

ÉVALUATION DE LA RÉSISTANCE D'UN MUR PROTOTYPE SANS MORTIER

Dossier CRIQ 670-PE17119

Rapport technique

Alba inc.
Monsieur Michel Bouchard
331, 7e Avenue
Dolbeau (Québec)
G8L 1Y8

MARC BRUNET
CONSEILLER EN DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE

CHRISTIAN TARDIF, ING.
RESPONSABLE DE PROJET

GINETTE DELISLE, ING.
DIRECTRICE

MONTRÉAL, LE 16 JANVIER 1996

Le projet s'est déroulé les 19 et 20 décembre 1995 au hall d'essai du CRIQ en présence de MM. Michel Bouchard et Marc Fortin de la compagnie ALBA. Les spécimens de brique portant le n° d'échantillon E004982 ont été livrés au CRIQ le 13 décembre 1995.

Les personnes suivantes ont collaboré au projet :

- Christian Tardif, ingénieur et responsable de projet
- Daniel Carrier, technicien en instrumentation
- Michel Poulin, technicien au montage mécanique
- Gérard Poulin, aide-technicien au montage

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 : 11 incluant 4 pages d'annexes.

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.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1.0 INTRODUCTION	1
2.0 SOMMAIRE DES TRAVAUX	1
3.0 INSTRUMENTS ET MONTAGE	2
4.0 RÉSULTATS	2
5.0 ANALYSE	3
6.0 CONCLUSION	4

ANNEXE: PHOTOS DU MONTAGE

1.0 INTRODUCTION

À la demande de la compagnie Alba inc, le CRIQ a procédé à une série d'essais de résistance en structure d'un nouveau produit servant à la construction de murs sans mortier. Ce nouveau produit est un type de brique dont la forme permet d'emboîter des rangées l'une sur l'autre de manière stable sans avoir à utiliser des joints de mortier. Seules des vis espacées de manière régulière sont nécessaires. Des essais consistant à appliquer une charge verticale vers le bas et à simuler les accélérations verticales de tremblements de terre ont été faits sur plusieurs patrons de vissage. Ces essais ont eu lieu les 19 et 20 décembre 1995 au hall d'essais du CRIQ. Les résultats de ces travaux sont présentés dans ce rapport.

2.0 SOMMAIRE DES TRAVAUX

Les travaux consistaient à assembler un montage mécanique afin d'appliquer une charge verticale vers le bas sur la dernière rangée de brique d'un mur de 9 pi de hauteur par 48 po de largeur. Une photo de ce montage est présentée en annexe. Le mur assemblé sur place par ALBA était constitué de colombage de 6 po aux 16 po et d'une base comprenant des solives et un solin identiques à une portion de plancher. Quatre fourrures de 3 po par 1 po étaient appliquées sur des panneaux en carton fibre vis-à-vis chaque colombage. Les briques étaient ensuite installées à partir d'un «starter» en acier placé sur la base du mur. Les briques sont maintenues en place par de la visserie.

Le montage assemblé consiste en une arche mécanique qui soutient deux vérins servo-hydrauliques de 11 000 lb de capacité et contrôlés par un circuit en boucle fermée. Les deux vérins sont installés symétriquement à des distances de 1/3 et 2/3 de la largeur du mur.

La charge appliquée sur le mur était de 2 540 lb et équivaut à la charge nominale de 1 015 lb multipliée par un facteur de sécurité de 2,5. Pour ce genre de produits, le facteur de sécurité requis peut varier entre 2 et 3 en fonction de la nature des matériaux et des charges appliquées. Plus la résistance ultime du matériel utilisé est constante d'un lot à l'autre, ou encore, plus les charges appliquées sont bien connues et régulières, moins il est nécessaire de surévaluer le facteur de sécurité. Nous jugeons que l'application testée demande un facteur de sécurité de 2,5 compte tenu de la bonne connaissance des charges mortes portées par le mur (soit le poids propre des briques). La charge était appliquée graduellement à un taux de 2 000 lb/minute, elle était maintenue 2 minutes au niveau maximal, puis elle était diminuée jusqu'à la charge nominale pour 15 secondes. À ce moment, l'effet d'un tremblement de terre de zone 6 était simulé en appliquant une charge sinusoïdale de plus ou moins 250 lb autour de la charge nominale pendant 10 cycles à 1 Hz, 20 cycles à 2 Hz, 50 cycles à 5 Hz et 100 cycles à 10 Hz. La charge était ensuite ramenée à

0 lb pour terminer le test. Les spécifications des simulations de tremblement de terre sont tirées du Code national du bâtiment canadien (édition 1990), Commentaire J sur l'effet des séismes, tableau J-1 et l'article 11, page 217.

Plusieurs patrons d'installation de la visserie ont été testés dans une séquence du patron présumément le plus solide vers le patron le moins solide afin d'établir des spécifications d'installation sécuritaire.

3.0 INSTRUMENTS ET MONTAGE

L'équipement de contrôle des essais était un contrôleur servo-hydraulique de marque MTS, modèle 810 muni de deux actuateurs et cellules de charge de 11 000 lb de capacité (n/s 4632 et n/s 4676). Le logiciel d'opération de cet équipement est T/RAC, version 1.4.

Les données ont été enregistrées à une vitesse d'échantillonnage de 100 Hz par un système d'acquisition de marque OPTIM, modèle MEGADAC 2000, n/s YL0168. Le logiciel d'opération de cet équipement est OPUS, version 2.

4.0 RÉSULTATS

Les différents arrangements suivants de mur ont été testés :

- 1) briques vissées aux 3 rangs, vis de 3,0 po x 3,66 mm.
- 2) briques vissées aux 4 rangs, vis de 3,0 po x 3,66 mm.
- 3) briques vissées aux 4 rangs, vis de 3,0 po x 3,25 mm.
- 4) briques vissées aux 5 rangs, vis de 3,0 po x 3,25 mm.
- 5) idem que 4) avec styromousse de 1 po.
- 6) idem que 4) avec styromousse de 2 po.
- 7) idem que 6), tester jusqu'à rupture.

Les observations visuelles faites après chaque essais n'ont montré aucun signe de déformation permanente dans les vis, ni aucun déplacement relatif des briques, de la fourrure, du carton fibre ou du styromousse. Seul un mouvement relatif non permanent était visible à partir de l'essai 4) dans les 3 ou 4 rangées supérieures au moment des cyclages sinusoïdaux représentant les tremblements de terre.

La charge réelle appliquée lors des essais était de 2 800 lb soit 260 lb de plus que la charge demandée de 2 540 lb. Le test de rupture a montré que l'arrangement 4) peut résister à une charge de 7 850 lb. La rupture se produit en cisaillement au niveau de la tête des vis des briques, d'abord au haut du mur et puis vers le bas. Les rangées de briques s'éloignent alors de la fourrure au fur et à mesure que les vis se brisent. Nous avons noté que ces mêmes vis sont

poussées vers le bas sous la charge verticale et prennent alors un angle de 5 degrés environ par rapport à l'horizontale avant de se cisailer. Ce phénomène induit un déplacement de l'ensemble des briques vers le bas d'environ 0,25 po. Nous n'avons par ailleurs noté aucun autre déplacement relatif ni dans la fourrure, ni dans le styromousse, ni dans le colombage arrière.

5.0 ANALYSE

De toutes les composantes du mur, ce sont les vis qui ont subi les ruptures significatives en premier lieu. Les fourrures en bois ont aussi subi un égoulement vers le bas des trous de visserie. Toutes les autres composantes n'ont subi aucun dommage tel que jugé visuellement. Pour augmenter la résistance du mur aux charges verticales, il faudrait simplement augmenter le nombre ou le calibre des vis utilisées.

La rupture des vis se produit en deux étapes. La première consiste à une flexion de celles-ci vers le bas à partir d'un point situé près du milieu de l'épaisseur de la fourrure. Cette flexion n'est pas suffisante pour causer la rupture. La charge verticale augmente encore, mais à partir d'un certain moment, à cause du nouvel angle des vis par rapport à l'horizontale, celles-ci travaillent en tension jusqu'à la rupture. Cette séquence d'événements est confirmée par l'observation des ruptures qui ont lieu près de la tête des vis et non dans la zone de flexion.

Les calculs suivants peuvent confirmer ce point :

charge ultime mesurée : 7 850 lb

- nombre devis dans la première rangée : 4
- aire d'une vis : 0,0129 po²
- limite ultime du matériel : 125 000 psi

charge ultime théorique :

- $125\ 000 \times 4 \times 0,0129 = 6\ 450\ \text{lb}$.

À partir de cette correspondance entre les calculs théoriques et les résultats des mesures, il est donc possible d'évaluer la résistance d'autres patrons de visserie. En particulier, le point soulevé lors des essais au sujet de l'influence de la largeur du mur, c'est-à-dire du nombre de vis portantes dans la première rangée peut être répondu. En effet, nous pouvons porter ce nombre de 5 à 6 pour une largeur de mur de 60 po, et faire le calcul suivant :

nouvelle charge ultime théorique :

$125\ 000 \times 5 \times 0,0129 = 8\ 075\ \text{lb}$

On peut, alternativement, appliquer le même ratio de 5/4 sur la charge ultime mesurée (7 850 lb) ce qui la porte à 9 810 lb.

6.0 CONCLUSION

Les essais effectués ont permis de confirmer que tous les arrangements testés possèdent un facteur de sécurité bien supérieur à 2,5 par rapport à l'usage qui est prévu. Ce facteur, tel que déterminé par un essai de rupture sur le patron de visserie le moins favorable est de 7,5. De plus, une correspondance entre le mode de rupture et les résultats obtenus permettra pour l'avenir, de réaliser des simulations de résistance par calcul théorique.

ANNEXE

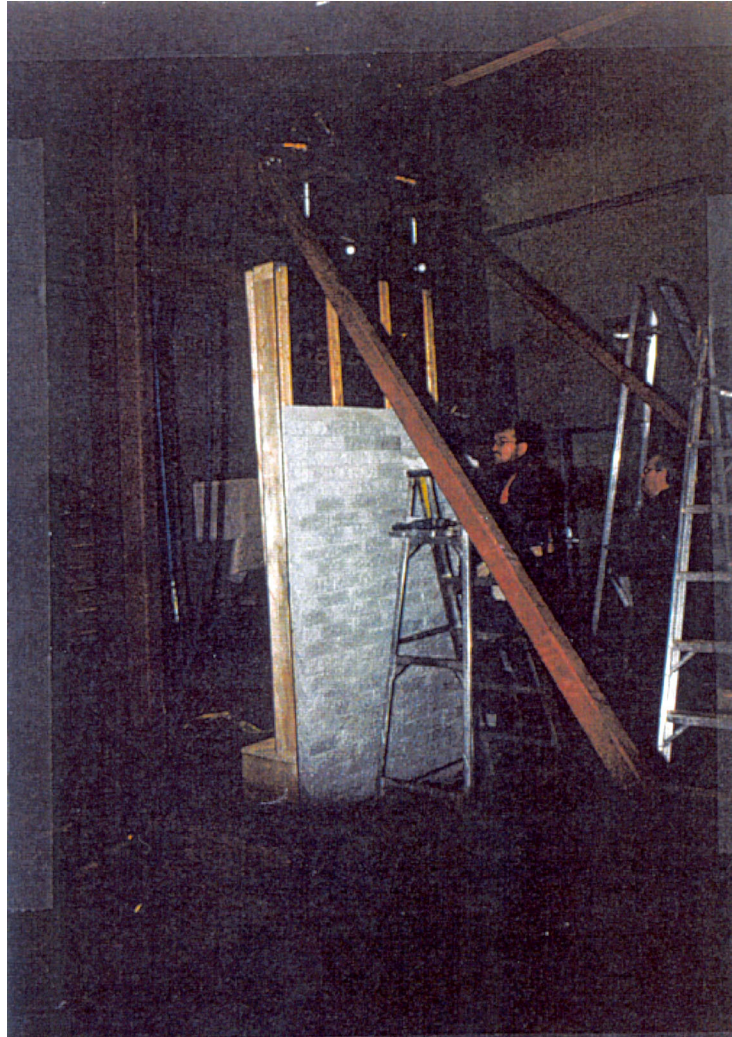


Photo 1 - Montage du test.



Photo 2 - Installation des briques.

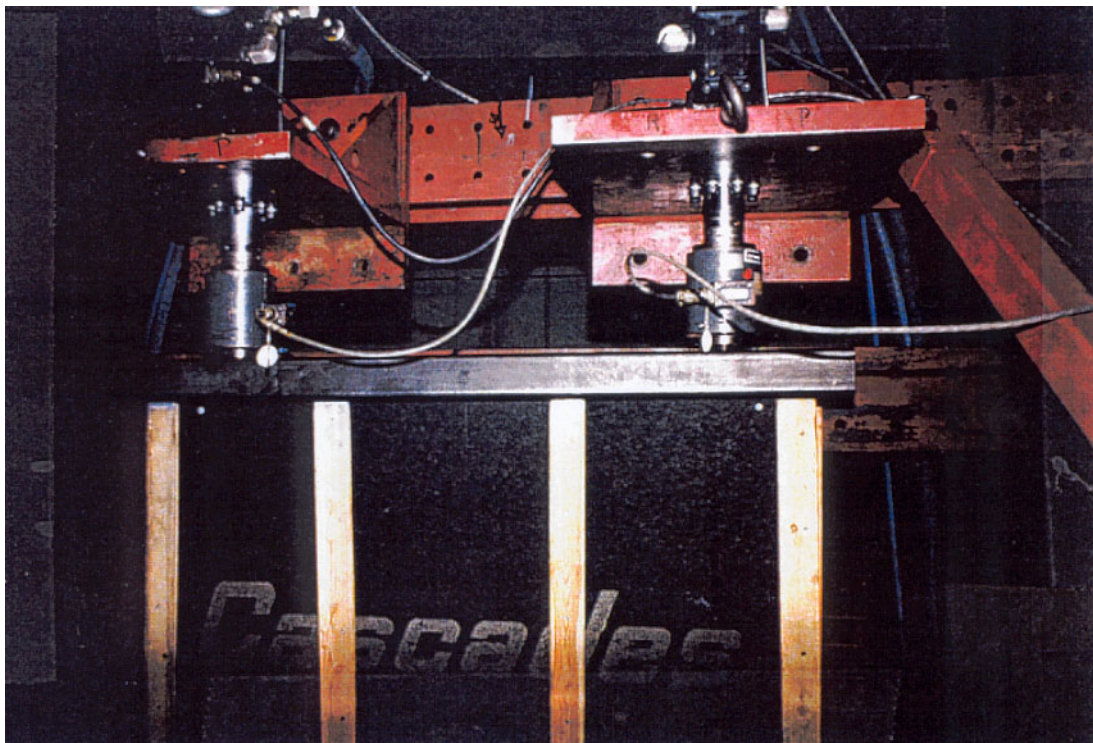


Photo 3 - Montage zoom sur les vérins.