

EN004129**RAPPORT D'ENQUÊTE**

**Accident mortel survenu le 6 mai 2016
à un briqueteur-maçon de l'entreprise
Rénovatech J.D.L. inc. sur un chantier résidentiel
au [...], à Québec.**

Direction régionale de la Capitale-Nationale

Version dépersonnalisée

Inspecteurs :

Simon Pelletier,
inspecteur

Brigitte Turbide,
inspectrice

Date du rapport : 13 février 2017

Rapport distribué à :

- Monsieur [A], [...], Rénovatech J.D.L. inc.
- Maître Donald Nicole, coroner
- Monsieur François Desbiens, directeur de la santé publique, région de la Capitale-Nationale
- Centrale des syndicats démocratiques (CSD)

TABLE DES MATIÈRES

<u>1</u>	<u>RÉSUMÉ DU RAPPORT</u>	<u>1</u>
<u>2</u>	<u>ORGANISATION DU TRAVAIL</u>	<u>3</u>
2.1	STRUCTURE GÉNÉRALE DU CHANTIER	3
2.2	ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	3
2.2.1	MÉCANISMES DE PARTICIPATION	3
2.2.2	GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ	3
<u>3</u>	<u>DESCRIPTION DU TRAVAIL</u>	<u>5</u>
3.1	DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	5
3.2	DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	5
<u>4</u>	<u>ACCIDENT: FAITS ET ANALYSE</u>	<u>7</u>
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	7
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	7
4.2.1	LE TRAVAILLEUR	7
4.2.2	AVANCEMENT DES TRAVAUX	8
4.2.3	INSTALLATION DE L'ÉCHAFAUDAGE	8
4.2.4	CAPACITÉ DU PORTE-À-FAUX	9
4.2.5	DISPONIBILITÉ DES ÉQUIPEMENTS	9
4.2.6	PROTECTION CONTRE LES CHUTES DE HAUTEUR	9
4.2.7	PROGRAMME DE PRÉVENTION DE L'ENTREPRISE	10
4.2.8	CODE DE SÉCURITÉ POUR LES TRAVAUX DE CONSTRUCTION	11
4.2.9	UTILISATION SÉCURITAIRE D'UN ÉCHAFAUDAGE SUR CADRES MÉTALLIQUES	11
4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	13
4.3.1	LORS DE LA TRANSITION ENTRE L'ÉCHAFAUDAGE ET L'ÉCHELLE, LE BRIQUETEUR-MAÇON PERD L'ÉQUILIBRE EN APPUYANT SUR LA PARTIE EN PORTE-À-FAUX D'UN MADRIER ET CHUTE AU SOL.	13
4.3.2	LA PLANIFICATION DÉFICIENTE DES TRAVAUX DANS UN ÉCHAFAUDAGE EXPOSE LE BRIQUETEUR-MAÇON À UN DANGER DE CHUTE.	14
<u>5</u>	<u>CONCLUSION</u>	<u>15</u>
5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	15
5.2	AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE	15
5.3	SUIVI À L'ENQUÊTE	15

ANNEXES

ANNEXE A :	Accidenté	16
ANNEXE B :	Liste des témoins et des autres personnes rencontrées	17
ANNEXE C :	Rapport d'expertise	18
ANNEXE D :	Références bibliographiques	26

SECTION 1**1 RÉSUMÉ DU RAPPORT****Description de l'accident**

Le 6 mai 2016 vers 13 h 27, sur un chantier de construction résidentiel, un briqueteur-maçon effectue des travaux de maçonnerie sur la façade d'une résidence située au [...], à Québec. Alors qu'il est au sommet de l'échafaudage d'une hauteur de 3,1 m, le briqueteur-maçon chute sur l'escalier de béton situé à la base de l'échafaudage.

Conséquences

Le briqueteur-maçon décède des suites de la chute.



Photo 1 : Lieu de l'accident
(Source : CNESST)

Abrégé des causes

Lors de la transition entre l'échafaudage et l'échelle, le briqueteur-maçon perd l'équilibre en appuyant sur la partie en porte-à-faux d'un madrier et chute au sol.

La planification déficiente des travaux dans un échafaudage expose le briqueteur-maçon à un danger de chute.

Mesures correctives

À la suite de l'accident, le 6 mai 2016, la CNESST interdit de façon permanente l'utilisation de l'échafaudage et des trois madriers en façade du bâtiment (RAP1021253). Des avis de correction liés aux échafaudages et aux risques de chute sont également émis et consignés au même rapport.

Suivant cette décision, une nouvelle installation d'échafaudage conforme au Code de sécurité pour les travaux de construction est érigée en façade de la résidence par un sous-traitant spécialisé en maçonnerie. Le 18 mai 2016, la conformité de cette installation est vérifiée par la CNESST (RAP1022199).

Le présent résumé n'a pas de valeur légale et ne tient lieu ni de rapport d'enquête ni d'avis de correction ou de toute autre décision de l'inspecteur. 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.

SECTION 2

2 ORGANISATION DU TRAVAIL

2.1 Structure générale du chantier

Les propriétaires de la résidence, située au [...], à Québec, octroient un contrat de type clé en main à l'entreprise Rénovatech J.D.L. inc. pour l'ensemble des travaux d'agrandissement et de rénovation de la résidence. L'entreprise Rénovatech J.D.L. inc. agit à titre de maître d'œuvre du chantier.

L'entreprise, dont l'établissement est situé au 170, avenue de la Sablonnière, à Québec, est spécialisée dans le domaine de la rénovation résidentielle. Elle emploie [...] travailleurs qui sont tous présents sur le chantier au moment de l'accident; il y a un briqueteur-maçon et quatre charpentiers-menuisiers, incluant un chef d'équipe. L'embauche des travailleurs ainsi que la planification et la supervision des travaux sont assurées par M. [A], [...] de l'entreprise.

Sur le chantier, il est prévu que les travaux occuperont un maximum de [...] travailleurs simultanément, incluant les travailleurs des divers employeurs sous-traitants.

2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail

2.2.1 Mécanismes de participation

[...]. Des réunions hebdomadaires sont organisées par le [...] de l'entreprise sur les chantiers et leur contenu est consigné par écrit.

Étant donné l'envergure des travaux de construction, il n'y a aucun mécanisme de participation sur le chantier prévu au Code de sécurité pour les travaux de construction tel que la mise en place d'un comité de chantier ou la présence d'un agent de prévention.

Aucun avis d'ouverture de chantier n'a été transmis à la CNESST avant l'accident.

2.2.2 Gestion de la santé et de la sécurité

L'entreprise a un programme de prévention adapté au chantier et il est disponible dans la remorque sur le chantier de construction. Le programme de prévention est général et il contient une section de planification sécuritaire des travaux. Les travailleurs de l'entreprise signent un formulaire d'engagement qui les informe de leurs obligations à respecter les consignes en matière de santé et de sécurité sur chaque chantier de construction où ils travaillent.

Le [...] de l'entreprise est responsable de la gestion de la santé et de la sécurité sur les chantiers. Outre des consignes verbales, le [...] organise des réunions hebdomadaires sur les chantiers pour rappeler les consignes en matière de santé et de sécurité.

Le [...] de l'entreprise est présent sur le chantier fréquemment pour constater l'évolution des travaux, gérer les besoins en matériaux, en équipements, en outils et pour gérer les imprévus ainsi que les demandes des clients. Il voit également à la gestion des travaux effectués par les employeurs sous-traitants sous son autorité. En l'absence du [...], le [...] donne les consignes pour les divers travaux à effectuer. Au besoin, le [...] communique par téléphone avec le [...].

En 2007, la CNESST est intervenue à trois reprises chez cet employeur. L'une de ces interventions était une demande d'assistance concernant la protection contre les chutes de hauteur. L'information concernant l'ensemble des mesures de base concernant la protection contre les chutes de hauteur tels le port du harnais, l'installation de garde-corps et l'utilisation sécuritaire d'échafaudage tubulaire sur cadres métalliques a été transmise à l'employeur.

SECTION 3**3 DESCRIPTION DU TRAVAIL****3.1 Description du lieu de travail**

Le chantier est situé au [...], à Québec, une résidence de type unifamilial à deux étages. Le revêtement extérieur de la résidence est en pierre. Le porche et l'escalier de l'entrée sont faits d'interblock. La façade du bâtiment est d'une hauteur maximale de 5,8 m.

Les travaux consistent à construire un garage et des pièces au-dessus, l'ensemble adjacent à la résidence. La superficie de l'agrandissement est de 42 mètres carrés. Les travaux sont commencés depuis trois semaines.

À l'aéroport de Québec à 13 h, le jour de l'accident, la température est de 17 °C, le vent souffle à une vitesse de 10 km/h et le ciel est dégagé.



Photo 2 : Vue générale de l'agrandissement
(Source : CNESST)

3.2 Description du travail à effectuer

Les travaux de maçonnerie consistent à récupérer des pierres sur les murs d'origine entre le nouveau garage et la résidence. La démolition d'une arche de pierre près de l'entrée et qui donne accès au porche est également prévue. Ces pierres sont ensuite nettoyées et empilées pour être réutilisées comme revêtement extérieur de l'agrandissement. De plus, les joints des pierres de la

façade sont refaits à neuf pour des besoins esthétiques. Pour ce faire, le briqueteur-maçon retire le mortier blanc dans les joints à l'aide d'un marteau-piqueur électrique. Ensuite, il applique un nouveau mortier gris pour sceller les pierres entre elles. Les travaux à moins de 3 m s'effectuent à l'aide d'un escabeau, alors que plus haut, les travaux sont effectués à partir d'un échafaudage.



Photo 3 : Travaux de maçonnerie
(Source : CNESST)

SECTION 4**4 ACCIDENT: FAITS ET ANALYSE****4.1 Chronologie de l'accident**

Le 6 mai 2016, le briqueteur-maçon arrive sur le chantier un peu avant 7 h. En matinée, les travaux de maçonnerie du porche où une arche de pierre a été enlevée sont finalisés. Vers 12 h, le briqueteur-maçon et les autres travailleurs prennent une pause pour dîner.

À 12 h 30, l'un des travailleurs retourne à l'intérieur du bâtiment alors que les autres travailleurs reprennent les travaux de construction sur le plancher du 2^e étage de l'agrandissement. Pendant ce temps, le briqueteur-maçon installe un échafaudage de deux sections de haut en façade du bâtiment. Les joints à nettoyer sont situés autour de la fenêtre du deuxième étage et du pignon de la maison. Pour accéder à l'échafaudage, il installe une échelle sur la deuxième marche de l'escalier d'interblock. Cette échelle d'accès est appuyée sur la façade de la résidence.

À 13 h 27, un des travailleurs sur le plancher de l'agrandissement du 2^e étage descend par une seconde échelle, il entrevoit le briqueteur-maçon au sommet de l'échafaudage. Il entend ensuite un cri. Une fois au sol, il constate que le briqueteur-maçon est étendu sur les escaliers d'interblock au pied de l'échelle d'accès à l'échafaudage et qu'il est blessé à la tête. Le travailleur appelle de l'aide. Les autres travailleurs viennent le rejoindre. Un travailleur communique avec les services d'urgence et des manœuvres de réanimation sont initiées. À 13 h 29, les ambulanciers arrivent et prennent la relève pour les manœuvres de réanimation. Le décès du briqueteur-maçon est constaté au centre hospitalier.

4.2 Constatations et informations recueillies**4.2.1 Le travailleur**

Le briqueteur-maçon pèse environ 87,9 kg et mesure approximativement 1,79 m. Il fait ce métier depuis [...]. Le briqueteur-maçon travaille à l'occasion pour l'entreprise Rénovatech J.D.L. inc. depuis le mois de juin 2015 lorsqu'il est question de travaux de maçonnerie.

Avant le mois de juin 2015, le briqueteur-maçon exploitait sa propre entreprise de maçonnerie à titre de travailleur autonome. Divers équipements de construction lui appartiennent tels qu'une scie à béton, une scie à maçonnerie, un mélangeur à mortier, une table de travail, des cadres d'échafaudages et des madriers.

Au moment de l'accident, le briqueteur-maçon porte un casque de sécurité.

4.2.2 Avancement des travaux

La veille de l'accident, un travailleur installe du carton sur la grande fenêtre de la façade afin de la protéger pendant les travaux de maçonnerie en hauteur.

Le matin de l'accident, les travaux de nettoyage des joints de maçonnerie à effectuer sont situés au-dessus de la grande fenêtre, à une hauteur de 3,2 m. Les joints doivent être nettoyés jusqu'au pignon, à une hauteur de 5,8 m. Au moment de l'accident, les joints sont nettoyés jusqu'à 4,7 m de hauteur.

4.2.3 Installation de l'échafaudage

L'échafaudage utilisé par le briqueteur-maçon a été installé par ce dernier et l'équipement (cadres et madriers) lui appartient. L'échafaudage, composé de deux sections, a une hauteur totale de 3,1 m. Une section de cet échafaudage a une largeur de 1,83 m ainsi qu'une profondeur et une hauteur de 1,52 m. L'échafaudage est nivelé à l'aide de rebuts de construction. La distance entre le boulin, traverse de l'échafaudage supportant les madriers, et l'échelle d'accès est de 45 cm. L'échafaudage est installé à gauche d'un escalier en interblock et l'échelle d'accès repose sur la deuxième marche de l'escalier. Le plancher de travail est composé de trois madriers d'une longueur moyenne de 2,4 m. Ces madriers peuvent basculer ou glisser de l'échafaudage.

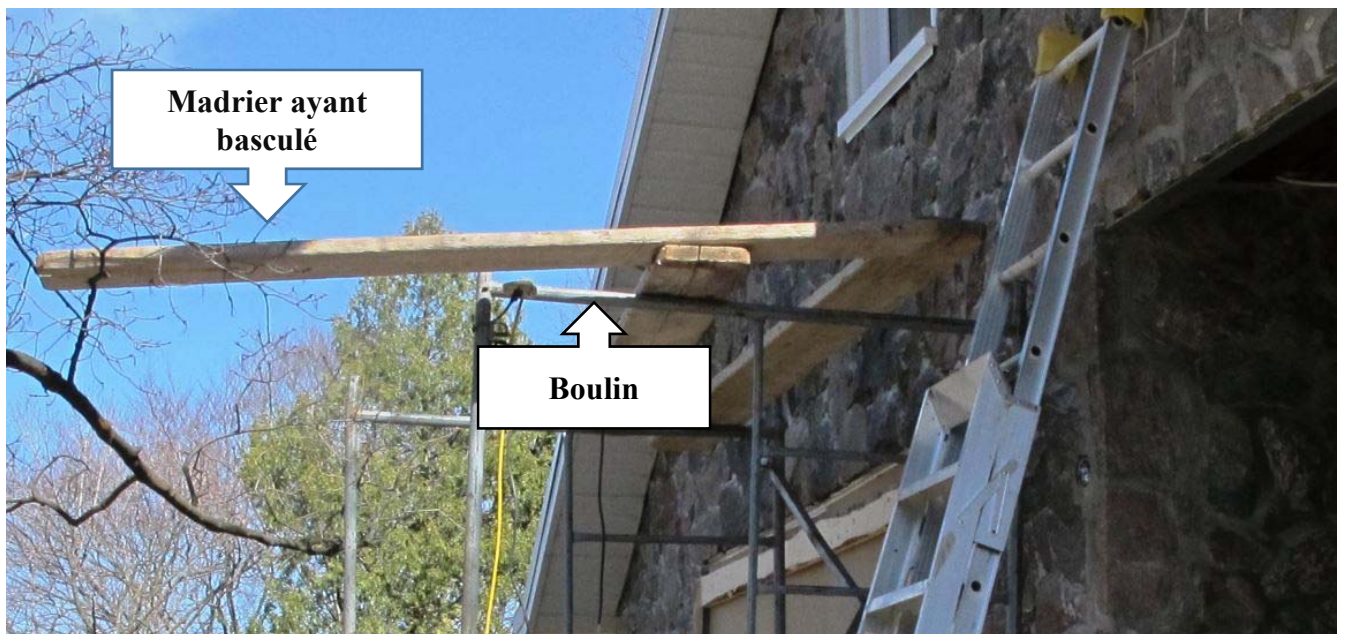


Photo 4 : Disposition des madriers après la chute
(Source : CNESST)

4.2.4 Capacité du porte-à-faux

L'expertise (annexe C) démontre qu'à partir d'une distance de 12,58 cm du boulin de l'échafaudage sur lequel est appuyé le madrier d'une longueur de 2,4 m, le poids du travailleur, appliqué sur la partie en porte-à-faux, est suffisant pour déséquilibrer et faire basculer ce madrier.

Ainsi, contrairement à un madrier standard d'une longueur de 3,65 m, le poids du madrier de 2,4 m de long n'est pas suffisant pour permettre au travailleur de se tenir debout ou d'appliquer une partie de son poids sur la partie en porte-à-faux.

4.2.5 Disponibilité des équipements

L'entreprise possède huit cadres métalliques d'échafaudage standard, plusieurs madriers et deux demi-cadres. Une section d'un échafaudage standard a une largeur de 3,1 m ainsi qu'une profondeur et une hauteur de 1,52 m. Tout l'équipement est sur le chantier.

Dans les jours précédant l'accident, les huit cadres métalliques sont utilisés pour l'installation des poutrelles de plancher et des poutres de bois de placage stratifié pour l'agrandissement. La veille de l'accident, deux des huit cadres sont retirés de l'échafaudage de l'agrandissement pour être utilisés à l'intérieur de la maison pour les travaux de démolition. Les six autres cadres métalliques demeurent installés près de l'agrandissement. Cet échafaudage n'est pas utilisé le jour de l'accident.

Sur ce chantier, le briqueteur-maçon fourni, à la demande de Rénovatech J.D.L. inc. une scie à béton et une table de travail.

Au besoin, Rénovatech J.D.L. inc. utilise les services de [...] pour louer divers équipements pour les besoins spécifiques du chantier.

4.2.6 Protection contre les chutes de hauteur

Sur le chantier, un ancrage est installé au toit de la résidence. Des harnais, des cordes, des absorbeurs d'énergie, des coulisseaux et des ancrages sont disponibles dans la remorque sur le chantier. Le briqueteur-maçon ne porte pas de harnais de sécurité au moment de l'accident.

Il n'y a pas de garde-corps autour de l'échafaudage en façade d'une hauteur de 3,1 m.

4.2.7 Programme de prévention de l'entreprise

Le programme de prévention a été élaboré par [...]. On y mentionne, notamment :

« Mise en application des mesures préventives décrites dans la planification sécuritaire

LA DIRECTION

Rendre disponibles sur les lieux de travail tous les matériaux et équipements nécessaires à la réalisation sécuritaire des travaux

TRAVAILLEURS

Les travailleurs qui auront reçu notre formation sur les mesures préventives contenues dans la planification sécuritaire verront à les respecter lors de l'exécution des travaux.

... Planification sécuritaire du travail, Phase Échafaudage

Risque : Effondrement ou basculement

Mesures préventives : S'assurer du bon état des composantes et du plancher, qui doivent être constitués de matériaux conformes à l'article 3.9.8 du Code de sécurité pour les travaux de construction.

... Planification sécuritaire du travail, Chute de hauteur

Risque : Chute de hauteur

Mesures préventives : Les travailleurs exposés à une chute de hauteur doivent être protégés par une des méthodes suivantes :

- Installer un garde-corps ou un système limitant la portée de travail;
- Installer une ligne d'avertissement;
- Utiliser un autre moyen collectif, tel un filet de sécurité;
- Utiliser un harnais, une liaison antichute et un système d'ancrage. »

4.2.8 Code de sécurité pour les travaux de construction

L'article 3.9.8 du Code de sécurité pour les travaux de construction concernant les planchers d'échafaudage stipule :

« 3.9.8. Planchers : Les éléments qui constituent le plancher doivent être posés de façon à ne pouvoir ni basculer ni glisser. »

L'article 2.9.1 de ce code concernant le travail en hauteur stipule :

« 2.9.1. Mesures de sécurité : Tout travailleur doit être protégé contre les chutes dans les cas suivants :

1° s'il est exposé à une chute de plus de 3 m de sa position de travail;

...

Dans de tels cas et sous réserve de l'article 2.9.2, une ou plusieurs des mesures suivantes doivent être prises par l'employeur pour assurer la sécurité du travailleur :

1° modifier la position de travail du travailleur de manière à ce que celui-ci exécute son travail à partir du sol ou d'une autre surface où il n'y a aucun risque de chute;

2° installer un garde-corps ou un système qui, en limitant les déplacements du travailleur, fait en sorte que celui-ci cesse d'être exposé à une chute;

3° utiliser un moyen ou un équipement de protection collectif, tel un filet de sécurité;

4° s'assurer que le travailleur porte, à l'occasion de son travail, un harnais de sécurité relié à un système d'ancrage par une liaison antichute, le tout conformément aux articles 2.10.12. et 2.10.15. Lorsque le travailleur ne peut se maintenir en place sans l'aide de sa liaison antichute, s'assurer qu'il utilise en plus un moyen de positionnement, tel un madrier sur équerres, une longe ou courroie de positionnement, une corde de suspension ou une plateforme;

5° utiliser un autre moyen qui assure une sécurité équivalente au travailleur. »

4.2.9 Utilisation sécuritaire d'un échafaudage sur cadres métalliques

La CNESST a publié un document en 2014 sur l'installation d'un échafaudage sur cadres métalliques. Les échafaudages sur cadres métalliques sont faits de plusieurs composants dont la plupart sont nécessaires dans tous les cas.

En plus des cadres métalliques, des croisillons et des madriers, les composants suivants sont souvent utilisés :

- Des soles ou des longrines lorsque le terrain n'est pas assez ferme ;
- Des plaques de support et des vérins à vis pour niveler l'échafaudage ;
- Des barrures verticales entre les cadres lorsque l'échafaudage a plus de 3 m (10 pi) ;
- Des garde-corps.



Photo 5 : Composants des échafaudages sur cadres métalliques
(Source : CNESST)

Selon l'expertise, les madriers d'une longueur standard de 3,65 m peuvent supporter un poids de 87,9 kg, soit le poids du travailleur, sur la partie en porte-à-faux sans que le madrier bascule.

4.3 Énoncés et analyse des causes

4.3.1 Lors de la transition entre l'échafaudage et l'échelle, le briqueteur-maçon perd l'équilibre en appuyant sur la partie en porte-à-faux d'un madrier et chute au sol.

Le briqueteur-maçon procède au nettoyage de joints de maçonnerie au sommet d'un échafaudage d'une hauteur de 3,1 m. Le plancher de travail est composé de trois madriers. Ces trois madriers ne sont ni fixés ni retenus en place par un mécanisme. Une échelle est appuyée contre le mur de la résidence à proximité de l'échafaudage pour accéder au plancher de travail.

Étant donné que l'échelle est à 45 cm du plancher de travail, le briqueteur-maçon doit déposer le pied sur la partie en porte-à-faux des madriers pour accéder à celle-ci. L'expertise démontre qu'à partir d'une distance de 12,58 cm du boulin de l'échafaudage, le poids du travailleur, appliqué sur la partie en porte-à-faux d'un madrier est suffisant pour faire basculer ce madrier.

Donc, lorsque le briqueteur-maçon pose le pied sur la partie en porte-à-faux d'un madrier du plancher de travail et transfère son poids vers l'échelle d'accès pour descendre, ce madrier bascule et pivote. Le briqueteur-maçon perd alors l'équilibre et chute au sol sur l'escalier d'interblock, situé à la base de l'échafaudage.

Cette cause est retenue.

4.3.2 La planification déficiente des travaux dans un échafaudage expose le briqueteur-maçon à un danger de chute.

Au début du chantier, un ancrage est installé sur la toiture pouvant être utilisé lors de travaux exécutés à plus de 3 m de hauteur. Les équipements de protection contre les chutes de hauteur (harnais, cordes, coulisseaux et absorbeurs d'énergie) sont disponibles dans la remorque de chantier.

La veille de l'accident, à la demande de l'employeur, un travailleur installe un carton sur la grande fenêtre de la façade afin de protéger celle-ci pendant les travaux de maçonnerie en hauteur.

L'employeur est présent fréquemment sur le chantier et il est à même de constater l'avancement des travaux. Il est responsable de l'ensemble de la planification sur le chantier.

Les travaux de nettoyage de joints doivent être faits sur toute la façade jusqu'au pignon. Le programme de prévention de l'entreprise stipule que l'obligation de la direction est de rendre disponible sur les lieux de travail tous les matériaux et équipements nécessaires à la réalisation sécuritaire des travaux. Une section du programme de prévention traite de la planification sécuritaire du travail et on y mentionne le risque de chute de hauteur et les divers moyens de protection contre celui-ci.

Le Code de sécurité pour les travaux de construction stipule qu'un travailleur exécutant des travaux à plus de 3 m de hauteur doit être protégé contre les chutes de hauteur par un garde-corps, un filet de sécurité ou un harnais de sécurité relié à un système d'ancrage par une liaison antichute.

Alors que des travaux de maçonnerie sont planifiés jusqu'à une hauteur de 5,8 m, le briqueteur-maçon travaille au sommet d'un échafaudage d'une hauteur de 3,1 m. L'échafaudage n'a pas de garde-corps, il n'y a pas de filet de sécurité installé et le briqueteur-maçon ne porte pas de harnais de sécurité relié à un système antichute.

Cette cause est retenue.

SECTION 5**5 CONCLUSION****5.1 Causes de l'accident**

L'enquête permet de retenir les causes suivantes :

- Lors de la transition entre l'échafaudage et l'échelle, le briqueteur-maçon perd l'équilibre en appuyant sur la partie en porte-à-faux d'un madrier et chute au sol.
- La planification déficiente des travaux dans un échafaudage expose le briqueteur-maçon à un danger de chute.

5.2 Autres documents émis lors de l'enquête

À la suite de l'accident, le 6 mai 2016, la CNESST interdit de façon permanente l'utilisation de l'échafaudage et des trois madriers en façade du bâtiment (RAP1021253). Des avis de correction liés aux échafaudages et aux risques de chute sont également émis et consignés au même rapport.

Suivant cette décision, une nouvelle installation d'échafaudage conforme au Code de sécurité pour les travaux de construction est érigée en façade de la résidence par un sous-traitant spécialisé en maçonnerie. Le 18 mai 2016, la conformité de cette installation est vérifiée par la CNESST (RAP1022199).

5.3 Suivi à l'enquête

Afin de sensibiliser les milieux de travail, la CNESST transmettra les conclusions de ce rapport à l'Association des constructeurs de routes et grands travaux du Québec, à l'Association de la construction du Québec, à l'Association des professionnels de la construction et de l'habitation du Québec, à l'Association québécoise des entrepreneurs en infrastructures, à l'Association patronale des entreprises en construction du Québec et à l'Association des entrepreneurs en construction du Québec afin que leurs membres en soient informés.

De plus, dans le cadre de son partenariat avec la CNESST visant l'intégration de la santé et de la sécurité au travail dans la formation professionnelle et technique, le ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur diffusera, à titre informatif et à des fins pédagogiques, le rapport d'enquête dans les établissements qui offrent les programmes de formation en bâtiments et travaux publics

ANNEXE A

Accidenté

Nom, prénom : [...]
Sexe : Masculin
Âge : [...]
Fonction habituelle : [...]
Fonction lors de l'accident : Briqueteur-maçon
Expérience dans cette fonction : [...]
Ancienneté chez l'employeur : [...]
Syndicat : [...]

ANNEXE B

Liste des personnes et témoins rencontrés

Rénovatech J.D.L. inc.

- Monsieur [A], [...]
- Monsieur [C], [...]
- Monsieur [D], [...]
- Monsieur [E], [...]
- Monsieur [F], [...]
- Monsieur [G], [...]

Service de police de la Ville de Québec

- Monsieur Steve Proulx, enquêteur

Propriétaire de la résidence

- Madame [H]

ANNEXE C**RÉSEAU D'EXPERTISE**
EN PRÉVENTION-INSPECTION**RAPPORT
D'EXPERTISE**

*Calcul des charges appliquées sur un
madrier d'échafaudage ayant conduit à
son basculement*

Rapport présenté à

*Simon Pelletier, Inspecteur
Brigitte Turbide, Inspectrice
Direction régionale de la Capitale-Nationale*

Préparé par :


*Josée Ouellet, ing.
Conseillère-experte
DGPI – Secteur établissement*

4 juillet 2016

Table des matières

SOMMAIRE

1. Mise en contexte
2. Description du mandat
3. Informations recueillies
4. Analyse
5. Conclusion
6. Références

1. Mise en contexte

Le 6 mai 2016, sur un chantier de construction, un travailleur chute d'un plancher constitué de madriers installé sur un échafaudage. Un des madriers sur lequel le travailleur prend appui pour atteindre l'échelle bascule, entraînant sa chute au sol.

2. Description du mandat

Le mandat consiste à déterminer la charge sur la partie en porte-à-faux du madrier qui conduit à son basculement.

3. Informations recueillies

Au moment de l'accident, le travailleur qui a un poids de 87,9 kg, effectue des travaux de maçonnerie sur un mur d'une résidence à partir d'un plancher de travail constitué de 3 madriers installés sur un échafaudage de 1,83 m de largeur à une hauteur de plus de 3 m. Pour accéder au plancher de travail, le travailleur utilise une échelle installée contre le mur de la résidence.

Au moment de la chute du travailleur, le madrier B, au centre, sur lequel se trouvait le travailleur, a pivoté par rapport à horizontal et son extrémité gauche s'est retrouvée dans l'arbre (voir photo no1).



Photo no1 : Plancher de travail installé sur l'échafaudage (source CNESST)

Caractéristique des madriers :

	Masse	Longueur	Porte-à-faux
Madrier A : (près de la maison)	12,80 kg	2,43 m (8 pi)	35,56 cm (14 po)
Madrier B : (au centre)	12,64 kg	2,36 m (7pi 9po)	Inconnu
Madrier C : (à l'extrémité du plancher)	13,18 kg	2,41 m (7pi 11po)	30,48 cm (12 po)

La mesure du porte-à-faux est la section de madrier mesurée entre son extrémité et le boulin du cadre de l'échafaudage. Les madriers ont tous une largeur de 24 cm et une épaisseur de 42 mm. La distance entre les deux cadres d'échafaudage est de 1,83 m (6pi) (voir figure no1).

En comparaison avec un échafaudage standard habituellement utilisé dans le milieu de travail, les cadres d'échafaudage sont séparés d'une distance de 3,00 m (10pi) et des madriers de 3,66 m (12pi) sont utilisés pour former le plancher de travail. Les madriers sont habituellement installés de façon à ce que leurs extrémités en porte-à-faux soient égales de part et d'autre de l'échafaudage, soit 33 cm. Ces madriers ont une masse de 17,4 kg.

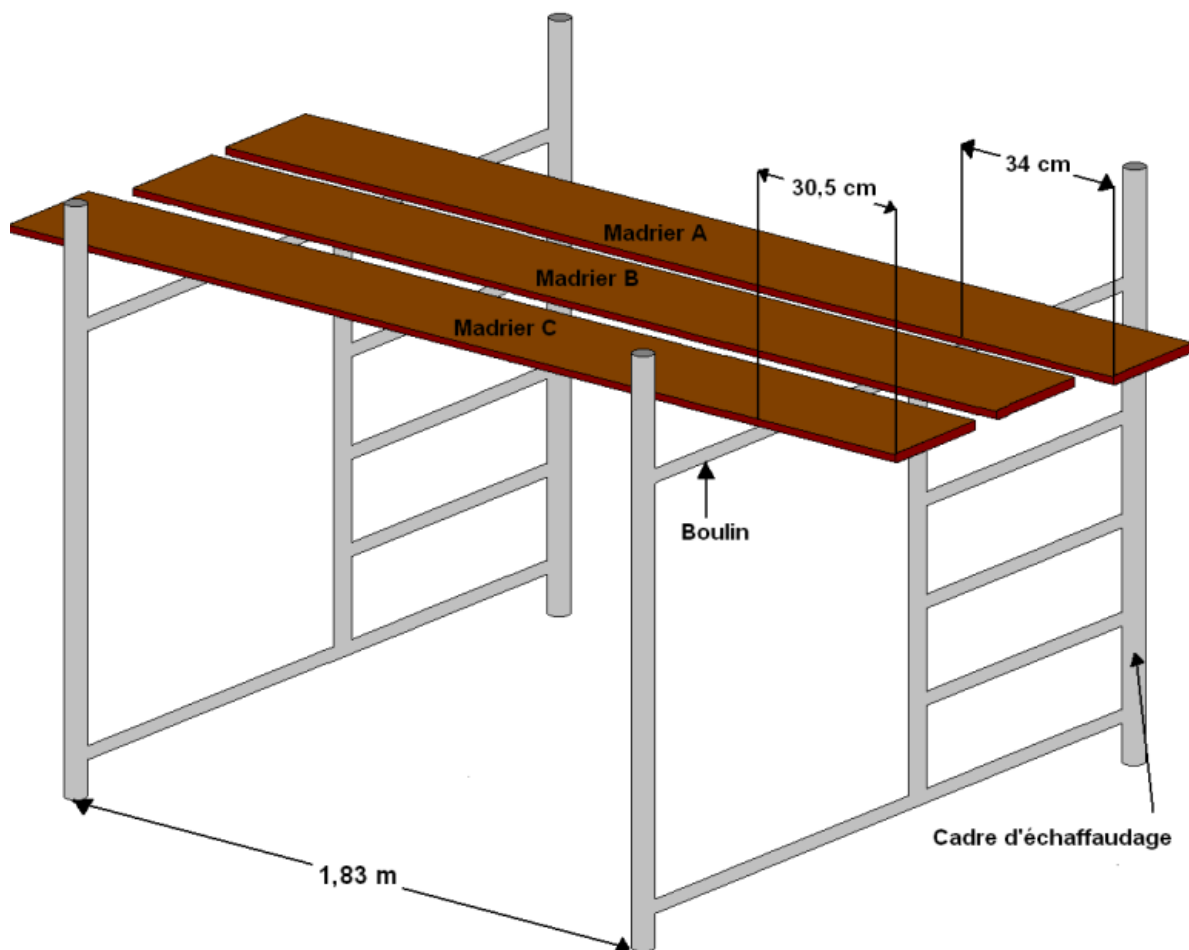
4. Analyse

Un corps rigide est en équilibre lorsque les forces externes qui agissent sur lui forment un système de forces équivalentes à zéro. C'est-à-dire un système où la résultante et le couple sont nuls. Analytiquement, les conditions d'équilibre s'expriment par la formule suivante :

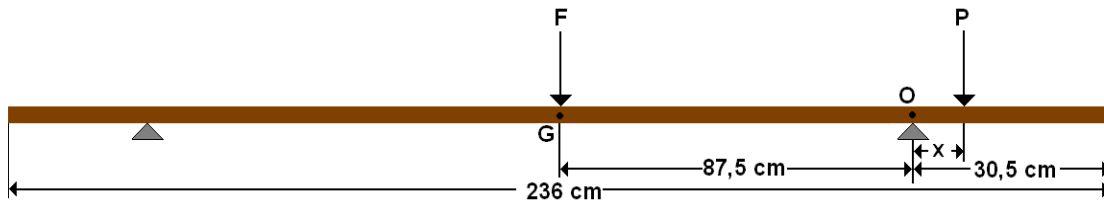
$\Sigma \text{ Forces } x$	$= 0$	
$\Sigma \text{ Forces } y$	$= 0$	
$\Sigma \text{ Moments } i$	$= 0$	

Pour simplifier les calculs, les hypothèses suivantes sont posées :

- La masse du madrier B est répartie sur toute sa longueur et son épaisseur (même si une des extrémités est fendue);
- Étant donné la longueur du madrier B, la longueur du porte-à-faux est estimée 30,5 cm, soit une longueur équivalente au madrier C;
- Le poids du travailleur est considéré comme étant une charge concentrée;
- Selon les règles de l'art pour exécuter des travaux à l'aide d'un échafaudage, les madriers sont placés côte à côte de façon à former un plancher uniforme, le madrier C s'étant déplacé lors du basculement du madrier B (voir dessin no1).



Dessin no1 : Disposition des madriers sur l'échafaudage avant l'accident

**Légende****G : Centre de gravité du madrier****O : Point de pivot****x : Distance entre le travailleur et le pivot****P : Poids du travailleur****F : Poids du madrier****Dessin no2 : Orientation et dimensions des forces impliquées**1^{ère} situation :

Afin de faire basculer le madrier, le travailleur doit se positionner sur la partie en porte-à-faux à une distance minimale « x » du boulin de l'échafaudage sur lequel est appuyé le madrier, qui agit comme point de pivot. Pour induire un mouvement de rotation au point de pivot, le couple de force généré par le poids du travailleur doit être plus grand que celui généré par le poids du madrier. Selon l'équation de l'équilibre des moments :

$$Px > FL \quad \text{donc} \quad x > FL / P$$

Où :

P (Poids exercé par le travailleur) = masse du travailleur x gravité

$$P = 87,9 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 862,30 \text{ N}$$

F (Poids exercé par la masse du madrier) = masse du madrier x gravité

$$F = 12,64 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 124 \text{ N}$$

L (distance entre le centre de gravité du madrier et le point de pivot) = 87,5 cm

On obtient : $x > 12,58 \text{ cm}$

2^{ème} situation :

Si le travailleur doit monter ou descendre de l'échafaudage en utilisant l'échelle, on peut alors supposer qu'il pose un seul pied sur l'extrémité du madrier. À ce moment, si l'on considère que la moitié de son poids appuie sur l'extrémité du madrier et en utilisant la même équation:

$$Px/2 > FL \quad \text{donc} \quad x > 2FL / P$$

On obtient : $x > 25,16$ cm

Madrier standard

En comparaison, lorsqu'un travailleur utilise un échafaudage standard avec un madrier de 3,66 m (12pi) et en utilisant la même équation :

Où :

P (Poids exercé par le travailleur) = 862,30 N

F (Poids exercé par la masse du madrier) = masse du madrier x gravité

$F = 17,4 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 170,7 \text{ N}$

L (distance entre le centre de masse de la poutre et le point de pivot)

$L = (366 / 2) - 33 = 150 \text{ cm}$

On obtient : $x > 29,7$ cm

Dans ce cas, le poids du madrier est suffisant pour supporter le travailleur jusqu'à une distance de 30 cm du boulin, soit presque la totalité de la partie du madrier en porte-à-faux.

5. Conclusion

Il a été démontré que, à partir d'une distance de 12,58 cm du boulin de l'échafaudage sur lequel est appuyé le madrier, le poids du travailleur, appliqué sur la partie en porte-à-faux, est suffisant pour le déséquilibrer et le faire basculer.

Ainsi, contrairement à un madrier standard, le poids du madrier n'est pas suffisant pour permettre au travailleur de se tenir debout ou d'appliquer une partie de son poids sur la partie en porte-à-faux.

6. Références

AU, T., et P. CHRISTIANO. *Structural analysis*, Englewood, Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1987, xii, 736 p.

CORMINBOEUF, I. *Statique*, version 3.5, Fribourg, Suisse, École Technique de la Construction Fribourg, 2007, 116 p.

[http://www.techni.ch/technifin/haupt/formation/sujet_0001/pdf/Statique%20v3.5.pdf]

ÉCHAFAUDAGE INDUSTRIEL. [*Catalogue*], Jonquière, Échafaudage Industriel, 2007, 70 p. [http://www.echafaudageindustriel.com/Catalogue_echafaudage_industriel.pdf].

ANNEXE D

Références bibliographiques

COMMISSION DES NORMES, DE L'ÉQUITÉ, DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL. Guide d'installation et d'utilisation Échafaudages, type; sur Cadres métalliques. (http://www.cnesst.gouv.qc.ca/Publications/200/Documents/DC200_1703web.pdf)

QUÉBEC. *Loi sur la santé et la sécurité du travail : RLRQ, chapitre s-2.1, à jour au 1^{er} novembre 2016*, (En ligne), 2016 (<http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cs/S-2.1>)

QUÉBEC. *Code de sécurité pour les travaux de construction, RLRQ, chapitre S-2.1 r. 4, à jour le 1^{er} décembre 2016*, (En ligne), 2016 (<http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/S-2.1,%20r.%204>)