LE POINT EN RECHERCHE

Série technique 99-117

ASSèCHEMENT DES MURS ET ANALYSE PARAMéTRIQUE DU PAREMENT DE STUCCO VENTILé

Introduction

L'humidité finit par détruire les ossatures de bois lorsque son taux demeure suffisamment élevé pour favoriser la manifestation de moisissure et la dégradation pendant de longues périodes. Les murs subissant peu de fuites d'air, peu d'infiltration de pluie et de condensation peuvent toujours être sujets à des problèmes d'humidité si l'humidité n'arrive pas à s'échapper. Les mesures prises en vue de prévenir les fuites d'air et la condensation, et de garder les matériaux au sec au cours des travaux de construction, se révèlent inefficaces à moins d'adopter des dispositions visant à assurer leur assèchement ultérieur.

Les expériences tentées jusqu'à présent dans des murs semblables à ceux qui sont les plus répandus dans le climat côtier de la C.-B. indiquent de très lents taux d'assèchement lors de la simulation de conditions hivernales. Il a été proposé, à titre de solution, de prévoir une lame assurant la ventilation et l'évacuation de l'eau derrière le stucco, à la fois dans le but de contrôler la pénétration de la pluie en agissant tel un écran pare-pluie et d'accroître l'assèchement vers l'extérieur. On prévoit mener des expériences en laboratoire pour vérifier si cette mesure favorise effectivement l'assèchement.

Tellement de variables entrent en ligne de compte qu'il n'est pas simple de concevoir des expériences en vue de découvrir la meilleure stratégie à adopter pour recourir à une lame ventilée sans tester un nombre déraisonnable de cas. Le modèle informatique employé dans le cadre de l'étude en cours a permis d'envisager un grand nombre de possibilités. Il a contribué à cerner les paramètres les plus importants et à prédire la performance attendue de concepts particuliers dans des conditions d'essai spécifiées. Ces renseignements serviront à concevoir des expériences destinées à valider le modèle en tant qu'outil de conception, si les prédictions sont confirmées, sans devoir tester toutes les combinaisons possibles.

Investigation

Les objectifs poursuivis consistaient à :

- étudier les effets de faire varier la profondeur de la cavité d'aération;
- étudier la restriction des orifices d'évacuation depuis la cavité ventilée à l'extérieur;
- ü classer, par capacité d'assèchement, les différents ensembles soumis à des conditions identiques de température et d'humidité hivernales en régime permanent simulé.
- évaluer, dans ces conditions, l'assèchement des murs dépourvus de pare-vapeur.

De plus, les bardages de bois et de vinyle ont été comparés au revêtement de stucco dans un certain nombre de cas. On a effectué plus de 342 simulations de murs différents. Le modèle utilisé était une version modifiée de WALLDRY, logiciel mis au point pour la SCHL en 1988, mais par la suite modifié pour tenir compte des infiltrations et exfiltrations d'air, des algorithmes d'isotherme de sorption pour les matériaux autres que le bois massif et des propriétés de diffusion de vapeur variant selon la teneur en eau.

Le modèle n'étudie pas le transfert de masse liquide par diffusion capillaire. Aucune des simulations ne portaient sur les fuites d'air. Même si le modèle tient compte des variations de résistance à la diffusion de vapeur d'eau et de différentes teneurs en eau pour certains matériaux, la conductivité thermique est présumée constante, quelle que soit la teneur en eau. Le modèle n'a pas encore été comparé à d'autres modèles informatiques plus étendus. Par contre, il a été comparé aux résultats obtenus sur place de murs exposés au climat des provinces atlantiques et de l'Ontario. Pour les besoins du présent rapport, les conditions de modélisation représentent les conditions hivernales de Vancouver (C.-B.), sans que les surfaces extérieures soient mouillées par la pluie. Il faut garder à l'esprit que les murs qui semblent bien performer lors des simulations (ou en laboratoire) pourraient subir des problèmes dans des conditions estivales, compte tenu du climat et des conditions régnant à l'intérieur.

Murs à l'essai et conditions

Voici la composition du mur de base soumis aux simulations :

- plaque de plâtre de 12,7 mm;
- pare-vapeur en polyéthylène de 0,15 mm (0.006 po);
- éléments d'ossature de 38 x 89 mm, à entraxe de 406 mm, dont la surface enregistrait une teneur en eau de 35 % et l'âme 25 %;
- isolant thermique en fibre de verre;
- revêtement intermédiaire en panneau de copeaux orientés (OSB) de 12,5 mm, avec une teneur en eau initiale de 25 %;
- 2 couches de papier de construction coté «30 mn»;

SCHL CMHC

AU COEUR DE L'HABITATION
Canada

- cavité ventilée de 0 à 38 mm, avec différents arrangements de ventilation;
- revêtement en stucco de 21 mm, perméable ou imperméable, avec une teneur en eau équilibrée avec celle de la chambre (environ 0,9 % la plupart du temps).

Après une première exploration, on a arrêté un plan paramétrique pour répondre aux questions suivantes :

En présumant que le stucco est découplé de l'ossature murale, c'est-à-dire que la face intérieure du stucco est imperméable et non-absorbante :

1. Quelle est l'influence de la profondeur de la cavité de ventilation et du jeu de ventilation?
2. Quelle est l'influence de l'humidité relative extérieure sur le taux d'assèchement?
3. Quelle est l'influence de la température extérieure sur le taux d'assèchement?

En présumant que le stucco est couplé à l'ossature murale, c'est-à-dire que le stucco est perméable et absorbant :

4. Quelle est l'influence de l'humidité relative de la chambre sur le taux d'assèchement des murs? Quelle quantité d'humidité sera retirée par diffusion à travers le mur plutôt que par ventilation?

En général :

5. Quelles difficultés se poseront en laboratoire en raison de la redistribution de l'humidité, lorsque le poids global servira à mesurer l'assèchement?
6. Quelles sont les distributions de la perte d'humidité dans les murs et les gradients d'humidité dans les différents éléments des murs?
7. Qu'arrive-t-il lorsque le jeu de ventilation en partie supérieure est fermé?
8. Quel effet le vent simulé exerce-t-il sur les taux d'assèchement?
9. Les taux d'assèchement diffèrent-ils lorsqu'on emploie des panneaux de contreplaqué plutôt que des panneaux de copeaux orientés (OSB)?
10. Quel est l'effet d'employer des éléments d'ossature de 38 x 140 mm plutôt que de 38 x 89 mm?
11. Quel est l'effet qu'exerce sur l'assèchement l'absence de pare-vapeur en polyéthylène?
12. Quel est le taux d'assèchement des murs revêtus d'un bardage de vinyle ou de bois comparativement aux murs revêtus de stucco?

La plupart des simulations ont été exécutées pendant 150 jours, période insuffisante dans la plupart des cas pour parvenir à des conditions d'équilibre, mais suffisante pour établir des prédictions pour fins de comparaison avec les résultats obtenus en laboratoire.

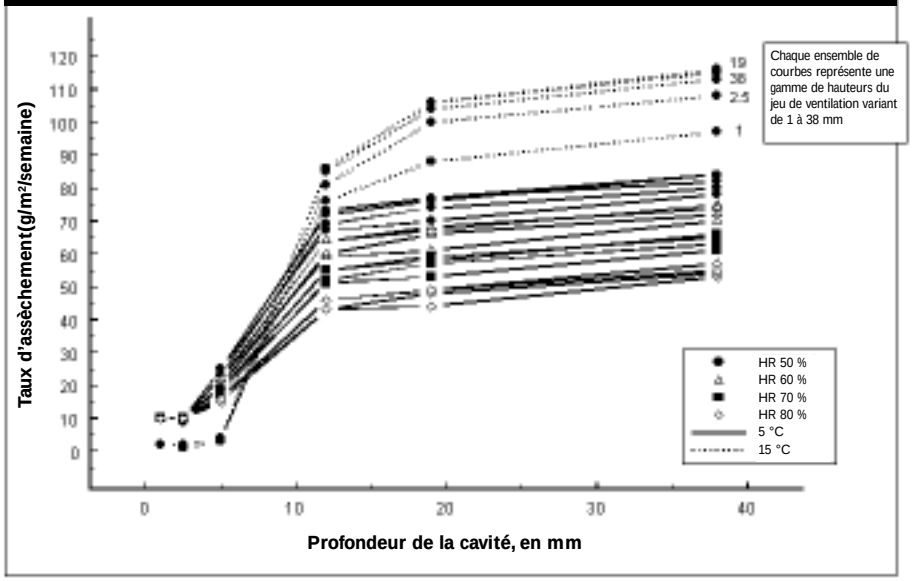
Le modèle a également permis de prédire les effets de différentes conditions et méthodes expérimentales. Des degrés bas de température et d'humidité du côté froid peuvent diminuer le temps requis pour mener une expérience. S'il est validé, le modèle pourra alors servir à prédire les taux d'assèchement lorsque les conditions régnant du côté froid seront plus ou moins propices à l'assèchement. La perte de poids globale prédite s'est avérée un indicateur peu fiable du changement de teneur en eau des éléments d'ossature, en raison de la confusion entourant les changements de teneur en eau stockée dans le stucco et les autres matériaux.

Résultats

Les réponses aux questions posées sont trop nombreuses et détaillées pour être présentées intégralement dans le présent résumé. Certaines précisions sont apportées ci-dessous, mais les conséquences les plus importantes sont reprises sous la rubrique *Importance pour le secteur de l'habitation.*

Questions 1, 2 et 3 Les effets, dans le cas du revêtement de stucco imperméable, de la profondeur de la cavité ventilée, de la hauteur des ouvertures de ventilation, de l'humidité relative et de la température de la chambre d'essai, sont indiqués dans la figure 1. La profondeur de la cavité ventilée importe plus que toute autre variable pour déterminer le taux d'assèchement. La hauteur des ouvertures de ventilation revêt moins d'importance, et le taux d'assèchement le plus élevé ne se produit pas toujours lorsque le jeu est le plus prononcé. L'élévation de la température extérieure accroît le taux d'assèchement, mais uniquement tant que la cavité a 12 mm ou plus de profondeur. Un degré d'humidité relative extérieur plus élevé réduit les taux d'assèchement.

Figure 1
Effets des paramètres de ventilation, de l'humidité relative et de la température extérieures sur le taux d'assèchement.



Question 4 Pour le revêtement de stucco perméable, les taux d'assèchement augmentent considérablement dans l'ensemble, comparativement au stucco ou aux systèmes qui empêchent l'assèchement par diffusion à travers le stucco.

Question 5 Au cours d'une expérience, le stucco peut parvenir à l'équilibre avec les conditions régnant dans le laboratoire où le mur a été stocké. Alors, s'il est exposé aux conditions de la chambre d'essai, le mur subit une nouvelle série de conditions environnementales et une augmentation de poids peut survenir à mesure que le mur parvient à l'équilibre avec les nouvelles conditions. Ce phénomène peut être constaté dans la figure 2 où le stucco qui enregistre au point de départ une teneur en eau peu élevée devient mouillé sous l'effert du transfert d'humidité provenant

du mur derrière et de l'atmosphère de la chambre. La masse totale du mur augmente pendant un certain temps avant d'enregistrer une perte nette d'humidité. Cela risque de semer la confusion quant à l'interprétation de la perte de poids des éléments sensibles du mur, à moins qu'on puisse l'établir indépendamment de la perte de poids globale.

Question 6 À mesure que s'effectue l'assèchement, l'humidité est redistribuée à l'intérieur du mur. Les éléments chauds s'assèchent rapidement d'abord, mais la teneur en eau du revêtement intermédiaire et du stucco augmente. Le revêtement intermédiaire finit par s'assécher à mesure que l'humidité se retire du mur, mais le stucco parvient à une teneur en eau équilibrée par rapport à l'humidité de l'air de la cavité et à l'air extérieur (avec un taux constant de diffusion de l'humidité à travers le stucco, tant que le taux d'assèchement total demeure constant). Dans les 150 jours d'assèchement dont fait état la figure 2, seuls les poteaux perdent suffisamment d'humidité pour que leur taux d'assèchement baisse graduellement.

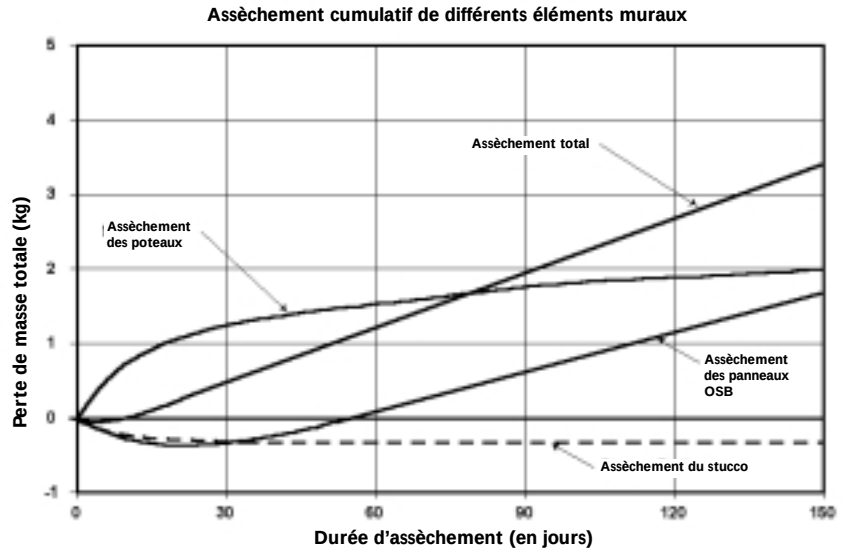
Question 7 Obturer le dessus de la cavité réduit l'assèchement par ventilation, mais laisser même un petit jeu (1 mm) en partie supérieure contribue à assécher le mur.

Question 8 Le vent simulé a réellement réduit le taux d'assèchement. Le mouvement induit par le vent par la cavité de ventilation a abaissé la température de l'air et augmenté l'humidité relative, réduisant ainsi la possibilité d'assèchement par ventilation. En raison de la faible différence (stabilisée) de pression entre le bas et le haut (1 Pa), le mouvement laminaire s'est fait assez lentement. Le mouvement de turbulence dans la cavité et la fluctuation des vents pourraient favoriser l'assèchement.

Question 9 Les teneurs en eau initiales des revêtements intermédiaires compliquent l'interprétation et l'analyse des simulations visant à comparer la possibilité d'assèchement des murs revêtus de panneaux de copeaux orientés (OSB) ou de contreplaqué. En commençant par une teneur en eau de 25 % sur la base du poids anhydre des revêtements intermédiaires, la masse anhydre plus élevée du panneau de copeaux orientés (OSB) entraîne une charge d'humidité supérieure à celle du contreplaqué. Au terme d'une période de simulation de cinq mois pendant laquelle il a été soumis à une pression neutre et à aucun vent, le revêtement intermédiaire en contreplaqué du mur était plus sec que celui en panneau de copeaux orientés (OSB) et il en était de même des éléments d'ossature en bois. Comme la quantité d'humidité à retirer est supérieure, il faut plus de temps pour parvenir au même niveau d'humidité. La situation ne vaut peut-être pas pour tous les contreplaqués et tous les panneaux de copeaux orientés (OSB), puisque les propriétés de ces produits peuvent varier par rapport à ce que l'on tient pour acquis

Question 10 Si la teneur en eau initiale des éléments d'ossature est la même, un mur à ossature de bois en éléments de 38 x 140 mm renfermera 57 % plus d'eau qu'un mur d'ossature en éléments de 38 x 89 mm en raison de l'augmentation de volume. Dans les conditions simulées, la surface interne du revêtement intermédiaire a connu une augmentation de teneur en eau pendant 20 jours, après quoi elle est parvenue à saturation. Elle est demeurée saturée pendant une autre période s'échelonnant de 70 à 80 jours avant de commencer à s'assécher de nouveau, sans jamais parvenir à la teneur initiale de

Figure 2
Assèchement des murs avec revêtement de stucco perméable, cavité de 19 mm, température extérieure de 5°C et humidité relative extérieure de 70 %.



25 %, même après 150 jours. Dans l'ensemble (dans toute l'épaisseur), le revêtement intermédiaire a enregistré un gain d'humidité pendant environ 100 jours, même si les poteaux, la surface externe du revêtement intermédiaire et tout le mur ont continuellement perdu de l'humidité depuis le début. Dans le cas de l'ossature en éléments de 38 x 89 mm, le profil d'assèchement est semblable, mais la teneur en eau maximale de la surface interne du revêtement intermédiaire est moindre et revient plus vite à la teneur en eau d'origine.

Question 11 L'assèchement du mur dépourvu de pare-vapeur intérieur (feuille de polyéthylène ou peinture pare-vapeur appliquée sur les plaques de plâtre) s'est effectué beaucoup plus rapidement que le même mur avec un pare-vapeur; plus de la moitié de la quantité d'humidité s'est échappée du mur. Au terme de la période de simulation de 150 jours, les poteaux du mur dépourvu de polyéthylène s'étaient asséchés au point d'atteindre presque l'équilibre à environ 12 %, la surface interne du revêtement intermédiaire était parvenue à l'équilibre aux environs de 14 % et le stucco avait commencé à s'assécher, alors que les poteaux du mur sans polyéthylène enregistraient une teneur en eau de 15 %, la surface intérieure du revêtement intermédiaire 23 % et le stucco affichait à peu près aucun assèchement. La simulation du mur sans polyéthylène montre aussi qu'au cours des premiers stades d'assèchement, la teneur en eau de l'intérieur du revêtement intermédiaire a augmenté pendant moins de 10 jours avant de parvenir à sa teneur en eau initiale de 25 % comparativement à la période de simulation de 120 jours requise dans le cas du mur avec polyéthylène.

Importance pour le secteur de l'habitation

Dans l'attente de la validation du modèle en comparant les résultats d'essais en laboratoire avec les prédictions du modèle, les conclusions formulées ici devraient s'avérer utiles aux concepteurs chargés de mettre au point des murs pouvant s'assécher après être devenus mouillés, avant que la dégradation prenne le dessus. Ces prédictions ne seront pas toutes testées, mais si le modèle prédit avec exactitude les

observations en laboratoire, il sera logique de présumer que les prédictions non testées seront valides. Voici les résultats significatifs :

- La profondeur de la cavité de ventilation importe plus que toute autre variable à l'étude, y compris les dimensions des ouvertures de ventilation. L'assèchement est considérablement réduit en l'absence de cavité entre l'arrière du stucco et la membrane de revêtement.
- Les taux d'assèchement en régime permanent sont plus élevés lorsque l'assèchement peut s'effectuer par diffusion par le stucco, en plus de la ventilation. Si le stucco est fini avec un revêtement imperméable, ou séparé de la cavité par un matériau d'appui imperméable, les taux d'assèchement par diffusion sont réduits.
- Fermer complètement le dessus de la cavité ventilée ralentit l'assèchement considérablement; par contre, laisser un jeu d'aussi peu que 1 mm suffit pour que les taux d'assèchement s'approchent de ceux qui se produiraient en laissant au haut et au bas des ouvertures de ventilation d'une surface équivalente.
- S'abstenir de mettre un pare-vapeur intérieur a pour effet d'accélérer l'assèchement au départ, à la condition de retarder l'application de peinture à l'intérieur. (Cependant, il pourrait se produire ultérieurement des fuites d'air ou de la condensation, puisque le pare-vapeur protège contre l'humidité l'arrière des plaques de plâtre dans les espaces entre les poteaux.)
- Le bardage de vinyle retient l'humidité plus longtemps dans le mur que le stucco perméable. Par contre, le résultat prédit pourrait différer avec une meilleure caractérisation des fuites d'air effectives du bardage de vinyle. (Il a été modélisé sans tenir compte des effets de ventilation des détails des bords, de la ventilation en haut et au bas, des orifices de ventilation, des joints, ou de l'action de pompage lorsque le vent fait fléchir le bardage).
- Le bardage en bois peint, dont l'arrière est revêtu d'une couche d'apprêt appliquée en contact direct avec la membrane de revêtement retarde l'assèchement autant que le vinyle. En outre, le bardage proprement dit deviendra plus tard suffisamment mouillé pour entraîner la détérioration, dans les conditions de simulation. L'asssèchement du mur se faisait bien lorsque le bardage en bois était posé sur des fourrures, la cavité en résultant étant ventilée à l'extérieur par le bas, et un jeu minime étant laissé au haut. Ainsi, le bardage demeurait également à l'état sec.
- Le mouvement d'humidité provenant du mur est contrôlé par le revêtement intermédiaire. Les murs avec revêtement intermédiaire en contreplaqué s'assèchent probablement plus rapidement que les murs avec revêtement intermédiaire en panneaux de copeaux orientés (OSB), d'après les propriétés connues des matériaux. Mais, étant donné que les propriétés véritables des panneaux OSB varient d'un fabricant à l'autre, il pourrait ne pas être possible de généraliser tout à fait cette conclusion.
- L'humidité initiale des murs constitués d'éléments de 38 x 140 mm prend plus de temps à s'assécher que dans les murs constitués de poteaux de 38 x 89 mm, ayant la même teneur en eau fondée sur le poids anhydre (puisqu'il y a au départ plus d'humidité dans le bois).
- Lorsque l'assèchement sera commencé, la face intérieure du revêtement intermédiaire sera davantage mouillée que la face extérieure, avec un gradient élevé de teneur en eau à travers l'épaisseur. Il y aura également des gradients d'humidité verticaux dans le revêtement intermédiaire en raison de la façon dont l'humidité s'échappe en partie supérieure de la lame de ventilation, s'il y en a une.
- Dans les conditions de simulation, l'assèchement retardé par le vent, en raison de la température de la cavité ventilée, a été plus faible, atténuant la possibilité d'assèchement entre la cavité et l'extérieur.
- En fin de compte, il faut avoir à l'esprit que les simulations ont été effectuées en régime permanent. L'assèchement des murs dans des conditions météorologiques véritables pourrait varier.

Directeur de recherche : Jacques Rousseau

Rapport de recherche : *Drying of Walls with Ventilated Stucco Cladding: A Parametric Analysis*, 31 mars 1999

Consultant : DMO Associates

Le lecteur intéressé peut obtenir le rapport de recherche intégral auprès du Centre canadien de documentation sur l'habitation, à l'adresse indiquée ci-dessous.

Recherche sur l'habitation 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 en publier et à en 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 addresser 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

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La SCHL se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.