

EN004056

RAPPORT D'ENQUÊTE

**Accident mortel d'un travailleur
du centre de distribution Potvin et Bouchard
survenu le 16 décembre 2014
au 2085, rue de la Faïence à Saguenay, arr. de Jonquière**

Direction régionale du Saguenay–Lac-Saint-Jean

Inspecteurs :

**Dave Létourneau,
M. Sc., chimiste**

François Duchesne, ing. jr

Date du rapport : 17 juin 2015

Rapport distribué

Chez Potvin et Bouchard à :

- Monsieur [A], [...]
- Monsieur [B], [...]
- Monsieur [C], [...]
- Comité de santé et de sécurité

Également à :

- Monsieur Sylvain Truchon, coroner
- Monsieur Donald Aubin, directeur de la santé publique

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	4
2.2.1	MÉCANISMES DE PARTICIPATION	4
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 L'ACCIDENT	5
3.2	DESCRIPTION DES ÉQUIPEMENTS LIÉS AU CHARGEMENT DES REMORQUES	7
3.2.1	REMORQUE	7
3.2.2	CHARIOT ÉLÉVATEUR	7
3.2.3	PAQUETS DE BOIS	8
3.2.4	TRAVERS	8
3.3	DESCRIPTION DU CHARGEMENT DES REMORQUES	8
<u>4</u>	<u>ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE</u>	<u>9</u>
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	9
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	10
4.2.1	PROGRAMME DE PRÉVENTION	10
4.2.2	PROGRAMME D'ACCUEIL DES NOUVEAUX TRAVAILLEURS	10
4.2.3	APPLICATION DES RÈGLES DE SÉCURITÉ POUR LA CONDUITE DE CHARIOTS ÉLÉVATEURS	10
4.2.4	FORMATION DE CARISTES	11
4.2.5	PROCÉDURE DE CHARGEMENT DES REMORQUES AVEC UN CHARIOT ÉLÉVATEUR	11
4.2.6	EXPERTISE DU CHARIOT ÉLÉVATEUR	11
4.2.7	ESSAIS AVEC LE CHARIOT ÉLÉVATEUR IMPLIQUÉ DANS L'ACCIDENT	12
4.2.8	RAPPORT D'EXPERTISE DES FORCES IMPLIQUÉES DANS L'ACCIDENT	12
4.2.9	ACCIDENT À L'ÉTABLISSEMENT DE CHICOUTIMI	12
4.2.10	LOI SUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	13
4.2.11	EXIGENCES LORSQU'UN CARISTE QUITTE SON CHARIOT ÉLÉVATEUR	14
4.2.12	EXIGENCES RELATIVES À LA FORMATION, AU RECYCLAGE ET AU PERFECTIONNEMENT DES CARISTES	15
4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	17
4.3.1	UN CHARIOT ÉLÉVATEUR SE MET EN MOUVEMENT PAR GRAVITÉ ET COINCE SON OPÉRATEUR ENTRE SA CHARGE ET LA REMORQUE	17
4.3.2	LA GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ EST DÉFICIENTE EN CE QUI CONCERNE L'UTILISATION DU CHARIOT ÉLÉVATEUR LORS DU CHARGEMENT DE LA REMORQUE	18

5	CONCLUSION	20
5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	20
5.2	AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE	20
5.3	RECOMMANDATIONS	20

ANNEXES

ANNEXE A :	Liste des accidentés ou accidenté	21
ANNEXE B :	Relevé d'arpentage du dénivelé du sol au site de l'accident	22
ANNEXE C :	Conditions météorologiques	23
ANNEXE D :	Registre de formation sur la conduite sécuritaire du chariot élévateur	24
ANNEXE E :	Rapport d'inspection du chariot élévateur	25
ANNEXE F :	Essais avec le chariot élévateur impliqué dans l'accident	26
ANNEXE G :	Rapport d'expertise des forces impliquées dans l'accident	29
ANNEXE H :	Procédure de travail à la suite de l'accident du 2 décembre 2013	43
ANNEXE I :	Liste des témoins et des autres personnes rencontrées	44
ANNEXE J :	Références bibliographiques	45

SECTION 1

1 RÉSUMÉ DU RAPPORT

Description de l'accident

Au centre de distribution Potvin et Bouchard, le 16 décembre 2014, un cariste opère un chariot élévateur dont les fourches sont chargées de paquets de bois en vue de les déposer sur une remorque. Parvenu à la remorque, avant de procéder, il descend du chariot élévateur et s'en approche pour y placer des travers de bois, là où il déposera la charge. Pendant ce temps, derrière lui, son chariot élévateur se met à avancer dans sa direction. Le cariste se fait alors coincer entre la remorque et le chargement du chariot élévateur.

Conséquence

Le travailleur perd la vie (annexe A).



Photo 1 : Lieu de l'accident

Source : CSST

Abrégé des causes

L'enquête a permis d'identifier les causes suivantes :

- Un chariot élévateur se met en mouvement par gravité et coince l'opérateur entre sa charge et la remorque;
- La gestion de la santé et de la sécurité est déficiente en ce qui concerne l'utilisation du chariot élévateur lors du chargement de la remorque.

Mesures correctives

Le jour de l'accident, les inspecteurs interdisent l'utilisation du chariot élévateur impliqué dans l'accident, le Caterpillar n° 136, modèle DPL40 et le font saisir pour expertise. Pour l'utiliser de nouveau, l'employeur devra démontrer, par une attestation d'une autorité compétente, que le chariot élévateur est sécuritaire (réf. : RAP9107920).

Le 17 décembre 2014, les inspecteurs interdisent le chargement et le déchargement des remorques avec un chariot élévateur, jusqu'à ce que l'employeur détermine, rédige et transmette aux travailleurs une méthode de travail sécuritaire (réf. : RAP9107919).

Le 7 janvier 2015, les inspecteurs lèvent leur interdiction, car les mesures mises en place assurent la sécurité des travailleurs (réf. : RAP0939788).

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 toute 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.

SECTION 2

2 ORGANISATION DU TRAVAIL

2.1 Structure générale de l'établissement

Depuis le 1^{er} novembre 2013, le centre de distribution appartient à l'entreprise 7577010 Canada inc. Il emploie [...] travailleurs et sert principalement de lieu d'entreposage de marchandises en vue de leur distribution aux différents commerces des bannières Potvin et Bouchard et BMR de la région.

[...]

Les travailleurs du centre de distribution font partie de la Centrale des syndicats démocratiques (CSD).

L'horaire de travail est du lundi au vendredi de 8 h à 17 h, soit 40 h/sem.

2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail

2.2.1 Mécanismes de participation

Le centre de distribution œuvre dans le secteur d'activité économique appelé Industrie du bois (sans scieries), lequel fait partie du groupe prioritaire II. L'inclusion dans ce groupe oblige les entreprises à mettre en application un programme de prévention et, sur demande, un comité de santé et de sécurité (CSS), tel que le prévoient les articles 58 et 69 de la Loi sur la santé et la sécurité du travail (L.R.Q., chapitre S-2.1).

Bien que l'établissement dispose d'un CSS, celui-ci est inactif depuis environ un an en raison du départ du représentant des travailleurs. Le CSS a pour rôle de régler les questions de santé et de sécurité rapportées par le représentant des travailleurs. [D], [C] et [B] font partie de ce comité qui se réunit en principe environ 3 fois par année. Des procès-verbaux sont rédigés à la suite des rencontres.

2.2.2 Gestion de la santé et de la sécurité

L'employeur dispose d'un programme de prévention pour l'établissement. Sa plus récente révision remonte au 11 mai 2011. Il comprend les sujets suivants :

- La politique de l'entreprise en santé et sécurité du travail (SST);
- Les rôles et responsabilités de la direction, du responsable en SST et des travailleurs;
- Les règlements généraux;
- Les risques propres à l'établissement et les mesures préventives;
- Les procédures en cas d'accident;
- Le formulaire d'engagement des travailleurs.

Concernant le formulaire d'engagement des travailleurs, l'espace prévu pour la signature des travailleurs est vide.

L'employeur dispose aussi d'un programme d'accueil pour les nouveaux travailleurs. Il s'agit du *Guide de bienvenue des nouveaux employés* qu'il remet au travailleur à son arrivée à l'établissement. Ce document contient de l'information sur différents sujets, dont celui de la santé et de la sécurité du travail.

SECTION 3

3 DESCRIPTION DU TRAVAIL

3.1 Description du lieu de l'accident

L'accident se produit dans la cour du centre de distribution. Le site se présente en plusieurs bâtiments, soit les entrepôts, les bureaux, le garage, la limerie, l'ancien atelier de menuiserie et, au centre, une cour où s'effectue le chargement et le déchargement des remorques.

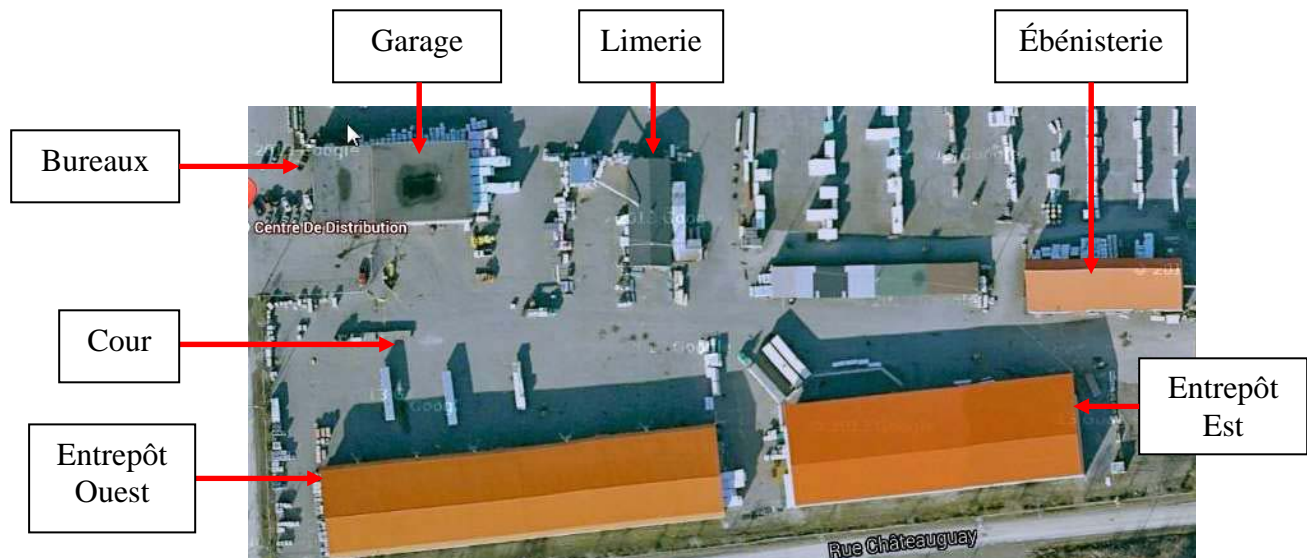


Schéma 1 : Vue du centre de distribution
Source : Google modifié CSST

La remorque (1) impliquée dans l'accident se trouve devant l'entrepôt Ouest à environ 18 m de la porte 9; la pente du sol dans ce secteur est d'environ 2 % (annexe B). Une autre remorque (2) est stationnée à environ 9 m à côté.

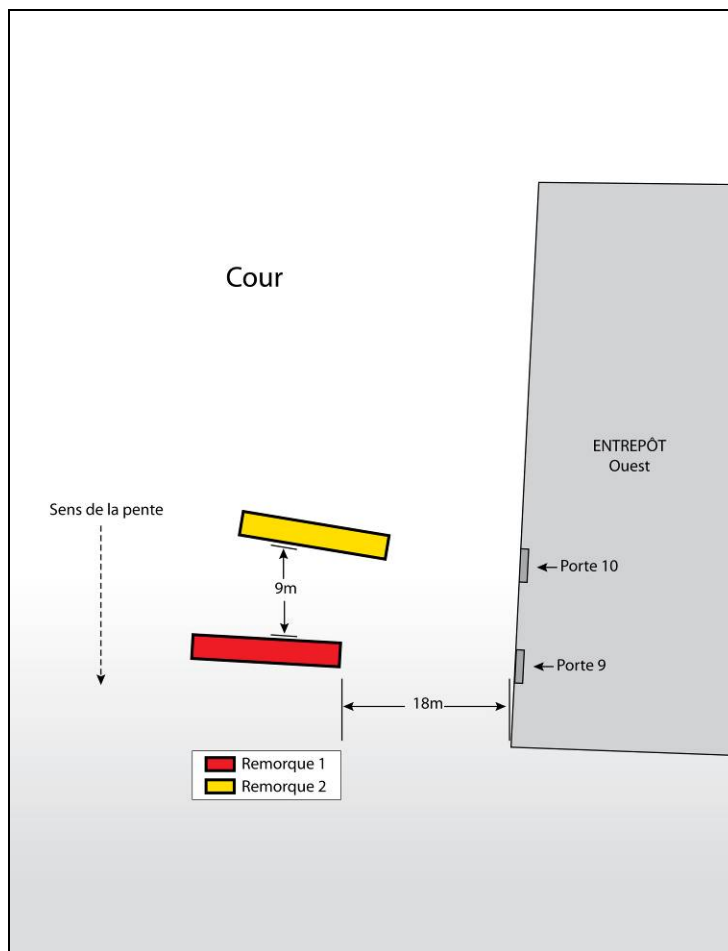


Schéma 2 : Emplacement de la remorque impliquée dans l'accident
Source : CSST

Le jour de l'accident, vers 16 h, le temps est nuageux, la température est de -3°C et le vent souffle de l'est à 7 km/h (annexe C). La cour, éclairée et asphaltée, est couverte de neige compactée par les équipements de déneigement, mais une fine couche de neige poudreuse en recouvre la surface.

3.2 Description des équipements liés au chargement des remorques

3.2.1 Remorque

La remorque impliquée dans l'accident est de type plate-forme. Elle mesure 14,7 m de long par 2,6 m de large et la hauteur du plancher de chargement se trouve à 1,34 m. Elle sert à transporter de la marchandise, tels des paquets de bois chez les clients du centre de distribution.



Photo 2 : Remorque de type plate-forme impliquée dans l'accident
Source : CSST

3.2.2 Chariot élévateur

Le chariot élévateur sert à manutentionner la marchandise qui arrive ou part du centre de distribution. Chaque cariste opère son propre chariot élévateur. Celui impliqué dans l'accident, de marque Caterpillar n° 136, modèle DPL40, comporte une transmission sans embrayage à trois modes (marche avant – neutre – marche arrière). Sa capacité nominale est de 4 000 kg et pèse 5 700 kg (poids sans charge).



Photo 3 : Chariot élévateur impliqué dans l'accident
Source : CSST

3.2.3 Paquets de bois

Les caractéristiques des paquets de bois qui transitent au centre de distribution varient. Au moment de l'accident, les deux paquets manutentionnés proviennent de l'entrepôt Ouest et contiennent des planches de dimensions variables. La charge totale est d'environ 1 019 kg et mesure 4,88 m de long par 1,12 m de large et 0,45 m de haut.

3.2.4 Travers

Des morceaux de bois appelés « travers » sont utilisés pour manutentionner des paquets de bois avec un chariot élévateur à fourches. Ils servent à créer des espaces entre les paquets et la surface sur laquelle ils reposent afin d'y insérer les fourches.

3.3 Description du chargement des remorques

Le chargement consiste à déposer et à placer sur les remorques des paquets contenant le matériel à livrer aux magasins. Au besoin, un homme de cour aide aux différentes opérations de chargement et de déchargement des remorques. Le contremaître de cour assigne les tâches aux caristes.



Photo 5 : Chariot élévateur s'apprêtant à charger
des paquets de bois sur la remorque
Source : CSST

Dans l'établissement, deux méthodes permettent aux caristes de placer des travers sous les paquets avant de les déposer sur la remorque :

- 1) Avant de se rendre à la remorque, le cariste fixe des travers sous la charge à transporter;
- 2) Le cariste sort de son chariot élévateur pour déposer les travers aux endroits appropriés sur la remorque avant d'y déposer la charge.

SECTION 4

4 ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE

4.1 Chronologie de l'accident

Le 16 décembre 2014, vers 16 h 10, le cariste sort de l'entrepôt Ouest par la porte 9 en transportant les deux derniers paquets à déposer sur la remorque (1). Il circule entre les remorques (1 et 2) et se positionne face à l'espace disponible sur la partie arrière de la remorque 1. Avant d'y déposer la charge, le cariste doit mettre des travers sur la remorque. Il sort de la cabine de son chariot élévateur sans appliquer le frein de stationnement et se rend à la remorque pour y placer les travers aux endroits appropriés. Pendant ce temps, derrière lui, le chariot élévateur se met à avancer dans sa direction et le coince entre les paquets de bois chargés sur ses fourches et le bord de la remorque.

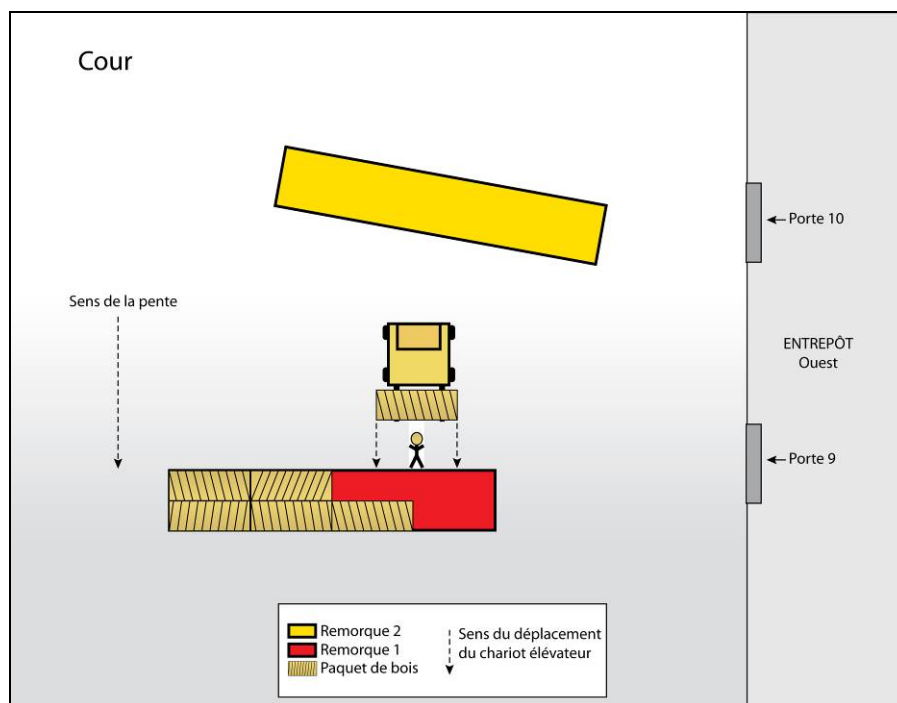


Schéma 4 : Position du chariot élévateur au moment de l'accident

Source : CSST

Vers 16 h 35, un des travailleurs découvre le cariste coincé par le chariot toujours en marche. Il recule le véhicule pour le dégager.

Les secours sont appelés. Malgré les manœuvres de réanimation, les équipes de secours constatent le décès du travailleur sur place.

4.2 Constatations et informations recueillies

4.2.1 Programme de prévention

En matière d'utilisation de chariots élévateurs, le programme de prévention de l'entreprise mentionne :

- 1) l'interdiction de monter un travailleur sur une palette avec un chariot élévateur;
- 2) l'obligation de l'utiliser de façon sécuritaire et intelligente;
- 3) la formation obligatoire préalable à la conduite de chariots élévateurs;
- 4) la nécessité de remplir le registre d'entretien préventif et de s'assurer que le chariot soit pourvu d'avertisseurs et de freins efficaces pour prévenir les chutes d'objets, les renversements et les collisions;
- 5) la vérification obligatoire, aux quais de marchandises, de la stabilité des empilements, de l'actionnement du frein de stationnement du camion et de l'abaissement des béquilles de sécurité des semi-remorques qui ne sont pas attelées, pour éviter d'être écrasé, frappé ou renversé.

4.2.2 Programme d'accueil des nouveaux travailleurs

Selon le programme d'accueil de l'entreprise, le contremaître de cour doit veiller à l'accueil et à la supervision d'un nouveau travailleur. À son arrivée, l'employeur lui remet un *Guide de bienvenue des nouveaux employés* et des explications au besoin. Toutefois, aucun écrit n'atteste de la remise de ce guide qui traite de différents sujets, notamment de consignes quant à l'utilisation de chariots élévateurs, comme l'obligation de :

- 1) être âgé d'au moins 16 ans;
- 2) réussir une formation préalable à l'utilisation des chariots élévateurs;
- 3) utiliser les chariots élévateurs de façon sécuritaire et intelligente;
- 4) porter la ceinture de sécurité et des chaussures de sécurité.

4.2.3 Application des règles de sécurité pour la conduite de chariots élévateurs

Mis à part l'obligation de suivre une formation pour la conduite de chariots élévateurs, les travailleurs interrogés affectés à la cour et le superviseur n'évoquent aucune autre exigence particulière.

Le contremaître de cour est le seul représentant de l'employeur présent en tout temps. Parmi ses tâches, il doit veiller à l'application des règles de sécurité dans la cour. Le responsable des ressources humaines le soutient en matière de SST.

[E] affirme qu'on ne lui demande pas plus que de s'occuper des commandes de marchandises et de distribuer les tâches aux travailleurs. De son propre chef, il vérifie pendant deux éléments de sécurité relatifs à la conduite de chariots élévateurs : faire attention lorsqu'ils franchissent les portes des entrepôts et ne pas circuler trop vite.

4.2.4 Formation de caristes

Les [...] caristes interrogés, incluant [E], affirment avoir reçu une formation sur la conduite de chariots élévateurs dispensée il y a quelques années par le Centre de formation professionnelle l'Oasis. Toutefois, aucun d'eux ne peut l'attester par un document tels une carte ou un certificat.

Aucun des représentants de l'employeur rencontrés n'est en mesure de fournir des informations quant à cette formation. L'employeur peut uniquement fournir un registre interne indiquant que les caristes détiennent une formation (annexe D). Ce registre indique les noms des travailleurs ainsi qu'une date à laquelle la formation aurait eu lieu en 2005 et en 2006.

4.2.5 Procédure de chargement des remorques avec un chariot élévateur

Au centre de distribution, il n'existe pas de procédure pour le chargement des remorques. Le contremaître et les travailleurs ne reçoivent donc aucune information ou formation à cet égard. De plus, le contremaître de cour ne reçoit ni ne donne de directives spécifiques pour le chargement, mais il s'attend à ce que les travailleurs appliquent le frein de stationnement et descendent les fourches au sol avant d'aller placer les travers sur la remorque.

Les [...] travailleurs de cour interrogés sur la méthode procèdent différemment les uns des autres :

- 1) [...] mentionne qu'il s'arrête à environ 5-6 pieds de la remorque et applique le frein de stationnement avant de débarquer du chariot élévateur pour aller placer les travers sur la remorque.
- 2) [...] mentionne qu'il s'arrête à environ 5-6 pieds de la remorque, applique le frein de stationnement et descend les fourches au sol avant de débarquer du chariot élévateur pour aller placer les travers sur la remorque.
- 3) [F] mentionne que la plupart du temps, il aide les caristes au chargement en plaçant lui-même les travers et en se tenant à l'écart du chariot élévateur. Cependant, il ignore comment les caristes procèdent lorsqu'ils sont seuls.

4.2.6 Expertise du chariot élévateur

La compagnie Hewitt, fournisseur de produits Caterpillar, procède à une inspection du chariot élévateur après l'accident. Elle produit un rapport à la suite de cette inspection (annexe E).

Le rapport mentionne qu'en dépit de certaines non-conformités, le chariot élévateur est en bon état général. On peut y lire : « *les freins sont très efficaces et le frein de stationnement est dans les normes (pourrait être ajusté un peu plus serré, mais rien de sérieux)* ». D'ailleurs, un mécanicien de l'entreprise Hewitt démontre que le frein de stationnement retient sans problème le véhicule avec le levier de direction en marche avant, et ce, même en appuyant sur l'accélérateur.

4.2.7 Essais avec le chariot élévateur impliqué dans l'accident

Le 28 janvier 2015, des essais avec le chariot élévateur impliqué dans l'accident s'effectuent dans la cour du centre de distribution. Ils visent à évaluer le comportement du véhicule, sans cariste à bord, et ce, dans des conditions se rapprochant le plus possible de celles qui prévalent au moment de l'accident. Le protocole d'essais et leurs résultats figurent à l'annexe F.¹

Les essais se déroulent, le moteur en marche et sans frein de stationnement, en deux séries; la première avec le levier de direction au neutre, la seconde avec le levier de direction en position de marche avant.

Lorsque le levier de direction se trouve en position de marche avant, le chariot élévateur roule aussitôt vers le bas de la pente de façon continue et à une vitesse constante. Son mouvement est bien perceptible.

Lorsque le levier de direction se trouve au neutre, le chariot peut rouler vers le bas de la pente et franchir une certaine distance, mais il ressort que :

- 1) le mouvement est irrégulier et peut mener à son immobilisation complète;
- 2) les caractéristiques du sol influencent son déplacement.

4.2.8 Rapport d'expertise des forces impliquées dans l'accident

En vue de quantifier les forces impliquées lors de l'accident, des calculs ont été réalisés par un ingénieur de la CSST. Ces calculs se basent sur la prémisse d'un levier de direction du chariot élévateur en position neutre (annexe G).

Sans témoin, la position du travailleur et les conditions exactes au moment de l'accident demeurent inconnues. Les calculs reposent toutefois sur deux postulats vraisemblables, à savoir que le point d'impact se situe au niveau du nombril, ou encore au niveau du sternum. Cependant, quel que soit le site de l'impact, les calculs démontrent que la force appliquée était telle que le travailleur ne peut se dégager et demeure coincé.

4.2.9 Accident à l'établissement de Chicoutimi

Le 2 décembre 2013, un accident impliquant un chariot élévateur blesse un travailleur au magasin Potvin et Bouchard de Chicoutimi.

Sans cariste à bord, le chariot élévateur avance et vient happer un travailleur à la hauteur des genoux, le coinçant entre le chargement des fourches et des paquets de gypse au sol.

¹ Les vidéos de ces essais sont disponibles dans la version électronique du présent rapport.

À la suite de cet accident, un inspecteur de la CSST exige de l'employeur de procéder à une enquête et analyse de cet accident. L'exercice permet de déterminer qu'un travailleur avait omis d'actionner le frein de stationnement avant de débarquer de son chariot élévateur.

Comme mesure corrective, l'employeur détermine une procédure sécuritaire de travail à cet effet et la transmet à l'ensemble des établissements de la région sous forme de mémo de sécurité (annexe H). Cette procédure indique notamment les consignes de sécurité suivantes :

- 1) Mettre le frein de stationnement avant de descendre du chariot élévateur;
- 2) Descendre complètement les fourches du chariot élévateur au niveau du sol;
- 3) Éviter d'immobiliser le chariot élévateur devant une zone de travail.

Selon [B], les gérants et contremaîtres doivent communiquer le contenu de la procédure à tous les travailleurs. De plus, l'employeur compte faire former à nouveau tous les caristes de ses établissements par un formateur accrédité en début d'année 2014. Par la suite, il prévoit une mise à jour des connaissances tous les 2 ans.

Malgré la mesure corrective mise en place à la suite de l'accident de Chicoutimi, ni le contremaître ni les travailleurs de cour interrogés au centre de distribution n'ont entendu parler de cet accident. Pour sa part, l'employeur ne peut prouver la diffusion du mémo de sécurité aux travailleurs du centre de distribution. [B] mentionne toutefois que l'entreprise en était à former les caristes du centre de distribution au moment où survient l'accident mortel.

4.2.10 Loi sur la santé et la sécurité du travail

Selon l'article 51 de la Loi sur la santé et la sécurité du travail (LSST), *l'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour protéger la santé et assurer la sécurité et l'intégrité physique du travailleur. Il doit notamment :*

(51.3) s'assurer que l'organisation du travail et les méthodes et techniques utilisées pour l'accomplir sont sécuritaires et ne portent pas atteinte à la santé du travailleur;

(51.5) utiliser les méthodes et techniques visant à identifier, contrôler et éliminer les risques pouvant affecter la santé et la sécurité du travailleur;

(51.9) informer adéquatement le travailleur sur les risques reliés à son travail et lui assurer la formation, l'entraînement et la supervision appropriés afin de faire en sorte que le travailleur ait l'habileté et les connaissances requises pour accomplir de façon sécuritaire le travail qui lui est confié.

4.2.11 Exigences lorsqu'un cariste quitte son chariot élévateur

4.2.11.1 Normes portant sur la sécurité des chariots élévateurs ASME B56.1 (1993-A, 1995) et CSA B335-04

La norme ASME B56.1 (1993-A, 1995) prévoit que le cariste peut quitter son chariot élévateur en le laissant sous surveillance.

D'une part, l'article 5.2.11 stipule :

Avant de s'éloigner du poste de conduite, le cariste doit :

- (a) arrêter² complètement le chariot;*
- (b) mettre les organes de direction à la position neutre;*
- (c) serrer le frein de stationnement;*
- (d) abaisser complètement le dispositif de prise de charge, à moins qu'il ne supporte une plate-forme élevée...*

D'autre part, la norme CSA B335-04 à l'article 4.9.12.1 stipule :

À cause de la diversité des chariots élévateurs et de leurs multiples utilisations, on reconnaît habituellement que le cariste peut devoir quitter son poste de commande pour effectuer certaines tâches comme :

- a) vérifier le positionnement d'une charge;*
- b) déterminer l'emplacement de la fourche par rapport à l'orifice d'entrée sous la palette; et*
- c) prendre ou placer certaines parties de la charge.*

(4.9.12.2) si un cariste doit quitter son poste pour l'une ou l'autre de ces raisons, il doit :

- a) placer toutes les commandes au point neutre;*
- b) appliquer le frein de stationnement;*
- c) mettre la clé à la position ARRÊT; et*
- d) rester dans le voisinage immédiat (habituellement à moins d'une longueur de chariot), à un endroit d'où il peut voir tout le chariot élévateur et sa charge.*

² NDA : Arrêter dans le sens d'immobiliser.

4.2.11.2 Consignes du fabricant

Selon le manuel d'opération et d'entretien du chariot élévateur, voici les précautions à prendre pour en descendre :

- 1) Mettre le levier de direction en position neutre;
- 2) Baisser les fourches au niveau du sol;
- 3) Appliquer le frein de stationnement;
- 4) Si le chariot élévateur est laissé sans surveillance, éteindre le moteur.

4.2.12 Exigences relatives à la formation, au recyclage et au perfectionnement des caristes

4.2.12.1 Règlement sur la santé et la sécurité du travail

L'article 256.3 du Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST), traite de formation du cariste et stipule :

Un chariot élévateur doit être utilisé uniquement par un cariste ayant reçu :

1 une formation qui porte notamment sur :

- a) les notions de base relatives aux chariots élévateurs;*
- b) le milieu de travail et ses incidences sur la conduite d'un chariot élévateur;*
- c) la conduite d'un chariot élévateur;*
- d) les règles et mesures de sécurité.*

2 une formation pratique, effectuée sous la supervision d'un instructeur, qui porte sur les activités liées au chariot élévateur, tels le démarrage, le déplacement et l'arrêt, la manutention de charges et toute autre manœuvre nécessaire à la conduite d'un chariot élévateur.

La formation pratique doit être réalisée, dans un premier temps, si possible, à l'extérieur de la zone réservée aux opérations courantes et être ensuite complétée dans la zone habituelle de travail.

De plus, la formation prévue aux paragraphes 1 et 2 comprend les directives sur l'environnement de travail, les conditions spécifiques à celui-ci ainsi que le type de chariot élévateur qu'utilisera le cariste.

4.2.12.2 Normes portant sur la sécurité des chariots élévateurs ASME B56.1 et CSA B335-04

La norme ASME B56.1, à l'article 4.18, exige également en matière de formation des caristes :

Seules les personnes ayant reçu la formation nécessaire et autorisées peuvent conduire un chariot de manutention motorisé. Les caristes doivent être aptes à conduire le chariot en toute sécurité, c'est-à-dire avoir les facultés visuelles, auditives, physiques et mentales requises, conformément au paragraphe 4.19 et aux autres sections de la Section 4.

À propos de la formation des caristes, la norme CSA B335-04 stipule à l'article 4.8.2 :

Les utilisateurs de chariots élévateurs doivent adhérer aux pratiques générales de sécurité suivantes :

- a) *Les utilisateurs doivent voir à ce que les caristes soient formés et connaissent bien tous les modes d'emploi et toutes les mises en garde fournis par le fabricant...*

Concernant le recyclage et le perfectionnement des caristes, l'article 6.21 de la norme CSA B335-04 mentionne :

6.21.1 Recyclage

Les caristes doivent procéder à une mise à jour de leurs connaissances au moins tous les trois ans, conformément au chapitre 6.

6.21.2 Évaluation à mi-parcours

Dix-huit mois après la fin de la formation initiale ou du recyclage, les caristes doivent réussir une évaluation à mi-parcours de leurs compétences pratiques, conformément à l'article 6.20.3. Il n'est pas nécessaire que la personne qui effectue cette évaluation soit un formateur de cariste qualifié. On doit documenter les résultats de l'évaluation...

6.21.3 Perfectionnement

On doit donner un perfectionnement aux caristes :

- a. *si on introduit dans le milieu de travail du matériel avec lequel le cariste n'est pas familier;*
- b. *si le matériel utilisé par le cariste est modifié;*
- c. *si les conditions ou le milieu de travail du cariste sont modifiés (ex. : le cariste doit travailler dans un autre lieu, déplacer des types de charges différents, etc.);*
- d. *s'il y a des changements dans la réglementation pertinente; ou*
- e. *si on a repéré des lacunes dans les compétences ou les connaissances.*

Le perfectionnement doit présenter toutes les informations pertinentes, selon les besoins. On doit déterminer la durée du cours en tenant compte de son contenu, de la méthode d'enseignement et des besoins particuliers d'apprentissage du cariste. On doit vérifier les apprentissages et effectuer une évaluation pratique conformément à l'article 6.20.

4.2.12.3 Fabricant du chariot élévateur

Selon le manuel d'opération et d'entretien du chariot élévateur impliqué dans l'accident, le cariste doit suivre une formation pour la conduite sécuritaire avant de l'utiliser.

4.3 Énoncés et analyse des causes

4.3.1 Un chariot élévateur se met en mouvement par gravité et coince son opérateur entre sa charge et la remorque

Le jour de l'accident, dans la cour de l'établissement, un cariste du centre de distribution de Potvin et Bouchard charge des paquets de bois sur une remorque à l'aide d'un chariot élévateur.

Alors qu'il transporte les deux derniers paquets, il positionne le chariot élévateur à côté de la remorque, face à l'espace disponible. À cet endroit, le sol présente une pente légèrement descendante de 2,1 % vers la remorque.

Le cariste descend de son chariot élévateur pour aller installer des travers sur la remorque avant d'y poser les paquets. Toutefois, il omet d'appliquer le frein de stationnement et laisse les dispositifs de commande au point neutre. Il n'envisage pas que le chariot puisse avancer lorsqu'il en descend.

Des essais démontrent que, en position neutre, le mouvement du chariot, sur une pente d'environ 2 %, peut être difficilement perceptible ou encore irrégulier et directement lié aux conditions du sol (ex. : creux, bosses). Il en est tout autrement pour le levier de direction réglé en position avant. Dans ce cas, le cariste aurait pu facilement percevoir le mouvement franc et uniforme du chariot avant d'en descendre pour se diriger vers la remorque.

En ce qui concerne le frein de stationnement, l'expertise réalisée sur le chariot (réf. 4.2.6) démontre qu'il fonctionne et, une fois appliqué, empêche tout mouvement du véhicule.

Le chariot élévateur laissé au neutre et sans frein de stationnement à cet endroit dans la cour peut avancer. Ainsi, alors que le cariste place des travers sur la remorque, derrière lui, par gravité son chariot élévateur se met à avancer dans sa direction et le coince entre sa charge et la remorque.

Cette cause est retenue.

4.3.2 La gestion de la santé et de la sécurité est déficiente en ce qui concerne l'utilisation du chariot élévateur lors du chargement de la remorque

Les programmes de prévention et d'accueil de l'établissement énumèrent quelques consignes de sécurité générales relatives à la conduite de chariots élévateurs. Toutefois, aucun de ces documents n'aborde spécifiquement le chargement des remorques ni les situations où un cariste doit quitter son chariot. Donc, l'employeur omet d'identifier et de contrôler les risques associés à cette tâche.

L'employeur ne détermine pas de méthode propre au chargement des remorques. Il n'offre pas aux travailleurs de session d'information ou de formation pour cette tâche. Ainsi, les caristes appliquent des techniques qui diffèrent, car l'employeur omet de déterminer des méthodes et techniques sécuritaires, d'en informer les travailleurs et d'en contrôler l'application.

En ce qui concerne la formation obligatoire sur la conduite de chariot élévateur, même s'ils déclarent l'avoir reçue, ni l'employeur ni les travailleurs ne peuvent prouver que les caristes du centre de distribution l'ont suivie. Pourtant, les programmes de prévention et d'accueil exigent la formation obligatoire préalable à leur utilisation. Néanmoins, l'employeur omet de contrôler que les caristes sont formés en ne conservant aucune attestation.

La supervision des travailleurs du centre de distribution présente des lacunes. En effet, le contremaître de cour ne reçoit aucune directive relative à la méthode que devraient appliquer les travailleurs pour le chargement des remorques. Pourtant, il est le seul représentant de l'employeur présent en tout temps et à qui il incombe de faire appliquer les règles de sécurité. Le contremaître de cour s'attend à ce que les caristes mettent le frein de stationnement et descendent les fourches au sol avant de quitter le chariot élévateur, mais ne s'assure pas que cela se fasse. Il se limite à faire respecter, de son propre chef, deux aspects : faire attention au moment de franchir les portes avec un chariot élévateur et ne pas circuler trop vite. L'employeur ne s'assure donc pas que ses consignes de sécurité soient connues et appliquées, et ce, tant par son contremaître de cour que par ses travailleurs du centre de distribution.

En décembre 2013, à la suite d'un accident similaire impliquant un chariot élévateur dans un autre établissement de l'entreprise, l'employeur identifie des risques et détermine une méthode de travail sécuritaire lorsqu'un cariste doit quitter son chariot élévateur. Par la suite, il transmet par mémo cette nouvelle procédure de travail à ses établissements afin que les gérants et contremaîtres en informent leurs travailleurs. Mais l'employeur omet de s'assurer que ses directives de sécurité soient bien diffusées et appliquées. Il prévoit également former à nouveau tous les caristes de ses établissements en début 2014.

Toutefois, lorsque survient l'accident mortel au centre de distribution près de 12 mois plus tard, les caristes n'ont toujours pas reçu cette formation. Les travailleurs de cour et [E] déclarent même ne pas avoir entendu parler de l'accident survenu en 2013 dans l'autre établissement.

Selon le fabricant du chariot élévateur et les normes applicables en la matière, il existe une procédure sécuritaire pour quitter un chariot élévateur dans des conditions similaires à celles qui prévalent lors des deux accidents. Bien que les directives diffèrent un peu d'une source à l'autre, elles ont en commun, tout comme la procédure de l'employeur émise à la suite de l'accident de décembre 2013, que le cariste doit mettre les commandes au neutre et appliquer le frein de stationnement avant de quitter son poste. Pourtant, l'employeur omet de s'assurer que les caristes connaissent et appliquent ces mesures.

Selon la LSST, l'employeur a l'obligation de prendre les mesures nécessaires pour protéger la santé et assurer l'intégrité physique de ses travailleurs. Pour cela, il doit notamment s'assurer que l'organisation du travail et les méthodes et techniques utilisées pour l'accomplir sont sécuritaires. Il doit utiliser les méthodes et techniques visant à identifier, contrôler et éliminer les risques pouvant affecter la santé et la sécurité des travailleurs. Il doit informer adéquatement les travailleurs sur les risques reliés à leurs tâches. Enfin, il doit leur donner la formation, l'entraînement et la supervision appropriés afin de faire en sorte que les travailleurs aient les habiletés et les connaissances requises pour accomplir leurs tâches de façon sécuritaire.

Or, l'enquête révèle des lacunes quant à l'identification des risques, la formation des caristes, l'organisation du travail et la supervision des travailleurs affectés au chargement des remorques. De plus, les méthodes et techniques de gestion de l'employeur visant à contrôler la diffusion et l'application des moyens qu'il détermine pour assurer la sécurité des travailleurs sont inadéquates. En somme, la gestion de la santé et de la sécurité est déficiente en ce qui concerne l'utilisation du chariot élévateur lors du chargement de la remorque.

Cette cause est retenue.

SECTION 5

5 CONCLUSION

5.1 Causes de l'accident

L'enquête a permis d'identifier les causes suivantes :

- Un chariot élévateur se met en mouvement par gravité et coince son opérateur entre sa charge et la remorque;
- La gestion de la santé et de la sécurité est déficiente en ce qui concerne l'utilisation du chariot élévateur lors du chargement de la remorque.

5.2 Autres documents émis lors de l'enquête

À la suite de l'accident, les inspecteurs de la CSST effectuent les interventions suivantes :

- Le jour de l'accident, les inspecteurs interdisent l'utilisation du chariot élévateur Caterpillar n° 136, modèle DPL40. Afin d'éliminer le danger et pour utiliser à nouveau ce chariot, l'employeur devra démontrer, par une attestation d'une autorité compétente, qu'il est sécuritaire (réf. : RAP9107920).
- Le 17 décembre 2014, les inspecteurs interdisent le chargement et le déchargement des remorques avec un chariot élévateur. Pour corriger le danger, l'employeur doit définir et rédiger une méthode de travail sécuritaire pour le chargement et le déchargement des remorques à l'aide d'un chariot élévateur et s'assurer que l'information sera transmise aux travailleurs (réf. : RAP9107919).
- Le 7 janvier 2015, les inspecteurs lèvent leur interdiction, car les mesures mises en place assurent la sécurité des travailleurs (réf. : RAP0939788).

5.3 Recommandations

Afin d'éviter qu'un tel accident se reproduise, la CSST fera parvenir une copie du rapport d'enquête à l'Association québécoise de la quincaillerie et des matériaux de construction (AQMAT) pour qu'elle informe ses membres des conclusions de l'enquête.

ANNEXE A

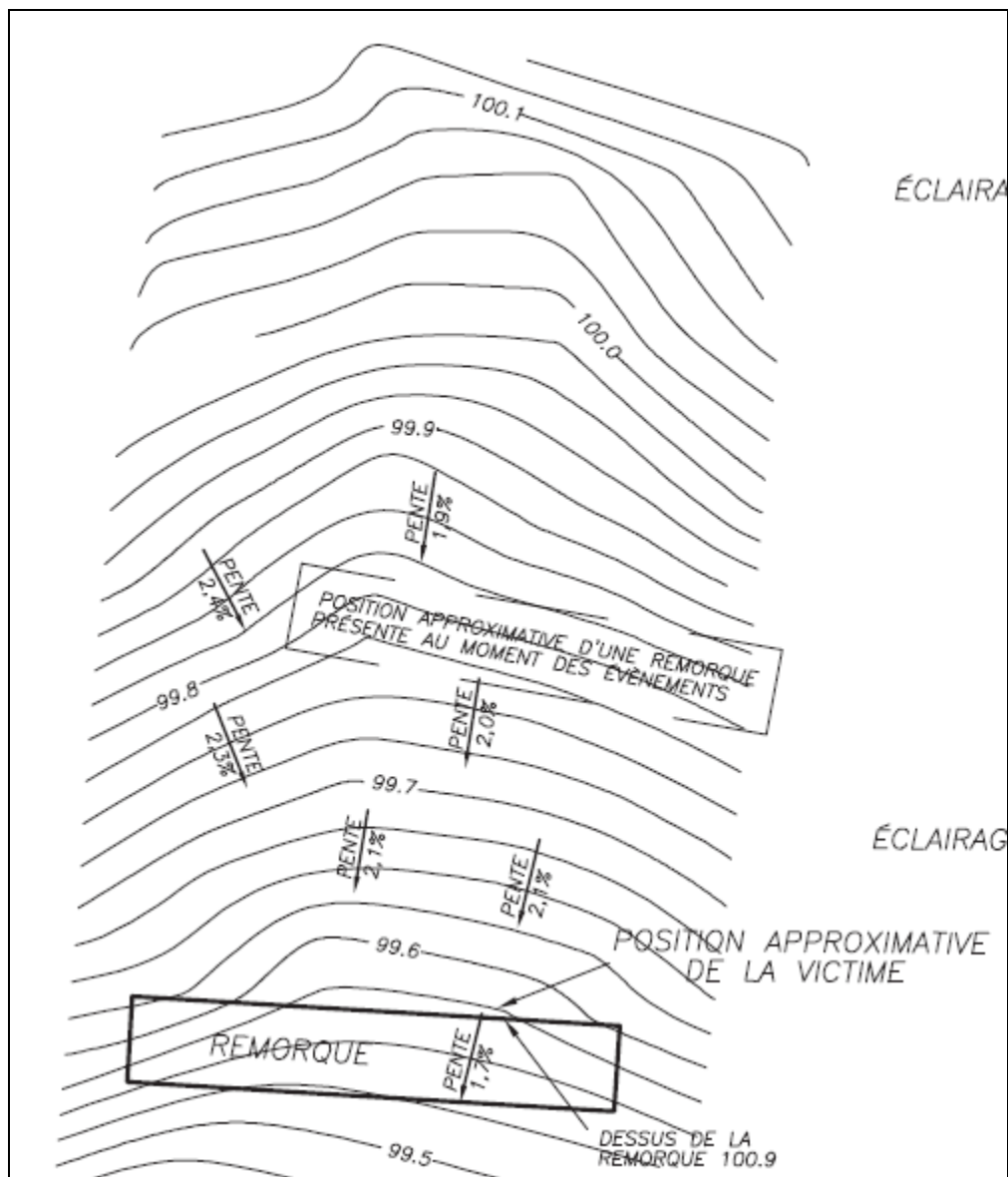
Liste des accidentés ou accidenté

ACCIDENTÉ

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

ANNEXE B

Relevé d'arpentage du dénivelé du sol au site de l'accident



Source : Chiasson, Thomas, Tremblay et associés

ANNEXE C

Conditions météorologiques

Rapport de données horaires pour le 16 décembre 2014

Page 1 sur 2



Climat

Accueil > Données

Rapport de données horaires pour le 16 décembre 2014

Toutes les heures sont exprimées en heure normale locale (HNL). Pour convertir l'heure locale en heure avancée, ajoutez 1 heure s'il y a lieu.

JONQUIERE QUEBEC					
Latitude:	48° 25'30,012" N	Longitude:	71° 08'33,001" O	Altitude:	135,60 m
Identification Climat:	7063370	Identification OMM:	71617	Identification TC:	WJO

	Temp. °C	Point de rosée °C	Hum. rel. %	Dir. du vent 10's deg	Vit. du vent km/h	Visibilité km	Pression à la station kPa	Hmdx	Refroid. éolien	Temps
HEURE										
00:00	-4,1	-5,8	88	12	8		100,34		-8	ND
01:00	-4,1	-5,8	88	12	3		100,36		-5	ND
02:00	-4,0	-5,7	88	14	6		100,39		-7	ND
03:00	-4,2	-5,7	89	0	1		100,35		-5	ND
04:00	-4,3	-5,4	92	18	5		100,32		-6	ND
05:00	-4,5	-5,4	93	10	2		100,32		-5	ND
06:00	-4,5	-5,4	94	13	4		100,34		-6	ND
07:00	-4,4	-5,3	93	15	6		100,36		-7	ND
08:00	-4,4	-5,4	93	14	8		100,38		-8	ND
09:00	-4,5	-6,4	86	12	9		100,37		-8	ND
10:00	-4,4	-6,2	87	9	7		100,36		-8	ND
11:00	-4,1	-6,5	83	9	7		100,29		-7	ND
12:00	-3,8	-6,7	80	9	9		100,22		-8	ND
13:00	-3,4	-6,3	80	8	9		100,15		-7	ND
14:00	-3,2	-6,3	79	8	7		100,14		-6	ND
15:00	-3,0	-5,9	81	9	6		100,17		-5	ND
16:00	-3,1	-5,2	86	7	7		100,16		-6	ND
17:00	-3,2	-5,1	87	11	11		100,17		-7	ND
18:00	-3,4	-4,9	89	10	8		100,14		-7	ND
19:00	-3,5	-4,9	90	9	6		100,14		-6	ND
20:00	-3,5	-4,9	90	8	6		100,14		-6	ND
21:00	-3,6	-5,0	90	8	6		100,09		-6	ND
22:00	-3,6	-4,9	91	8	8		100,02		-7	ND
23:00	-3,6	-4,9	90	11	7		100,03		-7	ND

Notes sur qualité des données climatiques.

Légende

- E = Valeur estimatif
- M = Données manquantes
- ND = Non disponible

http://climat.meteo.gc.ca/climateData/hourlydata_f.html?timeframe=1&Prov=QC&Statio... 2015-01-19

ANNEXE D

Registre de formation sur la conduite sécuritaire du chariot élévateur

Liste des employés ayant suivi la formation :
Conduite sécuritaire du chariot élévateur

Magasin	#	Nom	Prénom	Statut	Date de la formation	Note
CD				r	5-sept-2006	
				r	4-déc-2006	
				r	28-févr-2005	
				98	28-févr-2005	
				99	24-oct-2005	
				99	11-déc-2006	
				r	11-sept-2006	
				99	21-nov-2005	
				r	4-déc-2006	
				r	22-févr-2005	
				r	28-févr-2006	
				99	4-déc-2006	
				r	7-nov-2005	
				99	28-févr-2006	
				r	22-févr-2005	
				r	11-sept-2006	
				r	6-mars-2006	
				r	18-sept-2006	
				r	22-févr-2005	
				99	11-déc-2006	
			r			

C:\Mes documents\Formation\Conduite chariot élévateur>Liste des employés formés

Mise à jour le 2007-03-22

ANNEXE E

Rapport d'inspection du chariot élévateur

	INSPECTION SÉCURITÉ	Numéro de fiche de travail :
		1336344
		Numéro de série : 3CM13073

Type de carburant / voltage	Mât				Fourche		
	Modèle	# Série du mât	Angle d'inclinaison		Dimension des fourche		
DIESEL	3M40A47	A03222	7 degré	6 degré	1.75"	4.75"	47"
			Avant	Arrière	Épaisseur	Largeur	Longueur
			Pneu		Attachement		
	pneumatique	2	réchapé	2	original	100 FH	S009000955
	Type	Quantité	Traction	Quantité	Direction	Modèle	Série

Inspection													
Instructions	Cylindre de levage			C	NC	NA	Chariot élévateur électrique			C	NC	NA	
C = Conforme			26 Attache	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	54 Compartiment de batterie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
NC = Non-Conforme			27 Traverse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	55 spécification du poids	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
NA = Non-Applicable			28 Fuite interne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	56 Fuite d'électrolyte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Plaque de capacité	C	NC	NA				57 Niveau d'électrolyte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
1 État	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cylindre d'inclinaison			C	NC	NA	58 Borne de batterie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2 Exactitude	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	30 Montage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	59 Connecteur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
				Mât	C	NC	NA	60 État / Propreté	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3 Attache	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	31 Condition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	61 Brosse de Moteur (si accessible)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4 Section fixe du mât	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	32 Bout de tige attache	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Divers / Accessoire			C	NC	NA
5 Rouleau / glissière	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Attachement			C	NC	NA	62 Siège (état / fixation)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6 Loquet / butée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	34 Fixation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	63 Ceinture de sécurité (état / fixe.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
7 boyau / poulie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	35 Condition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	64 Niveau des liquides	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
8 Soudure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	36 Roulement (tous)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	65 Fuite d'huile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
				Tablier	C	NC	NA	66 Conduit de carburant (état)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
9 Fourche / Arbre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	37 Butée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	67 Attache de réservoir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
10 Butée de fourche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	38 Point de pivot (charnière)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Moteur	C	NC	NA		
11 Dossier d'appui charge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Moteur			C	NC	NA	68 Lumière	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12 Rouleau / glissière	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	39 Huile et filtre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	69 Panneau de carrosserie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
13 condition & ajustement chaîne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	40 Filtre à air	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	70 Essieux de direction	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
14 Ancrage et goupille de chaîne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	41 Système d'allumage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	71	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
15 Jeu du tablier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	42 Système de démarrage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Essai Dynamique			C	NC	NA
				43 Système de charge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	72 Soupape hydraulique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
				Fourche	C	NC	NA	73 Commutateur de limite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
16 Verrou de fourche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	44 Système de refroidissement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	74 Dispositif d'avertissement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
17 Rectitude	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	45 Courroie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	75 Direction	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
18 Épaisseur (avec la jauge)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pneus et roues			C	NC	NA	76 Trans. & pédale d'embrayage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19 Condition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	46 Boulon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	77 Jauge (état & fonctionnel)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
20 Angle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	47 Roulement de roue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	78 Alarme de marche arrière	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
21 Crochet / tube	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	48 Usure et condition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	79 Klaxon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
				49 Pression	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	80 Frein de stationnement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
				Contrepoids	C	NC	NA	Toit protecteur	C	NC	NA		
22 Boulon d'attache	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50 Attache et fixation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	81 Frein de service	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
23 Condition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	51 Condition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	82 Moteur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
24 Modification	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	52 Modification	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	83 Interrupteur de siège	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
25 Poids manquant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	53 Cabine (état, vitre, porte)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	84 Interrupteur de ceinture sécur.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Réparations suggérées				
Réparations suggérées	Approbation	Seg.	Qté	Numéro de pièce
Plaque de capacité n'est pas exacte (à remplacer)	<input type="checkbox"/>			
Roulement de mât très avancé et vérifier physiquement les bushing de pivot	<input type="checkbox"/>			
Glissière de téflons du haut du mât usé	<input type="checkbox"/>			
Roulement de tablier à remplacer et voir si usure sur les support de roulement	<input type="checkbox"/>			
Chaîne de levage secondaire mal ajuster	<input type="checkbox"/>			
Fourche droite croche et usure des deux (47" de long, normal 48")	<input type="checkbox"/>			
Cylindre d'inclinaison mal ajuster	<input type="checkbox"/>			
Roulement de ventilateur et de tendeur de ventilateur moteur bruyant	<input type="checkbox"/>			
Vitre arrière de cabine mal fixé	<input type="checkbox"/>			
Boulon de ceinture de sécurité pas serré et TIE WRAP sur ceinture	<input type="checkbox"/>			
Lumière arrière (frein, position et marche arrière) ne fonctionne pas	<input type="checkbox"/>			
Huile moteur trop élevé, Jauge moteur à remplacer	<input type="checkbox"/>			
Commentaires :				
État général de la machine est bien. Les freins sont très efficace et le frein de stationnement est dans les normes (pourrais être ajuster un peu plus serré mais rien de sérieux). Il y a un jeux excessif dans le mât et sur le tablier qui devra être corrigé. La plaque de capacité n'est pas conforme et visible (une boîte la cache) elle devra être remplacé pour reflété l'attachement. Les fourches devront être remplacé, le boulon de ceinture de sécurité doit être resserrer et l'attache de plastique (tie-wrap) doit être retiré. Les chaîne de levage ainsi que les cylindres d'inclinaison doivent être ajuster. La vitre de cabine arrière doit être refixé. Le reste est à la discrétion du client (ne sont pas des items de sécurité)				

Tout imprévu à la soumission, suite au démontage, pourrait affecter le prix ou la livraison. Nous vous en aviserons si tel est le cas. Toute annexe jointe fait partie de ce présent rapport.

Nom du client : CSST	Nom du technicien : <input type="text"/>	Date : vedredi 19 décembre 2014
-------------------------	---	------------------------------------

ANNEXE F

Essais avec le chariot élévateur impliqué dans l'accident

Mise en contexte

Un chariot élévateur avance vers une remorque, le moteur en marche, sans cariste à bord. Il coince mortellement un travailleur entre un paquet de bois qui se trouve sur ses fourches et le côté de la remorque.

Problématique

Qu'a-t-il fallu pour que le chariot élévateur avance sans cariste à bord avec le moteur en marche? Il est évident que le frein de stationnement n'était pas appliqué, car il était conforme. Par contre, quelles autres conditions faut-il rencontrer pour que le chariot élévateur avance?

Essais

Avant d'y aller par expertise ou calculs, voyons si nous sommes en mesure de déterminer, par essais, la condition rencontrée pour faire avancer le chariot.

Pour atteindre notre objectif, les conditions expérimentales devront se rapprocher le plus près possible des conditions qui prévalaient l'après-midi de l'accident.

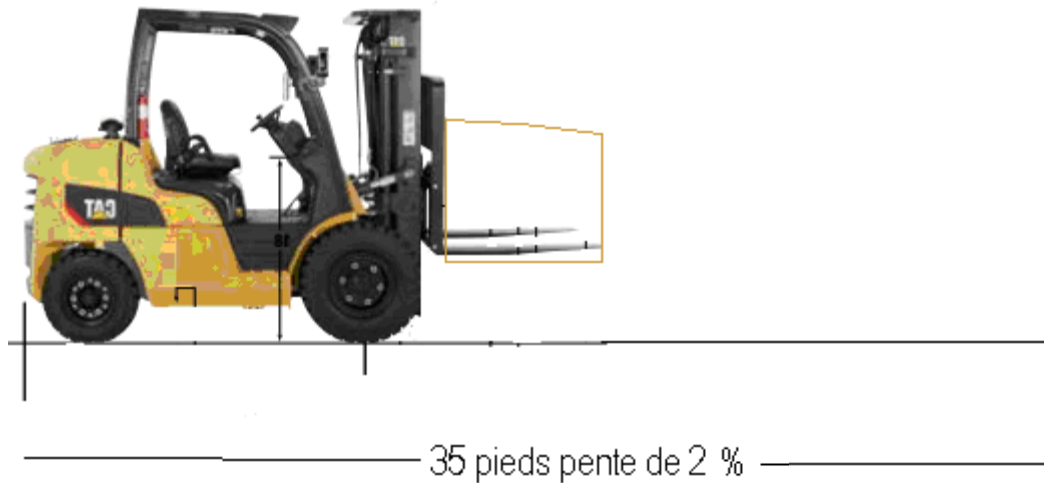
Matériel :

- 1- Le chariot élévateur sera le Caterpillar 3CM13073;
- 2- 2 paquets de bois de pin (poids vérifié à l'accueil) dont les dimensions sont de 8 po de haut (18 po au total, incluant un espace libre de 2 po) X 16 pi de large et 44 po de profond (pmp bas 560, pmp haut 607);
- 3- Pente = 2,1 % (8,4 po) sur 35 pi de long X 10 pi de large sur de la neige dure;
- 4- Caméra vidéo avec pied et appareil photo;
- 5- Ruban à mesurer;
- 6- Cônes;
- 7- Ruban CSST;
- 8- Chronomètre;
- 9- Peinture aérosol.

Protocole :

- 1- Rechercher avec l'arpenteur, en avant de la porte 9, une section d'au moins 20 pieds d'environ 2 % de pente;
- 2- Délimiter avec la peinture le départ, aux 3 pieds et l'arrivée;
- 3- Délimiter la zone de test avec du ruban (18 pi par au moins 20 pi de long);
- 4- Positionner un cône tous les 3 pieds en partant de la roue avant;

- 5- Positionner une caméra sur pied pour avoir une vue d'ensemble et plongeante pour, si possible, évaluer la vitesse au besoin;
- 6- Positionner le paquet de bois sur les fourches du chariot élévateur;
- 7- Mettre les fourches du chariot élévateur à une hauteur de 1 m;
- 8- Positionner, le moteur en marche, le chariot élévateur sur la ligne de départ :
 - a. Faire 3 essais concluants avec le chariot au neutre. S'il n'y a pas de mouvement, attendre 1 min.
 - b. Faire 3 essais concluants avec le chariot embrayé vers l'avant. S'il n'y a pas de mouvement, attendre 1 min.
- 9- S'il y a un mouvement du chariot, laisser descendre le chariot élévateur, chronométrer et mesurer la distance parcourue;
- 10- Consigner les résultats.



Essais avec le chariot élévateur impliqué dans l'accident mortel

Longueur du parcours (pi) :

35

Largeur du parcours (pi) :

10

Pente mesurée (%) Moyenne :

2

Minimum :

1,8

Maximum :

2,2

Chariot élévateur au neutre			
Essai	Distance parcourue (pi)	Temps total (s)	Temps avant déplacement (s)
#1	1	60	60
#2	10,9	152	45
#3	3	55	1

Chariot élévateur embrayé vers l'avant			
Essai	Distance parcourue (pi)	Temps total (s)	Temps avant déplacement (s)
#1	18	16	0
#2	18	17	0
#3	18	15	0

Source : CSST

ANNEXE G

Rapport d'expertise des forces impliquées dans l'accident



RÉSEAU D'EXPERTISE
EN PRÉVENTION-INSPECTION

RAPPORT D'EXPERTISE

**Analyse des forces en cause lors de
l'écrasement du travailleur durant le
chargement de la remorque**

Rapport présenté à :

Jean Hébert, directeur santé et sécurité
Dave Létourneau, inspecteur
François Duchesne, inspecteur

Direction régionale Saguenay–Lac-Saint-Jean

Préparé par :

Henri Bernard
Ingénieur

DGPIP

13 mai 2015

Table des matières

SOMMAIRE

1. Mise en contexte
2. Description du mandat
3. Méthodologie
4. Informations recueillies
5. Analyse des forces
6. Conclusion
7. Référence

1. Mise en contexte

Au centre de distribution Potvin et Bouchard, le 16 décembre 2014, un travailleur opère un chariot élévateur pour charger sur une remorque des paquets de bois. Comme il doit placer sur la remorque des travers avant d'y déposer les paquets de bois, il quitte son chariot élévateur et se rend à la remorque. Alors qu'il se trouve dans l'axe de déplacement du chariot élévateur et qu'il lui fait dos, le chariot élévateur avance et vient coincer le travailleur entre les paquets qu'il transporte et la remorque.

À la suite de cet accident, l'équipe d'inspecteurs a soulevé plusieurs interrogations concernant le déplacement inopiné du chariot et de ses paquets de bois vers le travailleur :

- Comment le chariot se met-il en mouvement?
- Quel est l'ordre de grandeur de la force qui coince le travailleur?
- Est-ce que le travailleur est toujours soumis à une force d'écrasement après l'impact avec les paquets de bois, et quelle est l'envergure de cette force?
- Est-ce que le travailleur peut se dégager de sa position après l'impact, et quelle force doit-il développer pour se dégager?

Le but de cette expertise est de connaître les forces exercées dans le cadre de cet accident sur le travailleur.

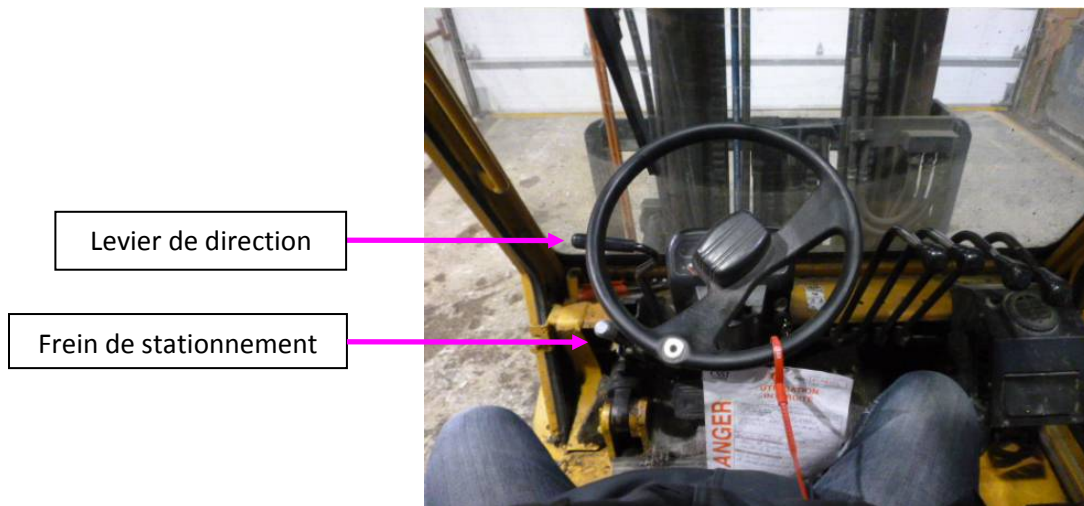
2. Description du mandat

Le mandat consiste à évaluer les forces appliquées sur le travailleur lors du coincement de celui-ci entre la remorque et les paquets de bois, la force agissant sur le travailleur après que le chariot soit arrêté et celle qui doit être appliquée par le travailleur pour se dégager de sa position, c'est-à-dire pour repousser le chariot élévateur suffisamment pour pouvoir se décoincer.

3. Méthodologie

À partir des informations provenant des inspecteurs responsables de l'enquête et des deux hypothèses suivantes :

- Le travailleur est occupé à placer des travers près de la remorque, le chariot laissé dans une pente de 2,1 %, sans frein de stationnement et le levier de direction en position neutre, se met en mouvement inopinément.



Cette hypothèse a été vérifiée à l'aide d'une simulation effectuée par les inspecteurs de la CSST. Une pente a été reproduite et mesurée sur le site par une équipe d'arpenteurs pour permettre cette simulation. À partir de la vidéo réalisée par les inspecteurs, on aperçoit le chariot qui se met en mouvement inopinément.

- 10 % de l'énergie totale a été considérée aux fins des calculs. En effet, les pertes sont estimées à 90 % de l'énergie qui est perdue sous forme de résistance au roulement et par la friction mécanique. Tous les calculs d'énergie sont donc réalisés en considérant uniquement 10 % de l'énergie totale pour le mouvement du chariot.

Avec ces deux hypothèses de base et les informations recueillies par les inspecteurs, nous avons pu vérifier sommairement les forces présentes dans la collision.

De plus, deux cas (ou scénarios) ont été retenus pour le calcul de ces forces :

- Le cas C1, qui est une collision dans un corps mou, pouvant être près du nombril, avec un écrasement de 20 cm;
- Le cas C2, qui est une collision dans une partie du corps plus rigide, pouvant être dans la région du sternum. Cet écrasement étant inconnu, il sera calculé à partir de données théoriques.

4. Informations recueillies

État de la surface de roulement

Lors de cet accident, le sol est gelé et recouvert d'une neige compacte. Une mince couche de neige poudreuse demeure et seule une accumulation est présente près de la remorque à charger. La température est de -3,1 °C. La dernière chute de neige à Saguenay remonte au 12 décembre pour une accumulation totale de 2 mm. La surface de roulement est irrégulière, c'est-à-dire avec des petits monticules de neige compacte ici et là de quelques centimètres de hauteur. (voir photo)



Photo : Source CSST

État du chariot élévateur

L'inspection mécanique du chariot élévateur, à la suite de l'accident, n'a révélé aucune problématique particulière en lien avec l'accident. Cette inspection a été réalisée par une firme compétente.

Une simulation pour recréer l'événement a été effectuée par les inspecteurs de la CSST, pour voir comment le véhicule se comporte dans des conditions similaires. La vidéo de la simulation produite montre que le chariot au neutre dans une pente de 2,1 % se met en mouvement.

Cela est possible dans les conditions suivantes : aucun dispositif de freinage n'est activé sur le chariot, aucun objet bloquant le roulement ne se trouve sur la trajectoire et le levier de direction est au neutre.

Autres données

Pente de 2,1 %

Pente mesurée par une équipe d'arpenteurs sur le site de l'accident et la donnée m'a été fournie par les inspecteurs.

Distance de roulement avant l'impact avec le travailleur

C'est la distance parcourue dans la pente de 2,1 %. De manière générale, les caristes laissent une distance libre de 1,2 m à 2 m entre la charge du chariot et la remorque, le travailleur occupe cet espace pour placer des travers sur la remorque. Note importante : celui-ci est dos à la charge et ne peut donc pas constater de visu le déplacement du chariot.

Dans notre étude, la distance libre estimée est la distance entre les paquets de bois sur le chariot élévateur et le début de l'impact avec celui-ci, soit de 1 m. Plus cette distance est grande, plus le chariot acquiert de l'énergie cinétique avant l'impact.

La distance d'écrasement

Ne connaissant pas la position exacte du travailleur, en raison du travail à effectuer et de sa hauteur par rapport à la remorque en raison de l'accumulation de la neige au sol lors de la collision, nous avons considéré deux cas (ou scénarios) de collisions.

- Le premier cas, C1, le travailleur a été écrasé par la charge dans une région de son corps qui peut absorber l'impact sur une distance théorique de 20 cm (région du nombril). Comme comparaison, une distance d'écrasement de 18 cm correspond au rayon moyen d'un individu avec un tour de taille de 113 cm. Lorsqu'écrasé de 20 cm, le travailleur aura son abdomen, près du nombril, écrasé de plus de moitié. Il est à noter que l'on ne connaît pas les caractéristiques physiques du travailleur.
- L'autre cas, C2, propose l'impact à un niveau plus élevé sur l'abdomen, le niveau du sternum, donc dans une région plus rigide du corps où nous calculerons une distance d'écrasement en utilisant les résultats présentés dans "Trauma Biomechanics, Introduction to Accidental Injury", sur l'influence de l'état du thorax lors d'impacts. De plus, comme 3 plages de résistance à la déflexion sont à considérer pour la cage thoracique, le calcul a été effectué en trois étapes. Ces 3 plages, ou 3 zones de résistances à la compression, permettent de calculer la déflexion de la cage thoracique en connaissant la force appliquée sur celle-ci. Selon les auteurs K.-U. Schmitt, P. Niederer et F. Walz (2004) du livre "Trauma Biomechanics, Introduction to Accidental Injury", ces 3 plages se définissent comme suit lors d'impacts frontaux :
 - La zone 1, de 0 à 41 mm d'écrasement, offre une résistance de 7 kN/m ou de 23,5 kN/m, dépendant de l'état « d'alerte » du travailleur. Pour le but des calculs, nous choisirons 23,5 kN/m.
 - La zone 2, de 41mm à 76 mm d'écrasement, offre une résistance moyenne se situant entre 26,3 kN/m et 120 kN/m. Pour le besoin des calculs, nous choisirons 73,15 kN/m.
 - La zone 3, plus de 76 mm d'écrasement, offre une résistance de 120 kN/m.

Liste des masses :

Chariot Caterpillar modèle DPL40

Masse : 5 860 kg

Paquets de bois : 1 009 kg

Dans la suite du document, nous ferons référence à la masse totale du chariot et des paquets de bois :

$$m = 6\,869 \text{ kg}$$

Schéma de la remorque plateforme du travailleur et du chariot lors de l'accident :

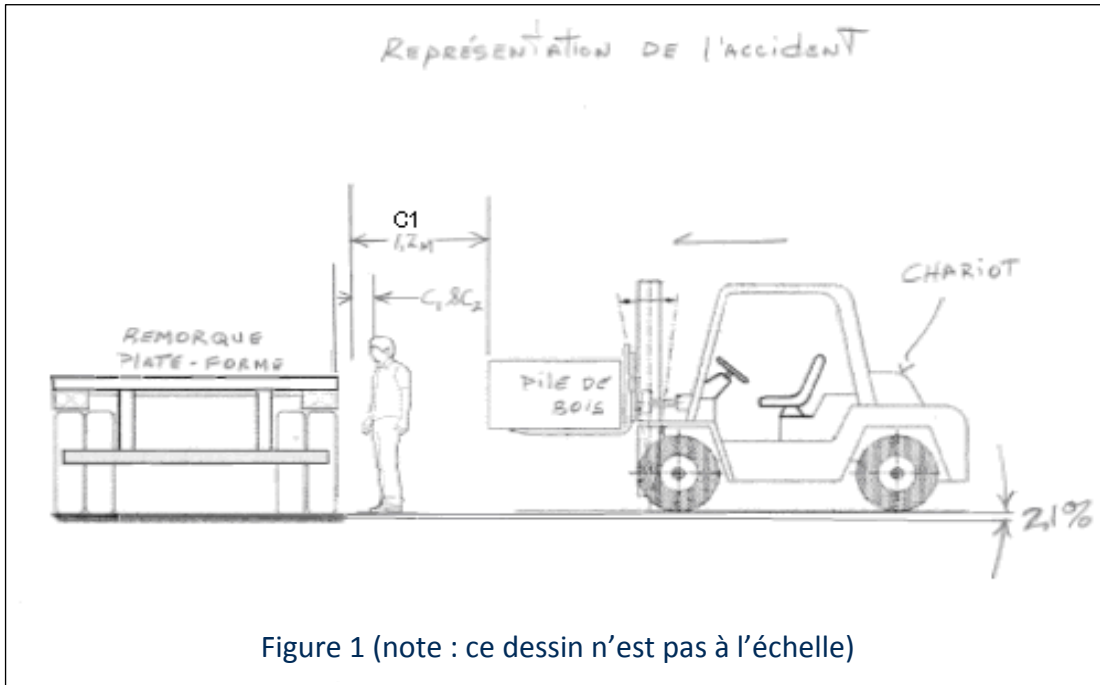


Figure 1 (note : ce dessin n'est pas à l'échelle)

Note : la hauteur de la plateforme de la remorque est de 1,34 m. De chaque côté, il y a accumulation de neige (non montrée sur ce dessin), ce qui élève le travailleur par rapport à la plateforme de la remorque.

5. Analyse des forces

En considérant le cas C1

La seule énergie en cause durant cet accident provient de l'énergie potentielle. Sur une distance de roulement de 1,2 m dont 1 mètre de roulement avant impact (accélération) et 20 cm d'écrasement (décélération), dans une pente de 2,1 %, nous retrouvons une hauteur différentielle de : $1,2 \text{ m} \times 0,021 = 0,0252 \text{ m}$

En sachant que l'énergie potentielle $E_p = mgh$ (1)

Avec :

$$m = 6\,869 \text{ kg (chariot + piles de bois)}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$h = 0,0252 \text{ m}$$

$$E_p = 6\,869 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,0252 \text{ m} = 1\,700 \text{ J}$$

Comme seulement 10 % de cette énergie se transformera en mouvement :

Énergie cinétique considérée = 170 J

Donc, 170 J ont été transférés au mouvement du chariot. Ces 170 J seront absorbés par le travailleur durant son écrasement de 20 cm.

Du principe de la conservation de l'énergie :

Le changement en énergie cinétique est égal au travail fait sur un objet

$$W = E2 - E1 \quad (2)$$

W est le travail

E2 est l'énergie cinétique finale

E1 est l'énergie cinétique du départ

Durant l'écrasement du travailleur, on peut représenter la force de résistance du corps du travailleur en fonction de la distance, en supposant que la résistance à l'écrasement augmente de manière linéaire avec la distance d'écrasement.

La notion de travail mécanique s'exprime par :

$$W = F \times D$$

W = le travail en joules. Dans notre cas, 170 J

F = la force appliquée, varie en fonction du déplacement (déflexion du corps)

D = le déplacement

Dans notre exemple, la droite a comme équation (voir figure 2) :

$$Y = mx + b \quad (b = 0) \quad m \text{ est la pente de la droite}$$

En sachant que $W = 170 \text{ J}$, le travail total pour arrêter le chariot et les paquets de bois est :

$$170 \text{ J} = \int_0^{20\text{cm}} m x dx = (m \times d^2)/2 \quad \text{et on trouve} \quad m = 8\,500 \text{ N/m}$$

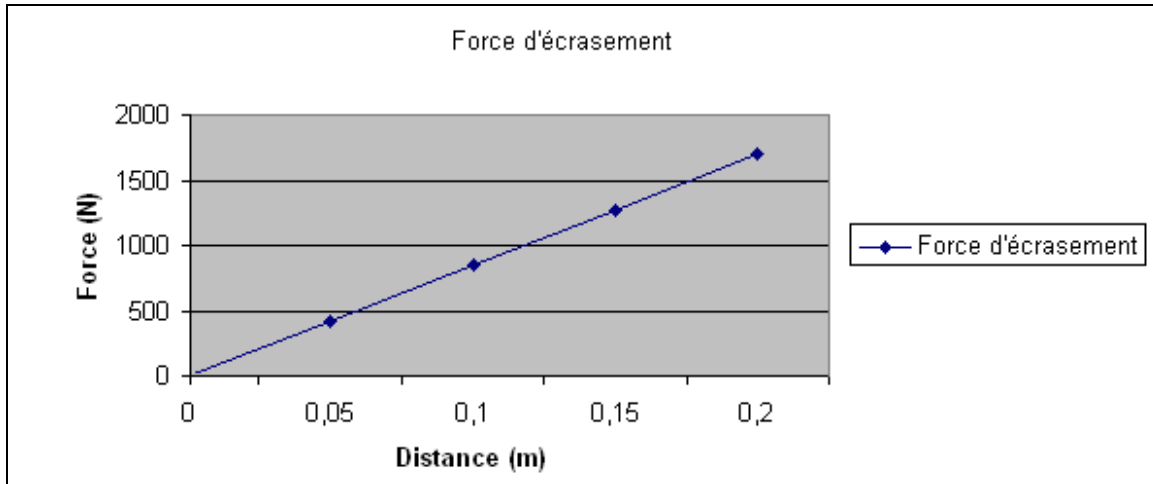


Figure 2

$$F = 8\,500 \text{ N/m} \times (D) \quad \text{ou} \quad m = 8\,500 \text{ N/m} \quad x = (D)$$

$$W = 4\,250 (d)^2$$

Pour $D = 20 \text{ cm}$

$$W = 170 \text{ J} = E1 \quad (E2 = 0 \text{ arrêt complet du chariot sur le travailleur})$$

De plus,

À $d = 20 \text{ cm}$ d'écrasement du travailleur, nous aurions, selon cette droite, obtenu une force de 1 700 newtons appliqués à celui-ci. C'est la force maximale appliquée.

$$F = 8\,500 \text{ N/m} (20 \text{ cm}) = 1\,700 \text{ N}$$

Une fois comprimé par le chargement, une force constante continue de s'appliquer sur le travailleur; le chariot étant toujours dans la pente. Cette force est la résultante suivant l'angle du plan de roulement et, comme nous l'avons suggéré précédemment, seulement 10 % de cette force résulte en traction.

$$F = m \times g \times 0,021 \times 0,1 = 141 \text{ N}$$

Pour repousser le chariot :

Une force de 141 N est nécessaire pour maintenir en place le chariot.

Si maintenant on veut pousser le chariot vers le haut de la pente pour se dégager, alors uniquement pour vaincre la gravité dans une pente de 2,1 %, sans friction ni résistance au roulement ou autres pertes mécaniques :
(un facteur de 100 % est utilisé)

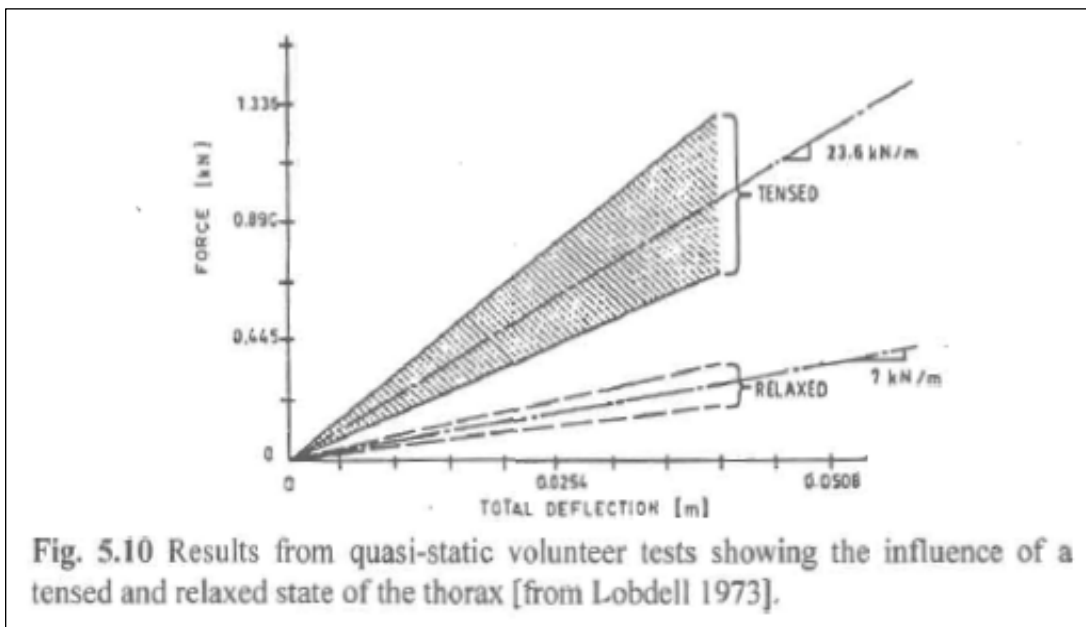
$F = mg (0,021) (1) = 1\,414\text{ N}$ est nécessaire

En considérant le cas C2

Dans ce cas-ci, le même impact se produit à un niveau plus élevé sur l'abdomen, au niveau du sternum, donc dans une région plus rigide du corps où nous calculerons une distance d'écrasement en utilisant le graphique de Lobdell sur l'influence de l'état du thorax lors d'impacts. Ici, pour ce cas, nous recherchons la distance d'écrasement de la cage thoracique.

Tel que montré sur ce graphique, 2 cas sont possibles :

- Le travailleur est dans un état calme et son thorax offre une résistance au déplacement de 7 kN/m;
- Le travailleur est tendu (s'attend à un impact), ici pour une résistance de 23,5 kN/m.



Tiré de "Trauma Biomechanics, Introduction to Accidental Injury", page 101

Autres informations, selon Melvin et al. (1985) :

- Une résistance de 23,5 kN/m est valide jusqu'à un écrasement de 41 mm;
- La résistance est de 120 kN/m lorsque l'écrasement est supérieur à 76 mm.

Pour notre analyse, nous allons utiliser une résistance à l'écrasement de 23,5 kN/m en considérant donc la résistance maximum jusqu'à 41 mm, ce qui donnera la compression minimale de la cage thoracique.

Une valeur de 120 kN/m pour un écrasement de plus de 76 mm.

Pour l'écrasement du thorax entre 41 mm et 76 mm, nous utiliserons la moyenne des valeurs pour une résistance de 73,15 kN/m. Des valeurs de 26,3 kN/m et 120kN/m ont été utilisées pour faire cette moyenne. *Le texte de la page 101 mentionne la valeur de 26,3 kN/m au lieu de 23,5 kN/m. Ici, il y a une erreur dans le document en référence. Par contre, cela n'affectera que sensiblement nos résultats.*

Énergie avant l'impact (énergie cinétique seulement E1)

$$De\ E_p = mgh \quad (1)$$

Pour $h = (0,021) \times (1\text{ m})$

En considérant 10 % seulement de l'énergie pour la traction (énergie cinétique)

$$E_1 = 6\ 869\text{ kg} \times 9,8\text{ m/s}^2 \times (0,021) (1\text{ m}) (10\% \text{ en traction}) = 141,4\text{ J}$$

A) Le premier 41 mm d'écrasement, 23,5 kN/m de résistance

L'énergie absorbée de 41 mm :

Selon la courbe à la figure 5.10, retrouvons l'équation pour le travail

$$W = (23,5\text{kN/m}) / 2 \times (d)^2$$

$$W = 23,5/2\text{ kN/m} \times d^2 = 23,5/2\text{ kN/m} \times (0,041)^2 = 19,75\text{ J}$$

Énergie cinétique produite résultant de la pente descendante sur 41 mm (E') :

En considérant uniquement 10 % en énergie cinétique (déplacement de 4,1 cm)

$$E' = mgh = mg (0,021 \times (0,041)) (10\%) = 5,8\text{ J}$$

Bilan de l'énergie à 41 mm

$$W = E_2 - (E_1 + E') \quad (2)$$

E2 = énergie cinétique finale dans la plage de 41 mm

Comme le chariot est en mouvement après 41 mm d'écrasement, E2 est plus grand que zéro.

$$E_1 = 141,4\text{ J (énergie initiale)}$$

Le bilan de l'énergie sur cette plage de 41 mm serait :

$$E_1 + E' - W = E_2 \quad (3)$$

$$141,4\text{ J} + 5,8\text{ J} - 19,75\text{ J} = 127,45\text{ J} \quad \text{après 41 mm de compression}$$

B) De 41 mm à 76 mm d'écrasement, 73,15 kN/m de résistance

L'équation de travail (aire sous la courbe) est la suivante :

$$W = 73,15 \text{ kN/m} \int_{0,041}^{0,076} d \text{ dd} = (73,15 \text{ kN/m})/2 \times d^2 + k_1, k_1 \text{ constante (à l'état limite)}$$

$$K_1 = 963,5 \text{ N} \times (0,076 - 0,041) = 33,72 \text{ J (voir Figure 3)}$$

$$W = 73,15 \text{ kN/m}/2 \times d^2 = 73,15 \text{ kN/m}/2 \times (0,076 - 0,041)^2 + 33,72 \text{ joules} = 78,52 \text{ J}$$

$$E' = mgh = mg (0,021 \times (0,035)) \times (10 \%) = 4,9 \text{ J}$$

Bilan de l'énergie à 41 mm + 35 mm (76 mm ou 7,6 cm)

$$E_1 = 127,45 \text{ J}$$

$$W = 78,52 \text{ J}$$

$$E_1 + E' - W = E_2 \quad (3)$$

$$127,45 \text{ J} + 4,9 \text{ J} - 78,52 \text{ J} = 53,8 \text{ J d'énergie cinétique après 76 mm de compression}$$

C) Pour la distance restante de la compression, 120 kN/m de résistance

L'énergie résiduelle sera absorbée au taux de 120 kN/m sur une certaine distance d'écrasement du corps du travailleur. Il faut trouver cette distance, C_f , car elle nous est inconnue.

On recherche pour $E = 0$

$$E_1 = 53,8 \text{ joules}$$

$$E' = mg (0,021)(C_f) \times (10 \%) \quad C_f \text{ étant la distance à trouver}$$

$$E' = 141,36 C_f$$

L'équation de travail (aire sous la courbe) est la suivante :

$$W = 120 \text{ kN/m} \int_0^{C_f} d \text{ dd} = (120 \text{ kN/m})/2 \times d^2 + k^2, k^2 \text{ constante (état limite) et } d = C_f$$

$$K^2 = 3523,75 \text{ N} \times (C_f) = \text{à trouver (voir Figure 3)}$$

$$W = 120 \text{ kN/m}/2 \times C_f^2$$

$$E_1 + E' - W = E_2 \quad (3)$$

$$87,6 \text{ J} + 141,36 (C_f) - (120 \text{ kN/m} \times C_f^2)/2 = 0$$

$$53,8 \text{ J} + 141,36 C_f - (120 \text{ kN/m})/2 C_f^2 - 3523,75 C_f = 0 \quad \text{le chariot s'arrête}$$

Et on trouve pour $C_f = 13 \text{ mm}$ (approximation de 0,012943 m)

L'écrasement total du thorax au niveau du sternum sera de :
 $76 \text{ mm} + 13 \text{ mm} = 89 \text{ mm} (8,9 \text{ cm})$

La force exercée à ce moment sur le thorax est :
 $F = 3\,523,75 \text{ N} + 120 \text{ kN/m} \times 0,013 \text{ m} = 5\,077 \text{ N}$

De plus, une force de 141 N de poussée constante après l'impact demeure, comme dans le cas C1, puisque le travailleur demeure coincé entre la remorque à plateforme et les piles de bois transportées par le chariot élévateur.

Pour repousser le chariot dans le sens inverse et ainsi dégager le travailleur, il est nécessaire, uniquement pour vaincre la gravité qui s'exerce sur le chariot et sa charge dans une pente de 2,1 % (on fait abstraction de la friction) :

$F = mg (0,021) = 1\,414 \text{ N}$ est nécessaire

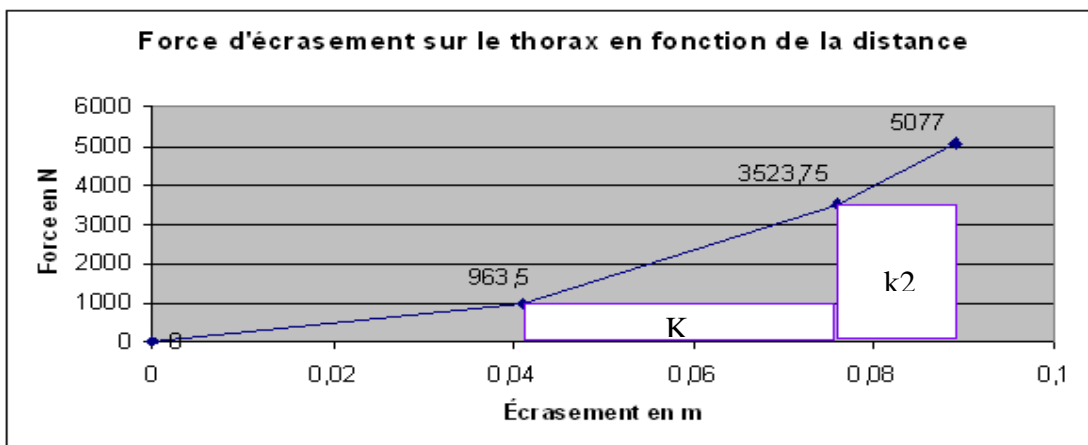


Figure 3

6. Conclusion

Pour nos deux cas :

Cas 1 (C1 = 20 cm), est une collision avec le travailleur dans une partie de son corps où l'écrasement est plus important étant donné que cette partie est moins protégée par la cage thoracique. Cet endroit pouvant être près du nombril, nous avons suggéré pour cette partie du corps une compression de 20 cm, ce qui nous amène à :

- une force maximale de compression de 1 700 N.
- une force de 1 414 N est nécessaire pour repousser le chariot en sens inverse.

Le chariot et ses paquets de bois, après arrêt, appliquent une force de 141 N en tout temps sur le travailleur.

Cas 2, est une collision avec le travailleur dans une partie de son corps où l'écrasement est moins important étant donné que cette partie est protégée par la cage thoracique, dans ce cas, C2, la distance de l'écrasement du travailleur peut être calculée à partir des résultats obtenus par K-U Schmitt, P. Niederer et F. Walz (voir référence).

Nous avons trouvé avec ces valeurs :

- En considérant les trois plages, il y a un écrasement au niveau du sternum de 8,9 cm;
- Une force maximale de compression de 5 077 N;
- Une force de 1 414 N est nécessaire pour repousser le chariot en sens inverse.

Le chariot et ses paquets de bois, après arrêt, appliquent une force de 141 N en tout temps sur le travailleur.

7. Référence

K.-U. Schmitt, P. Niederer, F. Walz (2004): Trauma Biomechanics, Introduction to Accidental Injury, (5.3 Biomechanical response, 5.3.1 frontal loading page 101, fig 5.10 Results from quasi-static volunteer tests showing the influence of a tensed and relaxed state of the thorax (from Lobdell 1973)), New York, Springer 2004, 173 pages.



44471

ANNEXE H

Procédure de travail à la suite de l'accident du 2 décembre 2013



**PROCÉDURE À SUIVRE LORSQUE DU
MATÉRIEL REPOSE SUR LES FOURCHES
D'UN CHARIOT ÉLÉVATEUR**

1. Immobiliser le chariot élévateur;
2. Descendre complètement les fourches du chariot élévateur au niveau du sol;
3. Mettre le frein à main avant de descendre du chariot élévateur;
4. Éviter d'immobiliser le chariot élévateur devant une zone de travail (Ex : faisant face à des employés).

ANNEXE I

Liste des témoins et des autres personnes rencontrées

De l'entreprise Potvin et Bouchard :

Monsieur [A], [...]

Monsieur [B], [...]

Du centre de distribution Potvin et Bouchard :

Monsieur [E], [...]

Monsieur [H], [...]

Madame [I], [...]

Monsieur [F], [...]

Monsieur [J], [...]

Monsieur [K], [...]

Monsieur [L], [...]

De l'entreprise Hewitt :

Monsieur [M], [...]

Monsieur [N], [...]

ANNEXE J

Références bibliographiques

QUÉBEC. *Loi sur la santé et la sécurité du travail* : RLRQ, c. S-2.1, à jour au 14 janvier 2014, Québec, Éditeur officiel du Québec, 2014, vi, 67, xii p.

QUÉBEC. *Règlement sur la santé et sécurité du travail* : RLRQ, c. S-2.1, r.13, à jour au 2 septembre 2014, Québec, Éditeur officiel du Québec, 2014, vii, 122 p.

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Norme de sécurité pour les chariots élévateurs*, Mississauga, Ont., ACNOR, 2005, vii, 58 p. (ACNOR B335-04)

THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. *Norme de sécurité concernant les chariots élévateurs à petite levée et à grande levée*, ASME, 1996, 76 p. (ASME B56.1 (1993-A.1995))

CATERPILLAR. *Operation and maintenance manual GP40-GP50, DP40-DP50*, Houston, MCFA, 2000, 145 p.