

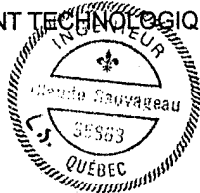
ÉVALUATION D'ÉLÉMENTS STRUCTURAUX
POUR HABITATIONS EN PVC-BÉTON

Dossier CRIQ 670-PE14977

Rapport technique

Monsieur Bernard McNamara
Président
Systemes Digigraph inc.
1610, rue Eiffel
Boucherville (Québec) J4B 5Y1

YVES PÉLOQUIN
CONSEILLER EN DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE



Claude Sauvageau

CLAUDE SAUVAGEAU, ING.
RESPONSABLE DE PROJET

Ginette Delisle, ing.

GINETTE DELISLE ING.
DIRECTRICE

MONTREAL, LE 6 FÉVRIER 1997

CRIQ

CENTRE DE RECHERCHE
INDUSTRIELLE DU QUÉBEC

Les travaux se sont déroulés du 10 janvier 1996 au 27 janvier 1997. Les échantillons de PVC ont été reçus au CRIQ le 16 janvier 1996.

Les personnes suivantes du CRIQ ont collaboré au projet :

- ◆ Claude Sauvageau, ing.
- ◆ Michel Poulin tech.
- ◆ Sylvain Benjamin, tech.
- ◆ Daniel Carrier, tech.

Ce rapport ne doit pas être reproduit sans l'autorisation écrite du Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ), sauf en entier par le client identifié à la page titre.

Nombre total de pages : 74 incluant 56 pages d'annexe.

Les résultats consignés dans ce rapport ne se réfèrent qu'aux produits décrits dans ce rapport.

Les équipements et l'instrumentation utilisés lors des essais étaient vérifiés et/ou étalonnés. Les certificats d'étalonnage sont tous retraçables jusqu'aux étalons du Conseil national de recherche du Canada (CNRC) et/ou au National Institute of Standards and Technology (NIST) des États-Unis et sont disponibles sur demande.

Le CRIQ est enregistré ISO 9001:1987, certificat no 167-0075-18 et, de plus, l'activité Essais est accréditée par le Conseil canadien des normes, enregistrement no 138.

CRIQ

CENTRE DE RECHERCHE
INDUSTRIELLE DU QUÉBEC

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1.0 INTRODUCTION	1
2.0 CALCULS DE RÉSISTANCE	1
3.0 DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS	2
4.0 COULÉE DU BÉTON	2
5.0 MESURES DES DÉFORMATIONS PERMANENTES OBTENUES SUR LES ÉLÉMENTS DE PVC	3
6.0 MESURES SUR LE TOIT.....	4
7.0 DÉCOUPE DES ÉCHANTILLONS	4
8.0 ESSAIS DE PROPAGATION DE LA FLAMME SUR REVÊTEMENT PVC	5
9.0 ESSAIS D'INFILTRATION D'EAU ET D'AIR	5
10.0 ESSAIS DE COMPORTEMENT AU GEL-DÉGEL	5
11.0 COULÉE DE BÉTON SUR DES SECTIONS DE TOIT	7
12.0 DISCUSSION DES RÉSULTATS.....	7
13.0 CONCLUSION	8

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A : Calculs de résistance

ANNEXE B : Essais sur les échantillons de béton

ANNEXE C : Essais de propagation de la flamme sur le revêtement de PVC

ANNEXE D : Essais d'infiltration d'eau et d'air

ANNEXE E : Cycles de gel-dégel et essais de cisaillement

1. INTRODUCTION

À la demande de la compagnie Systèmes Digigraph inc., des travaux ont été réalisés afin de vérifier différentes caractéristiques d'éléments structuraux pour habitations en PVC et béton. Ces travaux comprenaient les étapes suivantes :

- calculs de la résistance du béton;
- essais de comportement du béton et du coffrage lors de la coulée;
- essais de propagation de la flamme sur le revêtement de PVC;
- essais d'infiltration d'eau et d'air;
- essais de comportement au gel-dégel.

Les essais de propagation de la flamme ainsi que les essais d'infiltration d'eau et d'air ont été réalisés selon le guide technique du Centre canadien des matériaux de construction (CCMC) pour les systèmes d'habitation en plastique et portant le numéro 13126 (rév. 1994-03-01).

2. CALCULS DE RÉSISTANCE

Les normes structurales canadiennes ainsi que certaines exigences pour le Mexique, notamment les tremblements de terre et les ouragans, ont été considérées dans la vérification de la résistance mécanique des murs et du toit de béton.

Les calculs de la résistance du béton ont été effectués par un consultant, M. Claude Bellier, ing. Les calculs de résistance sont inclus à l'annexe A. Ils supposent que seul le béton supporte les charges. Les profilés en PVC ne sont considérés que comme coffrage, ce qui augmente le facteur de sécurité réel de l'ensemble. Les charges considérées pour une habitation prévue au Mexique sont :

- poids propre du béton et de la toiture;
- pluie 10 lb/pi² (0,48 KPa);
- tremblement de terre avec facteur de 0,2 W;
- vent d'une intensité de 250 Km/h

Le facteur 0,2 W signifie que 20 % du poids total de la structure est considéré comme charge de cisaillement dû aux déplacements horizontaux lors d'un tremblement de terre et correspond approximativement à un niveau de 7 à 8 sur l'échelle Reichter.

Pour une maison qui serait construite à Montréal, les charges suivantes ont été considérées :

- poids propre du béton et de la toiture;
- neige 45 lb/pi² (2,15 KPa).

Les résultats indiquent que la résistance des composantes est suffisante pour ces charges, le béton seul permet de supporter les charges indiquées pour des maisons ayant un ou deux étages. Pour le toit, différentes dimensions de poutres en bois ou en acier peuvent être utilisées et dépendent des conditions de charge (Mexique et Montréal). Les choix possibles sont précisés à l'annexe A.

Un béton régulier ou un béton léger peut être utilisé. Un béton régulier doit avoir une résistance minimale de 20 MPa. Un béton léger de type ISO-Mix doit avoir une résistance minimale à 28 jours de :

- 4 MPa pour les murs;
- 6 MPa pour les dalles de toit (conditions climatiques du Mexique);
- 10 MPa pour les dalles de toit (conditions climatiques de Montréal).

Une armature en acier est nécessaire uniquement aux endroits suivants :

- Lien des poutres de toit au mur par des boulons de ½ pouce de diamètre (M12).
- Linteau au-dessus des ouvertures, une barre 15 M au bas du linteau noyée dans le béton et se prolongeant de 600 mm de chaque côté de l'ouverture.

3.0 DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS

Les profilés en PVC nécessaires aux montages ont été reçus au CRIQ le 16 janvier 1996 et ce lot a été numéroté E005069. Avec ces profilés, différentes sections de mur et de toit ont été réalisées. L'épaisseur nominale des profilés de PVC étaient de 3 mm, à l'exception d'une languette de 2 mm d'épaisseur. Trois types de béton ont été utilisés lors de la coulée. Les sections obtenues sont indiquées au tableau I.

Les sections de toit ont été installées telles que prévues lors d'une construction réelle avec des appuis distancés de 1 m de centre à centre. Chacun des appuis a une largeur nominale de 100 mm. La pente du toit était de 1 dans 5. La distance libre entre le bas du toit et le centre du premier appui était de 0,5 m. Les sections de toit réalisées sont montrées à la photo 1 et les sections de mur à la photo 2.

4. COULÉE DU BÉTON

Les différentes sections réalisées ont été installées à l'intérieur d'une pièce à une température de 40 °C et la coulée du béton s'est réalisée le 30 janvier 1996 dans ces conditions. Tous les éléments ont été laissés à cette température de 40 °C jusqu'au 5 février 1996, soit 6 jours et ensuite laissés à la température ambiante du laboratoire. Trois types de béton ont été utilisés, soit un béton cellulaire ayant un haut pourcentage d'air, un béton standard de 30 MPa et un béton Iso-Mix avec billes de polystyrène.

Des échantillons de béton ont été prélevés afin de vérifier les caractéristiques des bétons utilisés. Cet échantillonnage a été réalisé par la compagnie Journeaux, Bédard et Ass. inc. La méthode d'essai standard prévoit que les échantillons soient conservés dans un bain d'eau. Afin de représenter les conditions réelles d'utilisation où le béton ne sera pas arrosé, les échantillons ont été laissés aux mêmes conditions que les sections de toit et de mur, telles que décrites au paragraphe précédent. Les résultats des essais effectués lors de la coulée, à 7 jours et à 28 jours de durcissement sont inclus à l'annexe B. Cette annexe inclut les différentes propriétés mesurées ainsi qu'une évaluation de la quantité des constituants solides du béton Iso-Mix.

Une pompe à béton ayant un boyau de 2 po de diamètre a été utilisée afin d'insérer le béton à l'intérieur des cavités. Des boyaux d'un plus grand diamètre ne pourraient pas être insérés dans les cavités. Lors de la coulée, il s'est avéré que la pompe utilisée ne pouvait fonctionner correctement avec le béton cellulaire. Dû au pourcentage élevé d'air à l'intérieur de ce type de béton, des problèmes peuvent être obtenus avec une pompe de petit diamètre. Ce type de béton ne serait donc pas adéquat pour cette application en raison de la difficulté au pompage.

Avec le béton standard, il y a eu quelques difficultés pour que le béton s'écoule bien sur toute la longueur des sections de toit. L'utilisation d'un vibreur sur la paroi extérieure n'a pas permis d'aider l'écoulement. Lorsque le vibreur était inséré dans les cavités, l'écoulement du béton était facilité.

Le béton Iso-Mix a été facile à pomper et l'écoulement à l'intérieur du toit ne nécessitait pas de vibreur.

Pour les murs, la coulée a eu lieu sur toute la hauteur des extrusions en un laps de temps très court afin de vérifier la déformation maximale. Les coulées normales pourraient être réalisées à la moitié ou au tiers de la hauteur afin de réduire les déformations obtenues.

Aucun éclatement ou bris des coffrages en PVC n'a été obtenu lors de la coulée.

5. MESURES DES DÉFORMATIONS PERMANENTES OBTENUES SUR LES ÉLÉMENTS DE PVC

Des mesures ont été prises afin de déterminer les déformations permanentes obtenues sur les éléments en PVC dues au poids et à la pression du béton. Ces mesures ont été prises le 2 février 1996, soit 3 jours après la coulée. Après ce délai, le béton est suffisamment durci, donc il ne pourra plus y avoir de déformation. Les murs sont constitués de languettes ayant chacune 0,1 m de largeur. Le soulèvement du centre de ces languettes a été mesuré à différentes positions et sur les deux côtés, soit le côté formé par le L et le côté formé par les éléments plats. Les résultats obtenus sont indiqués aux tableaux II à VIII. La languette numéro 1 est située sur le bord du mur et les autres numéros suivent consécutivement dans la direction du centre. Ces mesures ont été prises avec un pied à coulisse modèle 500118, no de série 44.

À cause de la pression qui est plus grande, plus la mesure est prise au bas du mur, plus la déformation est élevée. Toutefois, tout près du bas, la déformation obtenue diminue à cause d'un appui qui a été installé. Comparativement aux côtés formés par les L, les éléments plats ont une déformation plus grande.

Les déformations obtenues ne causent pas de problème mécanique. L'utilisation d'un béton léger, tel Iso-Mix, permet de réduire la visibilité de ces déformations. Il y a possibilité aussi de couler le béton seulement à la moitié ou le tiers de la hauteur des murs à chaque fois afin de réduire les pressions exercées sur les profilés en PVC. Par conséquent, les déformations obtenues seront réduites.

6. MESURES SUR LE TOIT

Aucune déformation mesurable n'a été obtenue entre les appuis distancés de 1m autant pour le béton standard que pour le béton avec billes de polystyrène. À l'extrémité libre, au bas, qui dépasse de 0,5 m le dernier appui, une déformation très légère a été obtenue. Les valeurs mesurées sont indiquées au tableau IX. Pour les échantillons avec béton cellulaire et béton standard, il faut remarquer que le béton ne s'était pas écoulé jusqu'à cette extrémité libre. La valeur obtenue pourrait donc être plus élevée. Le béton Iso-Mix s'est écoulé jusqu'au bout et la déflexion obtenue est faible.

7. DÉCOUPE DES ÉCHANTILLONS

Les sections de toit ont été découpées afin de vérifier si les cavités étaient remplies de béton. Avec le béton standard, seule une première longueur de 0,7m était remplie. Tout le reste était vide. Avec le béton Iso-Mix, la première partie au haut d'une longueur d'environ 2,7 m était remplie. De plus, les cavités étaient

remplies au bas sur une longueur de 0,2 m. Par contre, près du bas, il y avait une longueur d'environ 1,5 m où seulement la moitié de la cavité était remplie.

Ce point a été vérifié et corrigé lors d'une deuxième coulée de béton dont les résultats sont précisés à la section 11.0 de ce rapport.

8. ESSAIS DE PROPAGATION DE LA FLAMME SUR LE REVÊTEMENT DE PVC

Ces essais ont été réalisés par les Services d'essais Inchcape NA Ltée. Ce laboratoire est accrédité par le Conseil canadien des normes pour ce type d'essai. Les résultats obtenus sont inclus à l'annexe C. L'indice de propagation de la flamme obtenu respecte les exigences de performance du CCMC.

9. ESSAIS D'INFILTRATION D'EAU ET D'AIR .

Ces essais ont été réalisés par la firme Air-Ins Inc. sur deux murs de 1,3 m de largeur par 2,4 m de hauteur, soit les échantillons E005069-05 et 06 remplis respectivement de béton standard 30 MPa et de béton Iso-Mix. La firme Air-Ins Inc. est accréditée par le Conseil canadien des normes pour ces types d'essais. Les résultats obtenus sont inclus à l'annexe D. Les deux échantillons soumis aux essais respectent les exigences de performance du CCMC.

10. ESSAIS DE COMPORTEMENT AU GEL-DÉGEL

Des essais ont été réalisés afin de vérifier le comportement d'échantillons de PVC et béton lors de cycles de gel et dégel. Les échantillons sont constitués de béton standard et de béton Iso-Mix et portent les numéros E005069-07 à 15.

La chambre climatique utilisée (Tenney modèle TR40, n/s 8290) possède un volume intérieur de 1 m³. Un thermocouple a été installé sur un des échantillons afin de vérifier la température de surface obtenue. La lecture de la température a été effectuée avec un lecteur de marque Fluke modèle 52, n/s 6351132.

Les températures prévues initialement étaient de -20 et +40 °C. Un essai initial à -20 °C nous a indiqué que la température en surface ne se stabilisait pas à la température de consigne de la chambre même après 3 heures de conditionnement. L'inertie thermique du béton explique le délai relativement long pour la stabilisation. Afin de s'assurer que les températures prévues soient atteintes en surface, les températures de consigne de la chambre ont été modifiées pour les valeurs de -25 et +45 °C. La température demeurait constante à chacune de ces températures pendant 4 heures et un délai d'environ 30 minutes était nécessaire pour le passage d'un extrême à l'autre. La durée de chaque cycle

de conditionnement était donc de 9 heures. Ces paramètres permettaient d'atteindre en surface les valeurs prévues (-20 et +40 °C) après environ 3 heures de conditionnement et d'atteindre -22 et +42 °C après 4 heures de conditionnement.

Un total de 21 cycles de conditionnement ont été réalisés, chaque cycle ayant une durée de 9 heures. La charte de température obtenue à l'intérieur de la chambre pour une journée de conditionnement est incluse à l'annexe E. Lors du conditionnement, des vérifications visuelles des échantillons ont été effectuées. À basse température, aucune déformation ni décollement entre le béton et le PVC n'est observée. À haute température, aucun décollement n'est obtenu entre les surfaces de PVC avec nervures et le béton et un décollement très léger, inférieur à ½ mm, est obtenu entre les surfaces de PVC sans nervure et le béton. Cette déformation est négligeable et ne sera pas obtenue en réalité puisque les surfaces de PVC sans nervure constituent des parois intermédiaires entre les cavités de béton.

Lorsque les essais en conditionnement ont été complétés, un essai mécanique a été réalisé afin de vérifier la force de cisaillement entre le PVC et le béton. Les bouts des échantillons ont été coupés afin d'obtenir des surfaces planes à chacun des bouts, la longueur finale des échantillons était de 250 mm (10 po). Une force de compression a été appliquée en s'appuyant à un des bouts uniquement sur la surface de béton et à l'autre bout uniquement sur la surface de PVC, soit aux quatre coins. La charge de compression a été augmentée graduellement jusqu'à l'obtention d'un glissement, permettant d'évaluer le cisaillement maximal entre les surfaces de PVC et de béton. Les équipements utilisés pour ces essais sont :

- ◆ bâti vertical avec actuateur hydraulique de 10 tonnes métrique;
- ◆ cellule de charge 661.21 A-03, n/s 3160;
- ◆ contrôleur Instron modèle 8500, contrôle en déplacement de 0,02 po/sec.

Les courbes de chargement obtenues pour chacun des échantillons sont incluses à l'annexe E. Les charges maximales obtenues pour chacun des échantillons sont indiquées au tableau X. La valeur moyenne de la charge obtenue avant glissement est de 4248 N (955 lb) pour le béton de 30 MPa et de 3019 N (679 lb) pour le béton Iso-Mix. Durant le glissement, la charge obtenue diminue, elle est de 4031 N (906 lb) pour le béton de 30 MPa et de 2261 N (508 lb) pour le béton Iso-Mix.

La force obtenue lors du glissement est moindre pour le béton Iso-Mix que pour le béton régulier de 30 MPa. Ces différences n'influencent pas la résistance de l'ensemble puisque seul le béton est considéré dans les calculs de résistance mécanique. Les différences obtenues seraient à considérer si la résistance composite du béton et du PVC est prise en compte ultérieurement.

Les valeurs de charges de cisaillement indiquent qu'un effet composite béton-plastique est obtenu. Le plastique augmente donc le facteur de sécurité obtenu dans les calculs de résistance qui ne considèrent que le béton comme partie structurale.

11. COULÉE DE BÉTON SUR DES SECTIONS DE TOIT

Une deuxième coulée de béton a été réalisée sur quatre sections de toit le 3 octobre 1996 afin de s'assurer qu'il était possible d'éliminer les cavités d'air obtenues lors des premiers essais. Ces travaux ont été effectués par la compagnie Systèmes Digigraph inc. et M. Claude Sauvageau du CRIQ a assisté aux travaux. Un béton de type Iso-Mix a été utilisé et celui-ci était fourni par la compagnie Francon Lafarge.

Lors de la coulée, une pompe à béton a été utilisée et le boyau était relié à un injecteur constitué d'un tube de plastique ayant un diamètre intérieur de 2 pouces (50 mm). Cet injecteur pouvait être inséré d'environ 6 pieds à l'intérieur des sections formant le toit.

Suite au durcissement, les sections de toit ont été coupées afin de vérifier si le béton s'était écoulé sur toute la longueur des sections. Ces vérifications ont été effectuées le 23 octobre 1996. Toutes les sections étaient remplies de béton à l'exception de quelques petites cavités espacées sur la longueur et situées dans la partie supérieure des cavités. La cavité la plus importante observée avait une largeur de 2,5 pouces, une épaisseur de 0,5 pouce et une longueur de 5 pouces. Ces cavités d'air n'ont été observées que sur une seule des 4 cavités de ce toit prototype.

12. DISCUSSION DES RÉSULTATS

Les calculs de résistance mécanique indiquent qu'un béton régulier ou un béton léger tel Iso-Mix peut être utilisé. L'épaisseur des murs et des toits permet une résistance suffisante pour les conditions du Mexique et de Montréal.

Lors de la mise en place du béton dans les formes en PVC, aucun bris ou éclatement n'a été observé. Pour les murs, certaines déformations de chaque lamelle ont été obtenues. L'utilisation d'un béton léger, tel Iso-Mix permet de réduire les déformations permanentes obtenues sur le mur. Les déformations observées sont limitées lors d'utilisation d'extrusions de 3 mm d'épaisseur pour les murs. Les déformations obtenues avec les extrusions de 2 mm d'épaisseur sont plus importantes mais ces déformations n'occasionnent pas de problèmes mécaniques.

Pour le toit, l'utilisation d'un injecteur lors de la coulée a permis de réduire de façon importante les cavités d'air obtenues. Les cavités d'air observées avec l'injecteur étaient de faibles dimensions et étaient situées sur seulement une des quatre sections, de telles cavités n'influencent pas la résistance obtenue. Ces résultats ont été obtenus avec un béton Iso-Mix.

Les résultats des essais de comportement au feu et d'infiltration d'eau et d'air sont comparés aux exigences du CCMC au tableau XI. On peut remarquer que les exigences mentionnées sont rencontrées.

13. CONCLUSION

Les travaux effectués ont permis de vérifier que le comportement des habitations en PVC et béton seraient adéquats pour rencontrer les conditions climatiques spécifiées aux normes canadiennes ainsi que certaines exigences spécifiques pour l'Amérique latine et cela pour des habitations d'un ou deux étages. Les calculs effectués sont inclus à l'annexe A et les résultats principaux sont indiqués à la section 2. Ils ont été réalisés selon le Code National du Bâtiment du Canada. Pour l'Amérique latine, les charges pouvant provenir d'un vent violent (250 km/h) et d'un tremblement de terre (facteur 0,2 W) ont été considérées . Le facteur utilisé pour le tremblement de terre correspond approximativement à un niveau de 7 à 8 sur l'échelle Richter.

Les murs se comportent bien lors de la coulée. Pour le toit, l'utilisation d'un injecteur a permis d'obtenir un bon remplissage des sections.

En fonction du type de béton utilisé et des conditions d'installation, il serait nécessaire de vérifier périodiquement le remplissage adéquat des sections de toit. Ceci est important principalement pour les régions où les charges de neige doivent être considérées. Pour les régions où il n'y a pas de charge de neige, les charges sur le toit sont plus faibles et les exigences de résistance pour le toit sont moindres.

Les résultats des essais ont démontré que les exigences du CCMC (Centre canadien des matériaux de construction) au niveau du comportement au feu et d'infiltration d'eau et d'air sont rencontrés.

TABLEAU I
Description des sections de mur et de toit réalisées

Échantillon no	Dimensions	Type de béton
E005069-01	Toit 0,4 m x 4,6 m de longueur	Cellulaire
E005069-02	Toit 0,4 m x 4,6 m de longueur	30 MPa
E005069-03	Toit 0,4 m x 4,6 m de longueur	Iso-Mix
E005069-03	Mur 0,8 x 3,6 m de hauteur	30 MPa
E005069-05	Mur 1,3 x 2,4 m de hauteur	30 MPa
E005069-06	Mur 1,3 x 2,4 m de hauteur	Iso-Mix
E005069-07 à 10	0,1 x 0,1 x 0,3 m de hauteur	30 MPa
E005069-11 à 15	0,1 x 0,1 x 0,3 m de hauteur	Iso-Mix
E005069-16	Mur 0,1 m x 2,4 m de hauteur avec languette PVC de 2 mm d'épaisseur	30 MPa

TABLEAU II
Déformation des murs en pouce - échantillon E005069-04
Mur de 3,6 m de hauteur avec béton 30 MPa, côté avec L

Hauteur à partir du bas	Languelette no				Moyenne pouce (mm)
	1	2	3	4	
150 mm	0,088	0,100	0,075	0,057	0,080 (2,0)
760 mm	0,068	0,085	0,076	0,080	0,077(1,96)
1 780 mm	0,046	0,064	0,046	0,053	0,052(1,3)

TABLEAU III
Déformation des murs en pouce - échantillon E005069-05
Mur de 2,4 m de hauteur avec béton 30 MPa, côté avec L

Hauteur à partir du bas	Languelette no							Moyenne pouce (mm)
	1	2	3	4	5	6	7	
150 mm	0,019	0,028	0,068	0,073	0,065	0,057	0,050	0,051 (1,3)
610 mm	0,038	0,040	0,055	0,057	0,069	0,066	0,057	0,055(1,4)
1 070 mm	0,032	0,030	0,057	0,056	0,062	0,060	0,049	0,049(1,25)

TABLEAU IV
Déformation des murs en pouce - échantillon E005069-06
Mur de 2,4 m de hauteur avec béton Iso-Mix, côté avec L

Hauteur à partir du bas	Languelette no							Moyenne pouce (mm)
	1	2	3	4	5	6	7	
150 mm	0,038	0,036	0,025	0,029	0,020	0,021	0,026	0,028 (0,7)
610 mm	0,037	0,045	0,022	0,027	0,026	0,026	0,028	0,030(0,8)
1 070 mm	0,028	0,052	0,018	0,015	0,021	0,019	0,021	0,025 (0,6)

TABLEAU V
Déformation des murs en poutre - échantillon E005069-04
Mur de 3,6 m de hauteur avec béton 30 MPa, côté plat

Hauteur à partir du bas	Langouette no				Moyenne poutre (mm)
	1	2	3	4	
150 mm	0,116	0,126	0,149	0,132	0,131 (3,3)
760 mm	0,143	0,146	0,154	0,156	0,150 (3,8)
1 780 mm	0,108	0,128	0,103	0,112	0,113 (2,9)

TABLEAU VI
Déformation des murs en poutre - échantillon E005069-05
Mur de 2,4 m de hauteur avec béton 30 MPa, côté plat

Hauteur à partir du bas	Langouette no							Moyenne poutre (mm)
	1	2	3	4	5	6	7	
150 mm	0,025	0,066	0,067	0,089	0,085	0,094	0,095	0,074 (1,9)
610 mm	0,048	0,106	0,097	0,099	0,096	0,082	0,097	0,089 (2,3)
1 070 mm	0,033	0,044	0,080	0,065	0,074	0,073	0,075	0,063 (1,6)

TABLEAU VII
Déformation des murs en poutre - échantillon E005069-06
Mur de 2,4 m de hauteur avec béton Iso-Mix, côté plat

Hauteur à partir du bas	Langouette no							Moyenne poutre (mm)
	1	2	3	4	5	6	7	
150mm	0,037	0,036	0,053	0,065	0,054	0,057	0,054	0,051 (1,3)
610 mm	0,071	0,071	0,070	0,074	0,076	0,082	0,079	0,075(1,9)
1 070 mm	0,079	0,051	0,060	0,062	0,061	0,068	0,066	0,064(1,6)

TABLEAU VIII
Déformation des murs en pouce - échantillon E005069-16
Mur de 2,4 m de hauteur avec béton 30 MPa, languette de 2 mm épais, côté plat

Hauteur à partir du bas	Languette no 1	
	Pouce	mm
150 mm	0,197	5,0
610 mm	0,178	4,5
1 220 mm	0,132	3,4

TABLEAU IX
Déformation des toits en pouce - extrémité libre

Échantillon no	Cavité no (déflexion en pouce)				Moyenne po (mm)
	1	2	3	4	
E005069-01 Béton cellulaire	0,000	0,000	0,000	0,043	0,011 (0,27)
E005069-02 Béton standard	0,000	0,021	0,024	0,064	0,027 (0,69)
E005069-03 Béton Iso-Mix	0,061	0,031	0,025	0,007	0,031 (0,79)

TABLEAU X
Cisaillement entre béton et PVC

Béton	Échantillon no	Charge maximale avant glissement		Charge min. durant le glissement	
		(lb)	(Newton)	(lb)	(Newton)
30MPa	E5069-07	770	3425	760	3381
	E5069-08	995	4425	940	4181
	E5069-09	1180	5249	1050	4670
	E5069-10	875	3892	875	3892
	moyenne 30MPa	955	4248	906	4031
Iso-Mix	E5069-11	706	3140	509	2264
	E5069-12	549	2442	466	2073
	E5069-13	720	3203	514	2286
	E5069-14	756	3363	551	2451
	E5069-15	663	2949	502	2233
	Moyenne Iso-Mix	679	3019	508	2261

TABLEAU XI
Infiltration d'eau et d'air et comportement au feu

Propriétés	Méthode d'essai	Unités	Exigence du CCMC	Résultats
Propagation de la flamme	CAN/ULCS102.2	—	<150	70
Fumée développée	CAN/ULCS102.2	—	valeur rapportée	205
Pénétration d'eau	ASTM E547-86	—	aucune pénétration d'eau	aucune pénétration d'eau
Exfiltration d'air	ASTM E283-84	l/s/m ²	<0,1	0,05 a 0.07