

EN004080**RAPPORT D'ENQUÊTE**

**Accident mortel survenu à un travailleur
le 28 septembre 2015 à l'entreprise Béton Provincial Ltée
300, rue J.-A.- Bombardier à Boucherville**

Direction régionale de Longueuil

Inspecteur :

Paul Bélanger, inspecteur

Date du rapport : 4 février 2016

Rapport distribué à :

- Monsieur [A], [...], Béton Provincial Ltée
- Comité de santé et de sécurité
- Monsieur [B], [...], Béton Provincial Ltée
- Monsieur [C], [...] Fraternité Indépendante des Travailleurs Industriels (FITI)
- Monsieur Alexandre Crich, MD, coroner
- Monsieur Jean Rodrigue, MD, directeur de santé publique (par intérim)

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 DE L'ÉTABLISSEMENT	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	4
<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	6
<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	8
4.2.1	TRAVAILLEUR	8
4.2.2	TRAVAUX	8
4.2.3	STATION D'AJUSTEMENT	9
4.2.4	CHARGEUSE SUR PNEUS	14
4.2.5	TESTS ET SIMULATIONS	14
4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	16
4.3.1	LORS D'UNE MANŒUVRE À PROXIMITÉ DE LA STATION D'AJUSTEMENT, LE GODET DE LA CHARGEUSE SUR PNEUS HEURTE UNE SECTION DE GARDE-CORPS ET ENDOMMAGE SES ANCRAGES.	16
4.3.2	EN VÉRIFIANT LA RÉSISTANCE DE LA SECTION DE GARDE-CORPS HEURTÉE PAR LE GODET DE LA CHARGEUSE, LE TRAVAILLEUR EST ENTRAÎNÉ DANS UNE CHUTE MORTELLE LORSQUE LES ANCRAGES CÈDENT.	17
<u>5</u>	<u>CONCLUSION</u>	<u>18</u>

ANNEXES

ANNEXE A :	Accidenté	19
ANNEXE B :	Articles de la réglementation	20
ANNEXE C :	Liste des témoins et des autres personnes rencontrées	22
ANNEXE D :	Rapport d'expertise interne	23
ANNEXE E :	Test du dynamomètre	31
ANNEXE F :	Références bibliographiques	33

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

Le 28 septembre 2015, un travailleur se prépare à ramasser des boîtes vides laissées sur la station d'ajustement située dans la cour de l'établissement de l'entreprise Béton Provincial de Boucherville. Pour ce faire, il conduit une chargeuse sur pneus à proximité de la station. En stationnant la chargeuse près de la station, le godet heurte une section de garde-corps. Il descend de la chargeuse pour se rendre sur la plate-forme la plus élevée de la station, le travailleur teste la solidité de la section de garde-corps heurtée. Cette dernière cède de ses ancrages et le travailleur chute vers le vide jusqu'au sol.

Conséquences

Le travailleur décède des suites de ses blessures.



Source : CNESST

Photo 1 : lieu de l'accident

Abrégé des causes

L'enquête a permis de retenir les causes suivantes pour expliquer l'accident :

- Lors d'une manœuvre à proximité de la station d'ajustement, le godet de la chargeuse sur pneus heurte une section de garde-corps et endommage ses ancrages ;
- En vérifiant la résistance de la section de garde-corps heurtée par le godet de la chargeuse, le travailleur est entraîné dans une chute mortelle lorsque les ancrages cèdent.

Mesures correctives

Dans le rapport RAP0991518 émis le 28 septembre 2015, la CSST interdit, pour enquête, l'accès et l'utilisation de la station d'ajustement de l'établissement ;

Dans le rapport RAP0992417 émis le 29 septembre 2015, pour enquête, la CSST prélève des objets relatifs à l'accident survenu, à savoir, une section de garde-corps et des boulons ;

Dans le rapport RAP0993602 émis le 15 octobre 2015, la CSST autorise l'employeur à effectuer les travaux nécessaires pour réparer et éliminer les dangers de chute sur la station d'ajustement de l'établissement ;

Dans le rapport RAP0995332 émis le 23 octobre 2015, la CSST autorise l'accès et l'utilisation de la station d'ajustement de l'établissement à la suite de correctifs apportés.

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 de l'établissement**

L'établissement de l'entreprise Béton Provincial Ltée est situé au 300 rue J.-A. Bombardier à Boucherville. L'entreprise se spécialise dans la fabrication et la distribution de béton préparé. Elle possède plus de 70 usines au Québec. [...]. [...].

IMAGE RETIRÉE

Source : Béton Provincial

Figure 1 : Organigramme de l'établissement

2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail**2.2.1 Mécanismes de participation**

L'entreprise faisant partie d'un groupe prioritaire selon la Loi sur la Santé et la Sécurité du Travail (#010 – fabrication de produits minéraux non métalliques), un programme de prévention est élaboré pour les activités réalisées aux établissements et sur les chantiers.

Pour l'établissement, des activités de prévention sont listées et complétées après avoir effectué des analyses de risque paritairement. Il n'y a pas de comité de santé et de sécurité (CSS) paritaire au moment de l'accident. Selon les représentants de l'employeur, un comité sera prochainement établi.

2.2.2 Gestion de la santé et de la sécurité

Pour le volet régional, [...] conseillers en santé et sécurité du travail (SST) pour le groupe Béton Provincial, agissent comme support SST pour les différentes régions avec le mandat de mise aux normes.

Un programme de santé spécifique à l'établissement est élaboré et suivi par un médecin responsable du Centre Intégré de Santé et de Services Sociaux de la Montérégie-Est (CISSS).

Un programme d'accueil des nouveaux travailleurs est en place. Un manuel de l'employé incluant notamment un volet SST doit être lu et signé par les travailleurs.

Un programme de protection respiratoire est en vigueur.

L'employeur s'assure de fournir des formations notamment, pour l'entrée en espaces clos et pour le cadenassage (mécaniciens seulement). Les travailleurs détiennent leur carte pour les chantiers de construction.

Des enquêtes d'accident sont réalisées et conservées dans un registre ainsi que des inspections mensuelles des lieux de travail.

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

L'établissement est situé au 300 rue J.-A. Bombardier à Boucherville. Il est composé de deux bâtiments et d'une large cour. Le bâtiment principal mesure 38 m par 31 m pour une hauteur de deux étages. Il est occupé par les bureaux, un entrepôt et une partie des équipements servant à la production de béton. Le second bâtiment est l'usine de production de béton. Ayant une forme irrégulière, il mesure 20 m par 11 m. Une section de ce bâtiment permet aux bétonnières d'y entrer par l'avant pour le chargement de béton et de sortir vers la cour.



Source : Google

Image Internet 1 : Établissement et lieu de l'accident

La cour comporte de larges enclos d'entreposage ceinturés de blocs de béton pour les matières premières (sable, agrégats, etc.), un bassin de décantation, un convoyeur d'alimentation et une station d'ajustement. Le revêtement de la cour est en gravier et la circulation se fait à sens unique pour les bétonnières. Une chargeuse sur pneus est utilisée pour la réalisation des différentes activités dans la cour (manutention des matières premières, déplacement de blocs de béton, etc.).

L'accident survient à la station d'ajustement. Elle est située dans la cour à environ 30 mètres derrière la sortie de l'usine. Elle est installée sur une dalle de béton permettant le stationnement d'une bétonnière de chaque côté de la station.

3.2 Description du travail à effectuer

Sur la station d'ajustement, la principale tâche consiste à ajuster l'affaissement du béton en ajoutant des quantités d'eau au chargement. Si nécessaire, les opérateurs de bétonnières procèdent au nettoyage extérieur des bétonnières à l'aide d'une vadrouille et un acide chlorhydrique dilué.

Selon les contrats et les ententes avec les clients, les travailleurs doivent parfois ajouter différentes fibres au mélange de béton.

Les paquets de fibres ajoutés au mélange de béton viennent dans des boîtes en carton. Lors de l'ajout de fibres, plusieurs boîtes en carton vides sont laissées sur la station.

Sporadiquement, un conteneur de recyclage est apporté près de la station pour y jeter les boîtes par les opérateurs de bétonnières.

Le jour de l'accident, aucun conteneur de recyclage n'est en place près de la station. Par conséquent, les opérateurs de bétonnières laissent les boîtes vides sur la station. L'opérateur de la chargeuse procède au ramassage des boîtes vides compte tenu de la gestion de son temps dans la cour.

Le travailleur utilise le godet de la chargeuse sur pneus pour y déposer les boîtes vides afin de les transporter au conteneur de recyclage localisé dans le bâtiment principal.



Source : CNESST

Photo 2 : Chargeuse sur pneus utilisée pour le transport des boîtes vides

SECTION 4

4 ACCIDENT: FAITS ET ANALYSE

4.1 Chronologie de l'accident

Le lundi 28 septembre 2015 vers 5 h, monsieur [D], [...], débute son quart de travail à l'établissement de Béton Provincial à Boucherville. Étant le premier travailleur à se présenter sur les lieux, il assure l'ouverture des barrières d'accès et le démarrage de l'usine. Par la suite, il est assigné à différentes tâches de manutention de matières premières à l'aide de la chargeuse. Vers 6 h, des opérateurs de bétonnière débutent également le chargement de béton, l'ajustement et le transport vers les différents chantiers.

Vers 9 h 15, le travailleur conduit la chargeuse sur pneus vers la station d'ajustement pour y ramasser des boîtes en carton vides laissées sur les plateformes par les opérateurs de bétonnières. En approchant du côté gauche de la station, il soulève le godet afin d'atteindre la hauteur de la plateforme supérieure. En déplaçant le godet vers la station, ce dernier heurte la section de garde-corps installée sur le coin de la plateforme supérieure. Au même moment, monsieur [E], [...], se trouve du côté droit dans l'escalier de la station. Entendant le son du heurt sur le métal, il regarde monsieur [D] au volant de la chargeuse. Ce dernier soulève les épaules et les mains en voulant démontrer que sa manœuvre est à l'origine de l'impact.

À 9 h 16, monsieur [D] descend de la chargeuse pour se rendre sur la station d'ajustement afin de ramasser les boîtes vides pour les mettre dans le godet de la chargeuse. À ce moment, le godet est approximativement à la hauteur du garde-corps supérieur de la station. Le travailleur y lance quelques boîtes à partir de l'escalier menant à la plateforme supérieure. Par la suite, il accède à la plateforme supérieure pour effectuer une vérification de la section de garde-corps heurtée avec le godet. Avec sa main droite sur la lisse supérieure, il teste brièvement le garde-corps. En avançant vers le garde-corps, il s'appuie sur la lisse avec ses deux mains pour en tester la solidité. À ce moment, les ancrages du garde-corps cèdent et le travailleur bascule vers le vide avec le garde-corps. Le travailleur fait une chute de 2,71 mètres avant que sa tête heurte la dalle de béton au sol.

Au même instant, monsieur [E] se retourne et le voit chuter de la plateforme. Il s'avance un peu et aperçoit le travailleur étendu au sol et immobile. Rapidement, il se rend à la cabine de sa bétonnière pour demander de l'aide et une ambulance par système de radio communication.

À 9 h 18, un premier répondant de l'usine accourt avec une trousse de premiers soins pour débiter les manœuvres de secours auprès de monsieur [D] toujours immobile au sol.

À 9 h 27, le service de police de l'agglomération de Longueuil arrive sur les lieux et les policiers établissent un périmètre de sécurité.

À 9 h 29, les ambulanciers arrivent sur le lieu de l'accident et poursuivent les manœuvres. Le travailleur est transporté à l'hôpital Charles LeMoine où son décès est constaté.

4.2 Constatations et informations recueillies

4.2.1 Travailleur

Le travailleur est à l'emploi de l'entreprise Béton Provincial Ltée depuis le [...] à titre d'opérateur de bétonnière. Le travailleur possède une expérience de plus de [...] années comme conducteur de véhicules lourds routiers et de machineries lourdes. Son permis de conduire indique les classes 1-2-3-4A-4B-4C-5-6A avec mentions FMT (système de freinage pneumatique, transmission manuelle et train routier de plus de 25 m).

Depuis ses débuts, le travailleur a reçu plusieurs formations offert par son employeur. Il reçoit notamment :

- La formation sur la méthode d'application des feuilles de route journalière et des vérifications avant départ (VAD);
- La formation de maître-chauffeur;
- La formation théorique et pratique de mise à niveau sur la Loi 430, la politique d'évaluation des conducteurs, la ronde de sécurité, les heures de conduite et de travail et la conduite préventive en vertu de la Loi sur le contrôle routier;
- La formation Santé et sécurité générale sur les chantiers de construction;
- La formation de secouriste en milieu de travail;
- La formation théorique et pratique pour la conduite préventive des chariots élévateurs.

En plus de ses tâches régulières, monsieur [D] est également le [...].

Au moment de l'accident, il occupe le poste temporaire d'opérateur de chargeuse sur pneus et entretien d'usine à l'établissement de Boucherville. En effet, le travailleur remplace l'opérateur régulier de la chargeuse depuis le [...].

4.2.2 Travaux

La tâche principale de l'opérateur de la chargeuse sur pneus est d'assurer l'alimentation de l'usine en matières premières. En effet, il doit maintenir un niveau suffisant de matériaux dans chacune des bennes d'entreposage afin de répondre aux besoins de production en respectant les rudiments concernant l'alimentation de l'usine (contamination, calibres d'agrégats vs enclos d'entreposage, etc.). Il doit également :

- Effectuer l'inspection et l'entretien journalier de la chargeuse en complétant les différents rapports demandés ;
- Guider les fournisseurs pour la livraison des matériaux aux enclos d'entreposage appropriés en vérifiant les produits ;
- Effectuer la mise en pile des différents agrégats de façon à éviter l'entremêlement, la contamination et la ségrégation de ceux-ci ;
- Rappporter l'inventaire des différents agrégats disponibles afin d'éviter toute rupture de stock ;
- Procéder à la réception des autres produits (adjuvants, glace, fibres, etc.) nécessaires aux activités, voir à leur entreposage selon les directives et en effectue l'inventaire ;

- Entretien du bassin de décantation, la cour, les aires de circulation et de chargement ;
- Exécuter le démoulage, l'entreposage et la manutention des blocs de béton ;
- Maintenir les bâtiments propres et l'entreposage ordonné ;
- Assister son supérieur dans sa tâche et rapporter toute anomalie ;
- Informer son supérieur de toutes non-conformités relatives à la qualité et mettre en œuvre les actions permettant de les prévenir tant au niveau de l'entreposage que de l'alimentation ;
- Entretien et vérifier les dépoussiéreurs ;
- Aider les opérateurs de bétonnières lors de l'ajout de différents autres produits au béton (glace, fibres, etc.).

Le jour de l'accident, le travailleur aide les opérateurs de bétonnières en prenant le temps de ramasser les boîtes vides laissées sur la station d'ajustement.

4.2.3 Station d'ajustement

La station d'ajustement est située dans la cour de l'établissement à une trentaine de mètres derrière l'usine de béton. Elle mesure 8,8 m de longueur par 1,7 m de largeur pour une hauteur de 3,7 m (incluant les garde-corps). Elle est notamment munie de deux escaliers, de deux plateformes, de deux passerelles basculantes équipées de garde-corps et de garde-corps installés sur les côtés exposés aux chutes. La station est fabriquée en acier galvanisé et elle fut installée au mois d'août de l'année 2010 par une firme externe. L'employeur n'a pas les plans de la station et il ne détient pas d'attestation d'ingénieur pour celle-ci.

L'employeur précise ne pas avoir de procédure ou de consigne officielle pour le ramassage des boîtes vides à la station. Toutefois, de façon sporadique, un conteneur est apporté près de la station pour y jeter les boîtes par les opérateurs de bétonnières.



Source : CNESST

Photo 3 : Station d'ajustement

Quelques réparations ont été nécessaires depuis son installation. En effet, des incidents sont répertoriés dans un registre. Les incidents surviennent lors de déplacements de véhicules à proximité de la station. Les passerelles basculantes et les escaliers de la base sont inscrits au registre pour avoir été heurtés et endommagés par des véhicules en circulation.



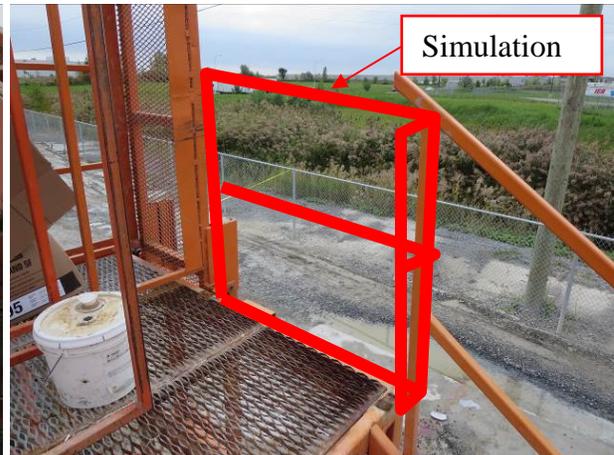
Source : CNESST

Photo 4 : Passerelle basculante de la station d'ajustement

Avant l'accident, la section de garde-corps est ancrée en bordure de la plateforme par sa base à l'aide de trois boulons de grade 5 et de cordons de soudures de 6 mm de largeur à quelques endroits. La section mesure 1,12 m de largeur par 1,07 m de hauteur. La hauteur est conforme à l'article 12 du Règlement sur la Santé et la Sécurité du Travail (RSST). Le garde-corps est fabriqué en tube carré d'acier galvanisé de 3,2 cm et d'une épaisseur de 0,32 cm.



Source : CNESST



Source : CNESST

Photos 5 et 6 : Positionnement du garde-corps impliqué dans l'accident

Le jour de l'accident, l'ensemble des garde-corps est en place et aucun incident n'est répertorié depuis 2014 sur la station d'ajustement.

Sur les images captées par les caméras de l'établissement, plusieurs activités ont lieu sur la station à partir de 5 h 53 le matin. Des opérateurs de bétonnières stationnent leur véhicule majoritairement du côté droit de la station pour ensuite ajouter des fibres et de l'eau au chargement de béton. Les travailleurs utilisent les passerelles basculantes pour accéder au cône arrière des bétonnières.

Vers 8 h 19, un travailleur s'appuie sur la section de garde-corps située sur le côté gauche (celle impliquée dans l'accident). Sur les images enregistrées, le travailleur agit naturellement et il ne vérifie pas la solidité de ce garde-corps.

Monsieur [D] utilise la chargeuse sur pneus pour récupérer les boîtes en carton vides laissées sur la station d'ajustement. Alors qu'il positionne la chargeuse du côté gauche de la station, le godet heurte la section de garde-corps installée sur le coin gauche de la plateforme supérieure. Le garde-corps est partiellement endommagé lors du contact avec le godet. Toutefois, il demeure en place sur la plateforme. Sur les images enregistrées, on constate un déplacement de la lisse supérieure du garde-corps vers l'intérieur de la plateforme.

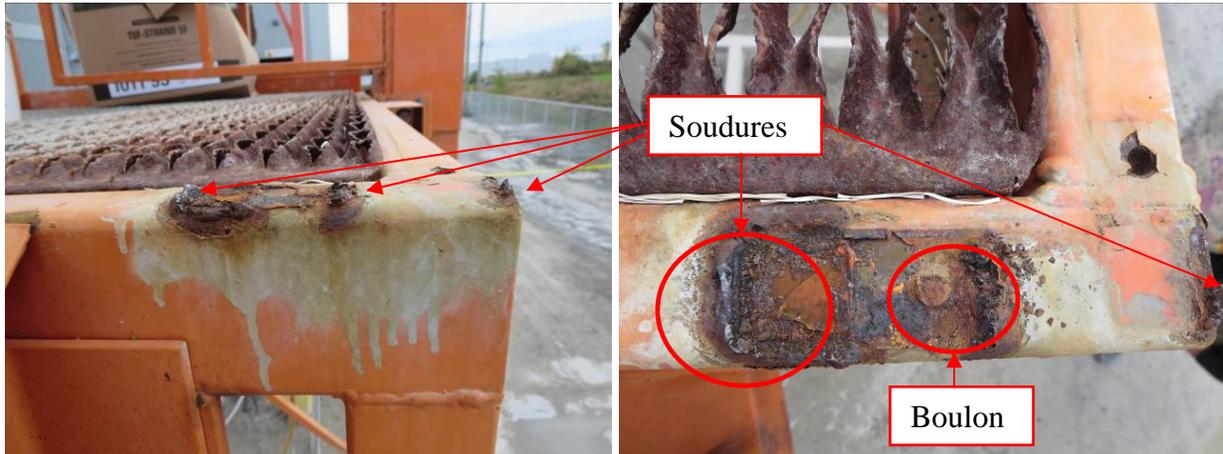


Source : Béton Provincial Ltée

Image vidéo 1 : Godet de la chargeuse heurte le garde-corps de la station d'ajustement

Après l'accident, on constate la présence importante de corrosion à la base de la section du garde-corps, sur les soudures et sur les boulons. Dans ce contexte, il est raisonnable de penser que les intempéries, le béton et l'acide utilisé à la station d'ajustement sont en partie responsable de cette corrosion.

La force appliquée par le godet de la chargeuse sur le garde-corps entraîne la rupture partielle des soudures et d'un des trois boulons. Les deux autres boulons sont corrodés et ils sont éjectés lors du basculement de la section du garde-corps vers le vide. Ils sont retrouvés au sol près de la station.



Source : CNESST

Source : CNESST

Photos 7 et 8 : Ancrages de la section de garde-corps impliquée dans l'accident

La section de garde-corps impliquée dans l'accident est partiellement déformée et endommagée. À l'endroit où le godet heurte le garde-corps, la peinture est altérée sur une longueur de 18 cm. La force appliquée par la chargeuse entraîne également une déformation de la section du garde-corps. En effet, un des montants est déformé à sa base. Une fissure est également constatée sur le montant à l'endroit où la déformation débute.



Source : CNESST

Source : CNESST

Photos 9 et 10 : Peinture endommagée et déformation de la base du garde-corps

Sur la verticale, la section de garde-corps subie une déformation de 4 cm entre la base et la lisse supérieure vers l'intérieur de la plateforme.



Source : CNESST

Photo 11 : Déformation du garde-corps sur la verticale

4.2.4 Chargeuse sur pneus

La chargeuse sur pneus utilisée par monsieur [D] est de marque Volvo, modèle L90F, année de fabrication 2010. Elle mesure 7,55 m de longueur par 2,65 m de largeur et elle possède une hauteur de 3,26 m. Elle a une masse de plus de 15 tonnes et selon le fabricant, une force de cavage d'environ 12 tonnes. Elle est notamment conçue pour la manutention de matériaux de carrières et d'agrégats.

Le godet de la chargeuse mesure 1,3 m de longueur par 2,6 m de largeur et 1,3 m de hauteur. Le godet pèse à lui seul environ 1260 kg.



Source : CNESST

Photo 12 : Chargeuse sur pneus Volvo L90F

Le registre des entretiens, de la maintenance et des réparations ne comprend aucune anomalie de fonctionnement de la chargeuse. Les entretiens réguliers sont réalisés et au besoin, des réparations sont effectuées par des techniciens de firmes spécialisées.

4.2.5 Tests et simulations

À des fins d'analyses, des tests et des simulations sont effectués à la station d'ajustement. Ceux-ci sont basés sur les images des vidéos de l'accident démontrant le positionnement du godet au moment du heurt sur le garde-corps.

Pour ce faire, un dynamomètre est utilisé pour mesurer les forces exercées et ainsi mesurer la résistance d'un garde-corps toujours en place sur la station d'ajustement. Le garde-corps testé possède les mêmes caractéristiques et niveau d'usure que celui qui céda lors de l'accident. Il est à noter qu'aucune déformation ou bris n'est constaté sur le garde-corps à la suite de ces tests.

Pour imiter la force exercée par le godet de la chargeuse sur le garde-corps, le test de force horizontale est réalisé vers l'intérieur de la plateforme. Les résultats démontrent une résistance de plus de 2,5 kN (255 kg) de force horizontale.

Des tests sont également effectués afin de déterminer la résistance du garde-corps vers l'extérieur de la plateforme de la station. Les résultats démontrent la résistance du garde-corps de plus de 1,5 kN (153 kg) de force horizontale vers l'extérieur de la plateforme.

Les résultats des tests démontrent que la résistance de la section de garde-corps testée est conforme et même supérieure aux valeurs minimales indiquées dans la réglementation en vigueur. L'article 12 du RSST exige une charge ponctuelle horizontale de 0,55 kN et l'article 4.1.5.15 du Code national du bâtiment (CNBC) exige une charge spécifiée minimale appliquée horizontalement de 1 kN.

Par conséquent, il est raisonnable de penser que la section de garde-corps impliquée dans l'accident possédait les mêmes résistances avant d'être heurtée par le godet de la chargeuse.

	RSST (art.12)	CNBC (art.4.1.5.15)
Force Horizontale	0,55 kN	1 kN

Source : CNESST

Tableau 1 : Réglementation en vigueur au moment de l'accident

Des calculs sont également réalisés par un ingénieur de la CNESST afin de connaître la résistance minimale des garde-corps de la station à l'état neuf. Les calculs sont basés sur les informations recueillies sur place en fonction des matériaux utilisés et des installations.

Selon les résultats des calculs, l'ancrage de la section de garde-corps peut résister à une force horizontale de 58,4 kN. Cette valeur reportée sur la lisse supérieure, la force équivalente correspond à 7,1 kN, ce qui est supérieure aux exigences de l'article 12 du RSST.

4.3 Énoncés et analyse des causes

4.3.1 Lors d'une manœuvre à proximité de la station d'ajustement, le godet de la chargeuse sur pneus heurte une section de garde-corps et endommage ses ancrages.

Le 28 septembre 2015, monsieur [D] est assigné à différentes tâches de manutention de matières premières dans la cour de l'établissement. Il exécute ces tâches à l'aide d'une chargeuse sur pneus de marque Volvo.

Sur les images captées par les caméras de l'établissement, le travailleur positionne la chargeuse du côté gauche de la station d'ajustement pour y placer des boîtes vides laissées sur celle-ci. On y voit le godet de la chargeuse heurter la section de garde-corps située sur le coin gauche de la plateforme supérieure. Le garde-corps est partiellement endommagé lors du contact, mais il demeure en place sur la plateforme. La section de garde-corps est toutefois orientée vers l'intérieur de la plateforme après le contact avec le godet.

À l'endroit où le godet heurte le garde-corps, la peinture est altérée sur une longueur de 18 cm. La force appliquée par le godet de la chargeuse provoque également une déformation de la section du garde-corps. En effet, la section étant ancrée à sa base, un des montants est déformé.

L'impact par le godet de la chargeuse sur le garde-corps entraîne la rupture partielle des soudures et d'un des trois boulons. Les deux autres boulons sont corrodés et éjectés lors de la chute du garde-corps. Ils sont retrouvés au sol près de la station.

Des simulations et des tests de résistance sont réalisés sur une section de garde-corps possédant les mêmes caractéristiques et le même niveau d'usure que la section impliquée dans l'accident. Les résultats des tests démontrent des résistances supérieures aux valeurs réglementaires. Il est raisonnable de penser que les ancrages de la section de garde-corps impliquée dans l'accident avaient une résistance semblable et conforme à la réglementation.

Il n'eut été de l'impact du godet de la chargeuse sur la section de garde-corps, celle-ci était en mesure d'offrir un niveau de sécurité adéquat aux travailleurs.

Cette cause est retenue

4.3.2 En vérifiant la résistance de la section de garde-corps heurtée par le godet de la chargeuse, le travailleur est entraîné dans une chute mortelle lorsque les ancrages cèdent.

Après avoir heurté la section de garde-corps de la station d'ajustement avec le godet, le travailleur descend de l'habitacle de la chargeuse pour se rendre sur la station. À ce moment, la section de garde-corps est toujours en place sur la station.

Sur les images captées par les caméras de l'établissement, il ramasse quelques boîtes vides pour les lancer dans le godet de la chargeuse. Le godet est approximativement à la hauteur du garde-corps supérieur de la station.

Le travailleur accède à la plateforme supérieure pour effectuer une vérification de la section de garde-corps heurtée avec le godet. Avec sa main droite sur la lisse supérieure, il teste brièvement le garde-corps. En avançant vers le garde-corps, il s'appuie sur la lisse avec ses deux mains pour en tester la solidité. À ce moment, les ancrages du garde-corps, affaiblis par l'impact avec le godet, cèdent et le travailleur bascule vers le vide avec le garde-corps. Le travailleur fait une chute de 2,71 mètres avant que sa tête heurte la dalle de béton au sol.

Au moment de la chute du travailleur, un opérateur de bétonnière se trouve sur la plateforme supérieure de la station. Il confirme s'être retourné et avoir vu le travailleur chuter vers le vide.

Malgré la présence de rouille et de dégradation des ancrages des garde-corps, les tests de simulation démontrent leur résistance aux valeurs réglementaires.

De plus, peu de temps avant l'événement, un autre travailleur s'appuie sur la lisse supérieure de la section de garde-corps impliquée dans l'accident. Sur les images de la vidéo, le travailleur agit naturellement et il ne vérifie pas la solidité du garde-corps. Il est raisonnable de croire que le garde-corps offrait à ce moment, une solidité adéquate.

Cette cause est retenue

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

L'enquête a permis de retenir les causes suivantes pour expliquer l'accident :

- Lors d'une manœuvre à proximité de la station d'ajustement, le godet de la chargeuse sur pneus heurte une section de garde-corps et endommage ses ancrages ;
- En vérifiant la résistance de la section de garde-corps heurtée par le godet de la chargeuse, le travailleur est entraîné dans une chute mortelle lorsque les ancrages cèdent.

5.2 Autres documents émis lors de l'enquête

Dans le rapport RAP0991518 émis le 28 septembre 2015, la CSST interdit, pour enquête, l'accès et l'utilisation de la station d'ajustement de l'établissement ;

Dans le rapport RAP0992417 émis le 29 septembre 2015, pour enquête, la CSST prélève des objets relatifs à l'accident survenu, à savoir, une section de garde-corps et des boulons ;

Dans le rapport RAP0993602 émis le 15 octobre 2015, la CSST autorise l'employeur à effectuer les travaux nécessaires pour réparer et éliminer les dangers de chute sur la station d'ajustement de l'établissement ;

Dans le rapport RAP0995332 émis le 23 octobre 2015, la CSST autorise l'accès et l'utilisation de la station d'ajustement de l'établissement à la suite de correctifs apportés.

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.

ANNEXE A

Accidenté

ACCIDENTÉ

Nom, prénom : **Monsieur [D]**

Sexe : Masculin

Âge : [...]

Fonction habituelle : [...]

Fonction lors de l'accident : Opérateur de chargeuse sur pneus

Expérience dans cette fonction : [...]

Ancienneté chez l'employeur : [...]

Syndicat : [...]

ANNEXE B

Articles de la réglementation

Règlement sur la santé et la sécurité du travail :**31. Passerelles et plates-formes fixes:** Les passerelles et les plates-formes fixes doivent:

- 1° ne pas être soumises à des charges supérieures à celles spécifiées par le fabricant ou par un ingénieur;
- 2° être munies de garde-corps conformes aux articles 12 et 13 sur les côtés exposés aux chutes, si leur hauteur au-dessus du sol ou du plancher est supérieure à 450 mm, sauf s'il s'agit d'un quai de débarquement ou d'une plate-forme de chargement;
- 3° lorsqu'elles sont à claire-voie et situées à plus de 1,8 m au-dessus du plancher ou du sol, ne pas comporter d'ouverture telle qu'une sphère de 30 mm de diamètre puisse passer au travers;
- 4° avoir au moins 600 mm de largeur pour les passerelles ou les plates-formes installées ou modifiées à compter du 2 août 2001;
- 5° avoir un espace libre d'au moins 2 m au-dessus et en dessous, à moins que le danger ne soit signalé.

12. Garde-corps: Tout garde-corps incorporé à un bâtiment, à l'exception de celui dont est muni un équipement, doit être conforme au Code national du bâtiment tel qu'il se lit au moment de son installation.

Les autres garde-corps doivent être conçus, construits et installés de façon à résister aux charges minimales suivantes:

- 1° une charge ponctuelle horizontale de 0,55 kN appliquée en un point quelconque de la lisse supérieure;
- 2° une charge verticale de 1,5 kN, par mètre linéaire, appliquée à la lisse supérieure.

De plus, de tels garde-corps doivent posséder une lisse supérieure située entre 900 mm et 1 100 mm du plancher et au moins une lisse intermédiaire fixée à la mi-distance entre la lisse supérieure et le plancher.

La lisse intermédiaire peut être remplacée par des balustres ou des panneaux.

Code national du bâtiment :**4.1.5.14. Garde-corps** (Voir l'annexe A.)

1) La charge spécifiée minimale appliquée horizontalement, vers l'extérieur ou l'intérieur, à la hauteur minimale requise d'un *garde-corps* exigée est de :

- a) 3,0 kN/m pour les tribunes ouvertes sans sièges fixes et pour les *moyens d'évacuation* des tribunes, des stades, des bancs-gradins et des arénas;
- b) 1,0 kN concentré à n'importe quel point du *garde-corps* des passerelles d'accès aux plates-formes d'équipement, des escaliers contigus et les autres endroits similaires où il est peu probable que des personnes se rassemblent en grand nombre; et
- c) 0,75 kN/m ou 1,0 kN concentré à n'importe quel point du *garde-corps*, selon le cas qui s'applique aux endroits autres que ceux décrits aux alinéas a) et b).

2) Les éléments constitutifs des *garde-corps*, y compris les panneaux pleins et les lattes verticales, doivent être conçus pour résister à une charge de 0,5 kN, s'exerçant sur un carré de 100 mm de côté, à n'importe quel point de l'élément ou des éléments où elle produit un effet maximal.

3) Il n'est pas obligatoire de considérer que les charges mentionnées au paragraphe 2) agissent en même temps que celles qui sont mentionnées aux paragraphes 1) et 4).

4) La charge spécifiée minimale appliquée verticalement à la partie supérieure de tout *garde-corps* exigée est de 1,5 kN/m et il n'est pas obligatoire de considérer que cette charge agit en même temps que la charge horizontale qui est mentionnée au paragraphe 1).

5) Les charges spécifiées pour les mains courantes se trouvent au paragraphe 3.4.6.5. 12).

ANNEXE C

Liste des témoins et des autres personnes rencontrées

Monsieur [A], [...]

Monsieur [F], [...]

Monsieur [G], [...]

Monsieur [B], [...]

Monsieur [H], [...]

Monsieur [I], [...]

Monsieur [C], [...] Fraternité Indépendante des Travailleurs Industriel

Monsieur [J], [...]

Monsieur [E], [...]

Monsieur [K], [...]

Monsieur [L], [...]

Monsieur [M], [...]

ANNEXE D

Rapport d'expertise interne

**RÉSEAU D'EXPERTISE**
EN PRÉVENTION-INSPECTION**RAPPORT D'EXPERTISE****CNESST**

Évaluation de la résistance d'un garde-corps – Enquête Béton Provincial Ltée

Rapport présenté à

Paul Bélanger - inspecteur

Direction régionale de Longueuil

Préparé par

Sophie-Emmanuelle Robert, ing. - Conseiller expert

DGPI

Le 12 janvier 2016

Table des matières

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

1. Mise en contexte

Le 28 septembre 2015, un travailleur chute au sol après avoir testé la solidité d'un garde-corps endommagé.

2. Description du mandat

Évaluer la résistance du garde-corps à l'état neuf lorsque sollicité par une force imitant le comportement d'un travailleur qui pousse sur la lisse supérieure à l'aide de ses mains.

3. Informations recueillies auprès de l'inspecteur

Description du garde-corps :

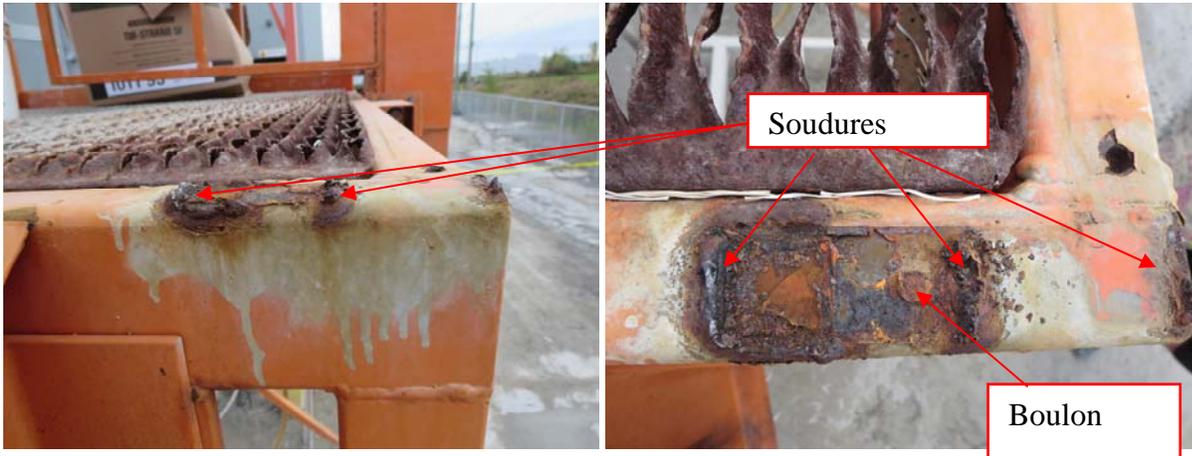
Avant l'accident, la section de garde-corps est fixée en bordure de la plateforme par sa base à l'aide de trois boulons de grade 5 et de cordons de soudures de 6 mm de largeur à quelques endroits. La section mesure 1,12 m de largeur par 1,07 m de hauteur. Le garde-corps est fabriqué en tube carré d'acier galvanisé de 3,2 cm de côté et d'une épaisseur de 0,32 cm.



Source : CNESST

Source : CNESST

Photos n° 1 et 2 : Plateforme



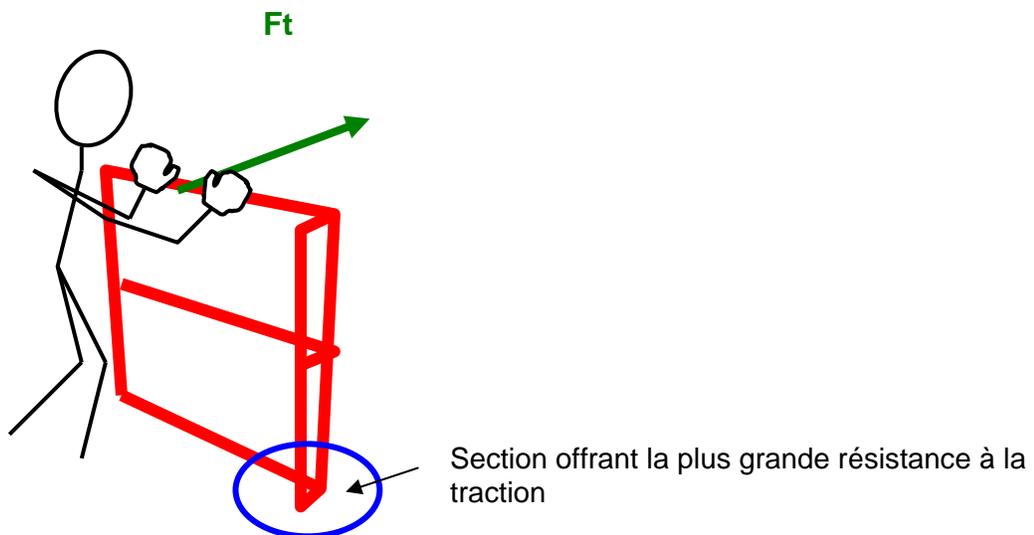
Source : CNESST

Source : CNESST

Photos n° 3 et 4 : Soudures et boulon

4. Analyse

On considère le garde-corps soumis à une force horizontale F_t exercée par les bras du travailleur :

**Figure 1 : Force F_t exercée par le travailleur**

Si on considère la section en bas à droite du garde-corps comme étant celle offrant la plus grande résistance à la traction, on peut illustrer ainsi les éléments qui retenaient le garde-corps en place:

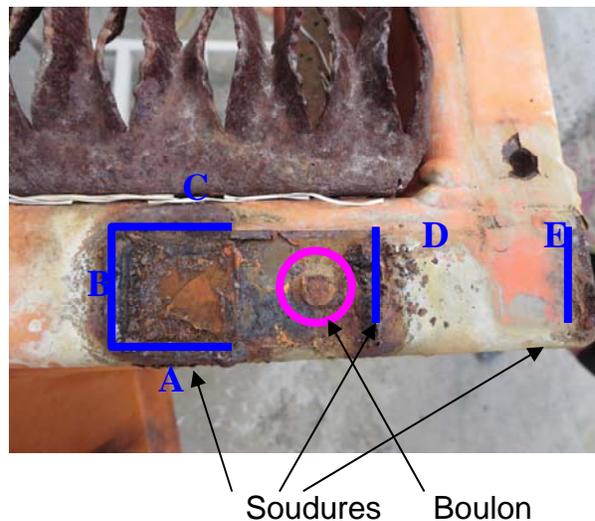


Figure 2 : Vue de plan des éléments qui retenaient le garde-corps

Étant donné la direction de la force F_t par rapport aux éléments qui retenaient le garde-corps (4 soudures A-B-C-D-E et un boulon), on peut évaluer que la force F_t a contribué principalement à soumettre ces éléments à un effort de traction sauf pour la soudure E qui a agi comme point de pivot.

4.1 Calcul de la force maximale pouvant être supportée par le boulon

Selon *Résistance des matériaux* (p. 344) la force de tension maximale que peut transmettre un boulon s'exprime ainsi :

$$F_{tb} = \frac{\pi d^2}{4} S_t$$

F_{tb} = Force de tension maximale (boulon)

S_t = Contrainte nominale maximale

d = diamètre nominal du boulon = 0,0079 m (5/16")

Pour un boulon en acier de grade 5, selon *ASME/ANSI B18.2.1*, on a une résistance à la tension de 827,4 Mpa (120 000 PSI). On estime à 50% l'efficacité de cette résistance, étant donné que le boulon aura déjà été sollicité lors du serrage à l'installation du garde-corps.

$$S_t = 50\% \times 827,4 \text{ Mpa} = 413,7 \text{ Mpa}$$

Ainsi:

$$F_{tb} = 20,3 \text{ kN}$$

4.2 Calcul de la force maximale pouvant être supportée par les soudures

Si on prend uniquement la soudure la plus sollicitée en tension, soit la soudure B (figure 2), selon *Résistance des matériaux* (p. 368) la force de tension maximale que peut transmettre une soudure s'exprime ainsi :

$$F_{ts} = S_t A$$

F_{ts} = Force de tension maximale (soudure)

S_t = Contrainte nominale maximale

A = section efficace du cordon de soudure = 0,000192 m²

Pour un acier ordinaire, la contrainte maximale est d'environ 380 Mpa (*Résistance des matériaux*). On estime à 80% l'efficacité de cette résistance, étant donné que l'on ne connaît pas le type de soudure, ni si elle subit une contrainte quelconque.

$$S_t = 80\% \times 380 \text{ Mpa} = 304 \text{ Mpa}$$

$$F_{ts} = 58,4 \text{ kN}$$

On remarque que $F_{ts} > F_{tb}$, c'est donc la résistance de la soudure qui détermine la résistance du garde-corps.

Le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) exige une charge ponctuelle horizontale de 0,55kN sur la lisse supérieure d'un garde-corps (art. 12). Si on calcule la force équivalente sur la lisse supérieure (F_t), on obtient :

$$F_t = \frac{F_{ts} \times d_{BE}}{d_L} = 7,1 \text{ kN}$$

où

F_{ts} = Force de tension maximale (soudure) = 58,4 kN

d_{BE} = Distance de la soudure B au point de pivot E = 0,13m

d_L = Distance de la lisse supérieure au point de pivot E = 1,07m

5. Conclusion

Il a été démontré que la résistance à la traction de la soudure B, à elle seule, peut résister à une force en traction de 58,4 kN. Ce calcul tient compte du fait que la soudure puisse déjà être sous contrainte. Également, on suppose des matériaux non corrodés, avec une soudure continue.

Reportée sur la lisse supérieure, la force équivalente correspond à 7,1 kN, ce qui est supérieur à ce qui est exigé à l'article 12 RSST.

6. Références

- BAZERGUI, André, et autres. *Résistance des matériaux*, édition corrigée, Montréal, Éditions de l'École Polytechnique de Montréal, 1987, xiii, 477 p.
- DORLOT, Jean-Marie, Jean-Paul BAÏLON, et Jacques MASOUNAVE. *Des matériaux*, 2e édition revue et augmentée, Montréal, Éditions de l'École Polytechnique de Montréal, 1986, xii, 467 p.
- AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. *Square, Hex, Heavy Hex, and Askew Head Bolts and Hex, Heavy Hex, Hex Flange, Lobed Head, and Lag Screws (Inch Series)*, New York, ASME, 2012, 44 p. (ASME B18.2.1-2012).
QUÉBEC. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail, RLRQ, chapitre S-2.1, r.13, à jour au 1er décembre 2015*, [En ligne], 2015.
[http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/S_2_1/S2_1R13.HTM]

ANNEXE E

Test du dynamomètre

No. Certificat / Certificate No.: 54461-00-1																			
ITM INSTRUMENTS INC. 20800 boul. Industriel Ste-Anne-de-Bellevue (Québec) H9X 0A1																			
Tél.: 514-457-7802 Fax: 514-457-1807																			
CERTIFICAT D'ÉTALONNAGE / CALIBRATION CERTIFICATE																			
Client/ Customer:	Commission Sante Securite TRAV																		
No. Modèle/ Model No.:	Scale Shimpo FGE-500HX																		
Écart/ Range:	500																		
Technicien/ Technician:	S. Lawson																		
No. Commande/ Order No.:	7376-00																		
No. de Série/ Serial No.:	Z9808G044																		
Unité de mesure/ Unit of Measure:	Lb																		
Humidité / Humidity:	58%																		
Température / Temperature:	21° C																		
Date d'Étalonnage/ Calibration Date:	19-Jan-15																		
Date de Rappel/ Recall Date:	19-Jan-16																		
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Nominal / Nominal</th> <th>Avant / Before</th> <th>Après / After</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100.0</td> <td>100.1</td> <td>100.1</td> </tr> <tr> <td>200.0</td> <td>200.1</td> <td>200.1</td> </tr> <tr> <td>300.0</td> <td>300.2</td> <td>300.2</td> </tr> <tr> <td>400.0</td> <td>400.2</td> <td>400.2</td> </tr> <tr> <td>500.0</td> <td>500.4</td> <td>500.4</td> </tr> </tbody> </table> <p>ACCURACY = ± 0.2% Full Scale</p>		Nominal / Nominal	Avant / Before	Après / After	100.0	100.1	100.1	200.0	200.1	200.1	300.0	300.2	300.2	400.0	400.2	400.2	500.0	500.4	500.4
Nominal / Nominal	Avant / Before	Après / After																	
100.0	100.1	100.1																	
200.0	200.1	200.1																	
300.0	300.2	300.2																	
400.0	400.2	400.2																	
500.0	500.4	500.4																	
Condition:	Hors Tolérance / Out of Tolerance																		
Reçu / Received:	Dans les Tolérances / In Tolerance																		
Retourné / Returned:	X																		
Les standards utilisés sont identifiés ASTM E617 et retraçables NRC et / ou NIST. The standards used are ASTM E617 and are traceable to NRC and / or NIST.																			
ÉTALONS UTILISÉS / STANDARDS USED																			
No. appareil contrôle / Tester No.:	No. de série / Serial No.:																		
Date d'Étalonnage / Calibration Date:	Date de Rappel / Recall Date:																		
Weight Set T37	W1068D																		
1-Mar-12	1-Mar-15																		
Procédure d'Étalonnage / Calibration Procedure: SLC-005																			

Form No.: SC-001 / Feb-17-10

Spécifications de l'appareil utilisé pour réaliser les tests

L'appareil utilisé est un dynamomètre de marque Shimpo, série Javelin, modèle FGE-500HX, série Z9808G044.

L'ajustement du « 0 » du dynamomètre a été réalisé avant la prise de lecture et le « 0 » a été vérifié après la séance de lecture. Un écart de 1,1 kg (10 N) a été noté.

Le degré de précision du dynamomètre est de $\pm 0,2$ %.

Le dynamomètre a été calibré le 19 janvier 2015 par le technicien S. Lawson, du laboratoire accrédité ITM instruments inc. de Sainte-Anne-de-Bellevue.

Une source étalon, de marque CDI weight Set T37, série W1068D, a été utilisée pour calibrer le dynamomètre.

ANNEXE F

Références bibliographiques

Règlement sur la santé et la sécurité du Travail (S-2.1, r.13)

Loi sur la santé et la sécurité du Travail (L.R.Q., c. S-2.1)

Code national du bâtiment – Canada 2010 Volume 2 Division B 4-13

Chargeuses sur pneus Volvo L60F, L70F, L90F (réf. No. VOE31D1002737)