EN004026

RAPPORT D'ENQUÊTE

Accident mortel survenu à un travailleur de l'entreprise 9252-2994 Québec inc, le 31 octobre 2013, sur un chantier situé au 6568 rue Marquette à Montréal, arrondissement de Rosemont – La Petite-Patrie

Direction régionale de Montréal-1

Inspecteurs:		
	Isabela Ene, ing. ir	Pierre-Luc Labelle, ing.

Date du rapport : 7 octobre 2014

Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport

RAP0988642

Rapport distribué à :

- Monsieur [A]
- Monsieur [B], 9252-2994 Québec inc.
- Monsieur [K], Maçonnerie Michel Jalbert inc
- Monsieur[C], Syndicat québécois de la construction
- Monsieur [D], FTQ Construction
- Monsieur [E], CPQMC
- Monsieur [F], CSN Construction
- Monsieur [G], CSD Construction
- Me Denis Marsolais, coroner en chef
- Monsieur Richard Massé, directeur, Direction de la santé publique, Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal



Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport RAP0988642

TABLE DES MATIÈRES

2.1	CONTROL CÓNTO A E DA CIVA NOVED	2
2.1 2.2	STRUCTURE GÉNÉRALE DU CHANTIER ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	3
4.4	2.2.1 MÉCANISMES DE PARTICIPATION	3
	2.2.2 GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ	3 3 3 3
<u>DES</u>	CRIPTION DU TRAVAIL	5
3.1	DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	5
3.2	DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	5
AC(CIDENT: FAITS ET ANALYSE	7
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	7
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	10
	4.2.1 Constatations	10
	4.2.2 Informations recueillies	12
	4.2.2.1 Expérience du travailleur	12
	4.2.2.2 Installation du mur nord	12
	4.2.2.3 Description du mur nord4.2.2.4 Effondrement du mur nord : mode de rupture	12 13
	4.2.2.5 Le Code national du bâtiment (CNB), les normes et les règles de l'art	15
	4.2.2.6 Vitesse du vent le 31 octobre 2013	16
4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	17
	4.3.1 L'EFFET DU VENT, SUR LE MUR RÉCEMMENT CONSTRUIT SANS CONTREVENTEME	
	POUR CONTRER SON ÉLANCEMENT ET ASSURER SA STABILISATION JUSQU'À LA M	
	PLACE DE LA STRUCTURE DU BÂTIMENT, ENTRAÎNE L'EFFONDREMENT DU MUR.	17
	4.3.2 À LA SUITE D'UNE MODIFICATION DANS LA SÉQUENCE DES TRAVAUX, MAÇONNE	ERIE
	MICHEL JALBERT INC. ET LE MAÎTRE D'ŒUVRE ADOPTENT UNE MÉTHODE DE TRA	
	INADÉQUATE POUR LA CONSTRUCTION DU MUR DE BLOCS.	18
<u>CO</u> 1	NCLUSION	20
5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	20
5.2	AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENOUÊTE	20



Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport

RAP0988642

ANNEXES

ANNEXE A:	Accidenté	21
ANNEXE B:	Liste des témoins et des autres personnes rencontrées	22
ANNEXE C:	Rapport d'expertise	23
ANNEXE D:	Références bibliographiques	865



Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport

RAP0988642

SECTION 1

1 RÉSUMÉ DU RAPPORT

Description de l'accident

Le 31 octobre 2013, alors qu'il se trouve à l'intérieur des quatre murs de fondation de la maison à ériger, un travailleur de la compagnie 9252-2994 Québec inc. (ci-après nommée F.N.R. Fondation inc.) est enseveli suite à l'effondrement du mur de maçonnerie nord.

Conséquences

Le travailleur décède de ses blessures.



Photo 1: Lieu de l'accident (source : CSST)



Dossier d'intervention

Numéro du rapport R A PO988642

DPI4192353 RAP0988642

Abrégé des causes

L'enquête a permis de retenir les causes suivantes :

- L'effet du vent, sur le mur récemment construit sans contreventement pour contrer son élancement et assurer sa stabilisation jusqu'à la mise en place de la structure du bâtiment, entraîne l'effondrement du mur.
- À la suite d'une modification dans la séquence des travaux, Maçonnerie Michel Jalbert inc. et le maître d'œuvre adoptent une méthode de travail inadéquate pour la construction du mur de blocs.

Mesures correctives

Le 31 octobre 2013, la CSST interdit l'accès au chantier. Le rapport RAP9096973, émis sur place, exige une attestation de conformité signée par un ingénieur afin de s'assurer que le mur sud est stable.

Le 26 novembre 2013, suite à la collecte des données nécessaires à l'enquête, la CSST autorise la reprise des travaux sur le chantier. Le rapport RAP0878204 est alors émis.

Le présent résumé n'a pas comme tel de valeur légale et ne tient lieu ni de rapport d'enquête, ni d'avis de correction ou de tout autre décision de l'inspecteur. Il ne remplace aucunement les diverses sections du rapport d'enquête qui devrait être lu en entier. Il constitue un aide-mémoire identifiant les éléments d'une situation dangereuse et les mesures correctives à apporter pour éviter la répétition de l'accident. Il peut également servir d'outil de diffusion dans votre milieu de travail.

_

¹ Un contreventement représente tout dispositif s'opposant à tout effet de déformation ou de renversement (effondrement) d'une charpente ou d'un mur.



Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport RAP0988642

SECTION 2

2 ORGANISATION DU TRAVAIL

2.1 Structure générale du chantier

Le chantier consiste en la construction d'une maison de trois étages. [...], M. [A], [...], est le maître d'œuvre du chantier (voir le rapport RAP0878260).

Le maître d'œuvre confie en sous-traitance les travaux de maçonnerie à l'entreprise Maçonnerie Michel Jalbert inc. Cette compagnie emploie de [...] travailleurs.

Il confie aussi en sous-traitance les travaux de fondation, incluant le coffrage, à l'entreprise F.N.R. Fondation inc. Cette compagnie emploie environ [...] travailleurs.

Lorsque l'accident survient, M. [H], [...] de F.N.R. Fondation inc., et M. [I], [...] pour la même compagnie, se trouvent sur le chantier.

2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail

2.2.1 Mécanismes de participation

Le maître d'œuvre est présent sur le chantier chaque jour, mais pas en permanence. Il mène quotidiennement des réunions avec les sous-traitants. Le sujet de discussion porte exclusivement sur l'avancement des travaux et les modifications à apporter au besoin. Suite à ces rencontres, il n'y a pas de rapport écrit transmis aux sous-traitants.

2.2.2 Gestion de la santé et de la sécurité

Le 5 août 2013, le maître d'œuvre, élabore le devis « Conditions générales » qui, au point 20.0, traite de certaines mesures de sécurité sur le chantier.

Dans ce devis, le maître d'œuvre délègue la responsabilité des mesures de santé et de sécurité sur le chantier aux sous-traitants qui y exécutent des travaux. Ce devis précise que chaque employeur doit lui soumettre « le programme de sécurité exigé par la CSST » (programme de prévention), et ce, cinq jours avant le début des travaux. Le devis « Conditions générales » n'est remis qu'à F.N.R. Fondation inc. par le maître d'œuvre.

Le maître d'œuvre n'a pas reçu de programme de prévention de la part des deux sous-traitants. Étant donné qu'il observe que les deux employeurs prennent des mesures de sécurité, il renonce à leur exiger un programme de prévention.



Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport RAP0988642

Le maître d'œuvre transmet ses directives au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Lorsqu'il y a des changements au niveau des plans et/ou des méthodes de travail, il n'y a pas de documents écrits qui en font état. Tous les échanges au sujet de ces modifications se font de façon verbale.

L'employeur en maçonnerie, Maçonnerie Michel Jalbert inc., et l'employeur en fondation, F.N.R. Fondation inc., n'ont pas de programme de prévention.



Dossier d'intervention DPI4192353

Numéro du rapport

RAP0988642

Maison

du côté

nord

SECTION 3

DESCRIPTION DU TRAVAIL

3.1 Description du lieu de travail

Le chantier se situe au 6568, rue Marquette à Montréal. Il s'agit de la construction d'une maison multi générationnelle de trois étages. Celle-ci sera construite entre deux maisons existantes, situées sur les côtés sud et nord. L'entrée principale de la nouvelle maison est située du côté est.

Maison du côté sud



Photo 2 : Ancienne maison qui a été démolie (source : Google maps 2011)

3.2 Description du travail à effectuer

Le 31 octobre 2013, l'employeur en fondation, F.N.R. Fondation inc., doit installer de la pierre concassée et un drain français à l'intérieur des fondations.

Afin de préparer le terrain pour étendre la pierre concassée, M. [I], [...] pour F.N.R. Fondation inc., et M. [H], [...], déplacent des panneaux de coffrage au pied du mur nord (voir photo 3).



Mur sud

RAPPORT D'ENQUÊTE

Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport RAP0988642

Panneaux de coffrage au pied du mur

nord

Pelle hydraulique



Photo 3: Panneaux de coffrage au pied du mur nord (source: CSST)



Dossier d'intervention
DPI4192353

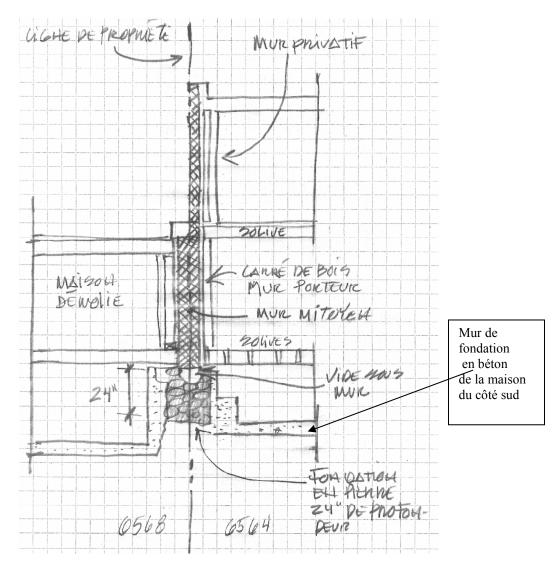
Numéro du rapport RAP0988642

SECTION 4

4 ACCIDENT: FAITS ET ANALYSE

4.1 Chronologie de l'accident

Suite à la démolition d'une maison unifamiliale sur le même terrain, le maître d'œuvre, entame la construction d'une maison multi générationnelle de trois étages. Le bâtiment situé du côté sud, dont l'adresse municipale est 6564 rue Marquette, est une maison sur deux étages. Chacune de ces deux maisons a une fondation en pierre et un mur de béton au niveau du sous-sol (voir croquis 1)².



Croquis 1 : Mur sud lors de la démolition - vue en élévation (source : maître d'œuvre)

² La maison démolie, dont l'adresse municipale est 6568 Marquette, est située à gauche sur le croquis et la maison du voisin sud, dont l'adresse municipale est 6564 Marquette, est à droite.



Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport RAP0988642

Lors de la démolition de l'ancienne maison, le mur mitoyen ne peut être démoli, car ce mur est accroché au mur extérieur du voisin sud.

Sans toucher, à cette étape, au mur mitoyen, le maître d'œuvre décide de refaire la fondation de sa maison anciennement en pierre. Les travaux débutent le 28 août 2013. F.N.R. Fondation inc. est le premier entrepreneur à œuvrer sur le chantier. Lors de la démolition de la fondation en pierre, M. . [I], [...] pour F.N.R. Fondation inc. constate que le mur mitoyen entre les deux maisons s'appuie sur les deux fondations en pierre. Suite à la démolition, le mur mitoyen est alors partiellement soutenu par la fondation du voisin et le mur extérieur de sa maison. Ce mur est donc fragilisé par un manque de support. M. [I] constate aussi que la fondation en pierre du voisin est endommagée.

Puisque le mur mitoyen doit être rehaussé et qu'il est fixé au mur extérieur du voisin, le maître d'œuvre convient avec le M. [J] de démolir les deux murs (mitoyen et extérieur).

Suite à cette démolition, des travaux sont exécutés sur le bâtiment sud (fondation, carré de bois, etc.). Le maître d'œuvre décide par la suite de monter un seul mur mitoyen pour les deux maisons avec une résistance au feu de deux heures, soit un mur en blocs de 190 millimètres (8 po). Il s'agit du mur sud. Celui-ci est ancré dans la fondation.

Maçonnerie Michel Jalbert inc. commence les travaux sur le chantier au mois d'octobre 2013. M. [K] et ses travailleurs finissent de bâtir le mur sud le vendredi 25 octobre 2013. Les travaux s'effectuent à partir d'un échafaudage. D'un commun accord entre le maître d'œuvre et l'entrepreneur en maçonnerie, il est convenu de monter le mur nord avant la structure du bâtiment (la charpente porteuse en bois), car les équipements sont déjà sur place.

Le 27 octobre 2013, M. [K] et ses travailleurs installent le premier rang de blocs de 90 millimètres du mur nord. M. [K] réalise l'alignement en présence du maître d'œuvre.

Les 29 et 30 octobre 2013, M. [K] et un de ses travailleurs érigent le mur nord. Suite à l'érection du mur, ils installent du polythène (fixé avec de la colle) pour éviter que la pluie pénètre entre le mur du bâtiment nord et le mur qu'ils viennent d'installer. Ils quittent ensuite le chantier.

Le 31 octobre 2013, vers 6 h 30, M. [K] appelle le maître d'œuvre et lui fait part de ses inquiétudes quant au vent annoncé pour le lendemain. Il lui demande de mettre de la laine minérale entre le mur complété la veille et le mur du voisin.

Vers 9 h 30, le maître d'œuvre se rend au chantier où il prend plusieurs photos des deux murs mitoyens. Il installe de la laine minérale entre le mur mitoyen et le mur du voisin, et ce, pour les deux murs (sud et nord). Il constate que le polythène installé sur le mur nord est tombé, car il vente. Il quitte ensuite le chantier pour aller chercher de l'uréthane giclé afin de sceller le mur sud. La pluie commence à tomber.

Dans la matinée, le maître d'œuvre communique par téléphone avec M. [I], [...] pour F.N.R. Fondation inc., pour lui rappeler de faire le drain de surface de la cour arrière. Il lui rappelle aussi les travaux qui restent à faire, c'est-à-dire installer le drain français à l'intérieur des fondations (près de la semelle) et étendre la pierre concassée sur toute la surface de la fondation.



Dossier d'intervention

Numéro du rapport RAP0988642

DPI4192353 RAP0988642

M. [I] convient avec le maître d'œuvre de faire le drain de surface dans la cour arrière le matin même, car la pelle hydraulique doit ensuite quitter pour un autre chantier.

Vers 11 h, M. [I] et M. [H] se présentent sur le chantier. Ils se rendent à l'intérieur des murs de fondation afin de dégager l'espace pour les prochaines étapes. Ils déplacent des panneaux de coffrage et les déposent au pied du mur nord (voir photo 3).

M. [I] voit un amas de pierre concassée dans la partie centrale de la fondation, côté ruelle. Il décide de le pousser avec la pelle hydraulique pour épargner cette tâche aux travailleurs.

Pour ce faire, il sort de l'excavation pour aller chercher la pelle hydraulique située derrière des matériaux et des débris. Il s'assoit sur la pelle et la fait pivoter afin qu'elle soit face à la fondation. Lorsqu'il avance, il voit le mur de maçonnerie nord s'effondrer d'un seul coup.

M. [I] aperçoit M. [H] enseveli sous des blocs de béton du côté sud de la fondation. Il appelle les services d'urgence et se dirige vers le travailleur enseveli pour lui porter secours en lui prodiguant les premiers soins. Les services d'urgence arrivent et le décès est constaté sur place.



Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport RAP0988642

4.2 Constatations et informations recueillies

4.2.1 Constatations

La visite des lieux nous permet de faire les constatations suivantes :

• Le mur nord s'est effondré complètement excepté le premier rang de blocs qui est resté attaché à la fondation (voir photo 4);



Premier rang de blocs

Photo 4 : Mur côté nord après l'effondrement (source : CSST)

- L'espace entre le premier rang de blocs et le mur du voisin est inégal, variant de 12 à 125 millimètres);
- Il y a deux traits horizontaux de colle sur le mur du voisin nord, un du côté de la ruelle et un du côté de la rue Marquette;
- Il y a des tubes de colle (scellant) et du polythène dans les débris;
- Il n'y a pas d'armatures verticales ni aucun autre type d'ancrage retenant les blocs entre eux à la verticale;



Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport RAP0988642

• Entre les blocs, il y a de l'armature horizontale, à tous les deux ou trois rangs (voir photo 5);

Armature horizontale



Photo 5: Armature horizontale entre les rangs de blocs (source : CSST)

• Entre les blocs il y a du mortier³.

³ Le mortier est un mélange constitué le plus souvent de ciment ou de chaux, de sable, d'adjuvants éventuels et d'eau de gâchage. Il est utilisé comme liant entre les blocs.



Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport RAP0988642

4.2.2 Informations recueillies

4.2.2.1 Expérience du travailleur

Le travailleur accidenté est embauché comme livreur. Il s'occupe de [...]. De temps à autre, il fait aussi [...]. Il travaille pour F.N.R. Fondation inc. depuis [...].

4.2.2.2 Installation du mur nord

- Dans le devis « portée des travaux », élaboré le 5 août 2013, le maître d'œuvre prévoit « l'installation du mur mitoyen en blocs de béton (phase après la construction de la structure du bâtiment) ».
- Dû à des contraintes rencontrées lors des travaux de fondations, le mur sud a été installé avant la structure, contrairement aux plans initiaux. Étant donné que Maçonnerie Michel Jalbert inc. était déjà présent sur le chantier, il a été convenu de monter le mur nord avant la structure de la nouvelle maison.
- Dans le devis « accessoires de maçonnerie », le maître d'œuvre prévoit des armatures à maçonnerie pour ouvrages en bloc de béton : feuillards en acier inoxydable. Il précise aussi que « les armatures et éléments de liaison de maçonnerie doivent être conformes aux normes CAN S304-M84, CSA-A371-94 ou normes équivalentes ».
- Pour assurer la verticalité du mur, M. [K] utilise un laser.
- Le mur est finalisé depuis environ 20 heures au moment de l'effondrement.

4.2.2.3 Description du mur nord

- Le mur nord figure sur un des plans soumis par le maître d'œuvre avec la mention MM et MM2 et une spécification du bloc de 90 millimètres (4po) avec une mention ULC 1 heure. En référence aux normes reliées à la sécurité incendie, le mur est identifié comme mur mitoyen résistance au feu de 1 heure.
- Le mur en maçonnerie qui s'est effondré est un mur non porteur.
- Le mur nord est construit en blocs de type «10 Permacon, 90 x 190 x 390»⁴. Le poids d'un bloc est de 8,4 kg. Le poids du mur est de 115 kilogrammes par mètre carré.

-

⁴ Les dimensions sont exprimées en millimètres.



Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport

RAP0988642

• Le mur a une hauteur libre de 9,8 mètres dans la partie centrale, 7,2 mètres du côté de la ruelle et 8,2 mètres du côté de la rue Marquette (voir photo 6).

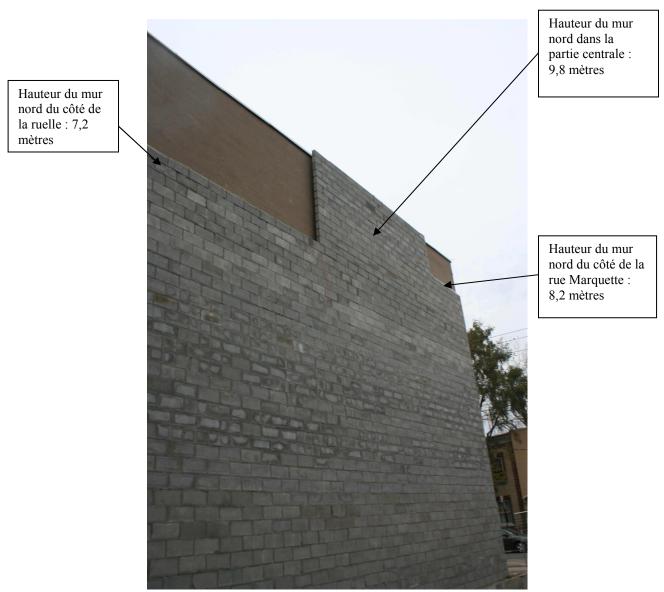


Photo 6 : Mur nord avant l'effondrement – photo prise le 31 octobre 2013 (source : maître d'œuvre)

4.2.2.4 Effondrement du mur nord : mode de rupture

La CSST a octroyé un mandat d'expertise à M. Luc Laliberté ing., pour présenter les normes pertinentes, analyser la stabilité du mur nord avant l'effondrement et évaluer la méthode utilisée par l'entrepreneur.

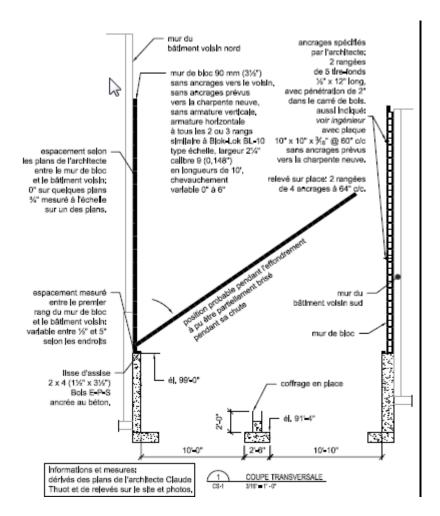


Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport RAP0988642

Selon ce rapport d'expertise, daté du 23 avril 2014 :

- Le mur s'est « détaché du premier rang de blocs par un pivotement vers l'intérieur du bâtiment en construction »;
- L'armature horizontale aide à « maintenir les différentes parties du mur ensemble de façon latérale », mais « elle n'a pas pour effet de résister au pivotement ». Ceci explique pourquoi le mur s'est effondré en un seul morceau (voir croquis 2).



Croquis 2 : Coupe des murs de blocs nord et sud (source: rapport d'expertise, Luc Laliberté ing.)



Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport RAP0988642

4.2.2.5 Le Code national du bâtiment (CNB), les normes et les règles de l'art

Le CNB et plusieurs normes balisent la construction de la maçonnerie.

Selon le rapport d'expertise de M. Luc Laliberté ing., daté du 23 avril 2014 (voir annexe D):

- La section 9.20 du CNB traite des maisons et petits bâtiments et plus spécifiquement, elle s'applique pour des murs de maçonnerie non armés dont la hauteur ne dépasse pas 11 mètres, tel que le mur nord sur la rue Marquette.
- L'article 9.29.9.5 précise que le mur extérieur de maçonnerie doit être « fixé à la structure par des feuillards formant un lien mécanique avec le mortier ». Dans le cas du mur analysé, le mur n'a pas été fixé à la structure puisqu'il a été construit avant la structure du bâtiment.
- L'article 9.20.10 du CNB stipule que les murs de maçonnerie « doivent être appuyés latéralement par un toit ou un plancher, des murs de refend ou des contreforts en maçonnerie » et les supports latéraux doivent être espacés de maximum 20 fois l'épaisseur du mur, donc de 1,8 mètre.
- La section 9.20 du CNB établit aussi des limites quant au rapport hauteur/épaisseur (kh/t), rapport qui définit l'élancement⁵ d'un mur non porteur⁶ qu'il soit extérieur ou intérieur. Par contre, le CNB fait référence à un mur non porteur extérieur qui a des appuis latéraux. Dans ce cas, l'élancement est calculé entre les appuis latéraux. Sur la rue Marquette, le mur en maçonnerie nord dépasse les paramètres de la partie 9 du CNB, car il s'agit d'un mur non porteur extérieur, sans appui latéral.
- Lorsque les paramètres du CNB sont dépassés, c'est la norme CSA-S304.1-04 *Calcul des ouvrages en maçonnerie* qui régit la conception de murs de maçonnerie. Cette norme établit les règles empiriques non basées sur une analyse d'ingénierie pour la maçonnerie ordinaire. Parmi les critères minimaux à respecter pour construire un mur non porteur, la norme prévoit aux sections 7.5 et 7.7 que les murs de maçonnerie doivent avoir des supports latéraux à des intervalles verticaux ou bien horizontaux espacés de telle façon que l'élancement ne dépasse pas 30.
- L'élancement du mur nord est de 160 dans la partie la plus basse et de 218 dans la partie la plus haute. Selon le rapport d'expertise, le dépassement de la prescription de la norme pour l'élancement est suffisant pour conclure à un mur instable.

_

⁵ L'élancement représente le rapport entre la hauteur du mur et son épaisseur.

⁶ Un mur non porteur est un mur qui ne supporte que son propre poids (charge permanente).



Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport RAP0988642

• La norme CSA-S304.1-04 mentionne que les prescriptions relatives à la construction de la maçonnerie se retrouvent dans la norme CSA-A371-04 *Maçonnerie des bâtiments*. Cette norme précise que « la maçonnerie doit être contreventée pendant la mise en œuvre afin de résister aux charges prévues ». Les charges à prévoir durant la mise en œuvre sont les charges usuelles rencontrées, notamment le vent.

Dans les devis élaborés par le maître d'œuvre, celui-ci précise que les travaux doivent être conformes au CNB et aux normes auxquelles il se réfère. Il précise aussi que les exigences du Code de sécurité pour les travaux de construction (CSTC) doivent être respectées sur le chantier.

Le CSTC spécifie les précautions à prendre pendant la construction ou la démolition :

- 2.12.1 Toute charpente doit être calculée, construite, placée, appuyée, contreventée et haubanée afin de résister à toute charge qui pourrait y être imposée pendant la construction ou la démolition.
- 2.12.2 Il est interdit de laisser sans protection un mur, une cheminée ou une charpente susceptible de s'écrouler pendant la construction ou la démolition.

Selon les informations recueillies, le mur nord est libre d'ancrages.

Un croquis en lien avec des supports temporaires a été produit par le maître d'œuvre. Ce croquis n'est pas daté, signé ou titré. L'entrepreneur en maçonnerie déclare ne pas avoir pris connaissance de ce croquis.

4.2.2.6 Vitesse du vent le 31 octobre 2013

Selon le rapport d'expertise :

- Le site du Gouvernement du Canada/Climat présente les vitesses horaires du vent pour le 31 octobre 2013 vers 11 h qui varient de 7 à 18 km à l'heure avec des rafales maximales de 39 km à l'heure;
- Le vent exerce une pression/succion sur ce mur qui est libre d'ancrages. Cela représente une charge horizontale sur le mur. Le rapport d'expertise démontre que la force du vent calculée à partir des données enregistrées cette journée-là est suffisante pour déstabiliser le mur et entraîner son effondrement.



Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport

RAP0988642

4.3 Énoncés et analyse des causes

4.3.1 L'effet du vent, sur le mur récemment construit sans contreventement pour contrer son élancement et assurer sa stabilisation jusqu'à la mise en place de la structure du bâtiment, entraîne l'effondrement du mur.

Au moment de l'effondrement, le mur nord en blocs de maçonnerie est exposé aux vents. La norme CSA A371-04 précise que « la maçonnerie doit être contreventée pendant la mise en œuvre afin de résister aux charges prévues ». La pression et la succion exercées par le vent font partie des charges à prévoir.

Le 31 octobre 2013, vers 11 h, la vitesse du vent enregistrée varie de 7 à 18 km à l'heure avec des rafales maximales de 39 km à l'heure. Le vent exerce une charge horizontale suffisante à elle seule pour causer l'effondrement.

Les facteurs qui rendent le mur nord instable sont l'élancement, qui dépasse largement les normes, et l'absence d'appuis latéraux (contreventement). En effet, la norme CSA-S304.1-04 mentionne que l'élancement ne doit pas dépasser 30. L'élancement est le rapport entre la hauteur sur l'épaisseur (kh/t où k est égal à 2 pour un mur sans appui latéral).

Le mur nord en blocs de béton, qui a une épaisseur de 0,09 mètre, aurait donc dû avoir une hauteur maximale de 1,35 mètres (2*1,35/0,09) afin de respecter le critère d'élancement de 30 (sans appui latéral). Or, le mur nord est érigé à une hauteur libre de 7,2 mètres du côté de la ruelle, de 9,8 mètres au centre et de 8,2 mètres du côté de la rue Marquette. De plus, au moment où l'effondrement survient, le mur est finalisé depuis environ 20 heures.

Le mur, tel que construit, a un élancement variant de 160 (partie basse) à 218 (partie la plus haute). Dû à son élancement et sous l'effet de son propre poids (115 kg par mètre carré), le mur arrive à peine à se stabiliser. Il est en équilibre précaire.

Il n'y a pas de contreventement pour le mur nord afin de contrer son élancement et assurer la stabilisation jusqu'à la mise en place de la structure du bâtiment, tel que prévu dans la norme CSA-A371-04. Un contreventement provisoire, dont la conception est balisée par le CNB et les normes auxquelles il se réfère, aurait assuré la stabilité du mur nord jusqu'à la mise en place de la structure du bâtiment et empêché ainsi l'effondrement.

Cette cause est retenue.



Dossier d'intervention

Numéro du rapport R A PO988642

DPI4192353 RAP0988642

4.3.2 À la suite d'une modification dans la séquence des travaux, Maçonnerie Michel Jalbert inc. et le maître d'œuvre adoptent une méthode de travail inadéquate pour la construction du mur de blocs.

Selon les informations recueillies, le maître d'œuvre prévoit initialement de :

- Construire le mur mitoyen en blocs de béton, après l'érection de la structure du bâtiment;
- Fixer le mur de maçonnerie en blocs de béton à la structure du nouveau bâtiment à l'aide de feuillards en acier;
- Exécuter les travaux de maçonnerie conformément à la norme CSA-A371-94 et au CNB;
- Respecter les exigences du CSTC en matière de la sécurité des travailleurs sur le chantier.

La section 9.20 du CNB indique que le mur de maçonnerie doit être « fixé à la structure par feuillards formant un lien mécanique avec le mortier » (article 9.20.9).

Le maître d'œuvre et l'entrepreneur en maçonnerie ont convenu de changer la séquence de travail et le mur nord est monté avant l'érection de la structure du nouveau bâtiment. De cette manière, les feuillards ne peuvent pas être utilisés.

L'article 9.20.10 du CNB indique aussi que le mur de maçonnerie « doit être appuyé latéralement par un toit ou un plancher, des murs de refend ou des contreforts en maçonnerie ». On y indique également des limites quant à l'élancement pour un mur non porteur avec appuis latéraux.

Le maître d'œuvre et l'entrepreneur en maçonnerie ont convenu d'ériger le mur nord sans appuis latéraux et ils ont ainsi dépassé les paramètres du CNB. Dans ces conditions, le CNB renvoie aux normes qui régissent la conception des murs de maçonnerie et qui stipulent les critères minimaux à respecter lors de la construction de ces derniers.

La norme CSA-A371-04 exige du contreventement provisoire pendant la mise en œuvre afin de résister aux charges prévues. De plus, le CSTC interdit de laisser sans protection un mur susceptible de s'écrouler pendant la construction. Or, il n'y a eu aucun contreventement pour le mur nord

Les méthodes équivalentes pour la retenue du mur, associées au CNB, aux normes auxquelles il se réfère et aux règles de l'art, ne sont pas considérées. La mise en place de contreventement provisoire vise à assurer la sécurité des travailleurs pendant la construction. Le maître d'œuvre qui a des responsabilités quant à la sécurité sur son chantier et l'entrepreneur en maçonnerie qui doit avoir connaissance des normes afférentes à son métier, ne mettent en place aucun moyen pour stabiliser le mur mitoyen nord en blocs de béton.



Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport

RAP0988642

À la suite d'une modification dans la séquence des travaux, Maçonnerie Michel Jalbert inc. et le maître d'œuvre adoptent une méthode de travail inadéquate pour la construction du mur de blocs.

Cette cause est retenue.



Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport RAP0988642

SECTION 5

5 CONCLUSION

5.1 Causes de l'accident

L'enquête a permis de retenir les causes suivantes :

- L'effet du vent, sur le mur récemment construit sans contreventement pour contrer son élancement et assurer sa stabilisation jusqu'à la mise en place de la structure du bâtiment, entraîne l'effondrement du mur.
- À la suite d'une modification dans la séquence des travaux, Maçonnerie Michel Jalbert inc. et le maître d'œuvre ont adopté une méthode de travail inadéquate pour la construction du mur de blocs.

5.2 Autres documents émis lors de l'enquête

- Un interdit de travail est signifié sur les lieux de l'accident le 31 octobre 2013. Le rapport RAP9096973 est émis sur place pour interdire l'accès sur le chantier.
- La reprise des travaux sur le chantier est autorisée le 26 novembre 2013. Le rapport RAP0878204 est émis pour autoriser la reprise des travaux sur le chantier.



Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport RAP0988642

ANNEXE A

Accidenté

ACCIDENTÉ

Nom, prénom : [H]

Sexe : [...]

Âge : [...]

Fonction habituelle : [...]

Fonction lors de l'accident : Livreur

Expérience dans cette fonction : [...]

Ancienneté chez l'employeur : [...]

Syndicat : Non



Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport RAP0988642

ANNEXE B

Liste des témoins et des autres personnes rencontrées

- M. [K], Maçonnerie Michel Jalbert inc.
- M. [I], 9252-2994 Québec inc. (F.N.R. Fondation inc.)
- M. [A]



Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport RAP0988642

ANNEXE C

Rapport d'expertise

ANALYSE STRUCTURALE

MUR DE MAÇONNERIE EFFONDRÉ LE 31 OCTOBRE 2013

BÂTIMENT EN RECONSTRUCTION 6568, rue Marquette Montréal

Pour la Commission de la santé et de la sécurité du travail Direction générale de Montréal

Rapport d'ingénierie de structure

par Luc Laliberté, ing. 23 avril 2014



Dossier d'intervention
DPI4192353

Numéro du rapport RAP0988642

ANNEXE D

Références bibliographiques

- 1. GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. Code de sécurité pour les travaux de construction, L.R.Q., chapitre S-2.1, r.4 : Éditeur officiel du Québec, Bibliothèque Nationale du Québec, 10 mai 2011
- 2. CANADA. *Code national du bâtiment du Canada 2005*, Ottawa, Conseil National de Recherches du Canada, 2005-, 1 235 p. (CNRC 47666F).
- 3. ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Calcul des ouvrages en maçonnerie*, Mississauga, Ont., CSA-S304.1-04, Ed. française 2005.
- 4. ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Maçonnerie des bâtiments*, Mississauga, Ont., CSA-A371-04. Ed. Française 2004.