NRC·CNRC

NRC Publications Archive
Archives des publications du CNRC

Ventilation des toitures-terrasses

Baker, M. C.; Hedlin, C. P.

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

Publisher's version / Version de l'éditeur:
https://doi.org/10.4224/40001124
Digeste de la construction au Canada, 1976-10

NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :
https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=0f505cfc-baec-45bb-b836-9769f46ac478
https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=0f505cfc-baec-45bb-b836-9769f46ac478

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at
https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright
READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site
https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits
LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

Questions? Contact the NRC Publications Archive team at PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

Vous avez des questions? Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.

National Research Council Canada | Conseil national de recherches Canada

Canada

Digeste de la Construction au Canada

Division des recherches en construction, Conseil national de recherches Canada

CBD 176F

Ventilation des toitures-terrasses

Publié à l'origine en octobre 1976.

M.C. Baker et C.P. Hedlin

Veuillez noter

Cette publication fait partie d'une série qui a cessé de paraître et qui est archivée en tant que référence historique. Pour savoir si l'information contenue est toujours applicable aux pratiques de construction actuelles, les lecteurs doivent prendre conseil auprès d'experts techniques et juridiques.

La ventilation comme moyen de refroidissement et de contrôle ou d'élimination de l'humidité est un principe appliqué depuis longtemps en construction. Les toitures ventilées étaient déjà connues des tribus primitives des climats chauds. Les bâtiments modernes appliquent souvent le même principe, tout comme les campeurs qui obtiennent une température plus fraîche à l'intérieur de la tente lorsque cette dernière comporte deux parois de toile entre lesquelles l'air peut circuler. Les architectes et les constructeurs se sont également rendus compte que, dans les constructions à ossature ou à revêtement en bois, la ventilation des espaces sous les planchers et à l'intérieur des murs ou des toits était nécessaire pour éviter la pourriture (1, 2).

Il existe des normes qui recommandent le genre et la quantité de ventilation pour une situation donnée. Elles sont généralement appliquées bien que le principe en jeu soit souvent mal compris. Il arrive même que l'installation de dispositifs de ventilation aggrave les problèmes existants ou en crée d'autres. Une toiture en pente traditionnelle d'habitation abrite généralement un comble, le revêtement de toit est posé sur un platelage incliné, l'espace entre les solives de plafond est rempli d'isolant et l'espace de comble est ventilé à l'extérieur. Cette disposition s'avère des plus satisfaisante. Cependant, il est arrivé que des problèmes surgissent à cause d'une ventilation insuffisante. On exige, d'ordinaire, qu'un tel espace sous toiture soit ventilé au moyen d'ouvertures à l'extérieur fournissant une aire de ventilation dégagée d'au moins 1/300 de l'aire de plafond recouverte d'isolant. Lorsque cette mesure est observée en plus des exigences de conception habituelle, les problèmes sont généralement évités.

Toitures-terrasses

Le présent Digest se propose d'étudier plus spécialement le cas des toitures-terrasses et des toitures à faible pente fréquemment employées pour les bâtiments commerciaux et industriels, et à l'intérieur desquels aucune lame d'air n'a été prévue, ce qui les rend particulièrement vulnérables à l'humidité. Ce genre de toiture est constitué d'un support recouvert dans la plupart des cas d'un pare-vapeur presque imperméable, d'un isolant et d'une membrane de toit imperméable. L'isolant ainsi interposé entre deux membranes d'étanchéité peut retenir l'eau et

la vapeur d'eau. L'eau contenue dans les matériaux de toit ou provenant des infiltrations d'eau de l'extérieur ou de la vapeur d'eau de l'intérieur, risque de se trouver emprisonnée dans l'isolant, affaiblissant la résistance thermique de ce dernier et favorisant sa détérioration ainsi que celle des membranes si elles sont sensibles à l'humidité. La tenue en service peut être améliorée pourvu que le concepteur tienne compte des atteintes possibles de l'eau et qu'il prévoie le plus de moyens possibles pour le dégagement de l'humidité, soit par ventilation, soit par évacuation.

Malheureusement, ce n'est pas toujours le cas et le propriétaire peut s'apercevoir, après quelques années, que l'isolant du toit est mouillé et que l'eau s'infiltre dans le bâtiment. Même s'il n'y a pas d'infiltration, l'isolant ne peut plus jouer son rôle et s'opposer au passage de la chaleur. Le propriétaire doit alors décider s'il faut enlever le toit et le remplacer par un neuf, solution radicale et onéreuse, ou effectuer des réparations afin de ne pas aggraver la situation. Dans ce dernier cas, il doit trouver un moyen pour sécher l'isolant mouillé.

Tuyaux de ventilation

Ces dernières années, l'installation de tuyaux de ventilation dans le but d'évacuer l'humidité d'un isolant mouillé est devenue une pratique courante. Ce sont des tuyaux verticaux surmontés d'un chapeau contre la pluie enfoncés dans la membrane de toit et débouchant à l'air libre afin de permettre à l'humidité d'atteindre l'extérieur. Dans le cas d'isolant rigide, on découpe la partie se trouvant sous le tuyau de ventilation et on le remplace par un isolant en vrac afin de faciliter le déplacement latéral de l'humidité de l'isolant vers l'extérieur. Les tuyaux sont habituellement alignés sur une ou plusieurs rangées.

Les opinions quant à l'efficacité des tuyaux de ventilation sont très partagées. Certains couvreurs et conseillers leur attribuent le succès obtenu dans le séchage des toitures mouillées; d'autres n'ont remarqué aucune amélioration notable et certains propriétaires soutiennent même que les tuyaux de ventilation ont aggravé la situation.

Mouvement de l'humidité

Le transfert de l'humidité par les tuyaux de ventilation peut être attribué à deux mécanismes (figure 1), soit au mouvement de convection de l'air chargé de vapeur d'eau et à la diffusion de la vapeur. De plus, l'effet de capillarité le long des fibres peut entraîner un mouvement latéral de l'humidité dans certains types d'isolant. Dans les deux cas, le séchage ne peut avoir lieu que si l'air extérieur est plus sec que celui circulant à l'intérieur du toit.

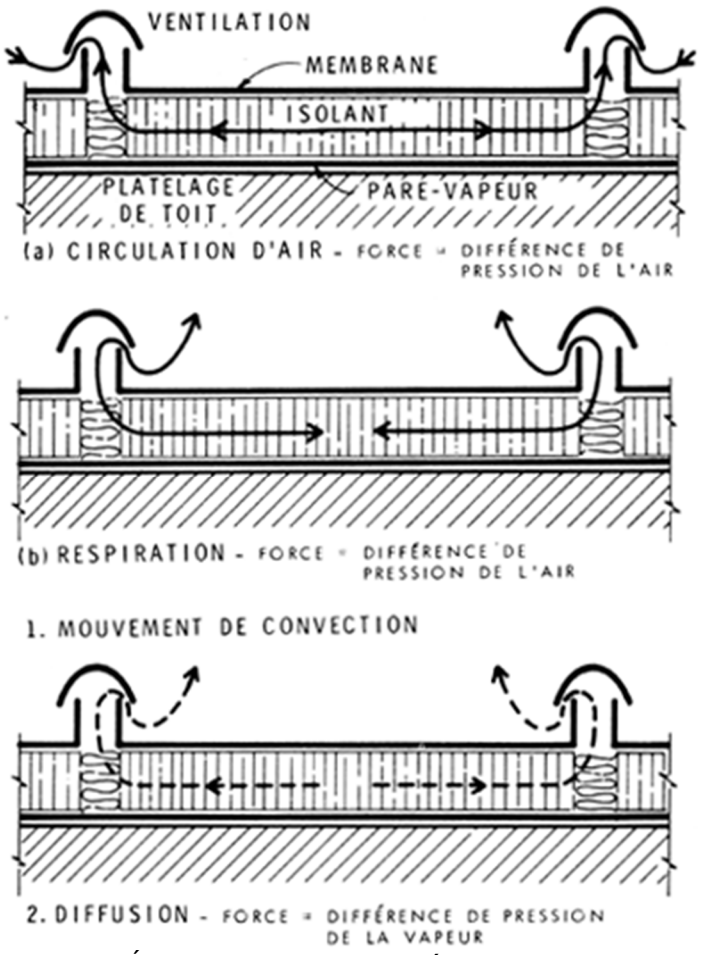


Figure 1. Élimination de l'humidité des isolants par ventilation.

Les mouvements de convection de l'air peuvent être produits par « respiration » (effet de pompe) ou par circulation de l'air dans l'isolant. Les variations de température du toit ainsi que les changements de pression de l'air font que l'air contenu dans l'isolant se dilate ou se contracte, aspirant ou évacuant l'air par toutes les ouvertures disponibles (figure 1, voir partie 1(b)). Dans des conditions favorables, c'est le mécanisme le plus susceptible de débarrasser l'isolant de son humidité. La crainte d'un apport d'eau lors de l'aspiration est assez répandue, mais elle n'est pas fondée. Même lorsque l'air extérieur est saturé (c'est-à-dire qu'il a atteint le point de rosée) il se réchauffe lorsqu'il pénètre dans l'isolant de manière que sa température s'élève au-dessus du point de rosée et il n'y a pas de condensation. Cependant, l'humidité évacuée par temps de gel peut se condenser à l'intérieur des tuyaux métalliques non isolés et se transformer en glace. Lorsque la température s'élève, la glace fondante risque de mouiller l'isolant.

Pour que l'air circule, il doit être aspiré par un orifice et sortir par un autre grâce à la différence de pression entre les orifices (figure 1, voir partie 1(a)). Cette différence de pression peut être créée par le vent ou par l'appel d'air à condition que certains tuyaux soient plus hauts que les autres. Cependant, sur la plupart des toitures-terrasses, il ne peut être question d'appel d'air puisque les ouvertures des tubes se trouvent approximativement au même niveau et il n'y aura que de faibles différences de pression créées par le vent. La circulation de l'air entre les orifices de ventilation est également freinée par la résistance aux déplacements latéraux. Certains isolants offrent une résistance élevée sauf aux joints, et s'il faut assurer la circulation il sera nécessaire de prévoir des passages spéciaux pour l'air à l'intérieur de l'isolant.

Le deuxième mécanisme, la diffusion, qui est le mouvement de la vapeur d'eau vers l'extérieur, est engendré par une différence de pression de la vapeur (figure 1, partie 2). La résistance à la diffusion dans l'isolant et dans la colonne d'air du tube de ventilation est très élevée vu la distance à parcourir. Pendant l'été, lorsqu'il fait chaud, la vapeur aura tendance à se déplacer vers le bas de l'isolant et à se condenser sur la surface sous-jacente. Pendant l'hiver, le mouvement s'effectuera vraisemblablement vers le haut, entraînant une condensation sur la surface recouvrant l'isolant. Le mouvement latéral est plutôt réduit.

Ellicacité des tuyaux de ventilation

Des essais de portée réduite ont été effectués à Saskatoon ces dernières années. Les panneaux d'essai, de 2 pi sur 4 pi et de 2 po d'épaisseur, étaient de quatre types d'isolant rigide, et les tuyaux de ventilation étaient disposés de trois façons différentes. Dans un premier groupe de panneaux, le tuyau était posé directement au centre de la surface de l'isolant; il se trouvait au point d'intersection des joints formés en coupant l'isolant en quatre parties égales dans le deuxième groupe et, pour le troisième groupe, au-dessus d'un trou de 1 po de diamètre pratiqué en plein centre de l'isolant. Le rôle du tuyau de ventilation isolé se limite à la diffusion et à la « respiration ». Les isolants ont été mouillés à l'aide d'une quantité donnée d'eau et chaque panneau a été enveloppé de polyéthylène, la seule partie non recouverte étant le trou sous le tuyau de ventilation. Le panneau a ensuite été recouvert d'une feuille de contreplaqué à surface exposée peinte en noir. Les douze panneaux ont été installés sur le toit d'un bâtiment expérimental extérieur chauffé et ils ont été pesés à intervalles réguliers pour déterminer les variations de la teneur en humidité.

La perte d'humidité a varié considérablement d'un panneau à l'autre, mais dans tous les cas, il semble qu'un séchage lent et continu se soit produit (figure 2). Les essais sur certains panneaux ont dû être interrompus à cause des infiltrations d'eau dans les panneaux ou de leur détérioration matérielle; dans la plupart des cas cependant, les mesures ont pu être prises pendant six ans, sauf pour les panneaux isolants en fibre de bois.

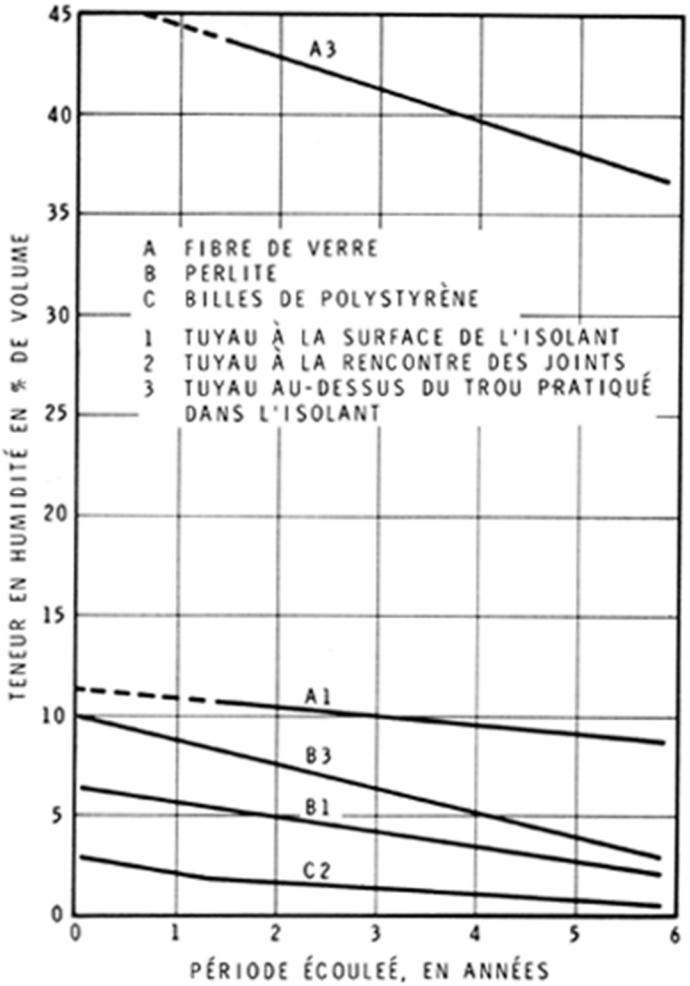


Figure 2. Modification de la teneur en humidité des panneaux d'essai ventilés.

Deux problèmes susceptibles de se produire sur une couverture ont été soulevés en cours d'essais. La réalisation d'un joint vraiment étanche entre le tuyau de ventilation et le panneau, afin de prévenir les infiltrations d'eau à l'intérieur, s'est avérée difficile. D'autre part, au cours du premier hiver, la neige poussée par le vent s'était déposée à l'intérieur du conduit. Le mouillage, ainsi causé, ne semblait pas très important, mais des capuchons ont été installés pour ralentir la neige près du tuyau et éliminer le problème. Après les modifications. les panneaux ont été pesés à nouveau et l'étude a continué. Il faudrait souligner cependant que ces panneaux ne reproduisent pas fidèlement les conditions d'une toiture réelle où la surface de toit est assez étendue et où plusieurs tuyaux sont installés et disposés de façon régulière. Toutefois, les essais démontrent que le séchage est possible grâce aux tuyaux de ventilation mais que le processus est lent.

Toitures neuves

Dans le cas d'une toiture neuve dont l'isolant se trouve entre un pare-vapeur et une membrane étanche, la ventilation par tuyaux est une solution logique, surtout si elle est renforcée par des passages de ventilation spéciaux prévus à l'intérieur de l'isolant et par une ventilation d'avant-toit. Elle permet d'éliminer les petites quantités d'humidité qui pourraient se trouver dans les matériaux ou traverser le pare-vapeur. De plus, ces tuyaux de ventilation peuvent faire baisser la pression créée sous la surface chauffée d'un toit et amoindrir de ce fait les risques de certains types de cloquage de membrane. Dans le cas de bétons isolants posés sur un platelage en béton coulé sur place, l'usage de tuyaux de ventilation est habituellement recommandé pour le séchage de l'isolant mouillé, même lorsqu'il n'y a pas de pare-vapeur.

Il faut reconnaître que les tuyaux de ventilation qui pénètrent la membrane favorisent les infiltrations d'eau et qu'ils peuvent être endommagés. En réalité, toute saillie sur un toit peut créer des problèmes d'infiltration d'eau si la pose des solins est mal faite, si les solins se déchirent sous l'effet de mouvement du bâtiment ou qu'ils sont endommagés par la circulation sur le toit. Un système de ventilation n'employant pas de conduit en saillie a été suggéré dans le **CBD 99F**(3); dans le système de ventilation à double drainage décrit, des orifices de ventilation sont prévus aux descentes pluviales et en périmètre du bâtiment, et l'isolant est traversé de rainures pour la ventilation et le drainage.

Toitures existantes

Lorsque l'isolant d'une toiture traditionnelle est mouillé par l'eau s'infiltrant en pourtour des solins ou traversant la membrane d'étanchéité, la présence de tuyaux de ventilation n'améliorera probablement pas la situation. Par contre, si la source de mouillage peut être éliminée et que l'isolant ne s'est pas détérioré, il est possible d'obtenir une toiture sèche après quelques années. Il semble logique d'envisager cette dernière solution avant de remplacer le toit. Il arrive même que ce soit la seule solution acceptable, comme dans le cas, par exemple, où le remplacement d'une toiture pourrait entraîner des problèmes considérables. Il faut cependant ajouter que l'étanchéité des joints autour des tuyaux de ventilation est très difficile à obtenir sur une vieille toiture. Les couvreurs connaissent les problèmes causés par la saleté, l'humidité et l'asphalte détérioré et prennent les moyens nécessaires pour assurer l'adhérence des solins, mais les risques d'échec ne doivent pas être sous-estimés.

Lorsqu'il n'y a pas de pare-vapeur dans la toiture, l'installation d'orifices de ventilation dans le revêtement de toit peut favoriser les fuites d'air du bâtiment par l'isolant et les tuyaux de ventilation vers l'extérieur. Dans ce cas, une grande quantité d'eau peut se déposer dans l'isolant augmentant ainsi sa teneur en humidité alors que l'air humide se diffusant vers l'extérieur atteint le point de rosée à l'intérieur de l'isolant. Voilà pourquoi aucun tuyau de ventilation ne devrait être installé dans une toiture dépourvue de pare-vapeur sauf si on est assuré qu'il ne peut se produire de fuite d'air.

Dimensions et espacement

Les dimensions et l'espacement recommandés pour les tuyaux de ventilation sont établis principalement en fonction de la capacité de transfert latéral de l'humidité. La Division ne connaît cependant aucune méthode d'essai ou de calcul permettant d'en déterminer la valeur. Les tuyaux de ventilation vendus dans le commerce ont généralement 2 Po de diamètre, et les fabricants recommandent l'installation d'un tuyau par 1000 pi² de surface. Les tuyaux de ventilation faits sur mesure ont généralement un diamètre plus élevé, soit de 6 po ou plus. Les tuyaux de ventilation rectangulaires installés pour le séchage de béton de remplissage en granulat léger peuvent être encore plus gros et plus espacés. Pour toutefois tirer plein parti d'un système de ventilation de toiture il paraît essentiel de combiner tuyaux de ventilation d'avant-toit et la création de passages de ventilation spéciaux dans l'isolant.

Conclusion

La rétention d'humidité dans les toitures doit être évitée. Dans les toitures à double membrane d'étanchéité, ce problème peut être évité en prévoyant l'installation d'un système ventilé. La présence de tuyaux de ventilation peut diminuer la pression sous la membrane et contribuer au séchage de l'isolant lorsque sa teneur en humidité est faible. Il semble qu'elle soit peu efficace lorsqu'il s'agit de sécher un isolant mouillé, à moins que la source de mouillage soit éliminée et qu'un système de ventilation soit conçu pour favoriser le séchage de l'isolant. La ventilation peut être réalisée sans l'usage de tuyaux de ventilation (3); il existe également des systèmes qui n'exigent pas d'orifice de ventilation (4).

Références

1. Baker, M. C., La pourriture du bois. Conseil national de recherches du Canada, Division des recherches sur le bâtiment, **CBD 111F**, septembre 1972.

2. Baker, M. C., Conception des toitures de bois de manière à prévenir la pourriture. Conseil national de recherches du Canada, Division des recherches sur le bâtiment, **CBD 112F**, février 1973.
3. Handegord, G. 0. et Baker, M. C., Application des notions fondamentales pour la conception des toitures. Conseil national de recherches du Canada, Division des recherches sur le bâtiment, **CBD 99F**, novembre 1971.
4. Baker, M. C. et Hedlin, C. P., Toits à étanchéité multicouches protégée. Conseil national de recherches du Canada, Division de recherches sur le bâtiment, **CBD 150F**, janvier 1974.