

Sommaire Recherche et développement



Valeur
au
bois

RDS 2009-04-F

Systemes de raccordement de panneaux préfabriqués

Les bâtiments préfabriqués ont beaucoup gagné en popularité ces dernières années, et on prédit à ce système de construction une croissance soutenue en Amérique du Nord au cours des vingt prochaines années. Le nombre de fabricants de bâtiments préfabriqués est évalué à environ 320 au Canada (Industrie Canada, 2009). De plus en plus de composants et de sous-systèmes de bâtiments (murs, planchers, toits) sont maintenant usinés. Cela tient aux améliorations récentes apportées au procédé de fabrication, à la pénurie de main-d'œuvre spécialisée en méthodes de construction classique et au besoin de solutions optimales pour l'industrie du bois de construction.

Comme pour tout autre système de construction, il importe de bien connaître les performances des assemblages d'éléments préfabriqués lorsqu'ils sont exposés à des charges environnementales extrêmes, comme des vents violents ou des tremblements de terre, phénomènes naturels relativement courants en Amérique du Nord. Participant au système de résistance aux charges latérales, les murs de contreventement transmettent à la fondation les charges extérieures provenant des diaphragmes (toit ou étages supérieurs). Les performances d'un mur de contreventement soumis à une charge dépendent, en définitive, de divers paramètres, comme les systèmes de raccordement « ossature à ossature » et « revêtement intermédiaire à ossature », le type et l'épaisseur du revêtement intermédiaire et le type d'ancrage du mur à la fondation (Dolan et Heine, 1997; Salenikovich et Dolan, 2000).

Les panneaux muraux sont fabriqués en longueurs de 2 à 16 pieds et sont raccordés de façon linéaire ou en angle. Assembler des sections de mur et fixer ces assemblages aux structures supérieure et inférieure peut se révéler fastidieux et coûteux. Les méthodes de raccordement diffèrent d'un fabricant à l'autre, et selon l'emplacement du chantier de construction. Par ailleurs, les composants et sous-systèmes sont conçus et fabriqués dans des bâtiments à atmosphère contrôlée, mais des problèmes peuvent survenir au moment de l'assemblage et du raccordement de ces éléments sur le chantier. D'où la



nécessité d'en savoir plus sur les performances des systèmes préfabriqués, afin de garantir leur conformité aux exigences des codes locaux.

Les travaux décrits dans le présent rapport visaient les objectifs suivants :

- évaluer des systèmes muraux entiers, assemblés à l'aide de plusieurs systèmes de raccordement « mur à mur » et soumis à des charges de flexion et de contreventement;
- formuler des recommandations pour l'amélioration des systèmes de raccordement couramment employés avec les panneaux préfabriqués en bois.

Méthodologie

Plusieurs visites ont été faites chez d'importants fabricants de murs préfabriqués et de maisons modulaires au Québec. Ces visites devaient mener à une meilleure connaissance de l'industrie des composants et des bâtiments préfabriqués, du type de panneaux muraux préfabriqués offerts par ces fabricants, et des différents types de systèmes de raccordement couramment utilisés dans les assemblages muraux préfabriqués. Ces visites ont aussi été une occasion de discuter avec le personnel des usines des divers problèmes liés à la production et à l'assemblage des panneaux préfabriqués.

Le rapport présente les résultats de 18 essais en contreventement et de 9 essais en flexion effectués sur des murs pleine grandeur de 2,44 m sur 2,44 m constitués de deux sections (1,22 m sur 2,44 m) assemblées avec trois types de raccordement différents (figures 1 et 2). Les montants étaient à 406 mm d'entraxe et les membrures étaient constituées de deux montants réunis par deux clous ordinaires Ø 4,1 de 89 mm (16d) à 610 mm d'entraxe. Les montants étaient assemblés à la poutre sablière et à la sablière basse à l'aide de deux clous ordinaires 16d à chaque extrémité. Sur un côté de l'ossature était posé un revêtement intermédiaire, soit des panneaux OSB (panneaux à copeaux orientés) de 11 mm d'épaisseur. Les panneaux étaient fixés à l'aide de clous Ø 2,9 de 63,5 mm (8d) plantés au pistolet cloueur à 152 mm d'entraxe sur le périmètre, et à 305 mm d'entraxe à l'intérieur du périmètre. Plusieurs types de fixation des murs à la fondation ont aussi été étudiés, soit des boulons, des clous et des boulons d'ancrage.

Des essais de contreventement monotones et cycliques ont été effectués selon les normes ASTM applicables. Les essais en flexion ont été réalisés selon un nouveau protocole fondé sur le calcul de la pression du vent correspondant à cinq catégories d'ouragan, soit des vents d'une vitesse variant de 112 à 257 km/h. Des sacs gonflables simulaient la pression du vent qui s'exerçait sur les trois types de raccordement du mur à la fondation.



Figure 1 : Montage type d'un essai de contreventement avec l'instrumentation nécessaire à la mesure de la déformation.

Résultats

Les résultats des divers essais en flexion des murs assemblés à l'aide de différents systèmes de raccordement inter-section et de fixation à la fondation ont révélé ce qui suit :

- La résistance au contreventement des murs soumis à une charge monotone ou cyclique était relativement peu influencée par le type de connexion centrale couramment utilisée pour assembler des sections de mur.
- Indépendamment du type de connexion inter-section employé dans les essais de charge monotone ou cyclique, les murs fixés à la fondation à l'aide de boulons d'ancrage étaient près de trois fois plus résistants que ceux qui étaient cloués à la base. Leur rigidité était 80 % plus élevée, et ils dissipaient de cinq à sept fois plus d'énergie avant d'atteindre le point de rupture.
- Par ailleurs, le mode de charge semble avoir exercé une certaine influence sur la capacité de charge et, dans une moindre mesure, sur la rigidité des systèmes de murs usinés, indépendamment du type de connexion entre les sections du mur ou entre le mur et la fondation.

En ce qui concerne les forces hors plan, les murs ont résisté à une pression de vent de plus de 4,3 kPa (ce qui correspond à une vitesse soutenue de 232 km/h), soit l'équivalent d'un ouragan de catégorie 4. Leur résistance était déterminée par celle des colombages plutôt que par le mode de connexion.

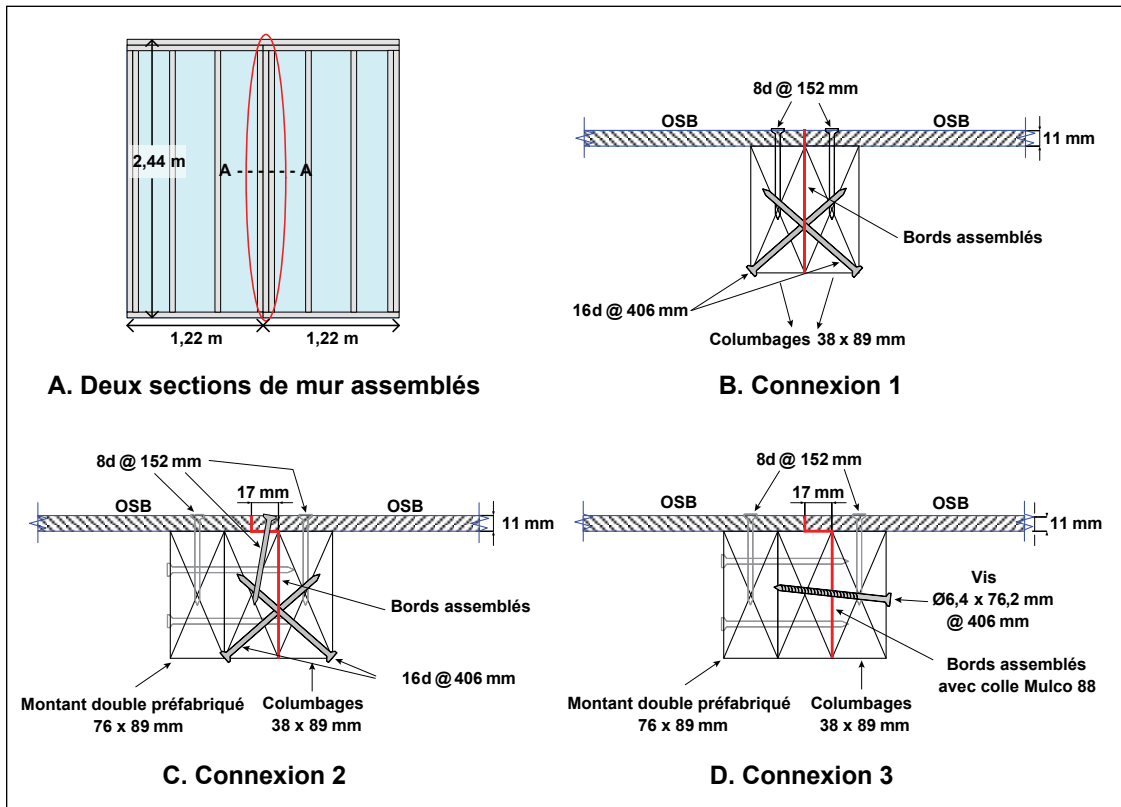


Figure 2 : Représentation schématique d'un mur d'essai à deux sections, assemblées avec trois types de connexion.

Application des résultats et avantages

En 2007, les exportations canadiennes de bâtiments préfabriqués ont été évaluées à 554 M\$, ce qui représente une augmentation de 12,5 % par rapport à l'année précédente. Les droits imposés par les États-Unis sur le bois d'œuvre canadien ont été un fort stimulant de l'essor de l'industrie. Pour que cette industrie poursuive son élan de croissance, il est nécessaire de donner une assurance de qualité et d'accroître la confiance des clients à l'égard des assemblages préfabriqués, notamment par la recherche et le développement.

La présente étude a révélé que les systèmes de raccordement actuellement utilisés dans l'industrie pour l'assemblage des panneaux préfabriqués sont en mesure de résister aux charges habituelles auxquelles ils sont exposés en service. Toutefois, certains paramètres, comme la vitesse de

montage et la facilité d'assemblage, sont des sujets de préoccupation persistants pour l'industrie des éléments de construction préfabriqués. Sont présentées ci-après quelques recommandations de travaux futurs en vue d'améliorer les systèmes de raccordement utilisés dans l'assemblage de murs préfabriqués.

- L'industrie des éléments de construction préfabriqués doit collaborer étroitement avec les fabricants de dispositifs de connexion pour développer de nouveaux systèmes de raccordement qui soient fiables, faciles à installer et économiques.
- Il est recommandé de passer en revue les pratiques en vigueur dans d'autres industries afin de recenser des technologies et des systèmes de raccordement brevetés et efficaces, développés ailleurs

(p. ex. le système Cam-Lock de Murus pour panneaux de construction isolants, les systèmes de raccordement sur chantier d'éléments en béton préfabriqués). Beaucoup de ces systèmes pourraient être avantageusement utilisés pour l'assemblage de panneaux préfabriqués.

- Il convient d'explorer le développement d'éléments muraux normalisés et la mise au point de procédés de fabrication efficaces et davantage automatisés, qui permettraient d'installer la plupart des systèmes de raccordement et des composants dans une atmosphère contrôlée (en usine). À terme, cela réduirait le temps d'assemblage sur le chantier et améliorerait la précision et les performances structurales globales des systèmes de raccordement.



Remerciements

FPIInnovations – Division Forintek exprime sa gratitude à Ressource naturelles Canada, Service canadien des forêts pour son appui financier à la réalisation de la présente recherche.

Des remerciements spéciaux vont à MM. Alexander Salenikovich, Ph. D. et à Robert Beaugard, Ph. D. du Département des sciences du bois et de la forêt de l'Université Laval pour leur importante contribution technique. Les auteurs souhaitent souligner le travail remarquable des techniciens du Programme des systèmes de construction de Forintek et de ceux du Département des sciences du bois et des forêts de l'Université Laval.

Références

Dolan, J. D., Heine, C. P. 1997. Monotonic test of wood-frame shear walls with various openings and base restraint configurations. Report No. TE-1997-001. Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, VA, USA.

Salenikovich, A. J., Dolan, J. D. 2000. The racking performance of light-frame shear walls with various tie-down restraints. *6th World Conference on Timber Engineering*, Whistler Resort, Colombie-Britannique, Canada. 31 juillet-3 août 2000.

Pour tout renseignement supplémentaire sur ce sujet, veuillez communiquer avec :

Mohammad Mohammad
FPIInnovations – Division Forintek
Tél : 418 659-2647, poste 3105
mohammad.mohammad@fpinnovations.ca

This R&D Summary is also available in English.

Pour la version intégrale des rapports de recherche, consulter le site Web de *Valeur au bois* (www.valeuraubois.ca).

Partenaires du programme de recherche *Valeur au bois*



^{MC}FPIInnovations, son logo et Forintek sont des marques de commerce de FPIInnovations



**Valeur
au
bois**

Dans le cadre du programme *Valeur au bois*, financé par Ressources naturelles Canada, les conseillers industriels de Forintek offrent des services techniques aux entreprises de valeur ajoutée partout au Canada. Informez-vous des ateliers prévus dans votre région en consultant www.valeuraubois.ca, ou passez par le site (Support technique) pour toute demande de renseignement technique en rapport avec la transformation du bois.

Pour commander le rapport complet, adressez-vous à :

Marielle Martel
FPIInnovations – Division Forintek
Région de l'Est
publications.forintek@fpinnovations.ca
Tél. : 418 659-2647
Télé. : 418 659-2922

Helen Ramsay
FPIInnovations – Division Forintek
Région de l'Ouest
publications.forintek@fpinnovations.ca
Tél. : 604 224-3221
Télé. : 604 222-5690