable dans des climats chauds.

L'utilisation d'un isolant perméable à la vapeur à l'intérieur du mur de béton dans des climats chauds peut également permettre à l'humidité de sécher à l'intérieur. En comparaison, une isolation imperméable aura pour effet de restreindre le séchage à l'intérieur.

Dans des climats froids, les propriétés coupe-vapeur du béton extérieur créent un risque de condensation dans le mur. En outre, comme c'est normalement le cas pour les coupe-vapeur installés à l'intérieur dans les climats froids, une situation de barrière double est créée, ce qui limite le séchage.

La figure suivante illustre un mur en béton exposé ainsi qu'un panneau isolant et un coupe-vapeur en polyéthylène à l'intérieur. Cette approche n'est pas recommandée, car elle crée une barrière double.

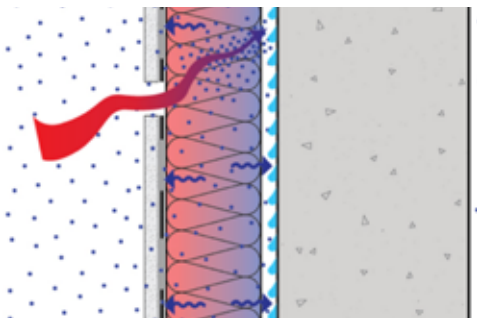


Illustration d'une section verticale d'un mur en béton exposé isolé à l'intérieur avec un coupe-vapeur intérieur présentant une infiltration d'air pouvant causer une accumulation d'humidité dans le mur, sans possibilité de séchage en raison de la présence d'une barrière double.

Il existe différentes méthodes pour procéder à l'isolation de ces types de mur dans des climats froids. Par exemple, il est possible d'appliquer de la mousse polyuréthane sur le béton ou les éléments de maçonnerie en béton, d'utiliser un isolant prémoulé ou, dans d'autres circonstances, du polystyrène extrudé ou du polyisocyanurat. Dans ces deux scénarios, l'isolant fait office de coupe-vapeur et de pare-air. Ainsi, il n'y aura pas de fuite de l'intérieur ni de condensation à l'arrière du béton. Dans certains cas, l'utilisation d'un coupe-vapeur intelligent, plutôt que des feuilles de polyéthylène, peut également réduire le risque associé aux murs de béton.

De façon générale, le béton exposé et les éléments de maçonnerie en béton présentent une durabilité intéressante dans les climats chauds, mais peuvent être plus difficiles à intégrer dans les climats froids.

Stockage de l'humidité sur le parement et diffusion de la vapeur vers l'intérieur

Une autre situation unique pour la diffusion de vapeur est le stockage de l'humidité sur le parement, par exemple avec l'utilisation d'éléments de maçonnerie ou du béton prémoulé. Lorsque ce type de parement est exposé à l'eau, celle-ci peut être absorbée, et une quantité importante peut ainsi être stockée. Ensuite, lorsque le soleil est en mesure de chauffer le parement, cela crée des conditions de haute humidité à l'extérieur du bâtiment et une diffusion importante de l'humidité vers l'intérieur, et ce, même dans des climats froids et tempérés. En d'autres termes, lorsque de l'humidité est stockée sur le parement dans des climats froids, il se peut que la diffusion de vapeur soit inversée.

Comme nous l'avons discuté pour les autres types de mur lorsque nous avons traité les différences entre les climats chauds et les climats froids, lorsque la diffusion de vapeur est inversée, la conception du contrôle de vapeur change. La figure ci-dessous illustre le renversement de la diffusion de la vapeur d'un mur avec stockage d'humidité.

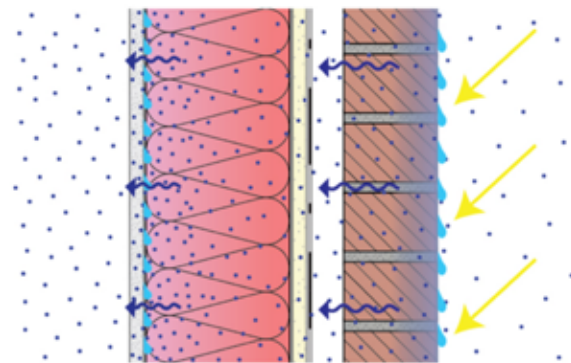


Illustration d'une section verticale d'un mur à cloison isolée et du stockage d'eau au niveau du parement menant à une diffusion de vapeur vers l'intérieur, malgré un climat froid.

Ce renversement de la diffusion de la vapeur pose problème, car normalement, les murs sont conçus pour le traitement de la vapeur dans une seule direction. Il existe différentes façons de concevoir un mur pour tenir compte de cet effet.

- Créer une cavité bien ventilée entre le stockage de l'humidité et le mur de fond
- Utiliser un mur isolé à l'extérieur
- Utiliser une isolation fractionnée avec une bonne proportion d'isolation à l'extérieur
- Utiliser un revêtement semi-perméable (entre 8 et 18 US perms) afin de fournir un certain contrôle de la vapeur dirigée vers l'intérieur
- Utiliser un coupe-vapeur à l'intérieur du mur, plutôt que de fournir un contrôle de la diffusion de vapeur adaptatif, afin de permettre un séchage de l'intérieur

Généralement, l'inversion de la diffusion de vapeur pour les murs présentant un stockage de l'humidité est moins problématique que celui de la diffusion dans le sens normal.

Sommaire

Le contrôle de la diffusion de vapeur dans les murs est une question d'équilibre visant à réduire l'humidité et optimiser la possibilité de séchage. Des couches de contrôle de la vapeur placées judicieusement permettent de prévenir l'humidité d'entrer dans le mur, ainsi que la formation de condensation, alors que les matériaux perméables à la vapeur permettent

à l'humidité de se diffuser hors des murs à des fins de séchage. Pendant la conception et la construction des murs commerciaux des climats froids, la pratique courante est d'installer un coupe-vapeur en polyéthylène du côté intérieur de l'isolation afin de contrôler le flux de vapeur (et souvent les infiltrations d'air). Cela limite la diffusion de vapeur, et les matériaux perméables à la vapeur à l'extérieur favorisent le séchage. Dans les climats chauds, l'approche opposée est utilisée, avec des matériaux imperméables à l'extérieur (béton, éléments de maçonnerie en béton, parement en métal) et des matériaux perméables à l'intérieur favorisant le séchage (cloisons sèches, laine minérale).

Lorsqu'une isolation est utilisée à l'extérieur des murs, comme c'est le cas des isolations fractionnées ou des isolations extérieures, les propriétés isolantes de la conception permettent de garder la température des cavités du mur et du revêtement extérieur à des conditions s'approchant de celles de l'intérieur. Cela réduit le potentiel de diffusion de vapeur et de

condensation associée à une infiltration d'air. Plus il y a d'isolation à l'extérieur du revêtement, plus les conditions des cavités s'apparentent aux conditions intérieures. Lorsque cela est possible, le ratio d'isolation extérieur doit être maximisé, et une isolation entièrement extérieure est adaptée à la fois aux climats froids et chauds.

Dans les climats froids, le type d'isolant installé du côté extérieur du revêtement (ou faisant office de revêtement) a des conséquences importantes sur les capacités de séchage du mur. Un isolant perméable à la vapeur, comme la laine minérale ou la fibre de verre, fournira un meilleur potentiel de séchage qu'un isolant imperméable à la vapeur, comme la mousse plastique (polystyrène extrudé, polyisocyanurate, mousse polyuréthane, etc.). Cette meilleure capacité de séchage présente généralement une meilleure durabilité pour les murs.

Dans certains cas, un changement du profil de température causé par l'ajout d'un isolant extérieur peut mener à une situation où il n'est plus nécessaire d'avoir recours à un coupe-vapeur à l'intérieur dans les climats froids. D'autres stratégies, comme une peinture au latex, peuvent être utilisées à la place d'un coupe-vapeur en polyéthylène. Lors de l'utilisation d'un isolant extérieur imperméable dans des climats froids, il faut éviter d'utiliser un coupe-vapeur intérieur afin de prévenir l'emprisonnement d'humidité dans le mur. Sinon, il est nécessaire d'avoir recours à un coupe-vapeur adaptatif. Dans les climats chauds, une isolation extérieure imperméable pourra restreindre la diffusion de vapeur dans le mur et prévenir l'accumulation d'humidité dans celui-ci.

Les murs avec des matériaux imperméables à la vapeur à l'extérieur ne sont normalement pas recommandés pour les climats froids. Toutefois, ce type de mur peut offrir une durabilité intéressante dans les climats chauds où la direction de la diffusion de la vapeur est inversée. Par exemple, les murs avec béton exposé isolés du côté intérieur au moyen d'un matériau perméable, comme la laine de roche ou la fibre de verre, peuvent offrir un très bon rendement dans les climats chauds.

Les autres types de mur, comme les murs avec stockage de l'humidité, créent des conditions uniques concernant la diffusion de la vapeur et doivent être conçus en conséquence. Lors de la conception de ces murs, il est nécessaire d'éviter les conditions de barrière double de sorte à favoriser le séchage.

Généralement, une bonne sélection de matériaux imperméables, disposés judicieusement au sein du mur, est essentielle à la durabilité, à la fois dans les climats froids et chauds. Une mauvaise prise en considération des effets de la diffusion de la vapeur peut causer des dommages et réduit la durée de vie des murs.

Chez le ROCKWOOL Group, nous sommes engagés à enrichir la vie de chaque personne qui a recours à nos solutions. Notre expertise est parfaitement à la hauteur pour s'attaquer à nombre des plus grands défis de durabilité et de développement d'aujourd'hui, dont la consommation de l'énergie, la pollution sonore, la résistance au feu, la pénurie d'eau et les inondations. Notre gamme de produits reflète la diversité des besoins du monde entier tout en aidant nos intervenants à réduire leur empreinte carbone.

La laine de roche est un matériau polyvalent qui constitue la base de toutes nos entreprises. Avec plus que 11,000 employés dans 39 pays, nous sommes le chef de file mondial en solutions fondées sur la laine de roche, que ce soit pour l'isolation de bâtiments, l'insonorisation de plafonds, les systèmes de revêtement extérieur, les solutions en matière d'horticulture, les fibres synthétiques destinées à un usage industriel, l'isolation pour l'industrie de la transformation et pour les industries navales et côtières.

AFB^{MD}, CAVITYROCK^{MD}, COMFORTBATT^{MD}, CONROCK^{MD}, CURTAINROCK^{MD}, ROCKBOARD^{MD}, TOPROCK^{MD}, MONOBOARD^{MD} et ROXUL^{MD} sont des marques de commerce déposées du ROCKWOOL Group aux États-Unis et de ROXUL Inc. au Canada.

ROCKWOOL^{MC}, COMFORTBOARD^{MC}, ABROCK^{MC}, ROXUL SAFE^{MC}, ROCKWOOL PLUS^{MC} et AFB evo^{MC} sont des marques de commerce du groupe ROCKWOOL aux États-Unis et de ROXUL Inc. au Canada.

SAFE'n'SOUND^{MD} est une marque de commerce déposée et utilisée sous licence par Masonite Inc.



ROCKWOOL
8024 Esquesing Line
Milton, ON L9T 6W3
Tél: 1 800 265 6878
rockwool.com