

EN004311**RAPPORT D'ENQUÊTE**
Version dépersonnalisée

**Accident ayant causé la mort d'un travailleur
de l'entreprise PJB Industries inc., située au
36, 7^e Rue Ouest à Saint-Martin, le 15 juin 2020**

**Service de prévention-inspection de la Chaudière-Appalaches
Direction de la prévention-inspection Sud-Est**

Inspecteurs :

Christian Roy, inspecteur

**François Morency,
inspecteur****Date du rapport : 16 juin 2021**

Rapport distribué à :

- Monsieur^A [REDACTED], PJB Industries inc.
 - Monsieur^B [REDACTED], PJB Industries inc.
 - Comité de santé et de sécurité, PJB Industries inc.
 - Monsieur^C [REDACTED]
 - Me Donald Nicole, coroner
 - Madame Liliana Romero, directrice de la santé publique, Centre intégré de santé et des services sociaux de Chaudière-Appalaches
-

TABLE DES MATIÈRES

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | <u>RÉSUMÉ DU RAPPORT</u> | 1 |
| 2 | <u>ORGANISATION DU TRAVAIL</u> | 3 |
| 2.1 | STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT OU DU CHANTIER | 3 |
| 2.2 | ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL | 3 |
| 2.2.1 | MÉCANISMES DE PARTICIPATION | 3 |
| 2.2.2 | GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ | 3 |
| 3 | <u>DESCRIPTION DU TRAVAIL</u> | 5 |
| 3.1 | DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL | 5 |
| 3.2 | DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER | 9 |
| 4 | <u>ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE</u> | 10 |
| 4.1 | CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT | 10 |
| 4.2 | CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES | 11 |
| 4.2.1 | OBSERVATIONS SUR LES LIEUX DE L'ACCIDENT | 11 |
| 4.2.2 | EXPÉRIENCE ET FORMATION DU TRAVAILLEUR | 15 |
| 4.2.3 | TÉMOIGNAGES | 16 |
| 4.2.4 | FORMATION DES TRAVAILLEURS CONCERNANT L'UTILISATION D'UN CHARIOT ÉLÉVATEUR | 16 |
| 4.2.5 | EXPERTISE MÉCANIQUE DU CHARIOT ÉLÉVATEUR | 17 |
| 4.2.6 | EFFET PENDULE DU BAC À RÉSIDUS ET SA CONTRIBUTION AU RENVERSEMENT | 20 |
| 4.2.7 | SIMULATION ET ESSAIS AFIN DE DÉTERMINER ET MESURER LE COMPORTEMENT DU CHARIOT ÉLÉVATEUR AVEC LA CHARGE IMPLIQUÉE DANS L'ACCIDENT | 22 |
| 4.2.8 | TEMPS ESTIMÉ D'UN RENVERSEMENT LATÉRAL ET MYTHES QUI Y SONT ASSOCIÉS | 23 |
| 4.2.9 | DIRECTIVES ET MISES EN GARDE DU FABRICANT DU CHARIOT ÉLÉVATEUR | 24 |
| 4.2.10 | NORMES DE RÉFÉRENCES | 25 |
| 4.2.11 | LOI ET RÉGLEMENTATION APPLICABLES | 29 |
| 4.3 | ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES | 30 |
| 4.3.1 | LE RELÂCHEMENT SOUDAIN ET COMPLET DE LA TENSION D'UNE ÉLINGUE LORS D'UNE MANŒUVRE DE REcul AVEC UN CHARIOT ÉLÉVATEUR PROVOQUE SON RENVERSEMENT LATÉRAL. | 30 |
| 4.3.2 | NÉ PORTANT PAS LA CEINTURE DE SÉCURITÉ, LE CARISTE EST ÉJECTÉ ET ÉCRASÉ PAR LA STRUCTURE DE PROTECTION DU CHARIOT ÉLÉVATEUR À LA SUITE DE SON RENVERSEMENT. | 31 |
| 4.3.3 | LE MANQUE DE FORMATION ET DE SUPERVISION FAIT EN SORTE QUE LE JEUNE TRAVAILLEUR IGNORE LES RISQUES RELIÉS À L'UTILISATION D'UN CHARIOT ÉLÉVATEUR | 32 |

| | | |
|-----------------------|---|-----------|
| 5 | CONCLUSION | 34 |
| 5.1 | CAUSES DE L'ACCIDENT | 34 |
| 5.2 | AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE | 34 |
| 5.3 | SUIVI DE L'ENQUÊTE | 35 |
| | | |
| <u>ANNEXES</u> | | |
| ANNEXE A : | Accidenté | 36 |
| ANNEXE B : | Liste des témoins et des autres personnes rencontrées | 37 |
| ANNEXE C : | Rapport d'expertise mécanique | 39 |
| ANNEXE D : | Rapport d'expertise CNESST | 40 |
| ANNEXE E : | Rapport de simulation | 41 |
| ANNEXE F : | Références bibliographiques | 42 |

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

Le 15 juin 2020, un travailleur utilise un chariot élévateur pour sortir un bac de résidus métalliques d'un conteneur. Lors de la manœuvre, le bac suspendu à une chaîne déstabilise le chariot élévateur, provoquant son renversement. Le travailleur est coincé entre la structure de protection du chariot élévateur et le sol.

Conséquences

Le travailleur décède des suites de ses blessures



Figure 1 — *Scène de l'accident*
Source : CNESST

Abrégé des causes

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

- Le relâchement soudain et complet de la tension d'une élingue lors d'une manœuvre de recul avec un chariot élévateur provoque son renversement latéral.
- Ne portant pas la ceinture de sécurité, le cariste est éjecté et écrasé par la structure de protection du chariot élévateur à la suite de son renversement.

- Le manque de formation et de supervision fait en sorte que le jeune travailleur ignore les risques reliés à l'utilisation d'un chariot élévateur.

Mesures correctives

À la suite de l'accident, trois décisions ont été adressées à l'employeur. Une première interdit l'utilisation du chariot élévateur impliqué dans l'accident. Un scellé a d'ailleurs été apposé sur ce dernier. La seconde décision interdit la conduite d'un chariot élévateur par un travailleur âgé de moins de 16 ans. La troisième décision interdit l'utilisation d'un chariot élévateur sans le port de la ceinture de sécurité.

Avant de remettre le chariot élévateur en service, l'employeur devra s'assurer auprès du fabricant ou d'un ingénieur que le chariot élévateur est conforme à la *Norme de sécurité concernant les chariots élévateurs à petite et à grande levée ASME-B56.1 (1993-A.1995)*. L'employeur devra obtenir l'autorisation d'un inspecteur de la CNESST avant la remise en service du chariot élévateur impliqué dans l'accident.

De plus, l'employeur devra s'assurer que :

- les chariots élévateurs dont il dispose seront inspectés et entretenus conformément aux instructions du fabricant ou à des normes offrant une sécurité équivalente ;
- chaque cariste lit et comprend le manuel d'utilisation du chariot élévateur qu'il utilise comme spécifié dans la *Norme de sécurité concernant les chariots élévateurs à petite et à grande levée ASME B56.1 (1993 -A.1995)*. Le fait de ne pas prendre connaissance des instructions ou directives émises par le fabricant et de ne pas utiliser le chariot comme stipulé par ce dernier pourrait avoir des conséquences graves pour la santé et l'intégrité physique du travailleur ;
- 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. L'employeur doit rédiger une procédure de travail sécuritaire pour vider les bacs de résidus dans le conteneur afin d'éliminer les dangers de blessures pour les travailleurs.

Les rapports d'intervention RAP1307399 et RAP1310020 font état de ces demandes.

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 ou du chantier**

PJB Industries inc. est une entreprise qui se spécialise dans la conception et la fabrication d'équipements industriels en acier, notamment des godets, des grappins, des grattes à neige, des pouces hydrauliques ainsi que des systèmes d'attaches rapides pour la machinerie lourde. Elle est située au 36, 7^e Rue Ouest à Saint-Martin. Elle emploie près de 40 travailleurs. Ses activités se déroulent principalement de jour.

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

Un comité de santé et de sécurité est actif au sein de l'entreprise. Il est composé de six membres, soit trois représentants de la partie patronale et de trois représentants des travailleurs. Ce comité se réunit à raison de quatre fois par année ou au besoin. Lors de ces réunions, les membres discutent de l'évolution des activités en matière de santé et sécurité et des situations à risque qui ont été identifiées lors des activités courantes.

[REDACTED] offre du soutien en matière de prévention des accidents du travail ainsi que de la formation, notamment sur l'utilisation sécuritaire des chariots élévateurs et des ponts roulants.

[L'employeur ignore] [REDACTED] qu'elle est membre de l'Association sectorielle Fabrication d'Équipements de Transport et de Machines (ASFETM). Cette association offre différents services en matière de prévention, dont la formation portant sur l'utilisation sécuritaire des chariots élévateurs et des ponts roulants.

2.2.2 Gestion de la santé et de la sécurité

L'entreprise œuvre dans le secteur d'activité économique « Fabrication de machines (sauf électriques) ». Elle a développé un programme de prévention propre à ses activités avec la collaboration de [REDACTED]. Ce programme de prévention traite notamment des sujets suivants :

- premiers soins ;
- mesures de sécurité en cas d'urgence ;
- équipements de protection individuels ;
- appareils de levage ;
- manutention manuelle ;
- soudage et découpage ;
- aménagement des lieux de travail ;

- entreposage et manutention ;
- contraintes thermiques ;
- sécurité des machines ;
- procédures de cadenassage ;
- travail en hauteur ;
- programme d'entretien préventif ;
- ventilation et chauffage.

Il traite également de la formation des travailleurs qui ont à utiliser des appareils de levage tels que des ponts roulants et des chariots élévateurs dans le cadre de leurs fonctions. La formation des travailleurs concernant l'utilisation d'un chariot élévateur sera décrite à la section -4. 2 .4 de ce rapport.

Le programme de prévention de l'entreprise est maintenu à jour par l'entremise de fiches d'actions spécifiques qui permettent d'identifier, corriger et contrôler un risque précis.

Selon les représentants de l'employeur, la vérification de l'application et du respect des différents éléments contenus dans le programme de prévention est effectuée notamment par le contremaître lors des activités régulières de production.

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

L'entreprise est située au 36, 7^e Rue Ouest à Saint-Martin. On y retrouve l'usine de production ainsi que les locaux administratifs.



Fig. 2 — *Entreprise PJB Industries inc.*
Source : CNESST

L'accident est survenu dans la cour extérieure de l'entreprise. À cet endroit, on retrouve notamment un conteneur destiné à la récupération de résidus de métal.



Fig. 3 — *Conteneur servant à récupérer différents résidus métalliques*
Source : CNESST

Le chariot élévateur utilisé lors de l'accident est un chariot élévateur en porte-à-faux à grande levée et à poste de conduite au centre, non relevable avec le cariste assis. Il est de marque Yale, modèle GP050, année -1999.



Fig. 4 — *Chariot élévateur impliqué dans l'accident*
Source : CNESST

Il a été acquis le 13 août 2010 à l'état usagé de l'entreprise C.A.R inc. Cette dernière se spécialise notamment dans la vente, la location, l'entretien et la réparation de chariots élévateurs usagés de différentes marques.

Ses roues arrière assurent sa direction. Ses roues avant sont fixes et assurent la traction du chariot. Il est notamment muni d'un toit de protection et d'un dispositif de retenue du cariste, soit une ceinture de sécurité abdominale rétractable.

Le mât du chariot élévateur est constitué de trois sections. La première section est fixe. Les deux autres sections sont télescopiques et se déploient pour atteindre une hauteur maximale de 4800 mm. Ses fourches ont une longueur de 1520 mm. Elles ont un poids de près de 110 kg chacune. Ces dernières ne sont pas les fourches d'origine et ne correspondent pas aux dimensions qui sont indiquées sur la plaque signalétique du chariot élévateur.

Selon les spécifications inscrites sur sa plaque signalétique, il a un poids de 4240 kg. Sa capacité maximum selon la hauteur de levage et le centre de la charge est de 1620 kg (à 4800 mm de levage) et 2120 kg (à 4350 mm de levage).

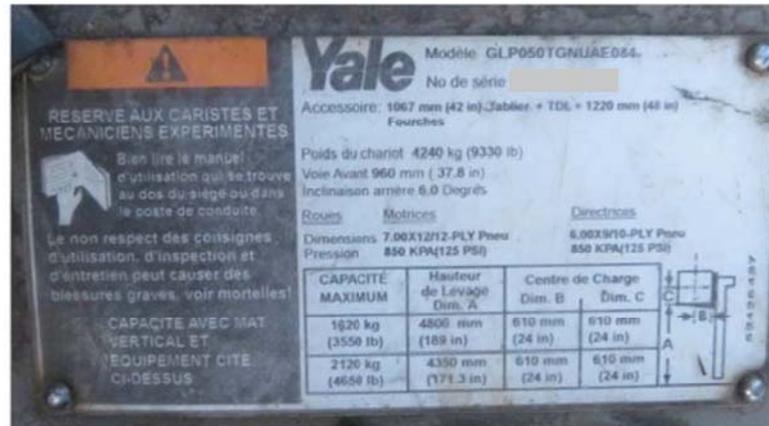


Fig. 5 — Plaque signalétique du chariot élévateur
Source : CNESST

Le bac à résidus métalliques a été fabriqué par le personnel de l'entreprise PJB Industries inc. Il est fait en métal. Ses dimensions sont de 945 mm de long, 605 mm de large et 1244 mm de haut. Deux dispositifs situés sur ses côtés, dans lesquels les fourches d'un chariot élévateur peuvent être introduites, permettent sa manipulation. Son poids, sans résidus métalliques, est de près de 350 kg. Ce dernier se vide par le fond lorsqu'on actionne un levier situé sur l'un de ses côtés. Il ne dispose d'aucun système de retenue qui permet de l'arrimer au chariot élévateur.



Fig. 6 — Bac à résidus métalliques vu de face et de profil
Source : CNESST

L'élingue utilisée lors de l'accident est une élingue chaîne à deux brins ajustables. Elle est constituée d'un anneau principal, de deux chaînes, chacune d'une longueur de 1520 mm, munies de crochets et de deux crochets de chaîne qui permettent l'ajustement de la longueur des chaînes. On ne retrouve aucune information inscrite sur cette élingue.



Fig. 7 — Élingue utilisée lors de l'accident
Source : CNESST

3.2 Description du travail à effectuer

Le travailleur occupe les fonctions de journalier. Au moment de l'accident, il se rend vider un bac de résidus métalliques dans un conteneur de récupération à l'aide d'un chariot élévateur. Pour vider ce bac de résidus, le travailleur doit notamment :

1. soulever le bac et appuyer son couvercle (fond du bac) sur le conteneur ;
2. retirer la goupille du système de verrouillage du couvercle et actionner ce dernier. Pour ce faire, le cariste doit quitter le poste de conduite du chariot en s'assurant d'actionner le frein à main ;
3. soulever le bac en avançant vers le conteneur de manière à permettre l'ouverture de son couvercle et de le vider de son contenu ;
4. reculer et descendre le bac au sol après s'être assuré que le bac est vide. Le cariste devra à nouveau quitter le poste de conduite du chariot pour refermer le dispositif de verrouillage du couvercle et remettre la goupille de sécurité en place.



Fig. 8 — Étapes à réaliser pour vider le bac de résidus métalliques
Source : CNESST

Lors de l'exécution de cette tâche, le travailleur échappe le bac de résidus dans le conteneur.

SECTION 4

4 ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE

4.1 Chronologie de l'accident

Le 15 juin 2020, monsieur ^D , pointe sa carte de temps à 7 h. Il discute par la suite avec monsieur ^E des tâches à réaliser. Ce dernier lui demande de sortir les poubelles. Vers 7 h 30, après avoir réalisé cette tâche, monsieur ^D revient voir ^E afin de connaître quelles sont les tâches suivantes à effectuer. ^E lui demande de sortir les bacs de copeaux et de résidus métalliques à l'aide d'un chariot élévateur. Il lui explique comment procéder pour manutentionner et vider le bac de résidus métalliques dans le conteneur.

Après avoir reçu les explications de ^E, monsieur ^D procède aux travaux demandés. À l'aide d'un chariot élévateur, il récupère le bac de copeaux métallique et va le vider dans un conteneur à l'extérieur. Par la suite, il récupère le bac de résidus métalliques et se rend le vider dans un autre conteneur situé à l'extérieur. Arrivé près de ce dernier, il soulève le bac et l'appuie sur le conteneur. Il descend du poste de conduite du chariot et déverrouille le dispositif de verrouillage du couvercle du bac de résidus. Il reprend place dans le poste de conduite du chariot, soulève le bac et avance de façon à permettre l'ouverture du couvercle. Après avoir effectué cette manœuvre, le bac glisse sur les fourches du chariot et tombe dans le conteneur. Apercevant cette scène de son poste de travail, monsieur ^F, récupère une élingue et vient en aide à monsieur ^D. Il entre dans le conteneur et accroche l'un des crochets de l'élingue au bac de résidus. Il enroule l'autre extrémité de l'élingue à l'une des fourches du chariot élévateur. Monsieur ^D soulève les fourches du chariot pour tendre l'élingue et sortir le bac du conteneur. Il effectue une manœuvre de marche arrière. Au même instant, monsieur ^G, finalise de positionner des plaques d'acier dans un rayonnage situé à proximité. Apercevant la manœuvre effectuée par monsieur ^D, monsieur ^G, actionne le klaxon de son équipement pour l'arrêter, mais il n'est pas entendu par monsieur ^D. Le bac de résidus sort du conteneur provoquant le renversement du chariot élévateur. Monsieur ^H, qui a entendu le klaxon du chargeur sur roues et a aperçu le renversement du chariot élévateur, se dirige sur les lieux de l'accident. Il constate que monsieur ^D est coincé sous la structure de protection du chariot élévateur. Il demande à monsieur ^G de soulever le chariot à l'aide du chargeur sur roues pour dégager monsieur ^D. Monsieur ^G procède à cette opération. Monsieur ^H se rend dans les bureaux et demande que l'on contacte les services d'urgence, ce que fait madame ^I à 8 h 15. Pendant ce temps, monsieur ^F demande l'aide de ses collègues de travail. Monsieur ^J, et d'autres collègues de travail se dirigent rapidement sur les lieux de l'accident et prodiguent les premiers soins à monsieur ^D.

Les services d'urgence arrivent sur les lieux à 8 h 31 et prennent en charge le travailleur blessé. Ce dernier est conduit à l'Hôpital de Saint-Georges de Beauce où son décès est constaté.

4.2 Constatations et informations recueillies

4.2.1 Observations sur les lieux de l'accident

Lors de notre arrivée sur les lieux, les représentants de la Sûreté du Québec (SQ) nous expliquent les circonstances de l'accident. Ils nous précisent que le travailleur a été coincé par la structure de protection du chariot élévateur à la suite de son renversement. Un chargeur sur roues a été utilisé pour soulever le chariot et dégager le travailleur. Aucun autre élément de la scène n'a été déplacé.



Fig. 9 — Scène de l'accident
Source : CNESST

Le chariot élévateur impliqué dans l'accident est de marque Yale. Ce dernier est renversé sur son côté droit. Son mât est déployé pratiquement à son maximum. Ses fourches sont positionnées à environ 4700 mm du sol lorsque le chariot est sur ses roues.

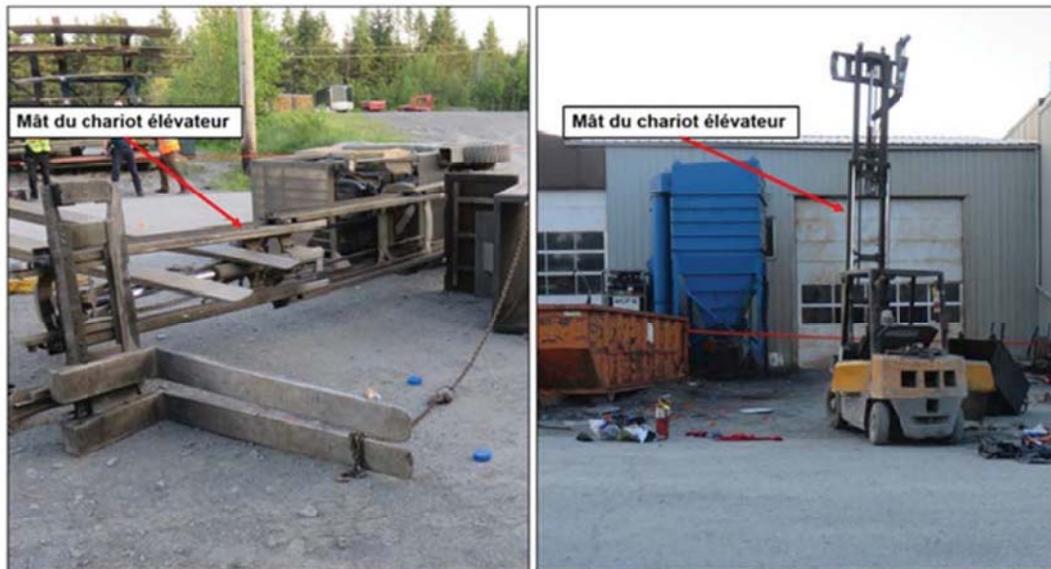


Fig. 10 — *Chariot élévateur impliqué dans l'accident*
Source : CNESST

L'extrémité de l'une des chaînes de l'élingue est enroulée en partie à la fourche droite du chariot élévateur. Le crochet de l'autre chaîne de cette même élingue est fixé à un bac à résidus. La longueur de cette élingue, en fonction de ces informations, est de près de 2490 mm.

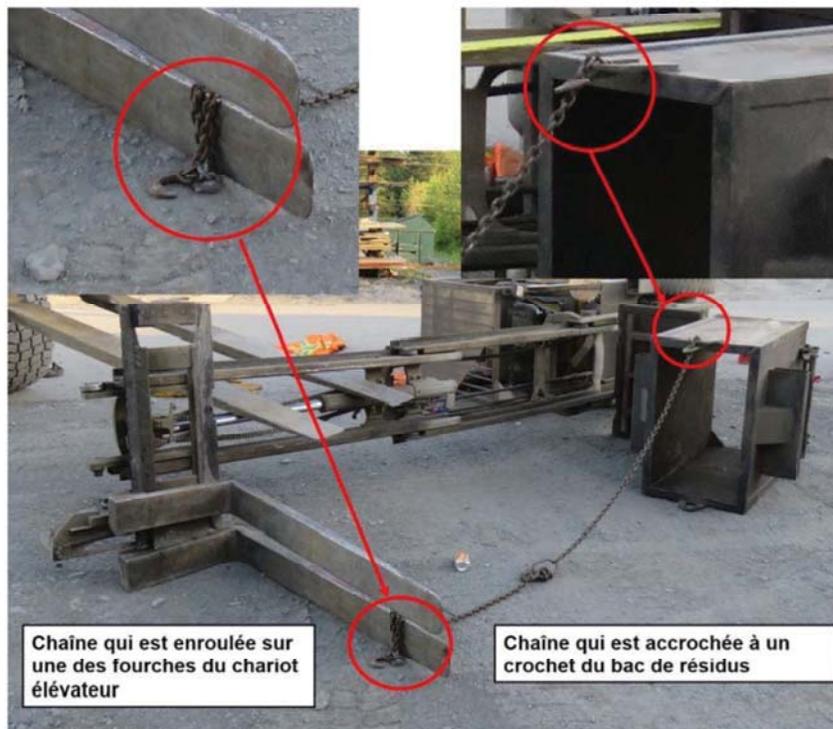


Fig. 11 — *Façon dont était attaché le bac de résidus à la fourche droite du chariot élévateur*
Source : CNESST

Le fond du bac de résidus métalliques (son couvercle) est ouvert.

Des traces au sol démontrent notamment que, tout juste avant son renversement, le chariot élévateur a reculé en effectuant un virage vers la gauche. Il était positionné de façon quasi perpendiculaire au conteneur après cette manœuvre. La distance entre le chariot élévateur renversé et le conteneur est d'environ 8,5 m.



Fig. 12 — *Traces laissées au sol par le chariot élévateur avant son renversement*
Source : CNESST

Le schéma suivant illustre les déplacements du chariot élévateur avant et lors du renversement :

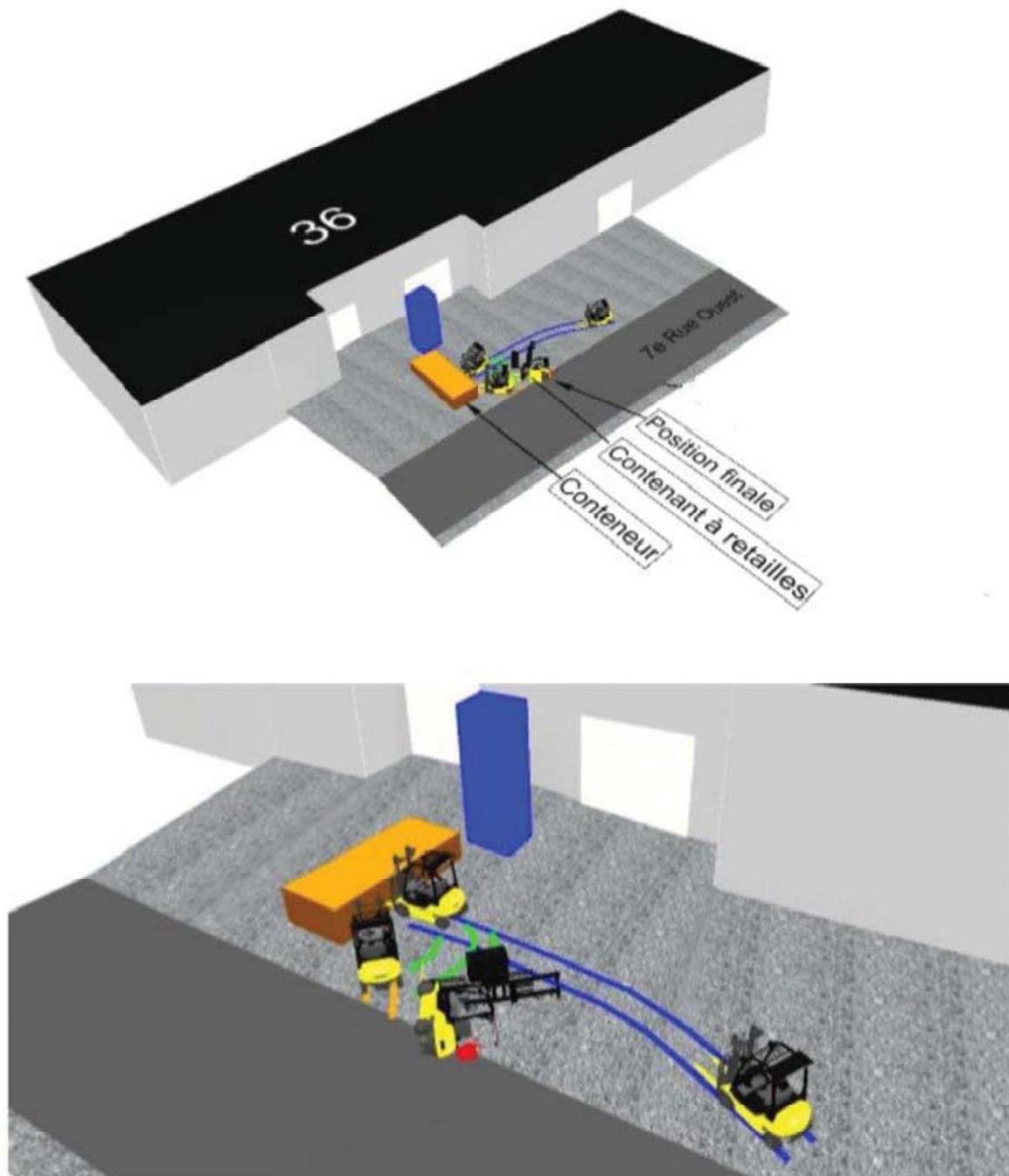


Fig. 13 — Déplacement du chariot élévateur avant son renversement

Source : SQ

La ceinture de sécurité que l'on retrouve sur le chariot élévateur n'est pas bouclée. L'attache de cette dernière est orientée vers l'arrière du siège et non vers l'avant. Il est même difficile de la faire pivoter. Une autre attache qui semble en lien avec une ancienne ceinture de sécurité, se trouve sous le siège. Ces informations confirment que le travailleur ne portait pas la ceinture de sécurité.



Fig. 14 — *Siège du chariot élévateur et sa ceinture de sécurité*
Source : CNESST

On retrouve des résidus métalliques dans le conteneur. La profondeur de ce dernier est estimée à près 965 mm, compte tenu de la présence de ces résidus.

4.2.2 Expérience et formation du travailleur

Monsieur^D [redacted] travaille pour l'entreprise depuis le [environ 3 mois]. Il cumule près de [redacted] depuis son embauche. Il occupe les fonctions de journalier. Ses tâches principales consistent à nettoyer les différents postes de travail de l'entreprise. Il a bénéficié d'une formation pratique concernant la conduite d'un chariot élévateur d'environ une heure. Cette dernière lui a été donnée par monsieur^E [redacted], qui est [redacted].

[redacted] La pandémie a entraîné la fermeture de l'école secondaire que fréquentait ce jeune travailleur (étudiant), ce qui explique pourquoi il était disponible pour travailler.

4.2.3 Témoignages

Un des témoins nous a précisé qu'il a aidé le travailleur à sortir le bac de résidus du conteneur. C'est lui qui a attaché l'une des extrémités de l'élingue à l'une des fourches du chariot élévateur. Il a fixé l'autre extrémité au bac de résidus.

Selon des personnes témoins de l'accident, le mât du chariot élévateur était déployé pratiquement au maximum tout juste avant son renversement.

Le travailleur a effectué une manœuvre de marche arrière pour sortir le bac de résidus du conteneur. C'est à la suite de cette manœuvre que le bac est sorti et que le chariot élévateur s'est renversé sur son côté droit. Le travailleur ne portait pas sa ceinture de sécurité au moment du renversement.

4.2.4 Formation des travailleurs concernant l'utilisation d'un chariot élévateur

Selon les renseignements recueillis, une formation théorique et pratique d'opérateur de chariot élévateur a été développée avec la collaboration de [REDACTED]. Les objectifs de cette formation visent notamment à ce qu'un nouveau cariste puisse :

- prendre conscience des dangers et des risques inhérents à la conduite d'un chariot élévateur ;
- prendre connaissance de la réglementation ;
- décrire les fonctions et les caractéristiques spécifiques aux chariots élévateurs ;
- différencier les principaux éléments mécaniques et énergétiques entrant dans le fonctionnement d'un chariot élévateur ;
- détecter les défauts susceptibles de nuire au bon fonctionnement d'un chariot élévateur ;
- manipuler les charges en tenant compte des principes de mise en route, de conduite et d'utilisation des fourches ;
- se conscientiser quant aux responsabilités relatives à la conduite et à la manutention des charges à l'intérieur de son environnement de travail ;
- décrire les principes de mise sous charge de l'accumulateur et/ou remplacer un réservoir de propane.

Le contenu de cette formation s'appuie notamment sur la réglementation en vigueur dont le *Règlement sur la santé et sécurité du travail* ainsi que différentes normes applicables à la conduite de chariots élévateurs. Des vidéos illustrent différents éléments de sécurité abordés dans la formation.

Des exercices pratiques sont effectués dans le cadre du volet pratique de la formation. Ils visent notamment à :

- démontrer comment effectuer l'inspection de début de quart du chariot élévateur avec une grille. Expliquer comment déclarer les non-conformités, selon qu'elles sont

mineures ou majeures. Expliquer, par le fait même, l'information contenue dans le manuel du fabricant ;

- présenter l'information contenue sur la plaque signalétique ;
- familiariser l'employé avec les différentes commandes du chariot élévateur. Le laisser effectuer différentes commandes de déplacement et utilisation des 3 commandes hydrauliques. Lui indiquer l'emplacement du klaxon, des phares, etc. Le sensibiliser à l'importance de considérer les angles morts, ainsi que le rayon de braquage ;
- démontrer comment effectuer sécuritairement l'ajustement des fourches et comment monter dans le véhicule et en descendre de façon sécuritaire ;
- effectuer un exercice de déplacement vers l'avant et vers l'arrière sans charge et avec charge ;
- effectuer un exercice d'empilage et de dépilage de palettes vides.
- effectuer un exercice de gerbage et de dégerbage d'une palette dans un système de palettiers.

Lors des exercices pratiques, il est notamment mentionné que le port de la ceinture de sécurité est obligatoire.

À la suite de la formation théorique, le nouveau cariste doit compléter un examen pour évaluer sa maîtrise des connaissances qu'il a acquises. Cet examen est constitué de questions de type vrai ou faux, de questions à choix de réponses et à court développement.

Un examen pratique est également complété par le formateur. Ce dernier évalue le nouveau cariste par des observations et lui fait des recommandations si nécessaire.

4.2.5 Expertise mécanique du chariot élévateur

À la suite de l'accident, la CNESST a mandaté monsieur René Plante, ingénieur de l'entreprise Machinerie JP Plante inc., pour effectuer une expertise mécanique du chariot élévateur impliqué dans l'accident afin de déterminer si des éléments mécaniques particuliers ont pu contribuer à l'événement.

L'inspection réalisée par monsieur René Plante a révélé plusieurs anomalies ainsi que des dérogations à la norme ASME B56.1 (1993-A.1995) relative aux chariots élévateurs. Parmi ces dernières, on note :

- l'absence d'un carnet d'entretien et d'un manuel de l'opérateur ;
- l'absence d'autocollants de sécurité divers et d'avertissements ;
- un nettoyage et un degré de propreté inadéquats du chariot ne facilitant pas son inspection et son entretien ;
- un interrupteur du démarreur non fixé, entraînant un risque de court-circuit ;

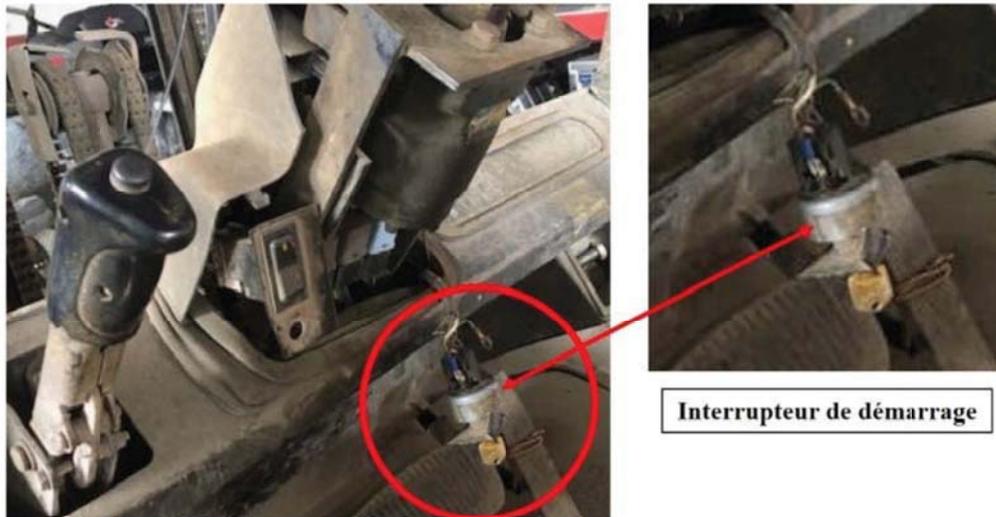


Fig. 15 — *Interrupteur de démarrage*
Source René Plante, ing.

- que la pédale de l'accélérateur est attachée avec de la broche et que cette dernière est à remplacer ;

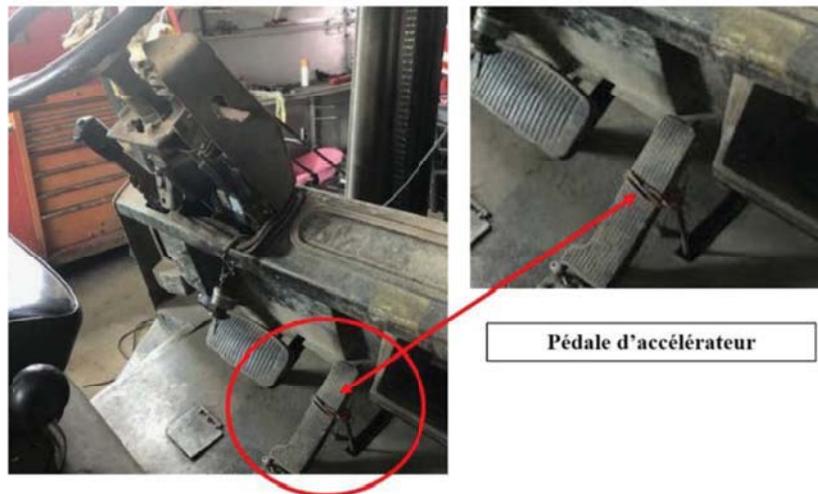


Fig. 16 — *Pédale d'accélérateur*
Source René Plante, ing.

- que le système électrique pour l'éclairage et lumière de freinage ne sont pas fonctionnels ;
- que les couvercles et capots de protection sont absents ou défectueux ;
- une fuite d'huile aux valves directionnelles (contrôle des valves) ;
- que le circuit d'alarme du frein à main est hors service (relié au siège du conducteur) ;
- un jeu excessif sur la base du mât (entretien) ;
- que les fourches sont surdimensionnées et leur ancrage usé ;
- que le tablier du chariot est usé ;



Fig. 17 — Fourches et tablier du chariot élévateur

Source : René Plante, ing.

- que les panneaux d'accès latéraux sont à corriger et à ajuster car ils ferment mal ;
- que la ceinture de sécurité du siège du conducteur est à remplacer et le siège aussi par le fait même ;



Fig. 18 — Siège et ceinture de sécurité abîmés

Source René Plante, ing.

- des fuites d'huile sur cylindre d'inclinaison (*tilt*) ;
- que le boyau de propane est à remplacer ;
- que la calibration du propane et analyse des gaz est à faire ;
- que le pneu arrière droit se dégonfle lentement ;
- qu'il y a un jeu excessif sur les manettes.

À la suite de l'inspection du chariot élévateur, monsieur René Plante n'a décelé aucun élément qui aurait pu causer ou contribuer directement à l'accident.

Selon son analyse, une mauvaise méthode de travail ou une manœuvre inadéquate (manque de connaissances en manutention de charge) a causé un déséquilibre important du chariot, provoquant ainsi son renversement.

(Voir expertise mécanique à l'Annexe C)

4.2.6 Effet pendule du bac à résidus et sa contribution au renversement

Une question instinctive et pertinente a été soulevée durant le processus d'enquête sur cet accident : est-ce que le balancement du bac à résidus toujours accroché à la fourche droite du chariot élévateur a fait basculer latéralement celui-ci ?

La vérification de cet aspect a été estimée par monsieur Henri Bernard, ingénieur à la CNESST, en considérant les conditions les plus favorables pour produire un renversement du chariot. Beaucoup de données nécessaires à ces estimations sont connues comme :

- les données techniques du chariot élévateur, configuration et dimension, poids, centre de gravité, hauteur des fourches, etc. ;
- les données techniques de l'élingue, longueur, position sur les fourches ;
- les données techniques du bac de résidus, poids, dimension.

D'autres sont inconnues, comme la trajectoire du bac qui pendule et la position exacte du chariot juste avant le renversement.

Pour son estimation, monsieur Henri Bernard ing., prend en considération que le chariot n'est pas en mouvement et qu'il n'y a pas de forces appliquées sur le bac de résidus métalliques autre que la gravité. Celui-ci est dans un mouvement de pendule simple, le bac attaché à l'élingue chutant du conteneur et allant dans une trajectoire favorisant le renversement du chariot. Le but de cet exercice est de mesurer les forces en jeu dans une telle situation et d'en déduire la possibilité d'un renversement latéral relié uniquement à l'effet de pendule du bac de résidus.

Angle maximal du bac à sa sortie du conteneur

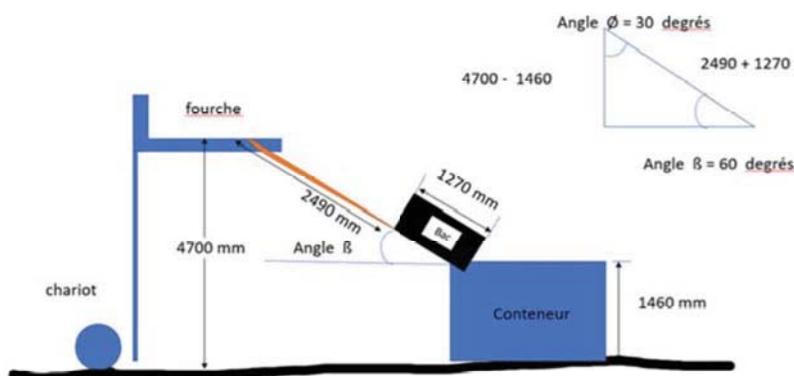


Fig. 19 — Angle de l'élingue par rapport à la verticale (schéma non à l'échelle)
Source : Henri Bernard, ing. CNESST

N.B. : Pour en faciliter la compréhension, le chariot élévateur a été représenté en position latérale dans ce schéma.

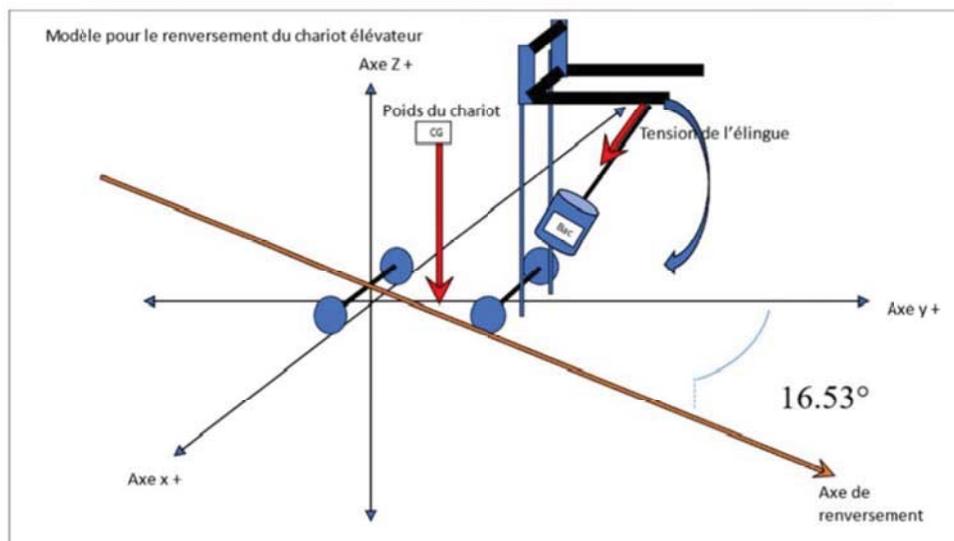


Fig. 20 — Schéma de la tension de l'élingue (non à l'échelle)
Source : Henri Bernard, ing. CNESST

Selon ses calculs, monsieur Henri Bernard conclut que le balancement du bac de résidus dans la trajectoire la plus favorable au renversement n'est pas suffisant pour faire basculer le chariot élévateur latéralement. Le moment de force du chariot, dû à son poids et à sa configuration (10 218 Nm), est largement supérieur au moment de force produit par le bac de résidus (6364 Nm), même dans des conditions favorisant le renversement. Selon lui, d'autres forces liées à la

manœuvre du chariot élévateur comme l'accélération, le freinage et le virage doivent être considérées pour établir la cause du renversement.

Voir expertise de monsieur Henri Bernard ing. à l'Annexe D de ce rapport.

4.2.7 Simulation et essais afin de déterminer et mesurer le comportement du chariot élévateur avec la charge impliquée dans l'accident

Afin de bien comprendre la dynamique du renversement, la CNESST a mandaté monsieur René Plante ingénieur. Ce dernier a effectué une simulation et des essais afin de reconstituer l'accident de façon contrôlée et sécuritaire. Le but de cet exercice était de déterminer et de mesurer le plus exactement possible la réaction du chariot élévateur et des charges impliquées dans l'accident. Des essais ont été réalisés avec une charge avant, une charge latérale à droite et une charge dans un mouvement de pendule selon différents angles. Des essais en dynamique simulant le déplacement du chariot avant son renversement ont aussi été effectués. À la suite de ces différents essais et selon les données compilées, monsieur René Plante ing. en arrive aux conclusions suivantes :

- Les essais de charge avant et latérale ont démontré qu'il fallait au minimum entre 1545 kg (3400 lbs) et 1682 kg (3700 lbs) pour amorcer le renversement de l'équipement. La charge du bac n'était que de 355 kg (780 lbs) et la distance entre la charge et le pivot n'était pas assez grande pour amorcer à elle seule un renversement, étant donné que cette distance était limitée par la longueur de la chaîne et la hauteur du mât du chariot.
- Quant à l'effet de pendule, les essais ont démontré que la charge était insuffisante à elle seule pour produire une énergie assez forte pour amorcer un renversement latéral. Le chariot élévateur maintenait une très bonne stabilité. Ces essais ont été effectués avec le bac impliqué dans l'accident attaché avec une chaîne de la même longueur et le mât du chariot élévateur déployé à la même hauteur que lors de l'accident. Les essais ont été effectués à différents angles (30°, 45° et 55°). À aucun de ces angles, la charge n'a pu déséquilibrer le chariot élévateur malgré son poids et son inertie.



Fig. 21 — Déplacement du bac de résidus métalliques selon un angle de 45°

Source : René Plante ing.

- Les essais dynamiques ont démontré que le mât du chariot élévateur, une fois déployé au maximum, n'est pas suffisamment haut pour extirper le bac de résidus métalliques du conteneur. Une manœuvre de recul doit nécessairement être effectuée pour le faire. Lorsque l'on entame cette manœuvre doucement, avec le moteur au ralenti, le chariot manque de force, car le bac demeure coincé sur la paroi du conteneur. Le cariste doit donc appuyer sur l'accélérateur jusqu'à ce que le bac sorte de façon soudaine, ce qui entraîne un surplus de puissance momentanée. Ce surplus de puissance transmis aux roues survient si rapidement que le sol se dérobe sous celles-ci, le chariot accélère vers l'arrière, de plus en plus en déséquilibre, de sorte que le cariste ne peut retirer son pied de l'accélérateur à temps. Le renversement à droite se produit puisque la charge est sur la fourche droite. Selon son expérience, monsieur René Plante ing. conclut que le renversement latéral survient de façon très rapide et que cette manœuvre ne peut être réalisée en dehors d'un cadre sécurisé.

Selon Monsieur René Plante ing., la chaîne utilisée lors de l'événement était beaucoup trop longue. Il aurait fallu que la distance entre le bac et les fourches du chariot élévateur soit plus courte. Le bac de résidus métalliques aurait ainsi pu être dégagé facilement de façon sécuritaire sans que la paroi du conteneur interfère pour le récupérer.

Voir expertise de monsieur René Plante ing. à l'Annexe E de ce rapport

4.2.8 Temps estimé d'un renversement latéral et mythes qui y sont associés

Selon une étude réalisée par le groupe de recherche PERSEUS de l'Université de Sherbrooke, le renversement d'un chariot élévateur se produit en une seconde. Cette seconde se décortique en fractions de seconde pour le cariste soit :

- 0,4 seconde pour réagir (réaliser que le reversement se produit) ;
- 0,6 seconde pour poser une action (sauter du chariot ou se cramponner au volant de ce dernier).

Cette seconde est insuffisante pour permettre une action qui permettra au cariste d'éviter d'être blessé lors d'un reversement s'il n'est pas attaché. D'ailleurs, les auteurs de cette étude ont démystifié trois mythes associés à un renversement latéral. Le premier : le cariste a le temps de sauter. Étant donné que le cariste n'a que 0,6 seconde pour réagir, ce temps est insuffisant pour éviter de se faire écraser par la structure de protection.

Le second mythe : le cariste n'a qu'à se cramponner, se caler, se pencher du côté opposé au renversement. Considérant que le renversement latéral s'effectue à l'intérieur d'une seconde et le fait que les caristes n'ont souvent qu'une seule main sur le volant (ils conduisent avec une main et manœuvrent avec l'autre), il est peu réaliste de croire qu'ils seront en mesure de se cramponner à temps et avec suffisamment de force lors d'un renversement latéral. S'il n'est pas attaché, le cariste sera expulsé de son poste de conduite et risque de se faire écraser entre autres par la structure de protection.

Le troisième mythe : le port de la ceinture de sécurité crée l'effet « d'un coup de fouet » à la suite d'un renversement latéral. Cette étude démontre que le port de la ceinture de sécurité n'entraîne pas une augmentation significative de la vitesse d'impact du corps ou de la tête au sol. Il n'existe pas d'effet « coup de fouet », car la tête ne va pas plus vite que le corps, avec ou sans ceinture de sécurité. La ceinture de sécurité n'empêche pas nécessairement le choc de la tête au sol ; par contre, elle va éviter l'expulsion du cariste du poste de conduite et l'écrasement par la structure de protection.

4.2.9 Directives et mises en garde du fabricant du chariot élévateur

Le manuel d'utilisation et d'entretien du chariot élévateur énumère plusieurs directives et mises en garde concernant sa conduite et son entretien. Il décrit plusieurs techniques de conduite sécuritaires qu'un cariste se doit de respecter. Le fabricant précise notamment :

- qu'un cariste ne peut utiliser le chariot élévateur avant d'avoir pris connaissance du manuel d'opération et d'entretien ainsi que des avertissements que l'on retrouve dans ce dernier ;
- qu'il a bien compris les différentes règles et directives que l'on retrouve dans ce manuel ;
- qu'il a lu et compris les différentes étiquettes de sécurité que l'on retrouve à différents endroits sur le chariot élévateur. Ces étiquettes doivent être remplacées si elles sont endommagées et illisibles.

Seul un cariste formé est autorisé à conduire le chariot élévateur.

En matière de formation, ce manuel précise qu'il est de la responsabilité de l'employeur de s'assurer qu'un cariste possède les compétences requises pour opérer l'équipement en toute sécurité. Un nouveau cariste doit notamment :

- recevoir une formation sur le fonctionnement du chariot élévateur ;
- bien comprendre les capacités et les limites de l'équipement ;
- avoir lu et compris les différents avertissements et procédures que l'on retrouve dans le manuel d'opération et d'entretien du véhicule.

De plus, une personne qualifiée et expérimentée doit superviser ce nouveau cariste en lui expliquant les principales manœuvres qu'il aura à effectuer dans le cadre de ses fonctions. Cette personne qualifiée doit s'assurer que le nouveau cariste est en mesure de réaliser correctement ces tâches avant qu'il ne les exécute seul.

Le manuel d'opération et d'entretien du fabricant mentionne que l'employeur se doit de respecter les différentes lois et divers règlements en matière de formation en vigueur dans sa région.

Le fabricant précise de toujours attacher sa ceinture de sécurité avant d'utiliser le chariot élévateur. On retrouve plusieurs avertissements et mentions à cet effet dans le manuel d'entretien et d'utilisation ainsi que sur des autocollants de sécurité situés à différents endroits sur le chariot élévateur. Selon le fabricant, la ceinture de sécurité permet à l'opérateur de maintenir sa tête et son corps à l'intérieur du châssis du chariot élévateur. Elle permet de réduire le risque de coincement entre le chariot élévateur et le sol en cas de renversement. Advenant un renversement, des

indications précisent : « Ne sautez pas, rester sur le chariot élévateur. Tenez fermement le volant, penchez-vous vers l'avant ».

En ce qui concerne la stabilité du chariot élévateur, on retrouve dans ce manuel, plusieurs explications sur les facteurs qui peuvent affecter sa stabilité et le déplacement de son centre de gravité. Ces facteurs peuvent être notamment la taille, le poids, la forme et la position de la charge, la hauteur à laquelle la charge est soulevée, l'inclinaison du mât vers l'arrière ou l'avant ainsi que les forces dynamiques créées lorsque le chariot est en déplacement. Ces forces dynamiques sont causées, entre autres, par l'accélération, le freinage, les virages ainsi que la circulation sur des surfaces inégales.

Il est à noter que l'employeur n'avait pas en sa possession le manuel d'opération et d'entretien du chariot élévateur impliqué dans l'accident. Le fabricant mentionne que le manuel d'opération et d'entretien doit être accessible au cariste en tout temps.

4.2.10 Normes de références

La norme de sécurité concernant les chariots élévateurs à petite et grande levée ASME B56.1-1993 a pour objet d'assurer la sécurité grâce à la conception, à la construction, à l'application, au fonctionnement et à l'entretien des chariots élévateurs à petite et grande levée. Elle précise notamment les règles de sécurité relatives à la conception, au fonctionnement et à l'entretien d'un chariot élévateur qui doivent être respectées. En matière de qualifications d'un cariste, cette norme précise que seules les personnes ayant reçu la formation nécessaire et autorisées peuvent conduire un chariot de manutention motorisé. Les personnes qui n'ont pas reçu la formation de conducteur de chariot de manutention motorisé peuvent conduire un chariot aux fins de formation seulement et uniquement sous la surveillance directe d'un instructeur.

Concernant le contenu d'un programme de formation destiné à un nouveau cariste, ce programme doit porter notamment sur :

- les notions de base relatives au chariot élévateur que le cariste conduira, notamment : les similitudes et différences entre un chariot élévateur et une automobile, l'interprétation des données de la plaque signalétique, la capacité nominale, les avertissements et instructions que l'on retrouve sur le chariot élévateur, les instructions et les avertissements dans le manuel d'opération et d'entretien du chariot élévateur, les instructions concernant l'inspection et l'entretien que doit effectuer le cariste, les techniques de virage et de freinage avec ou sans charge, les caractéristiques relatives à la stabilité avec ou sans charge, etc. ;
- le milieu de fonctionnement et ses incidences sur la conduite du chariot élévateur ;
- la conduite d'un chariot élévateur, dont : l'inspection avant l'utilisation, les techniques de manutention de la charge (élévation, abaissement, chargement, position et inclinaison), le déplacement du chariot élévateur avec ou sans charge, etc. ;
- les différentes règles et mesures de sécurité à respecter ;

- la formation pratique du nouveau cariste, y compris : les exercices de conduite du chariot élévateur à l'extérieur de la zone réservée aux activités régulières et au personnel, la supervision de l'instructeur, l'exercice réel ou simulé de toutes les activités liées à la conduite telles que la manutention de la charge, les manœuvres, les déplacements, l'arrêt, le démarrage et les autres activités dans des conditions où elles sont effectuées habituellement.

Au cours de la formation, l'employeur doit faire subir des tests pratiques et des examens écrits ou oraux au nouveau cariste qui lui permettront d'évaluer ses habilités et ses connaissances. Il lui appartient d'établir les critères d'échec et de réussite. Il peut déléguer cette activité, mais il demeure responsable de l'évaluation. Tous les dossiers concernant les tests doivent être gardés.

Cette norme précise qu'un cariste doit apprendre à conduire de façon sécuritaire et être conscient des conditions qui présentent des risques afin de se protéger et de protéger le personnel, le chariot élévateur et les autres équipements qui se trouvent dans son environnement. Il doit savoir utiliser le chariot élévateur et connaître toutes ses commandes et tous ses instruments avant de l'utiliser. Le cariste doit notamment lire et comprendre le manuel d'opération et d'entretien du fabricant du chariot élévateur qu'il utilisera. Il doit connaître les conditions de conduite inhabituelles qui pourraient exiger le respect de mesures de sécurité supplémentaires ou de directives spéciales.

Concernant la manutention d'une charge suspendue, la norme ASME B56.1 précise notamment que la manipulation de charges suspendues peut modifier les forces dynamiques et rendre le chariot élévateur moins stable. Les pentes ainsi que les démarrages, les arrêts et les virages brusques peuvent faire balancer la charge et constituer un risque. Au moment de la manipulation de charges suspendues, les directives suivantes doivent être respectées :

- ne pas dépasser la capacité indiquée par le constructeur pour la manipulation de charges suspendues ;
- toujours soulever la charge verticalement ; ne jamais la glisser horizontalement ;
- transporter la charge de manière que le bas de la charge et le mât soient le plus bas possible ;
- lorsque la charge est élevée, manœuvrer le chariot lentement et avec prudence ; élever la charge juste assez pour pouvoir la transporter ;
- utiliser, lorsque c'est possible, des haubans pour réduire le balancement de la charge.

Au sujet du port de la ceinture de sécurité, la norme précise que les dispositifs de protection actifs qui sont fournis doivent être utilisés. Ils sont conçus de façon à réduire les risques que la tête ou le torse du cariste ne se coincent entre le chariot élévateur et le sol au moment d'un renversement.

La Norme de sécurité pour les chariots élévateurs CAN/CSA-B335-15, dont le but est de réduire au minimum les risques de blessures pour les travailleurs, prescrit notamment les exigences visant la conception, la construction, l'entretien, l'inspection et l'utilisation sécuritaire d'un chariot

élévateur ainsi que la formation de caristes. Elle détaille également les qualifications recommandées pour les formateurs de caristes.

Cette norme prescrit les exigences relatives à la formation des caristes et des exigences de son contenu. Lors de la formation, on doit enseigner aux caristes, à utiliser les chariots élévateurs selon les procédures de sécurité, conformément au manuel du cariste fourni par le fabricant, aux lignes directrices d'utilisation établies par l'employeur et aux règlements gouvernementaux. On doit leur donner des informations pertinentes notamment sur :

- les lois et les règlements applicables à l'utilisation des chariots élévateurs ;
- les politiques et les procédures de l'entreprise ;
- le manuel d'utilisation ;
- les caractéristiques du chariot élévateur et son équipement de sécurité ;
- la stabilité ;
- la plaque de capacité et son emplacement ;
- l'inspection avant l'utilisation ;
- le démarrage ;
- les déplacements avec et sans charge ;
- les piétons ;
- la manutention des charges ;
- les rampes et les pentes ;
- le levage, la descente et le maintien en hauteur de travailleurs ;
- les ascenseurs ou monte-charge ;
- les dangers propres au milieu de travail ;
- la procédure d'arrêt du chariot élévateur que le cariste doit exécuter avant de quitter son poste ;
- l'avitaillement et le rechargement.

Cette liste devrait être allongée ou abrégée par le formateur en fonction du chariot élévateur en cause et des tâches pour lesquelles la formation est donnée.

Des exercices pratiques qui portent notamment sur l'inspection avant utilisation, le démarrage, les déplacements, avec et sans charges, la manutention des charges, le gerbage et le dégerbage, la conduite sur les pentes et les rampes, etc. doivent être préparés dans le cadre de la formation du nouveau cariste. Ces exercices pratiques devraient être effectués ailleurs que dans les lieux de travail et à l'écart des autres travailleurs.

Le nouveau cariste doit être évalué pendant tout le processus d'apprentissage afin de déterminer si les objectifs du cours de formation sont atteints.

Selon cette norme, seules les personnes formées sont autorisées à conduire un chariot élévateur.

La norme précise les qualifications et connaissances que doit avoir une personne afin d'être formateur de caristes. Un formateur de caristes doit notamment avoir réussi un cours de formation de caristes conforme à la norme CSAB335-15 et avoir réussi un cours de formation sur le SIMDUT. De plus, un formateur de caristes doit avoir les connaissances suivantes :

- pouvoir lire et comprendre les manuels relatifs aux chariots élévateurs, les spécifications du fabricant, les dessins, l'instrumentation et les listes de pièces ;
- connaître la terminologie utilisée dans l'industrie, ainsi que celle utilisée dans cette norme et dans tous les documents auxquels elle fait référence ;
- connaître la réglementation pertinente (y compris les obligations, les droits et les sanctions), ainsi que les règlements, les codes, les normes et les lignes directrices applicables à l'utilisation des chariots élévateurs et à la formation des caristes ;
- connaître les pratiques générales de sécurité requises pour l'utilisation des chariots élévateurs. Si le formateur donne une formation conforme aux la norme CSAB335-15, il doit connaître les politiques et les procédures pertinentes de l'entreprise, ainsi que les dangers propres au milieu de travail ;
- connaître les pratiques de sécurité nécessaires pour effectuer les inspections avant l'utilisation des chariots élévateurs ;
- connaître le but et les fonctions de tous les éléments, dispositifs et accessoires communément utilisés sur les chariots élévateurs et savoir comment effectuer une inspection afin de déterminer s'ils fonctionnent correctement ;
- avoir une connaissance pratique des systèmes électriques, hydrauliques et mécaniques afin de disposer de suffisamment d'informations contextuelles pour être en mesure de les expliquer ;
- avoir une connaissance pratique des sources et systèmes d'alimentation en énergie (ex., batteries, gaz naturel, propane, essence et diesel), y compris les procédures d'entreposage, de manutention et d'entretien. Le formateur doit connaître les dangers propres à ces sources et systèmes d'alimentation en énergie ;
- connaître les principes de l'apprentissage des adultes.

En plus de ces qualifications et de ces connaissances, le formateur doit avoir des compétences pour l'utilisation des chariots élévateurs et des aptitudes pour l'enseignement.

Lors de la manutention d'une charge suspendue, la norme précise certaines règles qui doivent être respectées étant donné que la manutention d'une charge suspendue peut créer des forces dynamiques influençant la stabilité d'un chariot élévateur. Ces règles sont notamment :

- la capacité maximale du chariot établie par le fabricant pour la manutention des charges ne doit pas être dépassée ;
- la charge doit toujours être levée verticalement et ne jamais être traînée horizontalement ;
- la charge doit être transportée alors que la partie inférieure de celle-ci et le mât sont dans une position aussi basse que possible ;
- si la charge est élevée, le chariot élévateur doit être manœuvré lentement et avec prudence, et seulement dans la mesure nécessaire pour pouvoir abaisser la charge en position de transport ;
- si possible, des haubans pour limiter les oscillations de la charge doivent être utilisés.

La manutention des charges suspendues peut créer des forces dynamiques influant sur la stabilité d'un chariot, Les pentes et les démarrages, arrêts et virages brusques peuvent causer des oscillations dangereuses de la charge.

Concernant le port de la ceinture de sécurité, la norme CSAB335-15 précise notamment que le cariste doit se raccorder au système de retenue du chariot avant de commencer à l'utiliser. L'employeur doit s'assurer que le cariste utilise ce système de retenue lors de l'utilisation du chariot.

4.2.11 Loi et réglementation applicables

La Loi sur la santé et sécurité du travail (LSST) a pour objectif l'élimination à la source même des dangers pour la santé, la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs. Elle établit les mécanismes de participation des travailleurs ainsi que des employeurs. Cette loi précise les obligations de l'employeur. Selon l'article 51 de la 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 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. Il doit utiliser les méthodes et techniques visant à identifier, contrôler et éliminer les risques pouvant affecter la santé et la sécurité du travailleur. Il doit fournir un matériel sécuritaire et assurer son maintien en bon état. Il doit également informer adéquatement le travailleur sur les risques reliés à son travail et lui assurer la formation, l'entraînement, et la supervision appropriée 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.

Le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) qui a pour objet d'établir des normes sur plusieurs éléments en vue de protéger la santé et d'assurer la sécurité des travailleurs prévoit certaines dispositions notamment sur la manutention et le transport de matériel. L'article 248 de la section XXIII (Manutention et transport de matériel) de ce règlement précise qu'un appareil de levage ne doit pas être soumis à des mouvements brusques. L'article 255 de cette même section stipule que la manutention de charges sur un lieu de travail doit s'effectuer en respectant certaines dispositions notamment :

- avant le soulèvement d'une charge, l'opérateur ou le signaleur doit vérifier que tous les câbles, les chaînes, les élingues ou les autres amarres sont correctement fixés à la charge et que le soulèvement ne présente aucun danger ;
- le soulèvement des charges doit s'effectuer verticalement ;
- si une levée oblique est absolument nécessaire, celle-ci doit s'effectuer en présence d'une personne compétente représentant l'employeur et en prenant toutes les précautions requises par les circonstances ;
- si le déplacement non contrôlé ou le mouvement de rotation d'une charge levée présente un danger, des câbles de guidage doivent être utilisés.

En matière de formation, ce règlement précise qu'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.

Concernant l'âge légal pour conduire un chariot élévateur, l'article 256.2 du RSST précise que tout cariste doit avoir au moins 16 ans pour conduire un chariot élévateur.

En ce qui concerne le dispositif de retenue d'un cariste, l'article 256.1 du RSST stipule qu'un chariot élévateur en porte-à-faux à grande levée et à poste de conduite au centre, non relevable avec le cariste assis, doit être muni d'un dispositif de retenue, tels une ceinture de sécurité, des portes grillagées, une cabine fermée, un siège enrobant ou à oreilles, afin d'éviter que le cariste ne soit écrasé par la structure du chariot élévateur en cas de renversement. Ces dispositifs doivent être, le cas échéant, maintenus en bon état et utilisés.

4.3 Énoncés et analyse des causes

4.3.1 Le relâchement soudain et complet de la tension d'une élingue lors d'une manœuvre de recul avec un chariot élévateur provoque son renversement latéral.

Une simulation et des essais effectués dans un environnement contrôlé ont permis de bien comprendre comment s'est produit le renversement latéral du chariot élévateur. Cette simulation et ces essais ont été effectués avec le bac impliqué dans l'accident attaché avec une chaîne de la même longueur et le mât du chariot élévateur déployé à la même hauteur. Les essais de charge avant et latérale ont démontré qu'il fallait au minimum entre 1545 kg (3400 lbs) et 1682 kg (3700 lbs) pour amorcer le renversement du chariot élévateur. La charge du bac n'était que de 355 kg (780 lbs) et la distance entre la charge et le pivot n'était pas assez grande étant donné que cette distance était limitée par la longueur de la chaîne et la hauteur du mât du chariot pour amorcer à elle seule un renversement.

Quant à l'effet de pendule, des calculs ont démontré que le renversement uniquement en considérant le balancement du bac de résidus métalliques dans la trajectoire la plus favorable au renversement n'est pas suffisant pour faire basculer le chariot élévateur latéralement. Des essais lors de simulations ont également démontré que le balancement du bac était insuffisant à lui seul pour produire une énergie assez forte pour amorcer un renversement latéral. Lors de ces essais, le

chariot élévateur maintenait une très bonne stabilité. Les essais ont été effectués à différents angles (30°, 45° et 55°).

Des essais dynamiques ont cependant clairement démontré que le chariot élévateur se renverse à droite lorsque les conditions qui prévalaient au moment de l'accident sont reproduites. Le mât du chariot élévateur étant déployé au maximum est insuffisant pour extirper le bac de résidus métallique du conteneur une manœuvre de recul doit être effectuée. Lorsque l'on entame cette manœuvre d'abord doucement avec le moteur au ralenti, le chariot élévateur manque de puissance, car le bac de résidu métallique demeure coincé contre la paroi du conteneur. Le cariste doit appuyer sur l'accélérateur jusqu'à ce que le bac sorte de façon soudaine du conteneur. Il y a un surplus de puissance momentanée puisque le bac en sortant ne pèse que 355 kg (780 lbs), la puissance supplémentaire transmise aux roues est si rapide que le sol se dérobe sous celles-ci, le chariot accélère vers l'arrière de plus en plus en déséquilibre et le cariste n'a pas le temps de retirer son pied de l'accélérateur à temps. Le renversement à droite se produit puisque la charge est sur la fourche droite. Selon l'expert consulté, le renversement latéral s'effectue de façon très rapide et cette manœuvre ne pourrait être effectuée en dehors d'un cadre sécurisé.

Les normes applicables stipulent de toujours soulever de façon verticale une charge suspendue et de ne jamais tirer cette charge suspendue de façon horizontale.

Ces éléments démontrent que le relâchement soudain et complet de la tension d'une élingue lors d'une manœuvre de recul avec un chariot élévateur provoque son renversement latéral.

Cette cause est retenue.

4.3.2 Ne portant pas la ceinture de sécurité, le cariste est éjecté et écrasé par la structure de protection du chariot élévateur à la suite de son renversement.

Le chariot élévateur impliqué dans l'accident dispose d'une ceinture de sécurité comme dispositif de retenue du cariste. Au moment du renversement, le travailleur ne portait pas cette ceinture de sécurité. L'attache de cette ceinture de sécurité était orientée vers l'arrière du siège et non vers l'avant et il était difficile de la faire pivoter vers l'avant du siège. Une autre attache d'une ancienne ceinture de sécurité se trouvait sous le siège, mais il était impossible de boucler la ceinture avec celle-ci. Ces informations démontrent que le travailleur ne portait pas la ceinture de sécurité au moment du renversement du chariot élévateur.

Un témoin de l'accident nous a confirmé que le travailleur ne portait pas la ceinture de sécurité lorsqu'il opérait le chariot élévateur tout juste avant que ce dernier se renverse.

N'étant pas retenu au siège du chariot élévateur par la ceinture de sécurité, le travailleur a été éjecté dans le sens du renversement du chariot élévateur et de sa structure de protection. Il s'est retrouvé coincé sous cette dernière.

Une étude réalisée par le groupe de recherche PERSEUS de l'Université de Sherbrooke a démontré que le renversement d'un chariot élévateur se produit en une seconde. Cette seconde est insuffisante pour permettre une action qui permettra au cariste d'éviter d'être blessé lors d'un renversement s'il n'est pas attaché.

Le fait d'opérer le chariot élévateur sans porter correctement la ceinture de sécurité va à l'encontre des directives du fabricant. Ce dernier précise de toujours porter la ceinture de sécurité avant d'utiliser le chariot élévateur. On retrouve plusieurs avertissements et mentions à cet effet dans le manuel d'entretien et d'utilisation ainsi que sur des autocollants de sécurité situés à différents endroits sur le chariot élévateur. Selon le fabricant, la ceinture de sécurité permet à l'opérateur de maintenir sa tête et son corps à l'intérieur du châssis. Elle permet de réduire le risque de coincement entre le chariot élévateur et le sol en cas de renversement.

Le fait d'opérer le chariot élévateur sans porter correctement la ceinture de sécurité va également à l'encontre des dispositions de la Norme de sécurité concernant les chariots élévateurs à petite et grande levée ASME B56.1-1993, de la Norme de sécurité pour les chariots élévateurs CAN/CSA-B335-15 ainsi que du Règlement sur la santé et sécurité du travail (RSST).

Ne portant pas la ceinture de sécurité, le cariste est éjecté et coincé par la structure de protection du chariot élévateur à la suite de son renversement.

Cette cause est retenue.

4.3.3 Le manque de formation et de supervision fait en sorte que le jeune travailleur ignore les risques reliés à l'utilisation d'un chariot élévateur

Une formation théorique et pratique d'opérateur de chariot élévateur a été développée avec la collaboration de [REDACTED]. Cette formation a plusieurs objectifs notamment de permettre à un nouveau cariste de prendre conscience des dangers et des risques inhérents à la conduite d'un chariot élévateur. Le contenu de cette formation s'appuie notamment sur la réglementation et les normes en vigueur. Elle est donnée par un formateur interne de l'entreprise. Il nous a été démontré qu'en dépit de l'obligation pour tout nouveau cariste de suivre une formation théorique et pratique, le jeune travailleur n'a bénéficié que d'une formation pratique d'une durée d'environ une heure donnée par un formateur interne. Plusieurs éléments n'ont pu lui être transmis, notamment : les éléments pouvant affecter la stabilité d'un chariot élévateur, la réglementation ainsi que les spécifications normatives applicables, ces éléments étant abordés lors de la formation théorique.

Concernant les directives et mises en garde du fabricant, l'employeur n'avait pas en sa possession le manuel d'opération et d'entretien du chariot élévateur impliqué dans l'accident. Dans ce document, le fabricant précise notamment que seul un cariste formé est autorisé à conduire le chariot élévateur. Il spécifie également qu'il est de la responsabilité de l'employeur de s'assurer que le cariste possède les compétences requises pour opérer l'équipement en toute sécurité. Un cariste ne peut utiliser le chariot élévateur avant d'avoir pris connaissance des différentes règles et

directives que l'on retrouve dans le manuel d'opération et de les avoir bien comprises. De plus, une personne qualifiée et expérimentée doit superviser ce nouveau cariste et s'assurer qu'il soit en mesure de réaliser correctement cette tâche avant qu'il ne puisse l'accomplir par lui-même.

La formation qui a été donnée au jeune travailleur va à l'encontre de la formation développée par l'entreprise, des mises en garde du fabricant, de la réglementation et des normes applicables.

Rappelons que selon la LSST, l'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour protéger la santé et assurer la sécurité et l'intégrité physique d'un travailleur. Il doit l'informer adéquatement sur les risques reliés à son travail et lui fournir la formation, l'entraînement, et la supervision appropriée afin que le travailleur ait l'habileté et les connaissances requises pour accomplir de façon sécuritaire le travail qui lui est confié. En matière de formation, la norme de sécurité concernant les chariots élévateurs à petite et grande levée ASME B56.1-1993 ainsi que la norme de sécurité pour les chariots élévateurs CAN/CSA-B335-15 stipulent que seule une personne formée est autorisée à conduire un chariot élévateur. L'employeur doit notamment s'assurer que les instructions et les avertissements contenus dans le manuel du fabricant sont transmis au cariste et compris par celui-ci.

Qui plus est, le jeune travailleur [n'avait pas l'âge requis] ce qui va à l'encontre l'article 256.2 du RSST, qui stipule que l'âge légal pour conduire un chariot élévateur est de 16 ans. Compte tenu de ce fait, il n'aurait jamais dû être autorisé à conduire un chariot élévateur.

Ces faits démontrent que le manque de formation et de supervision du jeune travailleur a fait en sorte que ce dernier ignorait les risques et dangers inhérents à l'utilisation d'un chariot élévateur.

Cette cause est retenue.

SECTION 5

5 CONCLUSION

5.1 Causes de l'accident

L'enquête a permis de déterminer les causes suivantes :

- Le relâchement soudain et complet de la tension d'une élingue lors d'une manœuvre de recul avec un chariot élévateur provoque son renversement latéral.
- Ne portant pas la ceinture de sécurité, le cariste est éjecté et écrasé par la structure de protection du chariot élévateur à la suite de son renversement.
- Le manque de formation et de supervision fait en sorte que le jeune travailleur ignore les risques reliés à l'utilisation d'un chariot élévateur.

5.2 Autres documents émis lors de l'enquête

À la suite de l'accident, trois décisions ont été adressées à l'employeur. Une première, interdit l'utilisation du chariot élévateur impliqué dans l'accident. Un scellé a d'ailleurs été apposé sur ce dernier. La seconde décision interdit la conduite d'un chariot élévateur par un travailleur âgé de moins de 16 ans. La troisième décision interdit l'utilisation d'un chariot élévateur sans le port de la ceinture de sécurité.

Avant de remettre le chariot élévateur en service, l'employeur devra s'assurer auprès du fabricant ou d'un ingénieur, que le chariot élévateur est conforme à la norme *Safety Standard for Low Lift and High Trucks, ASME B56.1-1993*. L'employeur devra obtenir l'autorisation d'un inspecteur de la CNESST avant la remise en service du chariot élévateur impliqué dans l'accident.

De plus, l'employeur devra s'assurer que :

- Les chariots élévateurs dont il dispose seront inspectés et entretenus conformément aux instructions du fabricant ou à des normes offrant une sécurité équivalente ;
- chaque cariste lit et comprend le manuel d'utilisation du chariot élévateur qu'il utilise comme spécifié dans la Norme de sécurité concernant les chariots élévateurs à petite et à grande levée ASME B56.1 (1993 -A.1995). Le fait de ne pas prendre connaissance des instructions ou directives émises par le fabricant et de ne pas utiliser le chariot comme stipulé par ce dernier pourrait avoir des conséquences graves pour la santé et l'intégrité physique du travailleur ;
- 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. Il doit rédiger une procédure de travail sécuritaire pour vider les bacs de résidus dans le conteneur afin d'éliminer le danger de blessures pour les travailleurs.

Les rapports d'intervention RAP1307399 et RAP1310020 font état de ces demandes.

5.3 Suivi de l'enquête

Afin d'éviter qu'un tel accident se reproduise, la CNESST transmettra les conclusions de son enquête aux associations suivantes afin qu'elles en informent leurs membres :

- à toutes les associations sectorielles paritaires ;
- à l'ensemble des gestionnaires de mutuelles de prévention.

De plus, la CNESST produira un Avis danger pour éveiller les différents milieux de travail sur le danger réel lors d'un levage de charges suspendues par les bras de fourches d'un chariot élévateur à mât vertical.

ANNEXE A

Accidenté

Nom, prénom : D [REDACTED]

Sexe : [REDACTED]

Âge : [REDACTED]

Fonction habituelle : [REDACTED]

Fonction lors de l'accident : Cariste [REDACTED]

Expérience dans cette fonction : [REDACTED]

Ancienneté chez l'employeur : 3 mois

Syndicat : [REDACTED]

ANNEXE B**Liste des témoins et des autres personnes rencontrées et contactées****PJB Industries inc.**

M. A [REDACTED]
M. B [REDACTED]
M. E [REDACTED]
M. H [REDACTED]
M. G [REDACTED]
M. F [REDACTED]
Mme K [REDACTED]

GPI Québec inc.

M. L [REDACTED]
M. M [REDACTED]

[REDACTED]
M. N [REDACTED]
Mme O [REDACTED]

Machinerie JP Plante.

M. René Plante, ingénieur

Sûreté du Québec

M. Éric Veilleux, enquêteur
M. Martin Beaumont, enquêteur
M. Laval Dion, policier SQ
M. David Mikolajczak, sergent enquêteur SQ
M. Thomas Davis, sergent enquêteur SQ
M. Yves Brière, chef reconstitutionniste SQ
M. Martin Paradis, reconstitutionniste SQ

Centre d'appels d'urgence Chaudière-Appalaches (CAUCA)

Mme P 

Bureau du coroner

Me Donald Nicole, coroner

ANNEXE C

Rapport d'expertise mécanique



René Plante, Ing

Grues et nacelles

2868, boul Guillaume-Couture, Lévis, P.Q. G6W 6P1

Tél. (418) 839-8333 Fax. (418) 839-6078

Expertise et rapport d'inspection sur chariot élévateur de marque Yale



Modèle GLP050TGNUAE084

Série E177B20301V

Année 1998

Capacité nominale 4650 lbs @ 24"

Propriétaire: Atelier PJB inc.
36, 7ième rue Ouest
St-Martin, QC
G0M 1B0



Dossier # 080720

Rapport soumis à: Enquête DPI4310608
Commission des normes, de l'équité, de la santé
et de la sécurité du travail
Direction régionale Chaudière-Appalaches
M. Christian Roy, Inspecteur CNESST
835, rue de la Concorde
Lévis (Québec)
G6W 7P7

Juillet 2020



René Plante, Ing
Grues et nacelles
2868, boul Guillaume-Couture, Lévis, P.Q. G6W 6P1
Tél. (418) 839-8333 Fax. (418) 839-6078

Table des matières

| | |
|---|-------|
| Introduction / Mandat..... | 3 |
| Description / nomenclature de l'équipement..... | 4 |
| Inspection, vérifications , essais | 5 |
| Sommaire et résultats..... | 11 |
| Conclusion..... | 12 |
| Annexe..... | 13-14 |



René Plante, Ing
Grues et nacelles
2868, boul Guillaume-Couture, Lévis, P.Q. G6W 6P1
Tél. (418) 839-8333 Fax. (418) 839-6078

Introduction

Mandat

Suite à un accident mortel survenu le 15 juin 2020 à l'usine Atelier PJB inc. située au 36, 7ième Rue Ouest, St-Martin, QC G0M 1B0, nous avons été mandaté par la Commission des normes, de l'équité, de la sante et de la sécurité du travail (CNESST) pour effectuer une expertise sur le chariot élévateur décrit en page couverture et impliqué dans l'accident afin de déterminer si des éléments mécaniques particuliers ont pu contribuer à l'évènement.

Le rapport qui suit contient les résultats de l'expertise et fournit des réponses aux éléments spécifiés à la demande des enquêteurs soit:

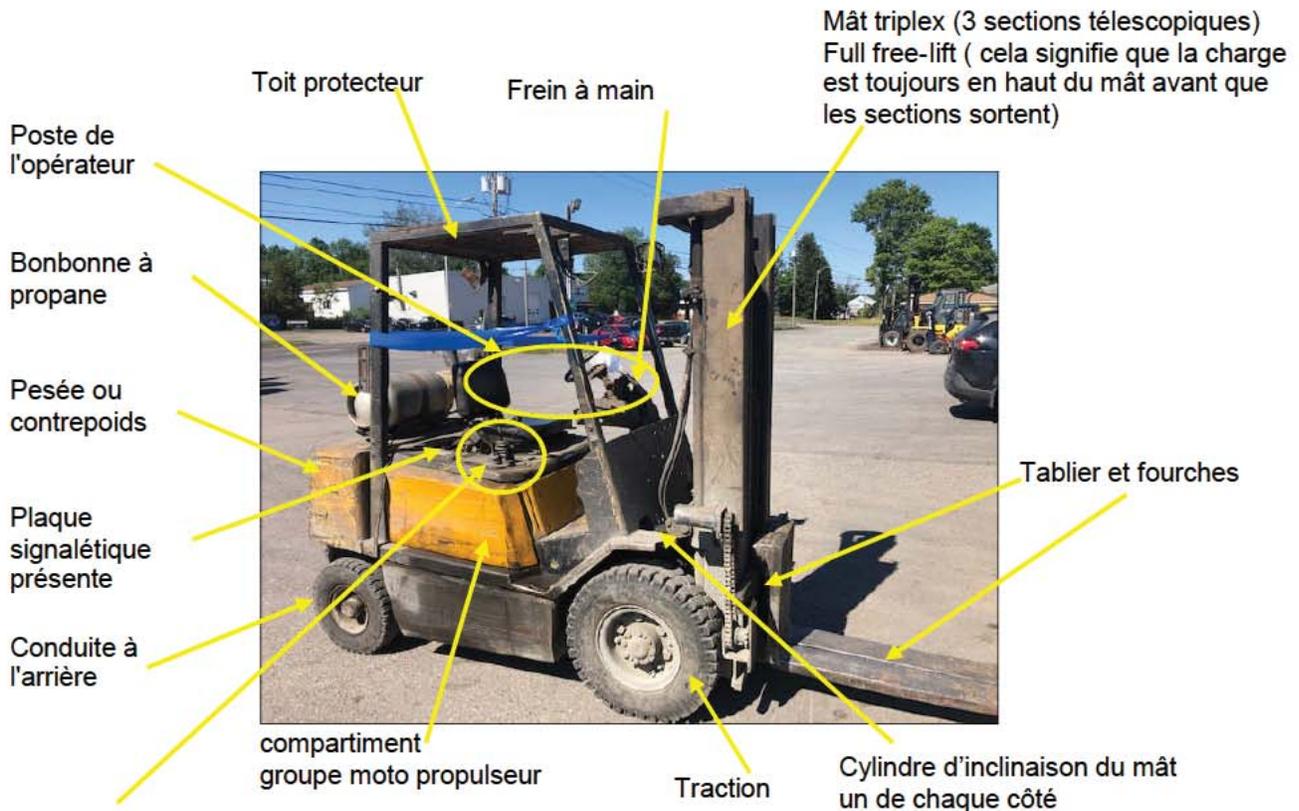
- 1 - Inspection mécanique du chariot élévateur
- 2 - État des systèmes de sécurité
- 3 - Validation des différentes alarmes
- 4 - Intégrité des éléments mécaniques, hydrauliques, électriques et de structure
- 5 - Émettre des hypothèses ou circonstances externes selon le cas qui ont pu contribuer à l'accident

INGÉNIEUR
René Plante
32226
René Plante Ing.
QUÉBEC
08-07-20

Description générale externe de l'équipement

Norme applicable à cet équipement ASME B56.1 (1993-A.1995) relative aux chariots élévateurs à petite levée et à grande levée.

Certains éléments seront abordés de façon plus précise au niveau de l'inspection



Manettes d'opération :

Manette intérieure = élévation en tirant
abaissement en poussant

Manette centrale = inclinaison arrière en tirant
inclinaison avant en poussant

Manette extérieure auxiliaire pour déplacement latérale ou positionneur de fourches non en fonction pour cet équipement

Inspection mécanique :

L'équipement a besoin d'un bon nettoyage...trop de saleté d'accumuler

Poste de l'opérateur



Tableau de bord illisible

Couvert de protection absent
 Tout est à découvert
 Toute cette zone devrait être cachée

Interrupteur de démarrage non fixé
 Risque de court-circuit

Pas de relation directe avec l'accident

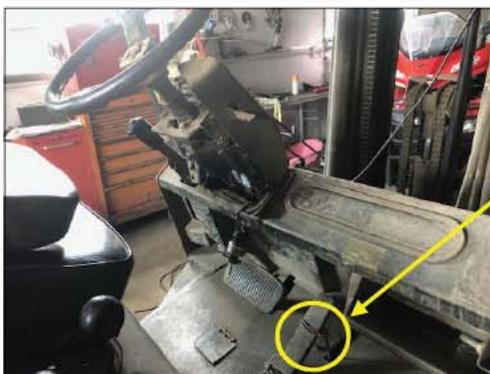


Poignée sur volant non autorisée

Klaxon fonctionnel mais capot absent donc il faut peser à la bonne place pour l'activer

Manette d'embrayage sans poignée
 Alarme de recul fonctionnelle

Pas de relation directe avec l'accident



Pédale attachée avec de la broche

Pas de relation directe avec l'accident



Frein à main fonctionnel...aurait besoin d'un léger ajustement

Pédale de freinage fonctionnelle et efficace

Pas de relation directe avec l'accident



Couvert du panneau de fusibles absent

Pas de relation directe avec l'accident

Manettes d'opération

Inclinaison du mât (tilt)



Élévation (lift) du mât

Caoutchouc de protection (boots) à remplacer

Fonction auxiliaire non utilisée

Les essais n'ont montré aucun blocage ou résistance lors de leur utilisation. Même en manœuvre très lente de la manette durant sa pleine course, aucun blocage ou sensation de blocage n'a été ressenti.

Le fonctionnement est conforme même s'il y a un jeu excessif sur la quincaillerie des manettes.

Pas de relation directe avec l'accident



Aucun jeu excessif observé au niveau des ancrages des cylindres d'inclinaison lors des essais.
Suintement d'huile hydraulique seulement

Pas de relation directe avec l'accident



Fourches mal assorties (surdimensionnées) et modifiées aux ancrages
Elles sont plus grosses que requis pour cet équipement

Pas de relation directe avec l'accident



Les ancrages des fourches et du tablier ont une usure excessive. Décrochage potentiel.

Pas de relation directe avec l'accident



Suintement du cylindre d'élévation droit. Mineur.

Pas de relation directe avec l'accident

Système de sécurité et alarmes .

L'équipement est muni de systèmes de sécurité standard.



2 ceintures présentes et fonctionnelles

Une fixée sur le banc

Une fixée sur le capot

Pas de relation directe avec l'accident



Ceinture du banc à remplacer ...Usure excessive

Banc uséremplacement

Les interrupteurs d'alarme sous le banc et sur la manette de frein à main sont absentes mais le fil est présent.

À l'origine ce système est présent doit fonctionner



Pas de relation directe avec l'accident



Fuite d'huile sur bloc valve directionnelle

Jeu important sur quincaillerie des manettes

Pas de relation directe avec l'accident



L'ensemble d'éclairage hors service

Lumière de recul et freinage hors service

Prise d'air moteur inadéquate

Pas de relation directe avec l'accident



Toit déphasé légèrement vers la gauche dû au renversement.

Usure des pneus

Pneu arrière droit se dégonfle lentement

Pas de relation directe avec l'accident

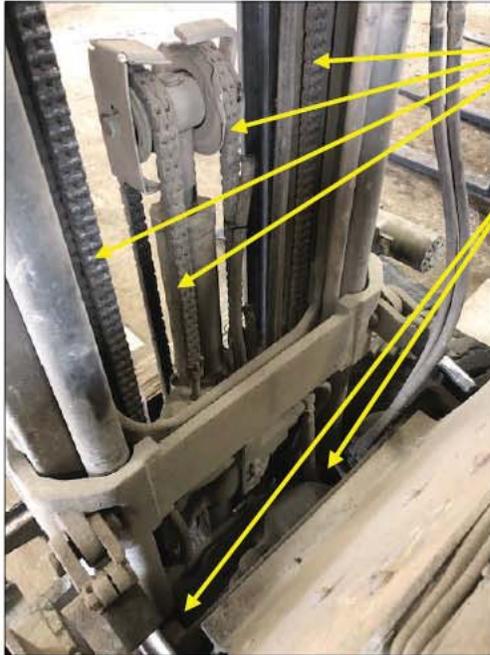


René Plante, Ing

Grues et nacelles

2868, boul Guillaume-Couture, Lévis, P.Q. G6W 6P1

Tél. (418) 839-8333 Fax. (418) 839-6078



Chaînes conformes..pas usés ni étirées

Les sections du mât ont une usure normale et les roulements (bearings) apparaissent adéquats

Jeu sur ancrage de joints du mâts à la base. Usure et manque de lubrification. Bon grincement en mouvement...

Pas de relation directe avec l'accident



Mât à sa pleine hauteur.

Fonctionnement normal. Pas de jeu excessif

Pas de relation directe avec l'accident



René Plante, Ing

Grues et nacelles

2868, boul Guillaume-Couture, Lévis, P.Q. G6W 6P1

Tél. (418) 839-8333 Fax. (418) 839-6078

Résumé de l'inspection mécanique, hydraulique et électrique

L'inspection a révélé plusieurs dérogations à la norme ASME B56.1 (1993-A.1995) relative aux chariots élévateurs. Déjà l'apparence de la machine et la vue du poste de l'opérateur révèle une machine qui est négligée au niveau de l'état, de l'entretien et de la maintenance périodique. L'entretien se résume à ce que l'équipement remplisse ses fonctions de base sans plus.

- 1 Carnet d'entretien et manuel de l'opérateur absents
- 2 Décalques diverses de sécurité et d'avertissement absentes
- 3 Nettoyage, degré de propreté inadéquat ne facilitant pas les inspections et l'entretien
- 4 Interrupteur du démarreur non fixé...risque de court circuit
- 5 Système électrique pour l'éclairage et lumière de freinage non fonctionnel
- 6 Couvert et capots de protection absents ou défectueux
- 7 Fuite d'huile aux valves directionnelles (control valve)
- 8 Circuit d'alarme du frein à main hors service (relié au banc)
- 9 Jeu excessif sur la base du mât (maintenance)
- 10 Fourches surdimensionnées et ancrage usé
- 11 Tablier usé
- 12 Panneaux d'accès latéraux à corriger et ajuster. Fermeture peu efficace
- 13 Ceinture de sécurité du banc à remplacer (le banc aussi par le fait même)
- 14 Pédale des gaz à remplacer (quincaillerie usée)
- 15 Fuites d'huile sur cylindre d'inclinaison (tilt)
- 16 Boyau de propane à remplacer
- 17 Calibration du propane et analyse des gaz
- 18 Pneu arrière droit qui dégonfle lentement
- 20 Jeu excessif sur les manettes



René Plante, Ing
Grues et nacelles
2868, boul Guillaume-Couture, Lévis, P.Q. G6W 6P1
Tél. (418) 839-8333 Fax. (418) 839-6078

Conclusion

Suite aux différents éléments inspectés, analysés et malgré la liste d'anomalies et de non conformité décrites à la page précédente, je n'ai décelé aucun élément typique relié à l'équipement qui ait pu causé ou contribué directement à l'accident.

Mon analyse me conduit plutôt vers une mauvaise méthode de travail et/ou manoeuvre inadéquate (manque de connaissance en manutention de charge) ayant causé un déséquilibre important de la machine provoquant ainsi son renversement.

L'équipement d'apparence négligé comporte cependant plusieurs dérogations aux éléments de base de la norme et au niveau de l'inspection périodique, de l'entretien et de la maintenance.

Par conséquent, je crois que les divers éléments traités tout au long de ce rapport donnent une appréciation pertinente de l'état de l'équipement et de son fonctionnement afin de permettre une analyse subséquente des événements reliés au tragique accident survenu.


René Plante Ing.
08-07-20



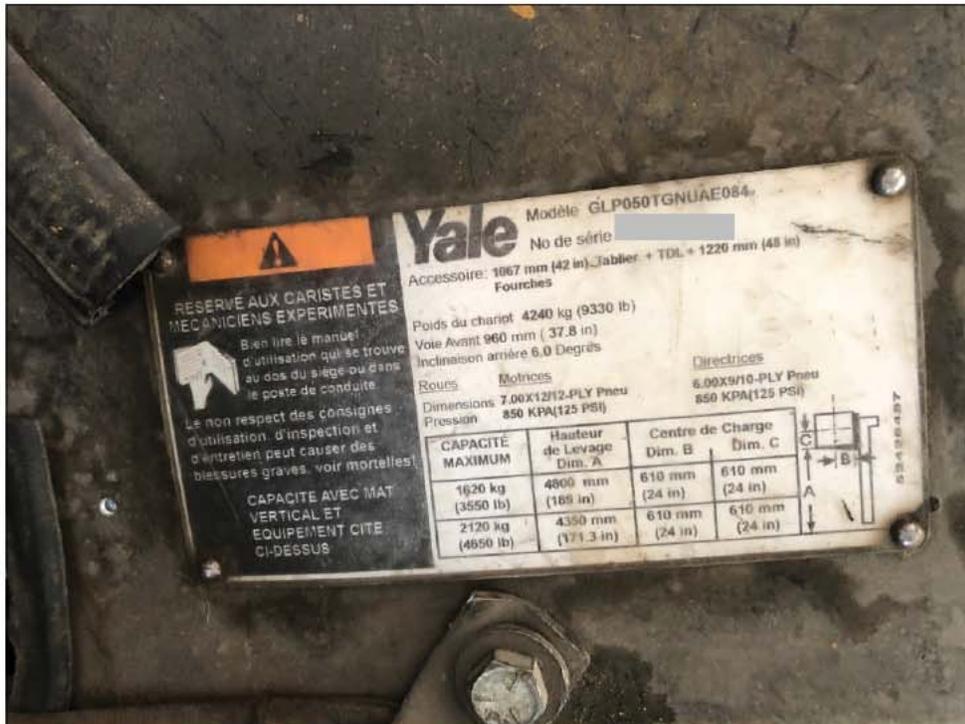
René Plante, Ing
Grues et nacelles
 2868, boul Guillaume-Couture, Lévis, P.Q. G6W 6P1
 Tél. (418) 839-8333 Fax. (418) 839-6078

Annexe



Usure du marche pieds montrant une vie active de cet équipement depuis 1998

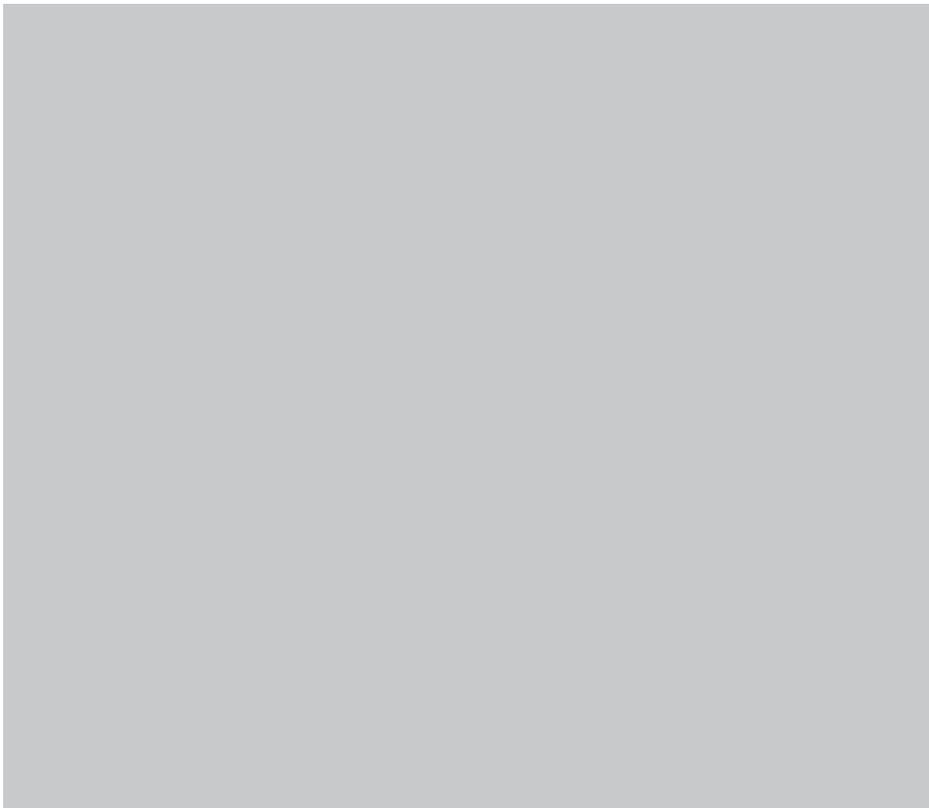
Plaque signalétique de l'équipement





René Plante, Ing
Grues et nacelles
2868, boul Guillaume-Couture, Lévis, P.Q. G6W 6P1
Tél. (418) 839-8333 Fax. (418) 839-6078

Annexe



Nomenclature générale



Décalques d'origine

ANNEXE D

Rapport d'expertise CNESST



RÉSEAU D'EXPERTISE
EN PRÉVENTION-INSPECTION

RAPPORT D'EXPERTISE

Estimation des forces exercées sur un chariot élévateur par un bac suspendu à une fourche.

Rapport présenté à

Marie-Christine Turcotte Synnett
Jean-Guy Durand
Christian Roy
François Morency

Préparé par

Henri Bernard, ing
Conseiller-expert en appareil de levage

20 mai 2021

RAPPORT D'EXPERTISE

Effet pendule du bac à résidus et sa contribution au renversement

Une question instinctive et pertinente a été soulevée durant le processus d'enquête sur cet accident : est-ce que le balancement du bac à résidus toujours accroché à la fourche du chariot élévateur a fait basculer latéralement celui-ci ?

La vérification de cet aspect a été estimée en considérant les conditions les plus favorables pour produire un renversement du chariot. Beaucoup de données nécessaires à ces estimations sont connues comme :

- les données techniques du chariot élévateur, configuration et dimensions, poids, centre de gravité, hauteur des fourches, etc.;
- les données techniques de l'élingue, longueur, position sur les fourches;
- les données techniques du bac de résidus, poids, dimensions;

D'autres sont inconnues, comme la trajectoire du bac qui pendule et la position exacte du chariot juste avant le renversement.

Il doit être mentionné que pour cette estimation, le chariot est considéré à l'arrêt. Il n'y a pas de force appliquée sur le bac autre que la gravité. Celui-ci est tout simplement dans un mouvement de pendule simple, le bac attaché à l'élingue chutant du conteneur et allant dans une trajectoire favorisant le renversement du chariot.

Le but de cet exercice est de mesurer les forces en jeu dans une telle situation et d'en déduire la possibilité d'un renversement latéral relié uniquement à l'effet de pendule du bac de résidus.

Voici les quelques données de base.

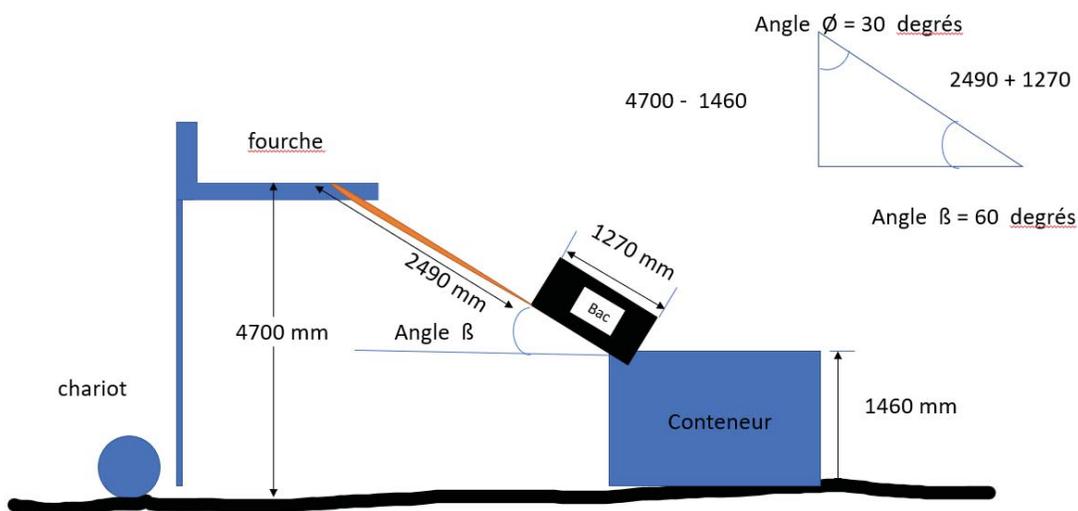
L'angle de l'élingue par rapport à la verticale

L'angle de l'élingue, **entre l'axe vertical et l'élingue à la sortie du conteneur, est de 30°.**

RAPPORT D'EXPERTISE

Voici le détail de la géométrie :

Angle maximal du bac à sa sortie du conteneur

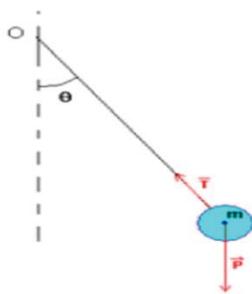


Angle de l'élingue par rapport à la verticale (schéma non à l'échelle)

Source : Henri Bernard, ing. CNESST

La tension

La force agissant sur les fourches est produite par la tension de l'élingue. Dans le but de simplifier notre estimation, nous avons utilisé la formule du pendule simple composé d'une masse ponctuelle qui pendule au bout d'une tige rigide.



$$T = mg(3 \cos \theta - 2 \cos \theta_0)$$

Pendule simple

Représentation de la formule du pendule simple

Source : techno-science.net

$$T = 350 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times \cos(30^\circ) = 2970 \text{ N}$$

RAPPORT D'EXPERTISE

Ici, nous supposons qu'il n'y a pas de friction, pas de vent, que le chariot ne tire plus sur le bac. L'angle de départ de 30° à la sortie du bac du conteneur pendule aussi de 30° de l'autre côté de la fourche. Le chariot est positionné latéralement, c'est-à-dire que l'axe longitudinal du chariot et celui du conteneur sont parallèles, ce qui n'est pas le cas dans la réalité évidemment. Cela augmente la possibilité de renversement dans le but de notre estimation.

En ce qui concerne le mouvement de pendule, l'angle entre l'axe vertical (Z) et l'élingue est de 30° . Pour déterminer l'angle dans le plan horizontal le plus incliné à faire renverser le chariot, nous devons utiliser un angle pour que l'élingue soit perpendiculaire à l'axe de renversement du chariot. Voici une représentation schématique de ces éléments :

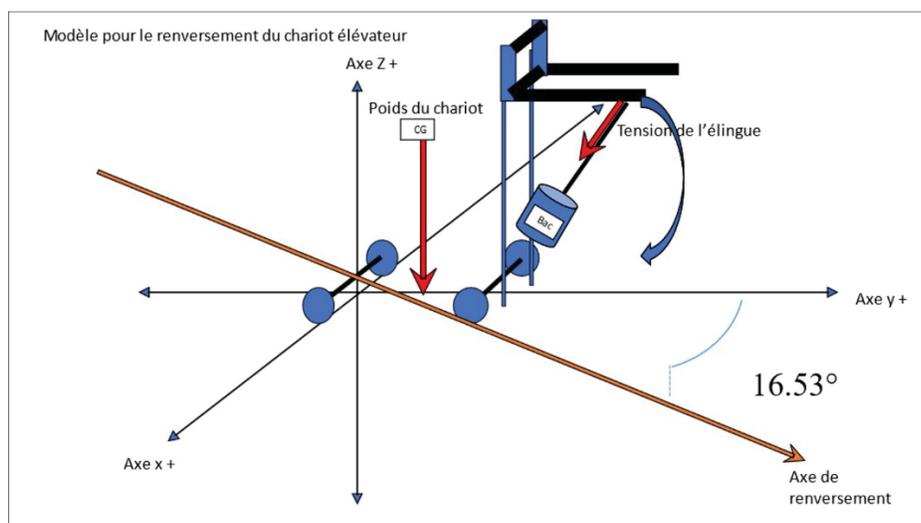


Schéma de la tension de l'élingue (non à l'échelle)

Source : Henri Bernard, ing. CNESST

L'axe de renversement du chariot (côté droit) est une droite passant par le centre de la surface de contact du pneu avant droit et le centre de l'essieu arrière (pivot de l'essieu). Cet axe a un angle de 16.53° , sens horaire, par rapport à l'axe longitudinal du chariot (axe Y), dans le plan XY.

Le vecteur tension sera d'une force de 2970 N avec un angle composé de 30° par rapport à l'axe vertical (Z) et d'un angle de $90^\circ + 16.53^\circ$ par rapport à l'axe Y. On fait donc faire à l'élingue une rotation de 16.53° dans le sens horaire pour avoir les meilleures chances de créer un renversement.

Nous avons considéré un angle de 30° , il ne peut être plus grand, car c'est l'angle de l'élingue à la sortie du conteneur et aussi l'angle ayant la ligne d'action la plus éloignée de l'axe de renversement et sujette à produire le

RAPPORT D'EXPERTISE

plus grand moment de force pour le renversement latéral dans le mouvement de pendule du bac.

Moment de force du bac en pendule

Une fois les données réunies, il devient possible de calculer le moment de force à la position de l'élingue sur les fourches par rapport à l'axe de renversement.

Il s'agit d'un cas simple d'ingénierie statique où le déterminant de la matrice suivante est à résoudre, voici la matrice en question :

$$M_{\text{Bac, Axe de renversement}} = \begin{vmatrix} \lambda_x & \lambda_y & \lambda_z \\ \Delta_x & \Delta_y & \Delta_z \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix}$$

Source : Henri Bernard, ing. CNESST

Les λ_x , y et z sont les cosinus directeurs de l'axe de renversement.

Les Δ_x , y et z sont les distances entre l'axe de renversement et le point d'application de la tension.

Les F_x , y et z sont les composantes de la tension au point d'application sur les fourches par la tige du pendule.

Avec la fourche droite centrée sur l'axe longitudinale du chariot:

| | | |
|------------|-------------|-------------|
| 0,2812 | 0,94733 | -0,15326 |
| 0 | 3,3147 | 4,436 |
| 1424,27363 | -423,260544 | -2572,64832 |

Source : Henri Bernard, ing. CNESST

Avec la fourche droite décentrée de 24 po vers la droite, ou 0,610 m :

| | | |
|------------|-------------|-------------|
| 0,2812 | 0,94733 | -0,15326 |
| 0,6096 | 3,3147 | 4,436 |
| 1424,27363 | -423,260544 | -2572,64832 |

Source: Henri Bernard, ing. CNESST

RAPPORT D'EXPERTISE

Après avoir calculé les déterminants de ces matrices, nous retrouvons comme réponse un moment de force de **4839 Nm**, en rotation anti-horaire, avec la fourche droite centrée sur l'axe longitudinale du chariot.

Avec la fourche droite décentrée de 24 po vers la droite, ou 0,6096 m, on trouve **6364 Nm**. C'est le moment de force que le bac produit, dans sa position la plus favorable au renversement.

Le moment de force exercé par le poids du chariot sur l'axe de renversement est le déterminant de la matrice suivante :

| | | |
|--------|---------|----------|
| 0,2812 | 0,94733 | -0,15326 |
| 0 | 0,8763 | 0 |
| 0 | 0 | -41468 |

Source : Henri Bernard, ing.

Nous retrouvons comme réponse un moment de force de **-10218 Nm**, en rotation horaire.

En conclusion, le balancement du bac de résidus dans la trajectoire la plus favorable au renversement n'est pas suffisant pour faire basculer le chariot élévateur latéralement. Le moment de force du chariot, dû à son poids et à sa configuration (10218 Nm), est largement supérieur au moment de force produit par le bac de résidus (6364 Nm), même dans des conditions favorisant le renversement.

D'autres forces reliées à la manœuvre du chariot élévateur comme l'accélération, le freinage et le virage devront être considérées pour établir la cause du renversement.



Henri Bernard ingénieur

Conseiller expert en appareil de levage

Le 20 mai 2021

ANNEXE E

Rapport de simulation



René Plante, Ing
Grues et nacelles
2868, boul Guillaume-Couture, Lévis, P.Q. G6W 6P1
Tél. (418) 839-8333 Fax. (418) 839-6078

Lévis, le 23 avril 2021

Enquête DPI4310608
Commission des normes, de l'équité, de la santé
et de la sécurité du travail
Direction régionale Chaudière-Appalaches
M. Christian Roy, Inspecteur CNESST
835, rue de la Concorde
Lévis (Québec)
G6W 7P7



Mandat

Suite à votre demande concernant l'accident de travail mortel survenu le 15 juin 2020 à l'usine PJB Industries inc. située au 36, 7ième Rue Ouest, St-Martin, QC G0M 1B0, nous avons réalisé une simulation et des essais afin de répéter de façon contrôlée et sécuritaire l'accident.

Le but de cet exercice était de déterminer et de mesurer le plus exactement possible la réaction du chariot élévateur et les charges impliquées dans l'accident.

- Identifier dans notre flotte un chariot similaire à celui de l'accident
- Prises de données techniques (répartition du poids, stabilité, amorce de renversement)
- Produire un schéma des données recueillies lors des essais
- Instruments de mesures, dynamomètre, indicateur d'angle, ruban à mesurer.

Noter qu'on ne renverse pas le chariot mais nous cherchons le point d'équilibre.

René Plante Ing.
30226
QUÉBEC
27-04-21



René Plante, Ing
Grues et nacelles
2868, boul Guillaume-Couture, Lévis, P.Q. G6W 6P1
Tél. (418) 839-8333 Fax. (418) 839-6078

Table des matières

| | |
|---|------|
| Introduction / Mandat..... | 1 |
| Description / nomenclature de l'équipement..... | 3 |
| Essai de charge avant | 4 |
| Essai de charge latéral droit..... | 5 |
| Effet de pendule..... | 6 |
| Effet dynamique | 7 |
| Conclusion..... | 8 |
| Schéma des moments..... | 9-10 |



René Plante, Ing

Grues et nacelles

2868, boul Guillaume-Couture, Lévis, P.Q. G6W 6P1

Tél. (418) 839-8333 Fax. (418) 839-6078

Description de l'équipement

Pour des raisons d'ordres judiciaires et l'équipement étant toujours sous scellé à ce moment, il n'était pas possible d'utiliser le chariot élévateur d'origine pour effectuer la simulation. Pour cette raison, nous avons identifié dans notre flotte un chariot (# 627) de la même marque et ayant les mêmes caractéristiques de configuration à 200 lbs près pour la répartition du poids ce qui est en pratique sans incidence aux états limites étant donné les nombreuses variables présentes.

Noter que la hauteur au-dessus les fourches pour les essais étaient à 189 " soit la hauteur maximale de levée du chariot d'origine.

| | Chariot impliqué dans l'accident | Chariot utilisé pour la simulation |
|--------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Marque | Yale | Yale # 627 |
| Modèle | GLP050 | GLP050 |
| Capacité nominale | 5000 lbs | 5000 lbs |
| Poids du chariot | 9330 lbs | 9400 lbs |
| Poids arrière | 3280 lbs | 3590 lbs |
| Poids côté droit | 4030 lbs | 4200 lbs |
| Poids côté gauche | 3980 lbs | 4120 lbs |
| Empattement | 64 po. | 64 po. |
| Hauteur arrière | 42 po. | 42 po. |
| Centre des 2 roues avant | 38 po. | 38 po. |



Essai de charge avant



Chargeur de 30,000 lbs servant de sécurité et de support anti-renversement.
Une distance d'environ 6" était laissé comme jeu entre les 2 surfaces afin de visualiser l'effet

Chaîne et dynamomètre fixé à la fourche droite ayant servi de point d'ancrage lors de l'évènement pour mesurer les charges



Tension appliquée pour être en position d'équilibre avant un renversement.
Les roues arrière quittent le sol à partir de 3400 lbs de charge.

À ce point, c'est l'équilibre critique, il ne faut plus lever, les roues quittent le sol et il ne faut surtout pas non plus déplacer le chariot vers l'arrière car c'est la perte de contrôle très rapide et le renversement est inévitable. L'opérateur n'a pas le temps de réagir...

À ce point critique, plus on cherche à lever la charge plus le chariot bascule mais la tension n'augmente pas plus, elle diminue ...l'équilibre est rompu et le chariot va se renverser de plus en plus facilement.

Si en plus on entame un mouvement de recul, l'effet est encore plus rapide car on déplace le pivot soit les roues avant et l'arrière du chariot pivote vers sa droite qui est le côté où la charge est attachée au bout de la fourche droite. Plus le mât est haut, plus l'effet se fait sentir aussi.



René Plante, Ing
Grues et nacelles
2868, boul Guillaume-Couture, Lévis, P.Q. G6W 6P1
Tél. (418) 839-8333 Fax. (418) 839-6078

Essai de charge latéral à droite



Chaîne et dynamomètre fixé à la fourche droite ayant servi de point d'ancrage lors de l'évènement pour mesurer les charges.

Tension appliquée pour être en position d'équilibre avant un renversement.
Les roues arrière quittent le sol à partir de 3700 lbs de charge.

À ce point, c'est l'équilibre critique, il ne faut plus lever et il ne faut surtout pas déplacer le chariot vers l'arrière car c'est une perte de contrôle très rapide et le renversement est inévitable.

Le chariot cherche à pivoter naturellement vers la droite.

Effet de pendule

D'autres essais ont été effectués avec le bac d'origine afin d'évaluer l'effet de pendule qui peut agir sur le chariot élévateur et déterminer l'ampleur de cet effet sur un renversement.

Le poids du bac est de 780 lbs (355 kg) attaché avec une chaîne de la même longueur et même hauteur de mât qu'au moment de l'accident.



Lorsque la charge est relâchée brusquement, celle-ci se déplace du côté droit du chariot mais n'a que peu d'effet sur le déséquilibre. Seule la roue avant gauche du chariot quitte légèrement le sol mais le chariot reste stable et n'a aucune tendance au renversement.

Les essais ont été effectués à
30°
45°
55°

À aucun de ces angles la charge n'a pu déséquilibrer le chariot malgré l'angle, le poids et l'inertie de la charge.



Remarquez que lors du positionnement de la charge à l'angle voulue, la roue avant droite du chariot ne quitte pas le sol.

Mais lors du délestage, celle de gauche quitte le sol pour le même poids c'est la quantité de mouvement (inertie) qui crée une augmentation de la charge.

L'effet de pendule demeure somme toute négligeable dans ce cas. La charge de 780 lbs (355 kg) est négligeable.

Effet dynamique du mouvement



Remarquez que le mât est incliné vers l'arrière.

Bac attaché et sous tension.

Dans ce positionnement, le chariot ne peut plus lever plus haut, le bac n'est pas complètement hors du container (simulé par les blocs de ciment).

La dernière solution pour extirper le bac est un mouvement de recul.

Lorsqu'on entame le recul d'abord doucement avec moteur au ralenti, nous manquons de force, l'opérateur appuie donc sur l'accélérateur et le chariot tire de plus en plus fort jusqu'à ce que le bac sorte de façon soudaine du container.

Il y a surplus de puissance momentanée puisque le bac en sortant ne pèse que 780 lbs (355 kg), la puissance supplémentaire transmise aux roues est si rapide que le sol se dérobe sous les roues, le chariot accélère vers l'arrière de plus en plus en déséquilibre et l'opérateur n'a pas le temps de retirer son pied de l'accélérateur à temps.

Par expérience personnelle, c'est vraiment très rapide et cette manoeuvre ne peut être effectuée en dehors d'un cadre contrôlé et sécurisé.

C'est le renversement latéral à droite puisque la charge est sur la fourche droite.

Effet dynamique du mouvement



On peut voir ici le mât incliné vers l'avant et les roues arrières perdant contact avec le sol et l'arrière du chariot chercher à pivoter vers la droite. L'équilibre est rompu et l'accélération arrière est trop soudaine pour empêcher le renversement latéral.



René Plante, Ing
Grues et nacelles
2868, boul Guillaume-Couture, Lévis, P.Q. G6W 6P1
Tél. (418) 839-8333 Fax. (418) 839-6078

Conclusion

Suite aux différents essais effectués et compilations de données, nous avons testé et éliminé plusieurs hypothèses liées au renversement du chariot élévateur impliqué dans l'accident mortel survenu chez PJB Industries inc. de St-Martin de Beauce (# Enquête DPI4310608).

Les essais de charge avant (page 4) et latéral (page 5) ont montré qu'il fallait au minimum entre 3400 (1545 kg) et 3700 lbs (1682 kg) pour amorcer le renversement de l'équipement. La charge du bac n'était que de 780 lbs (355kg) et la distance entre la charge et de pivot n'était pas assez grande (limiter par la longueur de la chaîne et la hauteur du mât) pour amorcer à elle seule un renversement.

Quand à l'effet de pendule (page 6), les essais ont démontré que la charge était insuffisante à elle seule pour produire une énergie assez forte pour initier un renversement latéral. Le chariot maintenait une très bonne stabilité.

Cependant, lors des essais en dynamique (page 7), c'est à ce moment que les points d'équilibre était les plus sensibles, l'effet d'accélération dû au besoin de puissance pour extraire le bac de sa position mettait le chariot en déséquilibre de façon très rapide et incontrôlable parce que le pivot se déplace si rapidement qu'un opérateur n'a pas le temps de réagir...c'est comme si le sol se dérobaient sous les roues.

Les annexes montrent qu'une charge horizontale de 1545 lbs (702 kg) à cette hauteur de mât suffit pour amorcer un renversement de façon statique. Si on ajoute le poids du mât dont le centre de gravité se déplace vers l'avant et le pivot (roues) qui se déplacent vers l'arrière, on obtient un déséquilibre exponentiel et l'opérateur n'a pas le temps de réagir.

La simulation nous a permis de démontrer que l'opération dans ces conditions devient sensible au mouvement dynamique beaucoup plus qu'à la charge présente.

La chaîne utilisée lors de cet événement était beaucoup trop longue, il aurait fallu que la chaîne soit beaucoup courte (ce qui était possible dans les circonstances). Le bac aurait pu être dégagé facilement de façon sécuritaire sans interférence avec le rebord du conteneur.

ANNEXE F

Références bibliographiques

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS, et COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL. *Norme de sécurité concernant les chariots élévateurs à petite levée et à grande levée : norme nationale américaine sur les chariots élévateurs motorisés et non motorisés*, [Montréal], CSST, 1996, 76 p. (ASME B56.1 [1993-A.1995]).

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Norme de sécurité pour les chariots élévateurs*, Toronto, CSA, 2015, 84 p. (CSA B335-15).

BOULIANE, P. *Chariot élévateur : prière de ne pas renverser*, Montréal, Via Prévention, 2012, 34 p. [<https://www.viaprevention.com/wp-content/uploads/2017/09/Guide-Pri%C3%A8re-de-ne-pas-renverser-2016.pdf>].

QUÉBEC. *Loi sur la santé et la sécurité du travail, RLRQ, chapitre S-2.1, à jour au 4 septembre 2018*, [Québec], Éditeur officiel du Québec, 2018, vii, 65, xii p.

QUÉBEC. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail, RLRQ, chapitre S-2.1, r. 13, à jour au 30 janvier 2019*, Québec, Éditeur officiel du Québec, 2016, vii, 123 p.

YALE. *Operators manual*, Cleveland, Yale, 99 p.