

ÉTUDE SUR LA TENEUR EN EAU DES MURS DES MAISONS EN BALLOTS DE PAILLE

Introduction

Les maisons en ballots de paille ne sont pas très bien connues en Amérique du Nord. Il y a bien quelques cas isolés, mais leur petit nombre ne se prête pas aux essais par échantillonnage. Tout est nouveau à divers degrés : la conception, les détails, la construction des murs, le soutien pour les ballots, le revêtement extérieur, l'acceptation par les codes, etc. Les chercheurs et les constructeurs ne savent pas très bien comment les murs en ballots de paille réagissent à l'humidité. Qu'arrive-t-il si l'on construit avec de la paille humide? S'assèche-t-elle avec le temps? La paille peut-elle composer avec un excès d'eau plus naturellement que les produits de construction comme le bois? Le taux d'humidité dans la maison aura-t-il un effet sur les ballots de paille, surtout durant les longs hivers canadiens? Un pare-vapeur serait-il utile? Si la pluie mouille le stucco, la paille sous-jacente se mouille-t-elle aussi? Comment éviter qu'un mur adjacent à une fenêtre ne se mouille, quand il n'y a pas d'espace de drainage derrière le stucco pour évacuer l'eau?

Programme de recherche

La SCHL a commandé une recherche sur la teneur en eau des ballots de paille des murs et des planchers. Les travaux comprenaient la mise au point de dispositifs de surveillance, l'investigation des problèmes d'humidité dans des maisons en ballots de paille âgées et le contrôle des taux d'humidité dans les murs de maisons neuves.

On a aussi effectué des recherches en laboratoire sur la perméabilité du stucco et son absorption

d'humidité. La SCHL publiera les résultats de cette recherche dans un feuillet « Le point en recherche » plus tard cette année.

Mise au point des capteurs

Un entrepreneur a mis au point deux modèles, peu coûteux, de capteurs de teneur en eau. Ces dispositifs sont suffisamment précis pour que les propriétaires-occupants puissent surveiller la condition de leur maison. Deux capteurs différents ont été élaborés par l'entrepreneur. Le premier a été constitué à partir d'un capteur d'humidité relative pour les maisons — un hygromètre — qu'on peut se procurer chez Radio Shack. L'entrepreneur l'a démonté pour ensuite enfouir le capteur dans le mur et monter le dispositif d'affichage sur un mur intérieur.

Pour la fabrication du deuxième capteur, on a enfoui, dans le mur, une pièce de bois à laquelle on avait fixé deux conducteurs électriques raccordés à un hygromètre à bois permettant de relever la teneur en eau de la pièce de bois.

Les deux appareils sont de fabrication simple. La SCHL dispose de plans de montage gratuits pour les



deux appareils dans le numéro 96-206 du « Point en recherche » de la SCHL, intitulé *Étude hygrométrique des bottes de paille*, ou sur le site Web de la SCHL à l'adresse suivante :

<<http://www.cmhc-schl.gc.ca/publications/fr/rh-pr/tech/index.html#1996>>

Dans un article intitulé « *Homemade Straw-Bale-Moisture Meters* » tiré de la livraison printemps 1998 du magazine « *The Last Straw* », on suggère des modifications aux capteurs de la SCHL.

Essais sur le terrain

La SCHL a évalué la condition de plusieurs maisons en ballots de paille construites au Québec dans les années 80. Une étude portant sur l'état des ballots de paille utilisés pour construire des planchers de type « dalle alvéolée » dans quatre bâtiments a également été conduite récemment par la SCHL. Dans les deux cas, les chercheurs ont percé le fini de stucco ou de béton afin de prélever des échantillons de paille pour en analyser la teneur en eau.

À l'aide des capteurs peu coûteux, les chercheurs ont examiné sur place les taux d'humidité dans quatre groupes de maisons de construction récente dont :

- quatre en Nouvelle-Écosse,
- quatre en Alberta,
- neuf en Alberta (murs extérieurs) et
- cinq en C.-B. (murs extérieurs).

Résultats

Capteurs

Les essais sur le terrain ont révélé que les hygromètres et les capteurs de teneur en eau ont leur place — et que chacun a ses limites.

Les hygromètres réagissent plus vite que les capteurs à pièce de bois et leur affichage en continu est facile à lire. De nombreux propriétaires les trouvent peut-être trop encombrants. On se demande également si les capteurs peuvent survivre dans un milieu humide. On ignore aussi si cette réaction rapide permet

vraiment aux propriétaires-occupants de mieux comprendre la performance de leurs murs.

Pour relever la teneur en eau des pièces de bois, il faut un appareil de mesure. Le propriétaire-occupant estime la teneur en eau de la paille à partir de celle de la pièce de bois.

Puisque la teneur en eau change plus lentement que l'humidité relative, les détecteurs à pièce de bois pourraient être privilégiés pour avertir d'un risque pour la paille.

On utilise des facteurs de correction selon l'essence du bois et selon la température, quoique la recherche ait montré que la plupart des gens ne corrigeaient pas les lectures. La correction de température est importante. Parce que les gens n'ont pas appliqué les facteurs de correction, les résultats obtenus par temps froid pourraient être erronés dans une large mesure.

Les lectures obtenues à l'aide de l'hygromètre ainsi qu'avec les pièces de bois ne sont qu'approximatives. On ferait mieux d'utiliser les résultats à titre indicatif, par exemple : la paille est-elle nettement sèche ou est-elle nettement mouillée ou existe-t-il un risque à un point tel qu'il faille exercer une surveillance et un contrôle plus serrés?

Essais sur le terrain

Les chercheurs ont examiné les maisons du Québec en 1997. Ces maisons ont été construites selon une technique différente de celle en usage aujourd'hui. Le ballot de paille a été recouvert de mortier sur toutes ses faces, comme s'il s'agissait de briques immenses et le constructeur leur a ensuite appliqué un enduit de stucco. C'est M. Louis Gagné qui a été le premier à utiliser cette technique qui a d'ailleurs fait l'objet de plusieurs rapports de recherche à la SCHL. On peut commander de la SCHL le rapport de la recherche de 1997 intitulé *Étude pilote de contrôle de l'humidité dans les murs en ballots de paille recouverts de stucco*, ou le consulter en ligne à l'adresse suivante :

<<http://www.cmhc-schl.gc.ca/cmhc.html>>.

Lors de l'étude pilote, on a découvert que la paille était imbibée d'eau et attaquée par les moisissures à plusieurs endroits. Dans la conclusion, on écrivait :

« On peut trouver la cause des problèmes observés dans toutes les zones des murs de paille : les sources d'humidité, sa transmission et son emprisonnement ont pour résultat que la période humide annuelle nette est plus longue ou presque que la période sèche; la paille, qui reste trop longtemps humide au cours de la saison chaude, pourrit. »

L'étude conclut également que la zone de contact entre le stucco et la paille ne montrait aucun signe de détérioration.

Par ailleurs, les résultats de l'investigation des planchers en ballots de paille sont plutôt décourageants.

Sur un ensemble de douze échantillons, la teneur en eau de deux échantillons, dans une maison habitée, se situait dans une fourchette de 20 à 30 %, alors que celle de tous les autres excédaient 45 %. Certains échantillons atteignaient même un seuil de 300 %, à tel point qu'il y avait de l'eau libre dans les cavités.

Pour prévenir la pourriture de la paille, on recommande maintenant de limiter sa teneur en eau à 20 %, puisque la pourriture s'installe habituellement entre les valeurs de 25 et de 30 %. Les carottes prélevées révèlent que l'intérieur des planchers favorise la pourriture. Tous les échantillons se décolorent à la base de la cavité de béton, la pourriture progressant de bas en haut. Plus la paille avait été détrempée longtemps, plus la pourriture était avancée. Plusieurs ballots ont subi une perte de volume et se sont affaissés à l'intérieur de la cavité de béton. Dans le pire cas (une piscine isolée à l'aide de ballots de paille), on n'a trouvé qu'un amas de compost noir dans le fond de la cavité.

On effectue encore aujourd'hui le contrôle du plancher alvéolaire de la maison de Montréal à l'aide de capteurs à pièce de bois. Durant la première année suivant sa mise en place, la teneur en eau de la paille se situait entre 14 et 22 %.

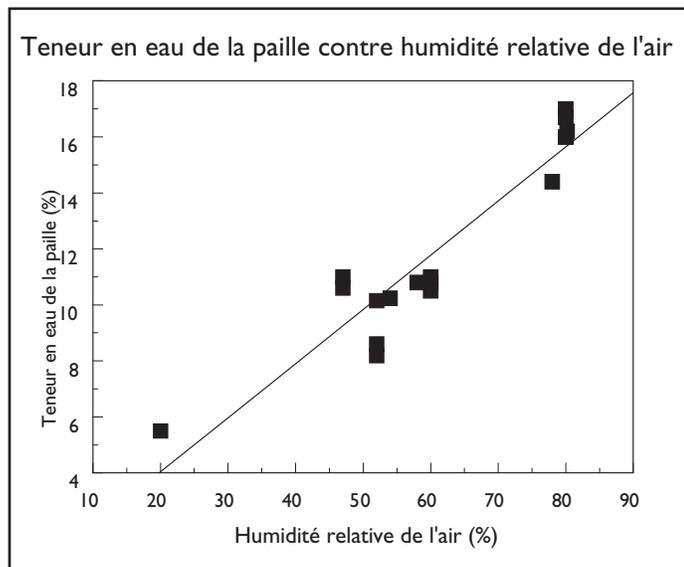
On a pris des lectures trimestrielles dans les quatre maisons albertaines à l'aide de plusieurs capteurs muraux pendant une année entière. Le chercheur Rob Jolly a posé les hygromètres au milieu des murs en ballots des quatre maisons.

Les résultats sont exprimés sous forme d'humidité relative de l'air dans le ballot. La majorité des lectures effectuées en juillet était inférieure à 75 %, sauf pour quelques lectures dans les murs des salles de bains qui se situaient dans une fourchette de 75 à 85%. À compter d'octobre 1997, presque tous les résultats oscillaient entre 35 et 45 %, avec des pointes entre 50 et 60% dans les espaces normalement humides comme les salles de bains. Les murs orientés au nord conservaient plus d'humidité durant l'été. Les taux d'humidité sont passés d'une gamme de 20 à 30 % à la mi-hiver pour atteindre 50 à 65 % durant l'été de 1998.

Plusieurs hygromètres ont été posés dans la paille tout juste derrière le stucco extérieur. Ces capteurs extérieurs ont relevé des taux d'humidité très élevés, jusqu'à 95 %, alors que les capteurs placés au milieu des ballots affichaient des valeurs beaucoup moins élevées. Il est donc probablement faux de croire que l'humidité est rapidement redistribuée à l'intérieur du ballot. On a constaté que les lectures d'humidité élevée suivaient une des rares pluies albertaines. Un deuxième programme de recherche sur ces maisons albertaines a donc été lancé afin de vérifier la portée du phénomène de mouillage de la paille extérieure.

Les mêmes tendances ont été observées dans les maisons de la Nouvelle-Écosse. La chercheuse, Shawna Henderson, a contrôlé les maisons néo-écossaises à l'aide des pièces de bois et des hygromètres à bois. Toutes les lectures, prises au milieu des murs en ballots, ont donné une teneur en eau du bois moyenne de 10 % en mai, et de 12 % en juillet, sauf pour quelques valeurs au-dessus des 15 %. Les lectures prises en septembre, généralement inférieures à celles de la mi-été, atteignaient en moyenne 11 %. Ces teneurs en eau du bois en Nouvelle-Écosse sont grosso modo les mêmes que les valeurs d'humidité relative de l'air

mesurées en Alberta (voir le graphique ci-dessous pour la conversion).



La lecture maximale, de 19 %, a été enregistrée dans un lieu où les problèmes d'infiltration d'eau sont fréquents. À la mi-hiver, les lectures oscillaient entre 6 et 8 % et atteignaient graduellement le maximum de l'année précédente au cours du printemps et de l'été. En moyenne, la teneur en eau des murs nord et est était légèrement supérieure (1 %) à celle des murs sud et ouest. Il n'est apparu aucune tendance à la hausse qui soit fonction de l'emplacement dans le mur (partie supérieure, partie moyenne ou partie basse du mur). Le rapport néo-écossais, *Humidité dans les maisons en bottes de paille*, Nouvelle-Écosse, est disponible à la SCHL.

Les essais à mi-épaisseur des murs ont révélé que peu de ballots avaient des taux d'humidité élevés, sauf lorsqu'il s'était produit des infiltrations d'eau importantes. La recherche a également montré que les capteurs, mêmes rudimentaires, ont fourni des renseignements utiles sur la teneur en eau de la paille. La série d'essais suivante visait à établir si la teneur en eau des ballots serait plus élevée derrière le stucco qu'ailleurs. C'est à cet endroit dans le mur que M. Rob Jolly avait remarqué des taux d'humidité relative élevés à la suite d'un court orage, conditions qui ont perduré pendant des semaines, malgré le retour du beau temps.

Le volet albertain de la recherche comprenait en fait huit maisons en Alberta et une maison située sur la côte pluvieuse de l'Ouest. Cette fois, M. Jolly s'est servi de capteurs à pièce de bois jumelés à un hygromètre à bois. Tous les capteurs ont été posés près du stucco extérieur. Les résultats obtenus dans le climat relativement sec de l'Alberta étaient similaires à ceux des deux études précédentes, avec des pointes en juin ou en juillet. M. Jolly a conclu que les murs en ballots de paille ne possédaient pas nécessairement une propension unique à retenir l'humidité. De toute évidence, les murs en ballots de paille, même en l'absence d'un pare-vapeur intérieur, sont capables de fournir un rendement satisfaisant dans des régions nordiques où les précipitations sont modérées.

En comparaison avec la construction à ossature de bois traditionnelle, les revêtements intérieurs et extérieurs des murs en ballots de paille ont une valeur en perms plus élevée (plus perméables). À l'intérieur de certaines limites, un mur en ballots de paille peut adsorber et absorber l'humidité ainsi que la diffuser, autant à l'intérieur qu'à l'extérieur de la structure. Cependant, cette capacité ne doit pas servir d'excuse pour mettre en œuvre des applications ou des concepts inopportuns.

Plus particulièrement, six des neuf maisons albertaines avaient des lectures que l'on pourrait qualifier d'acceptables (moins de 14 %). Deux maisons albertaines comportaient des lectures et des indications qui en faisaient des cas limites, voire inacceptables. Les taux élevés d'humidité étaient accompagnés d'échantillons de paille en décomposition ou détremés ou les deux. Dans les deux cas, les taux inacceptables d'humidité et les conditions délétères étaient le résultat d'au moins deux défauts de conception.

Le troisième cas douteux était celui de la côte ouest. Les taux élevés et soutenus d'humidité dans le mur nord étaient le résultat de l'humidité atmosphérique et non du mouillage extérieur.

Les taux d'humidité limites ou inacceptables ont été relevés dans des maisons dont la conception comportait au moins deux des caractéristiques suivantes :

- Avant-toits restreints ou complètement absents.
- Absence de coupures de capillarité entre le crépi de la fondation et le stucco au-dessus du niveau du sol.
- Bâtiment sujet au mouillage important et dépourvu de système de drainage.
- Utilisation de murs en ballots de paille sous le niveau du sol.
- Protection antiéclaboussure inadéquate.
- Exposition au nord.

Évidemment, le meilleur moyen de prévenir le mouillage des murs est d'empêcher la pluie de les atteindre. Néanmoins, compte tenu des systèmes et concepts muraux performants qui ont été examinés durant l'étude albertaine, il est devenu évident que de nombreuses stratégies de conception sont à la fois fonctionnelles et pratiques.

On ne sait pas encore si les maisons en ballots de paille conviennent aux climats très humides et pluvieux. Dans ces régions, il faut, à tout le moins, exercer un contrôle très serré lorsque les murs exposés au nord sont montés en ballots de paille. Le chercheur, Habib John Gonzalez, a démontré dans son étude des cinq maisons de la C.-B., que la teneur en eau du bois était typiquement inférieure à 12 %. Ces maisons se trouvaient à l'intérieur des terres de la C.-B. et non pas dans les forêts pluviales côtières. On a tout de même relevé des taux supérieurs, suivant l'application du stucco ou encore à un endroit où l'on savait que l'eau s'infiltrait. Une maison située au bord d'un lac comportait des lectures élevées au printemps — jusqu'à 14 %. Les taux d'humidité relative à l'extérieur étaient plus élevés à cet endroit que ceux des quatre autres emplacements.

Dans les autres maisons, aucune tendance saisonnière marquée n'a été décelée. Si l'on appliquait les facteurs de correction de température à chacune des données, il en résulterait une augmentation de 2 % par rapport aux lectures de

teneur en eau du bois, ce qui en soit n'amène pas la teneur en eau à des niveaux excessivement élevés.

Monsieur Habib résume les résultats de son étude comme suit :

« Aucune des maisons examinées n'était dotée d'une membrane protectrice entre le stucco et les murs en ballots de paille. Dans quelques cas, on a installé une membrane de protection sur la première rangée de ballots. Depuis 1995, j'ai participé à la construction de plus de 30 ouvrages réalisés en ballots de paille en C.-B., en Alberta, au Yukon et dans les États de Washington et de l'Idaho. Aucun des propriétaires-constructeurs ou des concepteurs n'a utilisé de pare-air ou de pare-vapeur. Sur le terrain, cette tendance se confirme : on remplace la feuille de protection intercalaire de la première rangée par un bouche-pores imperméable à stucco pour protéger le bas du mur des éclaboussures. Ces bouche-pores s'appliquent rapidement et facilement et ainsi le stucco pénètre profondément dans le ballot au lieu de reposer sur un treillis métallique dans lequel on a intercalé un papier de revêtement intermédiaire, le tout attaché au ballot avec de la corde d'emballage. Il y a un consensus évident contre l'utilisation de pare-air et de pare-vapeur dans les bâtiments érigés à l'aide de ballots à base de fibres. »

Conséquences pour les constructeurs de maisons en ballots de paille

La construction en ballots de paille, les matériaux utilisés et l'exécution des détails évoluent rapidement. Il est prudent de contrôler l'état des murs en ballots de paille. Les capteurs mis au point fonctionnent correctement et on peut en obtenir la description dans différentes sources.

De manière générale, les murs en ballots de paille étudiés étaient suffisamment secs pour éviter la décomposition, soit au milieu du ballot et même immédiatement sous le stucco extérieur. Toutefois, si les murs sont sujets à une surabondance d'eau

provenant de fuites de plomberie, d'un mouillage excessif ou de l'absence de protection contre la pluie, certains ballots commenceront à pourrir.

À ce jour, on ne possède pas suffisamment de données pour conclure que les membranes d'étanchéité (housewrap) ou les bouche-pores à maçonnerie réduisent la teneur en eau des murs en ballots de paille. On ne manque pas d'opinions à ce sujet, mais les maisons échantillonnées sont trop peu nombreuses pour tirer des conclusions valables. La teneur en eau de la paille dans les murs en ballot du climat littoral pluvieux de la côte ouest sera élevée, certes, mais on ignore si cela mènera à de graves défauts dans les murs.

Pour commander les publications mentionnées dans ce Point en recherche ou pour vous renseigner sur d'autres feuillets de cette collection et sur les publications de la SCHL, veuillez communiquer avec :

*Le bureau local de la SCHL
ou la
Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario) K1A 0P7*

*Tél. : 1 800 668-2642
Télec. : 1 800 245-9274*

ou

*Visitez notre site Web à l'adresse :
<www.cmhc-schl.gc.ca>*

© 2000 Société canadienne d'hypothèques
et de logement
Imprimé au Canada
Produit par la SCHL

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la *Loi nationale sur l'habitation*, le gouvernement du Canada autorise la SCHL à consacrer des fonds à la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et à publier et diffuser les résultats.

Le présent feuillet documentaire fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche de la SCHL.

Les feuillets documentaires de la série *Le point en recherche* comptent parmi les diverses publications sur le logement produites par la SCHL.

Pour recevoir la liste complète de la série *Le point en recherche*, ou pour obtenir des renseignements sur la recherche et l'information sur le logement de la SCHL, veuillez vous adresser au :

Centre canadien de documentation sur l'habitation
Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario) K1A 0P7

Téléphone : 1 800 668-2642
Télécopieur : 1 800 245-9274

NOTRE ADRESSE SUR LE WEB : www.cmhc-schl.gc.ca/Recherche

Cette publication contient les renseignements les plus à jour dont disposait la SCHL au moment de sa parution, lesquels ont été revus par des experts du secteur de l'habitation. Toutefois, la SCHL n'assume aucune responsabilité pour les dommages, les blessures, les coûts et les pertes pouvant découler de l'utilisation de ces renseignements.