

Réduire les coûts du logement abordable

LES COFFRAGES À BÉTON ISOLANTS

Introduction

Les infiltrations d'air sont responsables d'une part importante de la charge de chauffage et de climatisation d'un bâtiment. Les bâtiments de haut rendement ont une enveloppe bien isolée et étanche à l'air. La technique des coffrages à béton isolants (CBI) produit des bâtiments extrêmement étanches à l'air, bien isolés et possédant une bonne longévité. Les constructeurs se sont familiarisés avec cette technologie, de sorte que les coûts de construction des bâtiments en CBI ont diminué. Les coûts sont comparables à ceux d'une construction à ossature de bois, en particulier pour les bâtiments de faible hauteur, quand on tient compte du fait que les CBI constituent à la fois la structure, l'isolant, le pare-air et le pare-vapeur. La qualité de leur isolation et de leur étanchéité à l'air peut se traduire par des économies de coûts d'occupation qui compensent les coûts de construction même lorsque ceux-ci sont légèrement supérieurs à ceux d'un bâtiment ordinaire. La longévité inhérente d'une construction en CBI est un autre facteur à prendre en considération pour les ensembles de logements abordables.

Description

La technique emploie généralement des blocs de polystyrène expansé ou extrudé dans lesquels on coule du béton. Ces coffrages sont renforcés par des entretoises (généralement en plastique ou en acier) qui fournissent une armature interne au béton. Ces entretoises peuvent également servir de point d'ancre pour les éléments de finition intérieure ou extérieure. Lors de la construction, les blocs sont d'abord empilés pour composer les murs extérieurs. Une barre d'armature peut être fixée aux entretoises pour fournir un support structural. Le béton est ensuite coulé dans les coffrages; il confère à l'ensemble sa résistance structurale. Les coffrages en polystyrène, qui restent en place, constituent une enveloppe isolante sans discontinuité sur les faces intérieure et extérieure du béton.

Une fois terminé, le mur en CBI fournit un support pour le parement extérieur, la finition intérieure, les planchers et les fenêtres¹. Un CBI, avec ses entretoises, est illustré à la figure 1. Pour construire un mur, il suffit d'empiler des blocs de coffrage les uns sur les autres. Le coulage du béton est illustré à la figure 2.



Source : NUDURA® Integrated Building Technology

Figure 1 Coffrage isolant



Source : Stitt Energy Systems, Inc.

Figure 2 Coulage d'un mur en CBI

¹ National Association of Home Builders (2012). *Insulating Concrete Forms (ICF)*. Tiré de www.toolbase.org/Construction-Methods/Concrete-Construction/Insulating-Concrete-Forms

Certains fabricants produisent également des panneaux de CBI d'une hauteur pouvant atteindre 3,66 m (12 pi) maintenus par des languettes de fixation verticales. Les divers types de panneaux permettent de construire sur place des murs de différentes formes. Il est possible de construire un mur de plus de 6,1 m (20 pi) en un seul coulage de béton².

Le plancher intérieur ordinaire à solives d'acier ou de bois est supporté par des lambourdes fixées au mur de béton avec des boulons d'ancrage encastrés ou des boulons de liaison de lambourdes spéciaux³. Dans les bâtiments commerciaux, des dalles de béton précoûlé à noyau creux et des dalles de béton post-constraint sont adjointes aux murs en CBI pour réduire la hauteur d'étage exigée⁴.

Avantages et considérations

La construction en coffrages isolants comporte de nombreux avantages. Les murs ainsi érigés, extrêmement étanches à l'air, réduisent au minimum les infiltrations qui sont responsables d'une très grande partie de la charge de chauffage et de climatisation d'un bâtiment – en particulier dans les immeubles collectifs résidentiels. En outre, ces murs sont isolés sans discontinuité des deux côtés du béton. Cela élimine les ponts thermiques qui réduisent considérablement la résistance thermique dans d'autres types de murs. Les ponts thermiques créent des points froids sur les murs où de la condensation peut se former et occasionner des dommages dus à l'humidité, l'apparition de moisissures et la détérioration des matériaux de construction. Les CBI forment un bon tampon entre les conditions à l'intérieur et à l'extérieur, pour un meilleur confort des occupants⁵.

Un mur ordinaire en poteaux d'acier doté d'un isolant de remplissage en matelas RSI 3,5 (R20) et d'un revêtement en polystyrène expansé de 50 mm (2 po) sur sa face extérieure possède un pouvoir isolant équivalent à environ RSI 2,3 (R13). Or, un mur à CBI comportant un isolant en polystyrène extrudé d'une épaisseur de 50 mm (2 po) de part et d'autre du béton offre, pour sa part, un pouvoir isolant équivalent à RSI 3,5 (R20).

La résistance thermique et l'étanchéité à l'air accrues des constructions en CBI permettent de réduire la capacité des installations mécaniques nécessaires pour chauffer et climatiser

le bâtiment. Les coûts d'immobilisations de ces systèmes peuvent en être réduits d'autant. Comme il faut moins d'énergie pour chauffer et climatiser les locaux, les coûts d'occupation ou d'exploitation du bâtiment sont également réduits.

En raison des propriétés insonorisantes du béton, les bâtiments en CBI offrent des milieux intérieurs très silencieux. En outre, s'ils sont bien construits, ils résistent aux charges dues au vent et peuvent être conçus pour toutes les zones sismiques.

L'emploi de CBI réduit la durée des travaux, ce qui peut s'avérer très avantageux. Les coffrages sont faciles à assembler et facilitent le coulage du béton. De plus, l'isolant qui entoure le béton le protège du gel pendant la construction, ce qui facilite le coulage par mauvais temps. Des entrepreneurs canadiens ont souligné que cette propriété était l'un des grands avantages de cette méthode de construction et qu'elle permet de poursuivre les travaux sans problème majeur durant l'hiver⁶.

Les entrepreneurs apprécient également la construction en CBI parce qu'elle leur permet de réduire leurs coûts de main-d'œuvre tout en produisant un bâtiment doté d'une enveloppe de haute qualité.

Applications

Immeubles collectifs résidentiels

La technique des CBI a été utilisée avec succès pour la construction d'immeubles collectifs résidentiels. Pour constituer l'enveloppe structurale, cette technique est limitée à une hauteur d'environ 8 à 10 étages. Les immeubles plus hauts nécessitent généralement une armature ordinaire en acier; dans ce cas, les CBI ne constituent que l'enveloppe du bâtiment⁷.

Coûts

Une maison entièrement construite en CBI peut coûter entre 2 % et 5 % de plus qu'une maison à ossature de bois (avec un sous-sol standard coulé sur place). Pour les entrepreneurs qui en sont à leur première expérience avec cette méthode, cette majoration des coûts peut atteindre entre 5 % et 7 %⁸ (données de 2012).

² Mack, D. (2006). « The new ICFs », Home Builder Magazine. Tiré de www.homebuildercanada.com/1802ICF.htm

³ Amvic Building System (2006). *Adapting Frame Construction Designs to Insulating Concrete Form*. Tiré de www.amvic-pacific.com/downloads/DesignConsiderations.pdf

⁴ Enermodal Engineering. Communications personnelles.

⁵ Société canadienne d'hypothèques et de logement (27 juillet 2011). « Le Point en recherche » : *Évaluation du rendement thermique des murs à coffrages isolants dans les tours d'habitation*. Tiré de www.cmhc-schl.gc.ca/odpub/pdf/65864.pdf?fr=1426183778811

⁶ Op. cit. 4.

⁷ Amvic Building System (2006). Op. cit. 3.

⁸ National Association of Home Builders (2012). Op. cit. 1.

West Village Suites (voir les figures 3 et 4) est une résidence d'étudiants de 19 000 m² (204 500 pi²) à Hamilton (Ontario) achevée en 2008. Sa construction en CBI a contribué à l'obtention d'une certification LEED^{MD} Platine.

Dans le cas de la résidence West Village Suites, les CBI de haute qualité en polystyrène extrudé d'une épaisseur de 56 mm (2,25 po) ont formé une enveloppe atteignant un pouvoir isolant équivalent à RSI 4,9 (R28).



Source : Enermodal Engineering

Figure 3 West Village Suites en chantier



Source : Enermodal Engineering

Figure 4 West Village Suites achevé

Des immeubles de faible hauteur en CBI comportant une dalle alvéolée ont été construits pour aussi peu que 1 590 \$/m² (148 \$/pi²), ce qui est comparable au coût approximatif d'un bâtiment à ossature de bois, soit 1 615 \$/m² (150 \$/pi²)⁹.

Les entrepreneurs en maçonnerie estiment que les coûts d'une construction en CBI sont comparables à ceux d'une construction en blocs standard de 250 mm (10 po). Pour les murs seuls, les CBI haussent les coûts de construction de 39 % comparativement à la construction de murs en blocs (données de 2012). Cependant, quand on tient compte du fait qu'un mur en CBI renferme déjà l'isolant, le pare-air et le pare-vapeur, les coûts de l'ensemble de l'assemblage mural reviennent à peu près au même¹⁰.

Considérations sur la mise en œuvre

Les différents corps de métiers doivent se coordonner pour prévoir les retraits techniques et les ouvertures nécessaires à l'installation du câblage, des canalisations et des supports pour les parements intérieur et extérieur. Les murs en CBI peuvent être plus épais que les murs ordinaires; il faut donc prévoir des chambranles de portes et de fenêtres surdimensionnés.

La plupart des CBI ont une cavité de 100 mm (4 po) à 200 mm (8 po), mais certains fabricants proposent maintenant des coffrages dont la cavité peut atteindre 400 mm (16 po) pour l'érection de murs très épais¹¹.

Si les fenêtres sont de grande taille ou si les murs ont une géométrie complexe, la construction en CBI peut être assez difficile. L'adjonction de renforts au haut, au bas et sur les côtés des fenêtres prend du temps et complique la tâche du coulage du béton. Souvent, dans ces types d'applications, il faut employer un granulat de béton de première qualité pour que le béton s'écoule adéquatement autour de la barre d'armature et comble toutes les cavités¹². Les concepteurs d'un logement abordable devraient prévoir des géométries murales simples et des fenêtres de taille raisonnable afin d'éviter une adjonction coûteuse de renforts.

Durabilité

La durabilité est l'un des avantages des constructions en CBI. Les bâtiments construits selon cette méthode offrent une bonne résistance aux charges environnementales et une résistance au vent exceptionnelle. Dans les zones d'ouragan et de tornade, un bâtiment en CBI, qui risque moins de subir des dommages, peut être admissible à une prime d'assurance réduite¹³.

⁹ Op. cit. 4.

¹⁰ Ibid.

¹¹ Mack, D. (2006). Op. cit. 2.

¹² Op. cit. 4.

¹³ U.S. Department of Housing and Urban Development (2001). *Costs and Benefits of Insulating Concrete Forms for Residential Construction*. Tiré de www.huduser.org/Publications/PDF/icfbenefit.pdf

Les risques associés aux fuites d'air et à la condensation de vapeur à l'intérieur de la structure du mur sont très faibles avec un mur en CBI. Le seul souci de durabilité digne de mention au sujet d'un mur en CBI est, comme pour tous les autres types de constructions, les infiltrations d'eau de pluie dans l'enveloppe. Bien que le mur lui-même ne risque pas d'être attaqué par les moisissures, les fuites peuvent affecter la finition intérieure. En général, les CBI n'ont aucune capacité d'absorption ou d'atténuation des fuites; même une petite fuite peut se frayer un chemin assez facilement jusqu'à la finition intérieure d'un bâtiment en CBI.

Pour éviter les infiltrations d'eau de pluie, on prévoit généralement un plan d'égouttement des eaux de pluie derrière le parement extérieur (papier de construction ou pare-pluie en matériau synthétique). Les détails architecturaux autour des fenêtres, des portes et des autres ouvertures et autour des intersections et des transitions entre les matériaux différents doivent être étanches, de manière à ce que l'eau de pluie soit stoppée au plan d'égouttement des eaux et ne pénètre pas à l'intérieur du bâtiment¹⁴.

Soutien des fabricants et de l'industrie

Les coffrages isolants sont employés sur le marché canadien depuis une quarantaine d'années, mais la construction à base de CBI a commencé à gagner en popularité au début des années 1990. Ce secteur est en expansion constante, comme en témoigne la hausse annuelle de 25 % du nombre de maisons individuelles construites selon cette technique¹⁵.

Plusieurs grands fabricants de CBI sont actifs au Canada et font la promotion de cette technique de construction sur le marché canadien.

¹⁴ Building Science Corporation (2011). *High R-Value Enclosure Report Case Study*. Tiré de www.buildingscience.com/documents/information-sheets/high-r-value-wall-assemblies/high-r-wall-07-icf-wall-construction

¹⁵ Insulating Concrete Form Association. Tiré de www.forms.org/

Sources de renseignements supplémentaires

Oak Ridge National Laboratory www.ornl.gov/
(en anglais seulement)

Partnership for Advancing Technology in Housing (PATH)
www.pathnet.org (en anglais seulement)

Building Science Corporation www.buildingscience.com
(en anglais seulement)

National Association of Home Builders <http://www.nahb.org>
(en anglais seulement)



schl.ca



©2016, Société canadienne d'hypothèques et de logement
Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL

07-11-16

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 Société canadienne d'hypothèques et de logement se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.