

EN004307

RAPPORT D'ENQUÊTE

**Accident ayant causé la mort d'un directeur
du Groupe Motoplex St-Eustache,
situé au 410, rue Dubois à Saint-Eustache,
le 18 septembre 2020**

**Service de la prévention-inspection des Laurentides
Direction de la prévention-inspection Rive-Nord**

Inspecteurs :

Geneviève Girard, M.ing

Stéphany Beaudry, B.Sc.

Date du rapport : 15 mai 2021

Rapport distribué à :

- Monsieur ^A [REDACTED] Groupe Motoplex St-Eustache
- Monsieur ^B [REDACTED], Groupe Motoplex St-Eustache
- Madame Denyse Langelier, coroner
- Docteur Éric Goyer, directeur de santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux des Laurentides (CISSS des Laurentides)

TABLE DES MATIÈRES

1	RÉSUMÉ DU RAPPORT	1
2	ORGANISATION DU TRAVAIL	4
2.1	STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT	4
2.2	ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	5
2.2.1	MÉCANISMES DE PARTICIPATION	5
2.2.2	GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ	5
2.2.3	FORMATION	5
3	DESCRIPTION DU TRAVAIL	7
3.1	DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	7
3.2	DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	8
3.3	DESCRIPTION DES APPAREILS DE LEVAGE	10
3.3.1	CHARIOT ÉLEVATEUR KUBOTA	10
3.3.2	CHARIOT ÉLEVATEUR KOMATSU	11
4	ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE	13
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	13
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	15
4.2.1	SCÈNE DE L'ACCIDENT	15
4.2.2	REMORQUES	16
4.2.3	EMPLACEMENT DE LA SEMI-REMORQUE ET DES CHÂSSIS	18
4.2.4	ÉTAT MÉCANIQUE DU CHARIOT ÉLEVATEUR KOMATSU	20
4.2.5	MÉTHODE DE LEVAGE	22
4.2.6	DÉCHARGEMENT DES CHÂSSIS	27
4.2.7	LE RENVERSEMENT	32
4.2.8	STABILITÉ LATÉRALE DU CHARIOT ÉLEVATEUR KOMATSU	33
4.3	RÈGLEMENTATION EN VIGUEUR	35
4.3.1	LOI SUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL (LSST)	35
4.3.2	RÈGLEMENT SUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL (RSST)	36
4.3.3	NORMES DE SÉCURITÉ POUR LES CHARIOTS ÉLEVATEURS	36
4.3.4	MANUEL DU FABRICANT DU CHARIOT ÉLEVATEUR KOMATSU	38
4.4	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	43
4.4.1	DURANT LE DÉPLACEMENT DE CHÂSSIS DE REMORQUE, SUSPENDUS À DEUX CHARIOTS ÉLEVATEURS, UN DES CARISTES EST ÉCRASÉ LORS DU RENVERSEMENT DE CEUX-CI	43
4.4.2	LORSQUE SON CHARIOT ÉLEVATEUR EST EN ÉQUILIBRE CRITIQUE, LE CARISTE SE PRÉCIPITE HORS DE SA CABINE VERS LE DEUXIÈME CHARIOT ÉLEVATEUR	44
4.4.3	L'ABSENCE DE GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ CONDUIT À L'IMPROVISATION D'UNE MÉTHODE DANGEREUSE DE DÉCHARGEMENT DES CHÂSSIS	45

5	<u>CONCLUSION</u>	47
5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	47
5.2	AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE	47
5.3	SUIVI DE L'ENQUÊTE	48
 <u>ANNEXES</u>		
ANNEXE A :	Accidenté	49
ANNEXE B :	Liste des témoins et des autres personnes rencontrées	50
ANNEXE C :	Rapport d'expertise Liftow	51
ANNEXE D :	Rapport d'expertise Vallée inc.	60
ANNEXE E :	Références bibliographiques	79

SECTION 1

1 RÉSUMÉ DU RAPPORT

Description de l'accident

Le directeur [REDACTED] est écrasé mortellement lors du renversement des deux chariots élévateurs utilisés pour décharger des châssis de remorque d'un camion de livraison.

Conséquence

Le directeur décède des suites de ses blessures.



Photo 1 : Scène de l'accident

Source : CNESST

Abrégé des causes

L'enquête permet de retenir les causes suivantes :

- Durant le déplacement de châssis de remorque, suspendus à deux chariots élévateurs, un des caristes est écrasé lors du renversement de ceux-ci.
- Lorsque son chariot élévateur est en équilibre critique, le cariste se précipite hors de sa cabine vers le deuxième chariot élévateur.
- L'absence de gestion de la santé et de la sécurité conduit à l'improvisation d'une méthode dangereuse de déchargement des châssis.

Mesures correctives

Le 18 septembre 2020, dans les rapports d'intervention RAP1321839 et RAP1323495, la CNESST interdit le levage des châssis de remorque pour embarcations nautiques et ordonne le maintien en place des lieux. L'élaboration d'une méthode sécuritaire pour le levage des châssis de remorque est exigée pour la reprise des travaux.

Le 22 septembre 2020, dans les rapports d'intervention RAP1322227 et RAP1325887, la CNESST interdit l'utilisation du chariot élévateur de marque Komatsu, no de série [REDACTED] et du chariot élévateur de marque Kubota immatriculé [REDACTED]. Des scellés sont apposés sur ceux-ci. Les chariots élévateurs doivent être inspectés et réparés pour les rendre conformes aux exigences de l'article 245 du Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST). Dans le rapport d'intervention RAP1322347, à la suite de la réception d'une méthode de levage des chariots élévateurs et des châssis de remorque par une entreprise spécialisée, la CNESST autorise l'employeur à modifier les lieux où est survenu le renversement des chariots élévateurs.

Le 23 septembre 2020, dans les rapports d'intervention RAP1322449 et RAP1326443, la CNESST interdit l'utilisation des rallonges de fourches utilisées sur le chariot élévateur Kubota immatriculé [REDACTED]. Cette même journée, dans le rapport d'intervention RAP1327604, elle réquisitionne et fait expertiser le chariot élévateur Komatsu, no de série [REDACTED].

Le 24 septembre 2020, dans les rapports d'intervention RAP1322471 et RAP1326539, la CNESST interdit le levage des véhicules récréatifs à l'aide d'un chariot élévateur. L'élaboration de méthodes sécuritaires de levage pour les véhicules récréatifs est exigée pour la reprise des travaux.

Le 13 octobre 2020, dans le rapport d'intervention RAP1327330, la CNESST demande à l'employeur d'élaborer un programme de formation des caristes et de former ses travailleurs sur l'utilisation sécuritaire d'un chariot élévateur. La CNESST demande à l'employeur de mettre en place des inspections périodiques et un programme d'inspection et d'entretien des chariots élévateurs.

Le 15 octobre 2020, dans le rapport d'intervention RAP1327625, à la suite de la réception d'informations et d'une méthode de travail sécuritaire prévoyant le levage par une entreprise spécialisée, la CNESST autorise l'employeur à effectuer le levage des châssis de remorque pour embarcations nautiques.

Le 15 décembre 2020, dans le rapport d'intervention RAP1332335, les dérogations, exigeant des inspections périodiques ainsi qu'un programme d'inspection et d'entretien des chariots élévateurs, sont corrigées. À la suite de la réception des procédures de levage des véhicules récréatifs, la CNESST demande des modifications. Le 18 décembre 2020, des correctifs sont apportés à certaines procédures, le levage de quelques véhicules récréatifs est autorisé. D'autres correctifs sont exigés pour la reprise des levages des véhicules récréatifs restants.

Le 11 janvier 2021, dans le rapport d'intervention RAP1334376, la dérogation, sur l'élaboration d'un programme de formation des caristes contenant des informations générales sur l'utilisation d'un chariot élévateur et des informations aux levages spécifiques à l'établissement, est corrigée.

Le 8 février 2021, dans le rapport d'intervention RAP1336420, la dérogation, exigeant la formation des travailleurs sur l'utilisation sécuritaire des chariots élévateurs et des procédures de levage spécifiques à l'établissement, est corrigée. À la suite de la réception des nouvelles procédures de levage des véhicules récréatifs, d'autres modifications sont exigées. De plus, la CNESST demande à l'employeur de se doter de moyens de supervision et de contrôle des procédures de levages qui seront mises en place.

Le 9 février 2021, dans le rapport d'intervention RAP1336421, les procédures de levages sont complétées et les accessoires prévus dans celles-ci sont disponibles, la CNESST autorise donc le levage de l'ensemble des véhicules récréatifs.

Le 18 mars 2021, dans le rapport d'intervention RAP1340927, les dérogations, exigeant des moyens de supervision et de contrôle des procédures de levages, sont corrigées. La décision d'interdiction d'utilisation du chariot élévateur Komatsu est invérifiable, car il a été démantelé. La décision d'interdiction des rallonges de fourches du chariot élévateur est invérifiable, car elles ont été envoyées au recyclage.

Le présent résumé n'a pas de valeur légale et ne tient lieu ni de rapport d'enquête, ni d'avis de correction ou de toute autre décision de l'inspecteur. Il constitue un aide-mémoire identifiant les éléments d'une situation dangereuse et les mesures correctives à apporter pour éviter la répétition de l'accident. Il peut également servir d'outil de diffusion dans votre milieu de travail.

SECTION 2

2 ORGANISATION DU TRAVAIL

2.1 Structure générale de l'établissement

L'entreprise Groupe Motoplex inc. œuvre dans le secteur « Commerce ». Elle se spécialise dans la vente et la réparation de véhicules récréatifs tels que : des motos, des motoneiges, des véhicules tout-terrain, des pontons, des motomarines, etc. Les activités du groupe sont réparties dans quatre établissements de la région des Laurentides soit : Mirabel, Mont-Tremblant, Saint-Jérôme et Saint-Eustache. L'établissement de Saint-Eustache s'est ajouté au Groupe Motoplex inc. en octobre 2018.

Le Groupe Motoplex St-Eustache emploie 16 travailleurs à l'établissement situé au 410, rue Dubois à Saint-Eustache. À cette adresse, les activités de l'entreprise sont effectuées dans trois bâtiments distincts. Le bâtiment principal abrite deux salles de montre, les bureaux des ventes, un comptoir des pièces et du service. Les deux autres bâtiments sont situés dans la cour et sont utilisés pour l'esthétique et la mécanique.

Les postes de travail occupés sont notamment : directeurs, vendeurs, directeurs commerciaux (« FNI »), mécaniciens, homme de cour, laveur ainsi que commis à la boutique et aux pièces. Au département du service, il y a [REDACTED], [REDACTED]. Les travailleurs ne sont pas syndiqués.

La structure de l'établissement de Saint-Eustache est schématisée dans l'organigramme ci-dessous.



Schéma 1 : Organigramme sommaire de l'établissement Groupe Motoplex St-Eustache

Source : CNESST

2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail

2.2.1 Mécanismes de participation

Il n'y a pas de mécanisme formel de participation des travailleurs. Il n'y a pas de comité santé sécurité, ni de représentant à la prévention.

2.2.2 Gestion de la santé et de la sécurité

L'employeur [REDACTED], [REDACTED] n'a pas de programme de prévention pour l'établissement de Saint-Eustache. Les méthodes de travail sont déterminées par les directeurs de département au fil des opérations. Elles ne sont pas définies ou écrites. Les directeurs ont la responsabilité de superviser les opérations et de gérer la santé et la sécurité sans critère précis.

Les actionnaires et les directeurs du Groupe Motoplex inc. ont des rencontres périodiques d'administration. Des discussions sur la santé et la sécurité peuvent se tenir lors de celles-ci.

2.2.3 Formation

2.2.3.1 À l'embauche

Lors de l'embauche des nouveaux travailleurs, l'employeur leur remet une convention d'emploi et un document énumérant les règles de santé et de sécurité à l'établissement. Les travailleurs doivent lire et signer les deux documents. Ils sont ensuite jumelés avec un collègue pour les former sur les tâches à accomplir durant les premiers jours de travail.

Les documents remis aux travailleurs du département du service les informent que le port des bottes de sécurité et de lunettes de sécurité est obligatoire. Ils présentent aussi les directives pour les essais routiers qui doivent être faits, en priorité, dans la cour de l'établissement ou en sentier. Le port du casque de sécurité est alors requis pour cette activité.

De plus, lors du processus d'embauche du directeur et des travailleurs au département du service, l'employeur vérifie si la personne a déjà suivi une formation sur la conduite de chariots élévateurs. Par la suite, il est de la responsabilité du directeur du département du service d'identifier les besoins de formation des travailleurs et d'entreprendre les démarches nécessaires.

2.2.3.2 Formation sur la conduite sécuritaire de chariots élévateurs (cariste)

Chez le Groupe Motoplex St-Eustache, la formation sur la conduite de chariots élévateurs est donnée par un formateur à l'interne. La dernière formation a eu lieu en 2018 à l'établissement du Groupe Motoplex à Mirabel. Cette formation inclut les informations générales liées à l'utilisation d'un chariot élévateur. Elle ne contient aucune information sur le levage de charges spécifiques à l'établissement.

Lors de son embauche [REDACTED], monsieur C [REDACTED] directeur [REDACTED] avait déjà suivi une formation de cariste [REDACTED] lors d'un emploi précédent. Il n'a pas suivi d'autre formation sur la conduite de chariots élévateurs dans le cadre du présent emploi.

Monsieur D [REDACTED], est à l'emploi de Groupe Motoplex St-Eustache [REDACTED]. Il conduit des chariots élévateurs depuis [REDACTED] sans avoir suivi de formation sur la conduite de chariots élévateurs.

SECTION 3

3 DESCRIPTION DU TRAVAIL

3.1 Description du lieu de travail

L'accident a eu lieu dans la cour entre le bâtiment principal et la clôture qui délimite le terrain de l'établissement. Cette section de la cour est utilisée comme voie de circulation pour les véhicules et donne accès aux salles de montre. À cet endroit, une enseigne en acier surplombe la cour asphaltée. Le jour de l'accident, la température extérieure est de 24°C avec un ciel dégagé et des vents d'un maximum de 37 km/h.

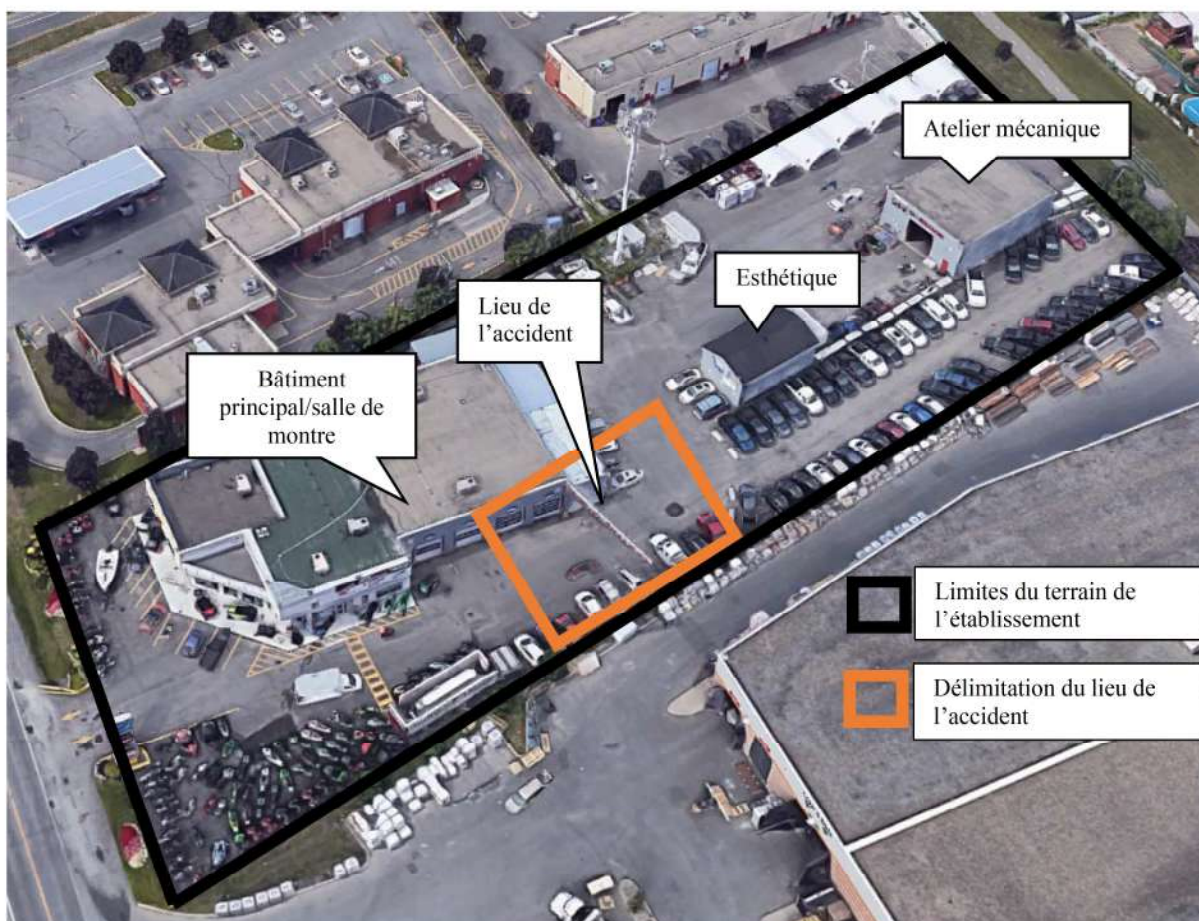


Photo 2 : Vue aérienne de l'ensemble de l'établissement

Source : Google Maps

Le matin de l'accident, il n'y a pas d'entreposage le long de la clôture. Des glissières de sécurité en béton de ciment sont en place entre la clôture et le bâtiment d'esthétique, ce qui limite la possibilité de circuler.



Photo 3 : Lieu de l'accident

Source : CNESST

3.2 Description du travail à effectuer

Le 18 septembre 2020, 18 remorques pour embarcations nautiques (pontons) (ci-après nommée « les remorques ») à double essieu sont livrées dans la cour de l'établissement par un camion muni d'une semi-remorque à plateau (« flatbed »).

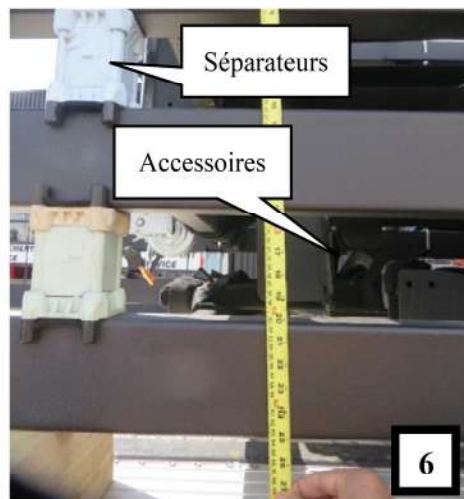
Les remorques sont livrées en pièces détachées. Les châssis de celles-ci sont disposés en deux piles de neuf unités placées sur des blocs sur le plancher de la semi-remorque. Une pile est placée à l'avant près du camion et l'autre à l'arrière avec des palettes d'accessoires entre les deux. Les accessoires sont en partie attachés sur les châssis et les autres sont sur les palettes.



Photo 4 : Camion de livraison sans la pile avant de châssis

Source : CNESST

Pour décharger les châssis, les appareils de levage disponibles à l'établissement sont deux chariots élévateurs. La présence des accessoires (essieux et glissières) entre les châssis ne permet pas l'insertion des rallonges de fourches des chariots élévateurs entre ceux-ci.



Photos 5 et 6 : Accessoires entre les châssis

Source : CNESST

Le déchargement s'effectue en tandem. La méthode consiste à lever trois châssis à la fois en les suspendant par l'avant et l'arrière aux rallonges de fourches des deux chariots élévateurs à l'aide des élingues et des chaînes d'arrimage du camion de livraison.

Les étapes du levage en tandem sont :

- Les chariots élévateurs lèvent la charge.
- Ils reculent avec la charge levée jusqu'à ce que la semi-remorque ne soit plus sous celle-ci.
- Ils baissent la charge près du sol.
- Ils déplacent la charge pour aller la déposer dans la cour.

Cette façon de faire est prévue pour les six châssis du haut des piles. Le déchargement des trois châssis du bas est effectué, quant à lui, en les soulevant directement avec les rallonges de fourches d'un seul chariot élévateur puisque l'espace entre le plateau et le premier châssis permet l'insertion de celles-ci.

L'équipe de travail est composée du directeur [REDACTED] et de [REDACTED], qui conduisent tous les deux les chariots élévateurs, ainsi que de messieurs E [REDACTED] et F [REDACTED], qui installent les accessoires de levage.

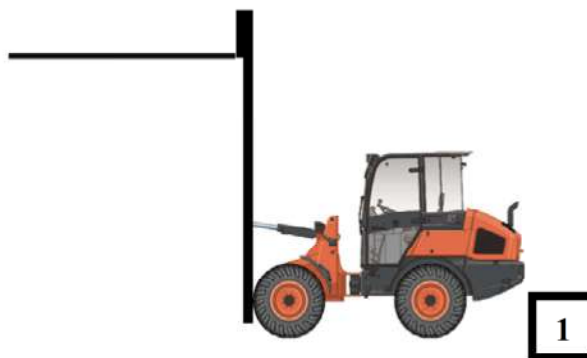
3.3 Description des appareils de levage

3.3.1 Chariot élévateur Kubota

Le chariot élévateur Kubota de modèle R530 est articulé et construit en 2016. Il comporte un auvent (toit) et a été muni d'un mât hydraulique à trois sections de marque Lift Technologies. L'entreprise Soudures Guy Rivard inc. a fait l'installation du mât hydraulique. Le fabricant a ensuite procédé à la location du chariot élévateur modifié à son client Saulnier automobile inc. Le Groupe Motoplex St-Eustache sous-loue le chariot élévateur mensuellement, au besoin, à Saulnier automobile inc. depuis 2018.



Photo 7 et figure 1 : Chariot élévateur Kubota



Source : CNESST

Le chariot élévateur n'est pas muni d'une plaque signalétique de capacité de charge, mais son mât en possède une. Celle-ci indique une capacité de charge de 2388 kg (5265 lb) à 600 mm (24 po) du talon des fourches à une hauteur de 5,13 m (202 po). Le chariot élévateur a une largeur de 1,72 m

et une hauteur de 2,45 m. Sa partie arrière abrite le moteur. Celle-ci a une hauteur de 1,75 m par rapport au sol et fait 80 cm de longueur de l'auvent au pare-chocs arrière.

La direction de ce chariot se fait par un système de piston hydraulique au niveau de l'articulation du véhicule qui permet l'orientation des roues. Il possède un rayon de braquage de 3,39 m.

Il est équipé de fourches d'une longueur de 1200 mm (48 po) et utilisé avec des rallonges de fourches d'une longueur de 3050 mm (10 pi), une largeur de 15,5 cm et une épaisseur de 7,5 cm. Les rallonges sont de fabrication artisanale et il n'y a pas d'information inscrite sur celles-ci. Le poids du chariot élévateur pesé lors de son remorquage est de 4853 kg (10 700 lb) et sa longueur totale incluant les rallonges de fourches est de 7,10 m.

3.3.2 Chariot élévateur Komatsu

Le chariot élévateur de marque Komatsu, modèle FG18HT-17, est un chariot élévateur à grande levée à combustion au propane construit en 2004 et il appartient au Groupe Motoplex inc. Sa plaque signalétique indique que le chariot élévateur a un poids de 3175 kg (6980 lb) et une capacité de charge de 1150 kg (2250 lb) à 600 mm (24 po) du talon des fourches à une hauteur de 4,77 m (188 po).

Il est équipé de fourches d'une longueur de 1200 mm (48 po) et utilisé avec des rallonges de fourches de 2150 mm (84 po). Les rallonges de fourches ne portent pas d'inscription. Elles ont une largeur de 12 cm, une épaisseur de 6 cm et un poids approximatif de 23 kg (50 lb) chacune. Le tablier, muni d'un dossier d'appui de charge, a une largeur de 1,07 m et une hauteur de 1,20 m.

La longueur totale du chariot élévateur avec les rallonges de fourches est de 4,48 m et sa largeur au niveau des roues est de 1,02 m. Le chariot élévateur possède des roues pneumatiques. La direction de ce chariot élévateur se fait par la rotation des roues arrière et le point de pivot est au niveau de l'essieu des roues avant. Le rayon de braquage du chariot est 1,98 m.



Photos 8 et 9 : Chariot élévateur Komatsu

Source : CNESST

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

Le 18 septembre 2020, vers 7 h 30, monsieur **C**, directeur, téléphone à monsieur **D**, pour lui demander de se présenter au travail. Le camion de livraison des remorques est arrivé la veille et celles-ci doivent être déchargées dans la journée. Monsieur **F** arrive à l'établissement.

Vers 7 h 45, monsieur **E** arrive sur les lieux. Le conducteur du camion de livraison, qui était en attente dans le stationnement du commerce voisin, déplace et immobilise le camion dans la cour de Motoplex St-Eustache.

Vers 8 h, monsieur **D** arrive à l'établissement et le quart de travail commence. Monsieur **C** explique aux travailleurs les tâches à faire et la façon de procéder pour décharger les remorques. Monsieur **C** conduira le chariot élévateur Komatsu et monsieur **D** le chariot élévateur Kubota. Les , messieurs **E** et **F**, feront l'installation des accessoires de levage. L'équipe se dirige vers le camion de livraison.

Les commencent par détacher les chaînes d'arrimage de la pile située près de la cabine du camion. Ils montent sur la pile et installent quatre élingues sur les trois châssis du haut. Ils accrochent ensuite les chaînes aux élingues et les enroulent autour des rallonges de fourches des chariots élévateurs. Ils descendent et indiquent aux caristes qu'ils peuvent effectuer le levage.

Vers 8 h 30, les chariots élévateurs sont positionnés côte à côte. Le chariot élévateur conduit par monsieur **C** lève l'avant des châssis, tandis que le chariot élévateur conduit par monsieur **D** lève l'arrière des châssis. Les caristes soulèvent en tandem la charge suspendue puis reculent avec celle-ci en hauteur. Ils la descendent près du sol pour ensuite la déplacer et la déposer près du bâtiment principal.

Vers 8 h 40, les travailleurs effectuent le déchargement des trois remorques suivantes de la même manière et les déposent dans la cour.

Vers 8 h 50, monsieur **D** décharge les trois dernières remorques de cette pile. Pendant ce temps, monsieur **C** décharge des palettes d'accessoires. Avant d'entreprendre le déchargement de l'autre pile, monsieur **D**, propose à monsieur **C** de modifier la méthode de travail afin de lever les châssis du haut directement avec les rallonges de fourches du chariot élévateur Kubota. Monsieur **C** lui confirme que la méthode ne sera pas modifiée et qu'ils procéderont au déchargement comme précédemment.

Vers 9 h, les [] et monsieur **C** [] détachent les chaînes d'arrimage de la pile de châssis située à l'arrière de la semi-remorque. Monsieur **F** [] monte sur celle-ci pour récupérer et installer les élingues d'arrimage sur les trois châssis du haut.

À 9 h 03, monsieur **C** [] place les fourches de son chariot élévateur au-dessus de l'arrière des châssis. Monsieur **F** [] attache la chaîne aux élingues et l'enroule autour des rallonges de fourches du chariot élévateur. De son côté, monsieur **D** [] décharge des palettes d'accessoires et déplace des châssis précédemment posés près du bâtiment pour dégager l'espace.

À 9 h 08, monsieur **D** [] revient vers la semi-remorque avec son chariot élévateur et soulève monsieur **E** [] à l'aide de ses rallonges de fourches pour qu'il se positionne sur le dessus de la pile de châssis. Monsieur **E** [] fait ensuite l'installation des élingues et attache la chaîne à celles-ci. Il enroule la chaîne autour des rallonges de fourches du chariot élévateur Kubota.

À 9 h 10, monsieur **E** [] termine l'installation de la chaîne, puis il descend de la pile et de la semi-remorque. Monsieur **F** [], quant à lui, descend sur le plancher de la semi-remorque et reste au milieu des châssis. De leur position, les [] disent aux caristes qu'ils peuvent procéder au levage.

À 9 h 11, les caristes lèvent la charge lentement. Ils reculent les chariots élévateurs en ligne droite. Ensuite, pour diriger son chariot élévateur vers l'arrière du bâtiment, monsieur **C** [] effectue un virage vers la gauche. À ce moment, les [] constatent que les roues gauches du chariot élévateur de monsieur **C** [] se soulèvent et ils tentent de le prévenir en criant. Monsieur **D** [] constate aussi que la roue avant gauche de son chariot élévateur se soulève du sol, il baisse immédiatement les fourches pour tenter de le rééquilibrer.

À 9 h 13, les deux chariots élévateurs renversent latéralement vers la droite. Lors du renversement, monsieur **C** [] se précipite hors de sa cabine et se retrouve dans la trajectoire de renversement du chariot élévateur Kubota conduit par son collègue. Monsieur **C** [] est écrasé par le chariot élévateur Kubota. Les travailleurs tentent immédiatement de le secourir.

À 9 h 17, les policiers arrivent, suivis des ambulanciers et des pompiers. Monsieur **C** [] est transporté à l'hôpital de Saint-Eustache où son décès est constaté.

4.2 Constatations et informations recueillies

4.2.1 Scène de l'accident

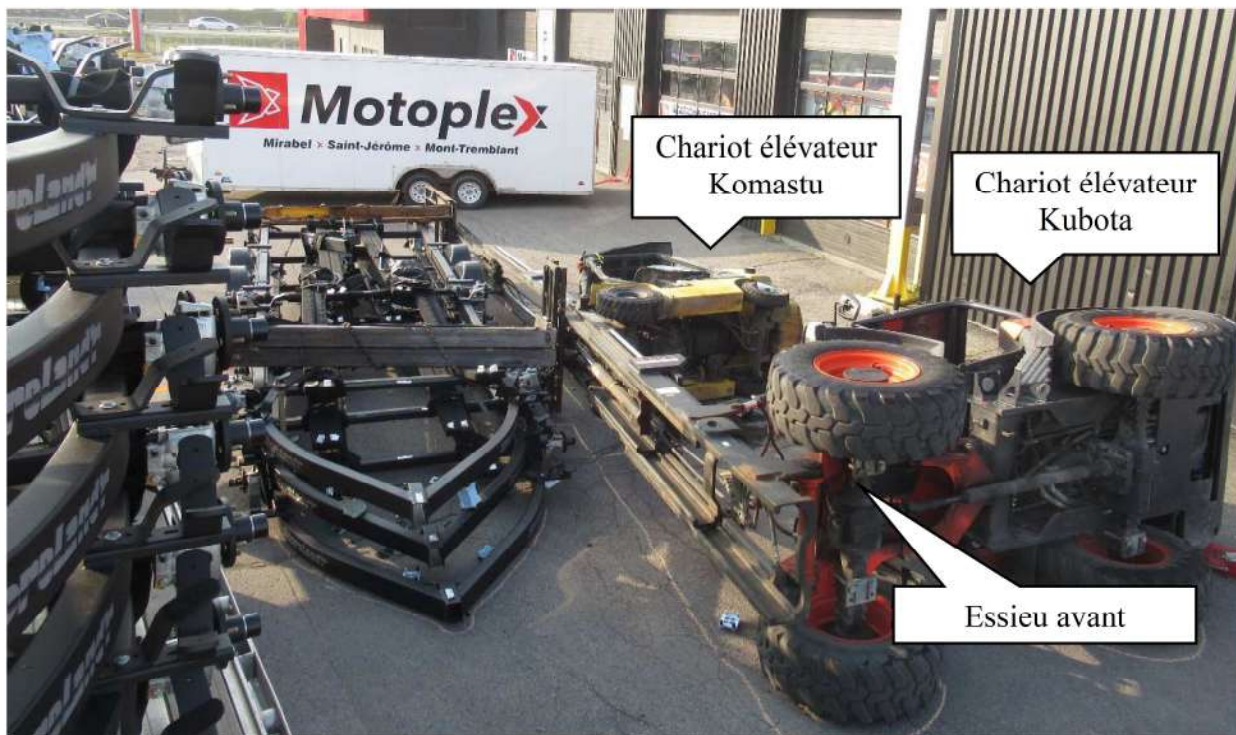


Photo 10 : Scène du renversement

Source : CNESST

Sur la scène de l'accident, les deux chariots élévateurs sont renversés sur leur côté droit. Ils sont entre le bâtiment principal et la semi-remorque de livraison.

Les informations suivantes sont prises sur la scène (voir figure 2) :

Chariot élévateur Kubota

Le toit de l'auvent (cabine de protection) du chariot élévateur Kubota est à 1,65 m des roues arrière du chariot élévateur Komatsu. L'arrière du chariot élévateur Kubota est à 2 m du coin du bâtiment et son essieu avant à 2,90 m de la semi-remorque. Les fourches sont à 3,73 m du dessous des roues. Les fourches et leurs rallonges sont placées au centre du tablier et ont une largeur réunie de 31 cm. La ceinture de sécurité n'est pas bouclée.

Chariot élévateur Komastu

L'arrière du chariot élévateur Komatsu est à 3,08 m du bâtiment et à 3,40 m du coin vers les portes de garage. L'essieu avant est à 3,87 m de la semi-remorque. Les fourches se trouvent à 4,60 m du dessous des roues. Une fourche s'est décrochée du tablier et elle a fait une rotation vers la gauche. L'autre fourche est à l'extrême gauche du tablier et appuyée sur les châssis. La largeur des fourches et de leurs rallonges réunies a été estimée à 24 cm. La ceinture de sécurité est bouclée sur le siège du cariste.

Châssis

Les trois châssis sont au sol. Ils sont empilés et décalés vers l'arrière l'un par rapport à l'autre. L'avant des châssis est à 3,73 m plus en arrière que ceux sur la semi-remorque et leur axe central forme un angle d'environ 13° par rapport à la semi-remorque.

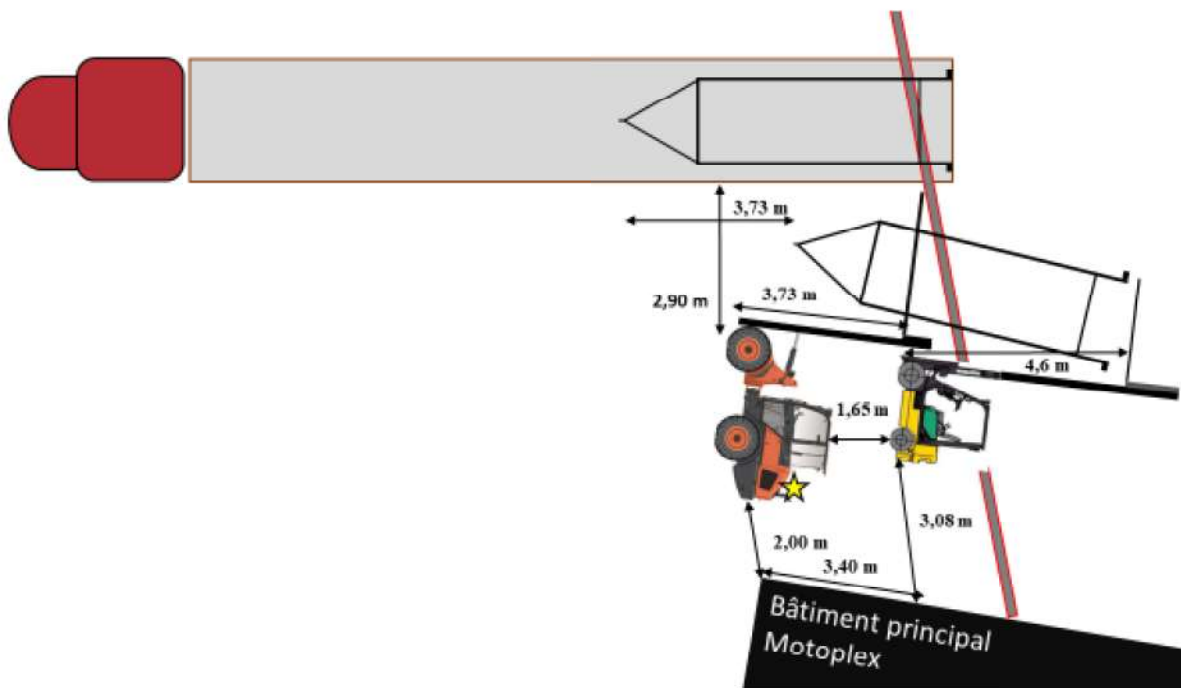


Figure 2 : Scène du renversement

Source : CNESST

Le haut du corps de monsieur C se trouvait sous la partie arrière du chariot élévateur Kubota marqué par une étoile sur la figure 2 ci-dessus. Il était à 1,80 m de distance par rapport à l'emplacement estimé du marchepied gauche du chariot élévateur Komatsu avant son renversement.

4.2.2 Remorques

Les remorques déchargées le jour de l'accident sont des remorques à double essieu de marque ShoreLand'r portant le numéro de modèle PT2547TBB16. Elles sont conçues pour le transport de pontons dont la longueur varie entre 6,71 m à 7,62 m (22 à 25 pieds). Elles ont une capacité de charge de 2131 kg. L'employeur nous informe avoir fait une première commande de ces remorques chez un nouveau fournisseur le 27 juillet 2020. La commande est constituée de 30 remorques à double essieu, de 15 remorques pour ponton à simple essieu et de 17 remorques pour motomarine.



Photo 11 : Remorque à double essieu ShoreLand'r pour ponton

Source : ShoreLand'r

Les châssis des remorques ont une forme triangulaire arrondie à l'avant et rectangulaire à l'arrière. Ils ont une longueur de 7,10 m de la pointe avant aux feux arrière et une largeur de 1,85 m. Ils sont composés de deux longerons d'une hauteur de 12,5 cm et d'une largeur de 8,5 cm. Deux traverses de 5 cm d'épaisseur sont au centre du cadre des châssis dont une à 1,91 m de l'avant et l'autre à 68 cm des feux arrière.



Photo 12 : Châssis de remorque levés lors de l'accident

Source : CNESST

Les accessoires attachés sur les châssis sont les deux essieux avec les freins, les quatre glissières, le treuil, le support de treuil et l'attelage. Sur les châssis levés lors de l'accident, un essieu est attaché à 1,61 m de l'avant du cadre du châssis.

Sur la semi-remorque, l'arrière de la pile de six châssis est à égalité avec l'arrière de celle-ci. Les châssis sont empilés à l'aide de blocs séparateurs de 13 cm de hauteur, munis de pointes de 2,5 cm de hauteur. La pile repose sur des blocs de bois de 15 cm de hauteur placés sur le plancher de la semi-remorque. Ce dernier est à 1,44 m du sol. La hauteur de la pile est de 1,55 m. Ces mesures nous permettent d'estimer la hauteur de la pile de neuf châssis, au moment de la livraison, à 3,76 m du sol.



Photo 13 : Châssis des remorques empilés

Source : CNESST

Le poids des six châssis restés sur la semi-remorque est de 2753 kg. Ce qui nous permet d'estimer que le poids de trois châssis est de 1377 kg et celui de la pile de neuf châssis est de 4129 kg.

4.2.3 Emplacement de la semi-remorque et des châssis

Le jour de l'accident, le chauffeur du camion de livraison stationne dans la cour de l'établissement le long de la clôture sans indication du Groupe Motoplex St-Eustache. Celui-ci nous explique que cet emplacement lui permet de reculer son camion après le déchargement. À cet endroit, l'avant du camion est à 7,90 m des glissières de sécurité en béton de ciment. La semi-remorque ayant une longueur de 16,20 m, sa partie arrière sur une distance de 4,06 m se trouve vis-à-vis le bâtiment principal (figure 3). La semi-remorque est légèrement en angle par rapport au bâtiment et son côté est à 8,28 m du coin du bâtiment et son coin arrière est à 9 m de celui-ci.



Photo 14 : Emplacement de la semi-remorque

Source : CNESST

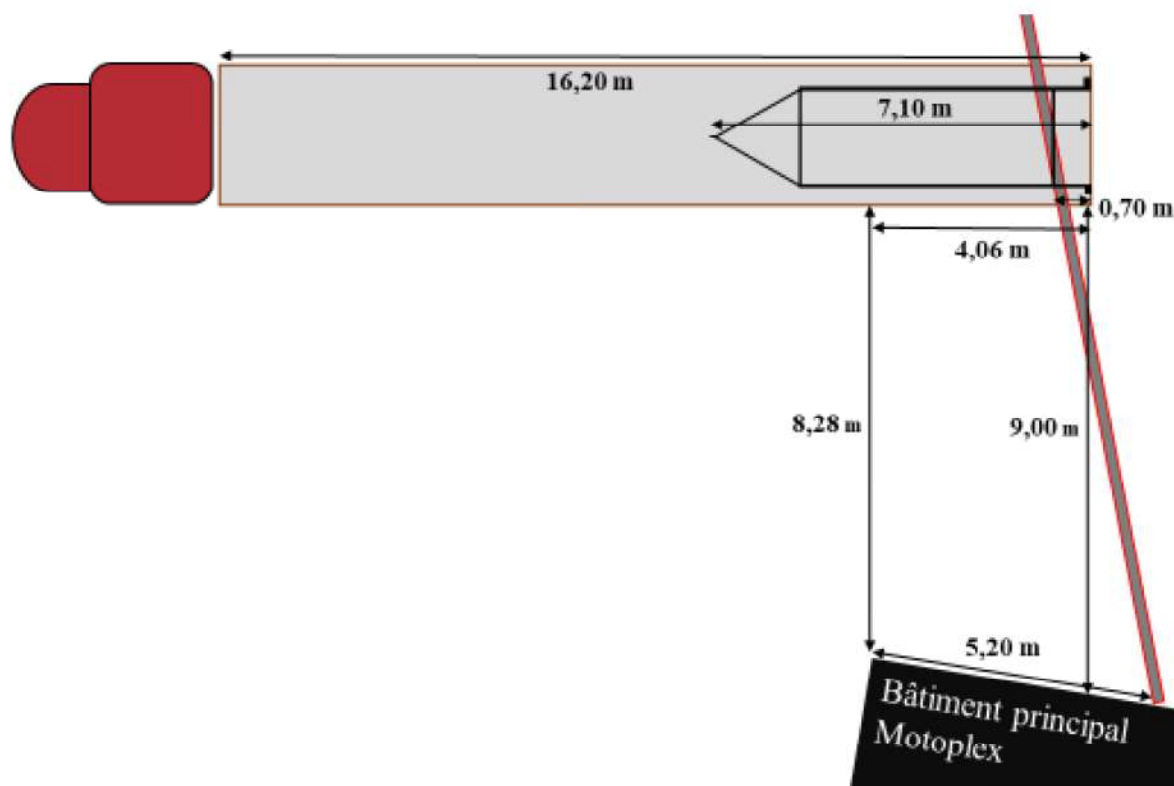


Figure 3 : Emplacement de la semi-remorque

Source : CNESST

L'enseigne surplombe l'arrière de la semi-remorque au-dessus de la pile de châssis. Le dessous de l'enseigne est à 5,38 m du sol. Elle traverse la semi-remorque à 70 cm de l'arrière de celle-ci (photo 15).



Photo 15 : Enseigne au-dessus de la pile de châssis Source : CNESST

4.2.4 État mécanique du chariot élévateur Komatsu

Selon les documents de l'employeur, la dernière inspection annuelle du chariot élévateur a été effectuée en 2018. La dernière fiche d'inspection avant départ pour ce chariot élévateur est, quant à elle, datée de janvier 2020.

À la suite de l'accident, le chariot élévateur a été réquisitionné par la CNESST et une évaluation de son état mécanique a été effectuée par l'entreprise Liftow. Les constatations suivantes, tirées du rapport d'expertise¹, portent sur son état mécanique :

- Ceinture de sécurité :

« [...] la ceinture de sécurité était attachée et que la partie fixe (boucle femelle) dans laquelle passe la boucle mâle était rabaissée sur le côté du siège. La boucle femelle a été très difficile à remettre en position normale, ce qui semble indiquer qu'elle soit dans cette position depuis un certain temps. »

¹ Rapport d'expertise Liftow (annexe C)



Photo 16 : Ceinture de sécurité du chariot élévateur Komatsu lors de l'accident Source : CNESST

- Pneus :

« La vérification des pneus a démontré qu'il manquait d'air dans les pneus avant (60 psi). La pression recommandée est de 100 psi. Les pneus de direction arrière étaient bien gonflés à 105 psi. Les pneus sont légèrement usés, environ 25 %, mais encore en bon état. Les pneus sur les chariots élévateurs sont la suspension du véhicule. Un pneu dégonflé va rendre cette suspension plus molle, donc moins stable. »

- Fourches et rallonges de fourches :

« Les barrures de fourches et les crochets sont usés, ce qui entraîne un mouvement latéral excessif des fourches. Le jeu d'une fourche neuve est d'environ 1,5 pouce. Nous avons mesuré environ 5 pouces sur celles du Komatsu. »

« Les barrures des fourches doivent retenir les fourches dans leur position ainsi que les crochets de fourches pour limiter le jeu latéral. Elles sont à changer. »

« Les rallonges de fourche (84 pouces) n'ont plus d'information de capacité, l'autocollant des spécifications n'est plus là, et aucune gravure n'a été décelée sur le côté des fourches. Elles sont légèrement courbées, mais demeurent dans les normes de rectitude. Elles sont trop longues pour être utilisées avec des fourches de 48 pouces. (150 %). »

- Freinage :

« Nous avons vérifié le système de freinage et il n'était pas conforme. Seulement une roue bloquait côté gauche. Nous avons testé le frein de stationnement qui ne retenait pas complètement le chariot, car seulement une roue bloquait côté gauche. À la suite de l'ouverture des roues, nous avons vu que les freins du côté droit étaient complètement remplis d'huile, le côté gauche avait le boulon de retenue cassé et le joint d'étanchéité commençait à couler lui aussi, mais les freins côté gauche

n'étaient que partiellement affectés. Le système de freinage est sur les roues avant seulement, les roues arrière sont pour la direction. Donc il n'y a qu'une roue sur 2 qui freinait le véhicule. Pour que l'huile se rende sur les bandes de frein, le joint d'étanchéité de l'essieu est défectueux et laisse passer l'huile, ce qui est un autre signe de manque d'entretien. »

- Capacité de charge :

« Lors de cette expertise, nous avons également demandé d'évaluer la capacité du chariot élévateur avec un centre de charge se situant à 1025 mm (41 po) des fourches. La capacité de charge du chariot élévateur Komatsu a été estimée à 700 kg (1500 lb) pour cet emplacement. »

4.2.5 Méthode de levage

L'employeur nous précise que lors de la commande, il ne connaissait pas les détails de livraison des remorques (nombre de voyages, remorques assemblées ou en pièces, etc.). Habituellement, lorsqu'il commande des remorques, elles sont livrées en quelques unités à la fois et déjà assemblées à l'établissement de Mont-Tremblant. Toutefois, en juin 2020, le Groupe Motoplex inc. modifie l'organisation de ses activités dans ses établissements. Entre autres, il ajoute la vente et la réception d'embarcations nautiques à l'établissement de Saint-Eustache. Nonobstant, ce changement d'activité, l'employeur n'a pas élaboré de règles de sécurité en lien avec l'utilisation des chariots élévateurs ni de directives sur les méthodes de levage pour cet établissement. En effet, les méthodes de levages des embarcations nautiques n'ont pas fait l'objet de discussion lors des rencontres périodiques d'administration. De plus, il n'y avait pas de méthode de travail spécifique prévue pour le déchargement des remorques.

Mercredi 16 septembre 2020, la livraison de la première partie de la commande des remorques ShoreLand'r a lieu dans la cour de l'établissement de Saint-Eustache. Le directeur [REDACTED] détermine, au moment de la livraison, la méthode de déchargement. Selon les témoignages, le directeur décide de lever trois unités à la fois puisque le poids d'une pile de neuf châssis de remorque dépasse la capacité de charge du chariot élévateur Kubota qui se limite à 2388 kg. Cependant, la présence des accessoires attachés sur les châssis ne permet pas d'insérer les rallonges de fourches du chariot élévateur Kubota entre les châssis sans risquer de les abîmer. Il décide alors de suspendre la charge avec les élingues et les chaînes d'arrimage du camion de livraison et d'effectuer l'opération en tandem avec les deux chariots élévateurs.

Ce jour-là, l'équipe de travail, composée de monsieur C [REDACTED] et de [REDACTED], parvient à faire le déchargement de la livraison. Les travailleurs nous expliquent que le chauffeur du camion a informé monsieur C [REDACTED] qu'il reviendrait le lendemain ou le vendredi afin de livrer la dernière partie de la commande.

Le 18 septembre 2020, jour de l'accident, la livraison comporte deux piles de neuf châssis de remorque et leurs accessoires. Le directeur décide d'appliquer la même méthode de déchargement en tandem puisque le précédent déchargement a pu être complété de cette manière. Afin de faciliter la manœuvre, un quatrième travailleur est appelé en renfort, soit monsieur D [REDACTED]. Lors du déchargement de la première pile des châssis, tout comme lors de celui du 16 septembre 2020, l'espace derrière les chariots élévateurs est suffisant afin de reculer en ligne droite. À la suite du

déchargement de la première pile, monsieur D propose à monsieur C une autre méthode afin d'augmenter l'espace entre les châssis et permettre l'insertion des rallonges de fourches. Monsieur C ne retient pas cette proposition et applique la méthode utilisée pour la première pile. Cependant, pour le déchargement de la pile arrière, la présence du bâtiment principal limite l'espace de travail disponible. La méthode est ainsi adaptée en effectuant un virage des chariots élévateurs pendant la manœuvre de recul.

4.2.5.1 Accessoires de levage et installation

Les chaînes et les élingues employées pour suspendre les châssis lors du levage sont des accessoires d'arrimage appartenant à l'entreprise de livraison. Ce sont celles qui servent à arrimer les châssis et les accessoires au plateau de la semi-remorque.

4.2.5.1.1 Élingues

Les quatre élingues en nylon ont une longueur de 1,90 m, une largeur de 5 cm et sont munies d'un anneau de 1 cm d'épaisseur à chaque extrémité.

Photo 17 : Élingue de nylon d'arrimage

Source : CNESST



Les élingues de nylon sont installées en panier autour des trois châssis, de chaque côté, à raison de deux à l'avant et deux à l'arrière.



Dessin 1 : Élingues de nylon en panier sur les châssis

Source : CNESST

À l'avant, les élingues sont installées entre le support des glissières et l'essieu respectivement à 1,30 m et 1,61 m de l'avant des châssis.

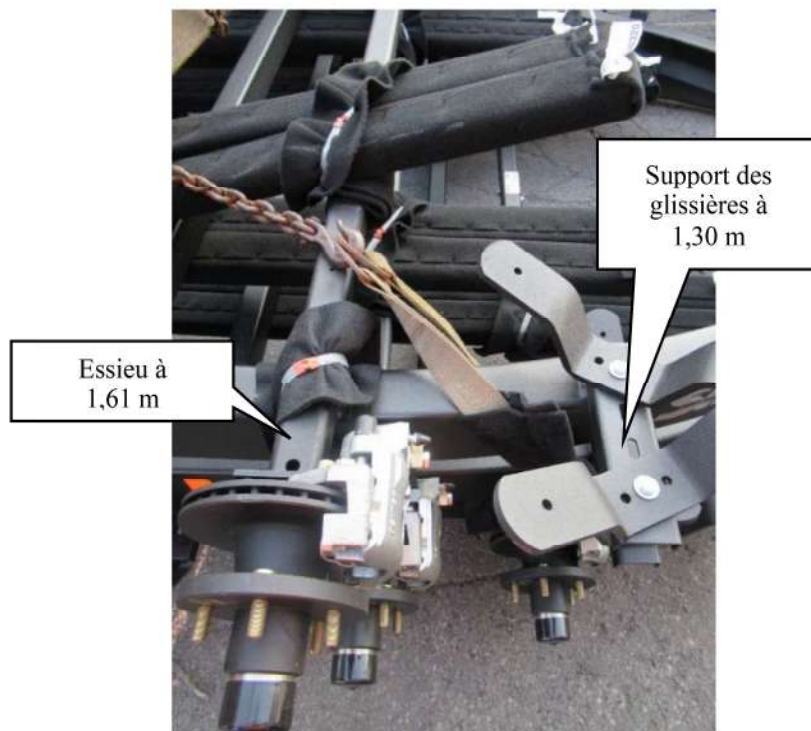


Photo 18 : Élingue à l'avant des châssis Source : CNESST

À l'arrière, les élingues sont placées entre le support des glissières et la traverse respectivement à 23 cm et 68 cm de l'arrière des châssis.

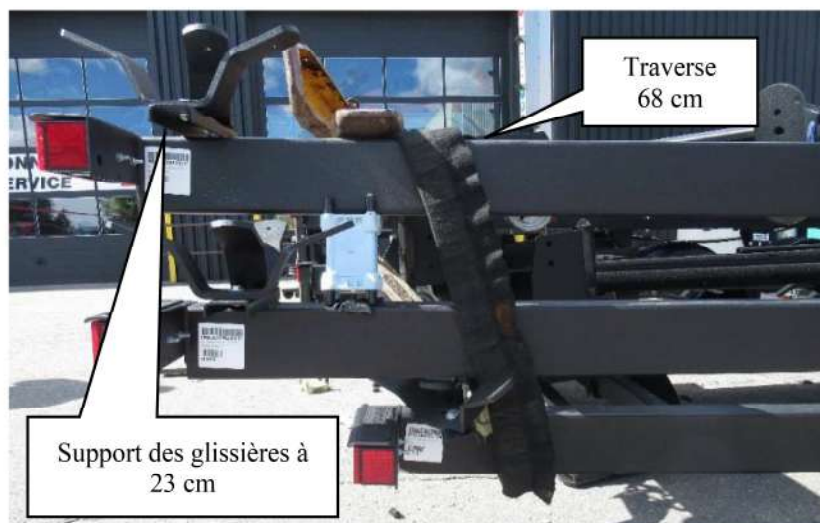


Photo 19 : Élingue à l'arrière des châssis

Source : CNESST

La distance entre les points d'attache, avant et arrière, des élingues est de 4,75 m. De plus, en connaissant la longueur des élingues et la hauteur de trois châssis qui est de 63,5 cm, incluant les blocs séparateurs, nous estimons que le haut de l'anneau des élingues est à 27,3 cm au-dessus des châssis lors du levage.

4.2.5.1.2 Chaînes

Les chaînes ont une longueur de 2,67 m et sont munies d'un crochet ouvert (sans linguet) à une extrémité et d'un crochet de chaîne (prévu pour la raccourcir) à l'autre extrémité.



Photo 20 : Chaîne d'arrimage

Source : CNESST

Les chaînes sont utilisées pour suspendre la charge aux rallonges de fourches des chariots élévateurs. Pour ce faire, elles sont enroulées autour des rallonges de fourches et leurs crochets sont insérés dans les anneaux des élingues formant les points d'attache sur les châssis.

Sur le chariot élévateur Kubota, la chaîne est enroulée deux fois respectivement à 1,03 m et à 1,60 m du talon des fourches. Le centre d'appui est donc estimé à 1315 mm. La longueur de suspension de la chaîne est de 58 cm près du talon des fourches et de 47 cm de l'autre côté. La longueur estimée de l'élingage sous les rallonges des fourches est de 73 cm et de 84 cm en tenant compte des chaînes et des élingues (photo 21).



Photo 21 : Chaîne enroulée autour des rallonges de fourches du chariot élévateur Kubota Source : CNESST

Sur le chariot élévateur Komatsu, la chaîne est enroulée trois fois respectivement à 0,59 m, à 1 m et à 1,43 m du talon des fourches. Le centre d'appui est estimé à 1010 mm. Un travailleur nous explique que cette façon de faire permet de raccourcir la chaîne pour que la suspension soit la plus courte possible. Puisque les fourches et leur rallonge se sont déplacées lors du renversement, la longueur de la suspension des chaînes est estimée à 11 cm près du talon des fourches et à 14 cm de l'autre côté. La longueur estimée de l'élingage sous les rallonges des fourches est de 38 cm et de 41 cm en tenant compte des chaînes et des élingues (photos 22 et 23).



22



23

Photos 22 et 23 : Chaîne enroulée autour des rallonges de fourches du chariot élévateur Komatsu Source : CNESST

4.2.6 Déchargement des châssis

4.2.6.1 Position des chariots élévateurs

En préparation pour le levage, les caristes placent les chariots élévateurs entre la semi-remorque et le bâtiment principal. Le chariot élévateur Kubota est vis-à-vis l'avant des châssis tandis que le chariot élévateur Komatsu est vis-à-vis l'arrière. Ils se trouvent côte à côte à une distance d'environ 3,4 m. Les caristes positionnent les rallonges de fourches au-dessus des points d'attache créés par les élingues à 4,75 m les unes des autres.

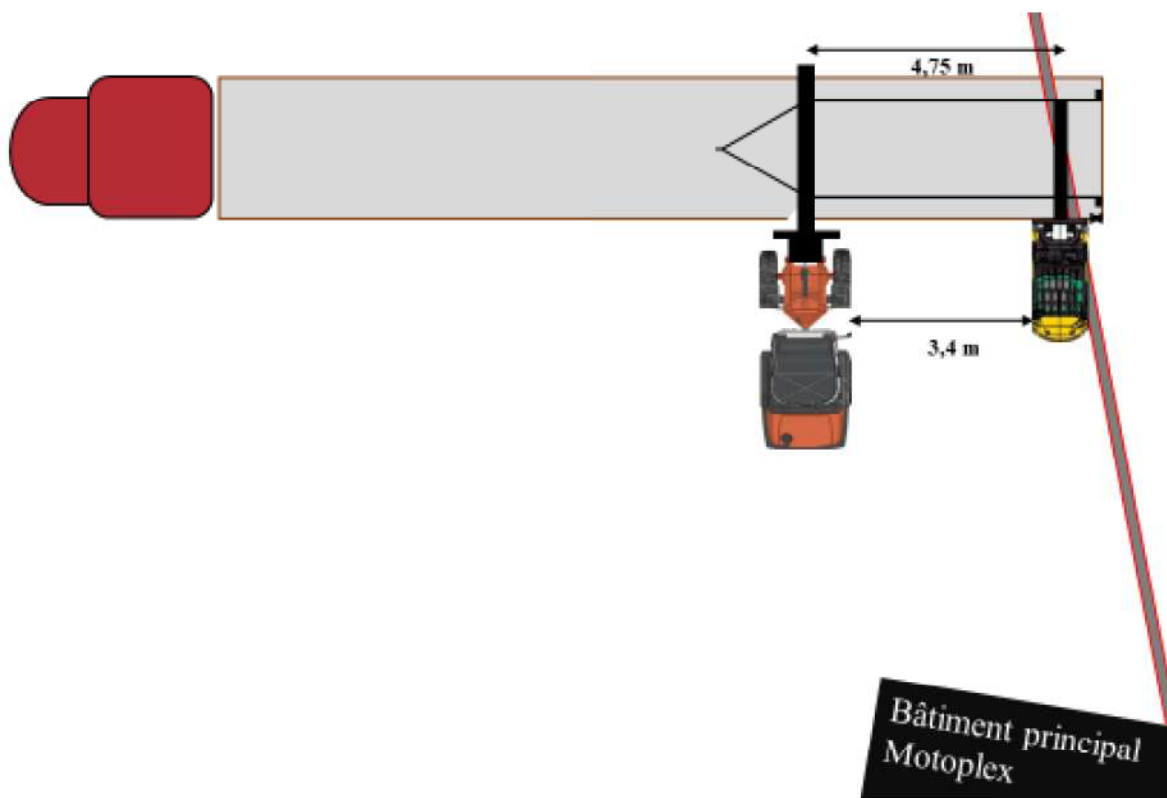


Figure 4 : Position des chariots élévateurs lors de l'installation des chaînes

Source : CNESST

4.2.6.2 Hauteur du levage

Les informations suivantes nous permettent d'estimer la hauteur des fourches lorsque les chariots élévateurs ont levé la charge :

- La pile des neuf châssis a une hauteur de 3,76 m par rapport au sol.
- L'enseigne qui surplombe la pile est à 5,38 m du sol.
- L'espace entre la pile de châssis et l'enseigne est de 1,62 m.

- Le chariot élévateur Komatsu effectue le levage de la charge sous l'enseigne, ce qui limite la hauteur que peuvent atteindre les fourches. Le dossieret d'appui de charge du tablier du chariot élévateur Komatsu a une hauteur de 1,20 m, ce qui laisse 42 cm d'espace libre pour le levage.
- Une marque noire d'environ 60 cm de longueur est présente sous la barre de l'enseigne (photos 24 et 25) et une trace de frottement est présente sur le dessus du coin droit du dossieret d'appui de charge du chariot élévateur Komatsu. Donc, il y a eu contact, tel qu'il a été confirmé par les témoignages.
- La longueur estimée de l'élingage sous les rallonges des fourches du Kubota est de 73 cm et de 84 cm en tenant compte des chaînes et des élingues.

Vu les informations précédentes, la hauteur des fourches du Komatsu est estimée à 4,16 m du sol lors du levage. Les mesures prises sur la scène du chariot élévateur renversé (4,60 m) ne reflètent donc pas la hauteur des fourches avant l'accident. Nous concluons que le mât hydraulique s'est déployé lors du renversement.



Photos 24 et 25 : Marque noire sous l'enseigne

Source : CNESST

En ce qui concerne le chariot élévateur Kubota, considérant la hauteur de la pile et les mesures de l'élingage, la hauteur des fourches est estimée à environ 4,70 m lors du levage. La mesure de 3,73 m prise sur la scène reflète donc la hauteur des fourches à la suite de l'abaissement de celles-ci par le cariste lors du renversement.

Malgré la différence de hauteur des fourches des chariots élévateurs pour le levage de la charge, la vidéo de surveillance d'un commerce voisin nous démontre que les châssis ont été levés de manière équilibrée.

4.2.6.3 Déplacement des chariots élévateurs

4.2.6.3.1 Manœuvre de recul

Après avoir levé la charge, les chariots élévateurs reculent pour dégager les châssis de la pile. La marque sous l'enseigne nous indique la trajectoire du chariot élévateur Komastu. La marque est une ligne droite et ensuite oblique avec un point où la friction semble avoir été plus grande (photos 24 et 25). Le point de friction se situe à environ 1,75 m de la semi-remorque. La ligne oblique nous indique que le chariot élévateur Komatsu effectue un virage vers la gauche. La figure 5 illustre la manœuvre de recul en ligne droite d'environ 1,75 m. Les châssis sont toujours en partie au-dessus de la semi-remorque.

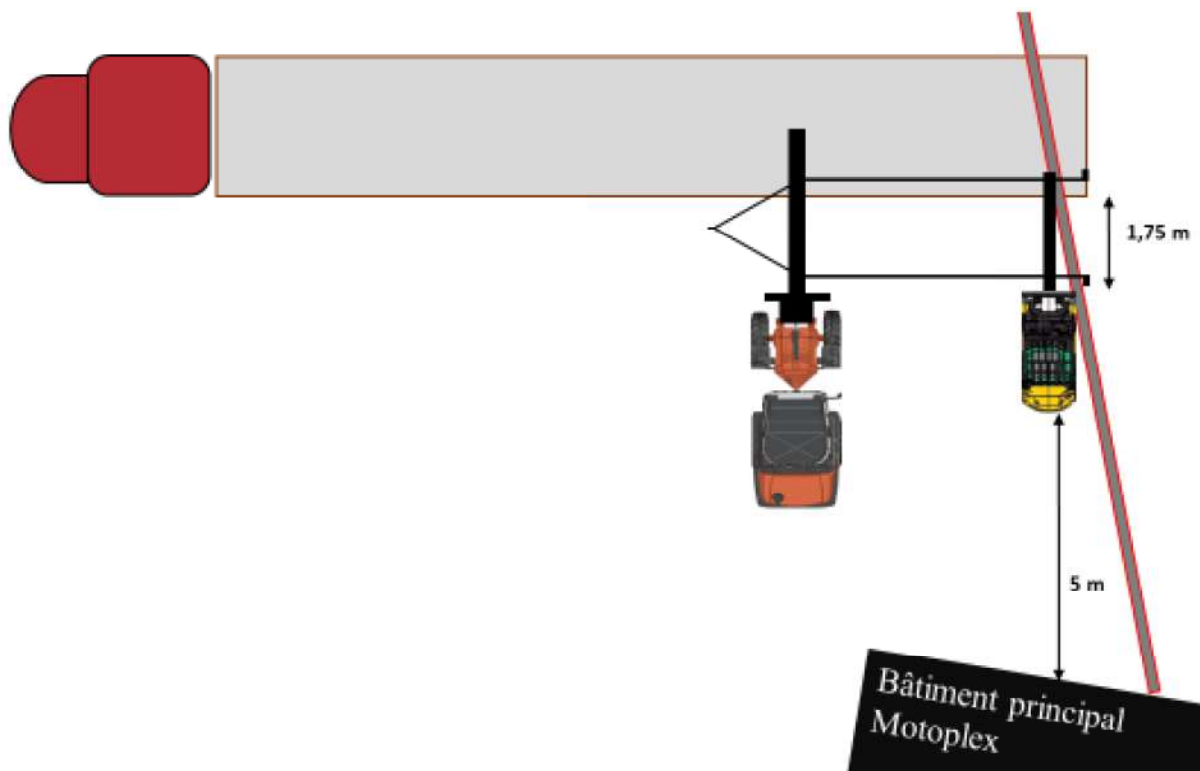


Figure 5 : Manœuvre de recul en ligne droite

Source : CNESST

Le virage vers la gauche permet d'éviter le bâtiment principal. Selon les témoignages, monsieur C amorce le virage du chariot élévateur Komatsu en premier alors que le conducteur du chariot élévateur Kubota maintient une ligne droite. L'arrière du chariot élévateur Komatsu est estimé à environ 5 m du bâtiment au départ du virage et termine à 3,08 m après le renversement. En tenant compte de la distance entre les deux chariots élévateurs mesurée sur la scène de l'accident et de la dimension des chariots élévateurs, nous estimons que ceux-ci étaient à une distance d'environ 3,10 m l'un de l'autre lorsqu'ils ont renversé. Nous estimons

donc que le chariot élévateur Komatsu se déplace d'environ 30 cm vers la gauche, faisant passer la distance entre les deux chariots élévateurs de 3,40 m à 3,10 m. Les fourches des chariots se rapprochent à 4,45 m les unes des autres.

La figure suivante illustre la position estimée des chariots élévateurs après le virage et avant leur renversement.

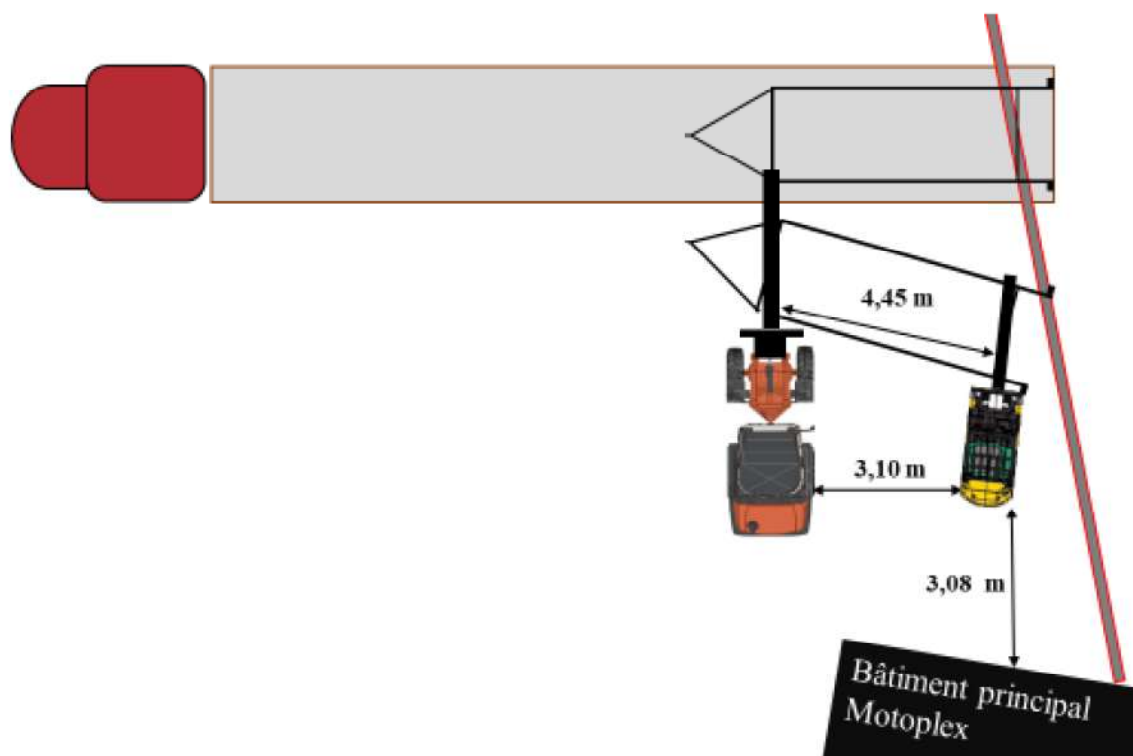
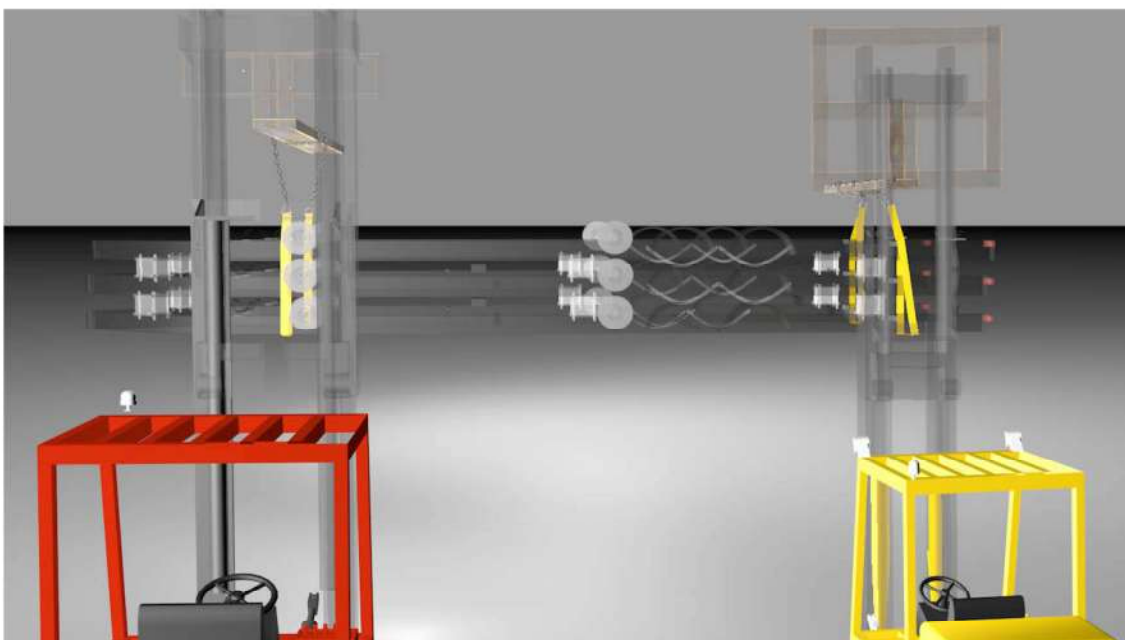


Figure 6 : Position des chariots élévateurs avant le renversement

Source : CNESST

4.2.6.3.2 Charge suspendue

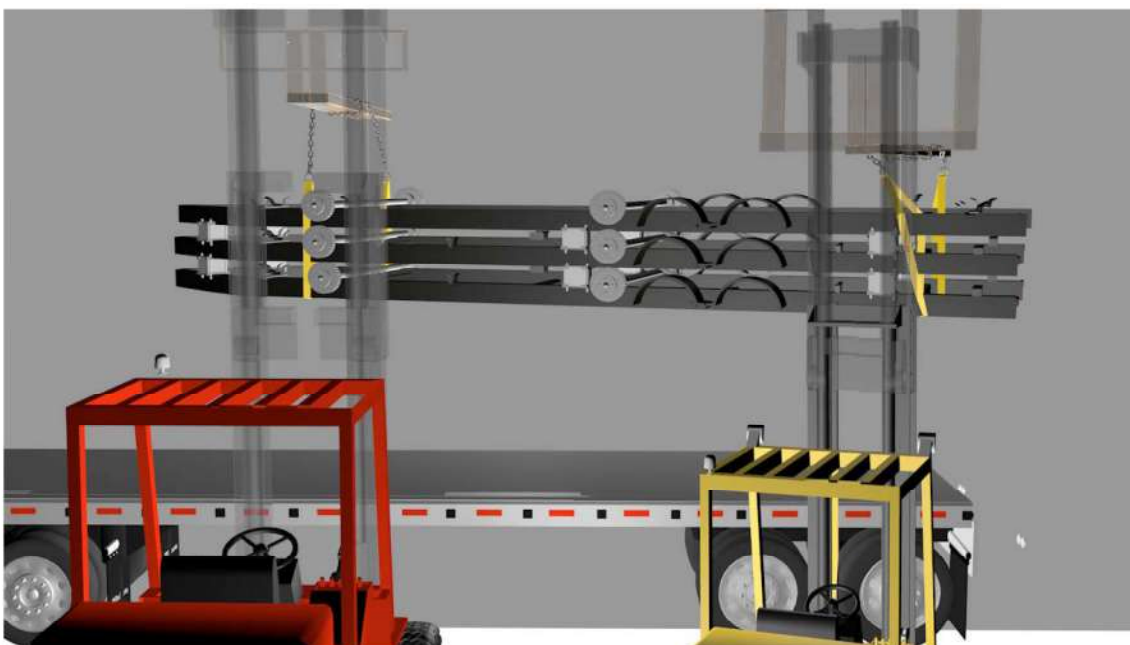
Lors de ce levage en tandem, le centre de gravité des châssis est situé au milieu de ceux-ci et leur poids est réparti entre les deux chariots élévateurs. Chaque chariot élévateur supporte environ 688 kg. Lorsque les fourches des deux chariots élévateurs sont au-dessus des points de suspension, la tension sur les rallonges de fourches est appliquée de manière verticale vers le sol.



Dessin 2 : Charge suspendue avant la manœuvre de recule

Source : CNESST

Les roues avant du chariot élévateur Komatsu forment le point de pivot. Lors du virage du chariot élévateur Komatsu, les bouts des rallonges de fourches s'éloignent de celles du Kubota tandis que les talons des fourches suivent le mouvement de celui-ci. En rapprochant les chariots élévateurs, les fourches se retrouvent à 4,45 m alors que les élingues sont attachées à une distance de 4,75 m sur les châssis.



Dessin 3 : Charge suspendue pendant la manœuvre de virage

Source : CNESST

La tension exercée par la charge sur les fourches passe de verticale à une tension en angle (verticale et latérale). Sur le chariot élévateur Komatsu, la tension s'applique vers la droite sur les rallonges de fourches ce qui provoque l'inclinaison de son mât dans le même sens.

4.2.7 Le renversement

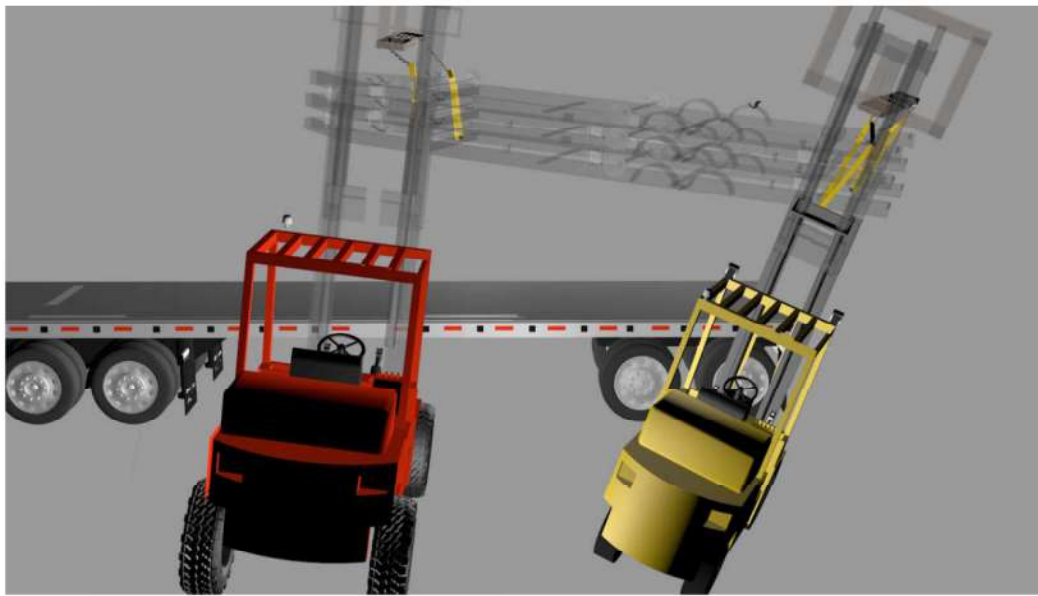
Les vidéos de surveillance du commerce voisin et de l'employeur, ainsi que les témoignages, indiquent que le renversement s'est produit en étapes alors que les chariots élévateurs se déplacent à très faible vitesse estimée à 0,06 km/h.

- Renversement incomplet du chariot élévateur Komatsu

Lors de la manœuvre de virage, les roues gauches du chariot élévateur Komatsu se soulèvent du sol, les roues droites s'affaissent et son mât s'incline vers la droite. Le chariot élévateur est dans un équilibre critique et entraîne la charge vers la droite, mais il ne tombe pas au sol.

- L'équilibre précaire du tandem

Le chariot élévateur Kubota retient la charge attachée à ses rallonges de fourches ainsi que le chariot élévateur Komatsu. La tension appliquée sur les fourches du Kubota vers la droite entraîne le soulèvement de sa roue avant gauche. Les deux chariots élévateurs sont dans un équilibre précaire.



Dessin 4 : Équilibre précaire du tandem

Source : CNESST

- Renversement des deux chariots élévateurs

L'équilibre précaire est modifié lors de l'abaissement des fourches du Kubota. La charge effectue un mouvement de descente vers le sol. Le chariot élévateur Komatsu continue son renversement en entraînant la charge. La tension exercée sur les fourches du chariot élévateur Kubota entraîne également son renversement.

Selon les témoignages, monsieur C se précipite hors de la cabine du chariot élévateur Komatsu alors qu'il est en équilibre critique. Il saute en direction du Kubota et se trouve happé par l'arrière de celui-ci lorsqu'il renverse à son tour. Monsieur C est alors écrasé sous le chariot élévateur Kubota.

4.2.8 Stabilité latérale du chariot élévateur Komatsu

À la suite des constatations sur l'état mécanique par l'entreprise Liftow, la CNESST a mandaté le fabricant de chariots élévateurs Vallée inc. afin de déterminer l'influence du gonflement des pneus du chariot élévateur Komatsu sur sa stabilité latérale.

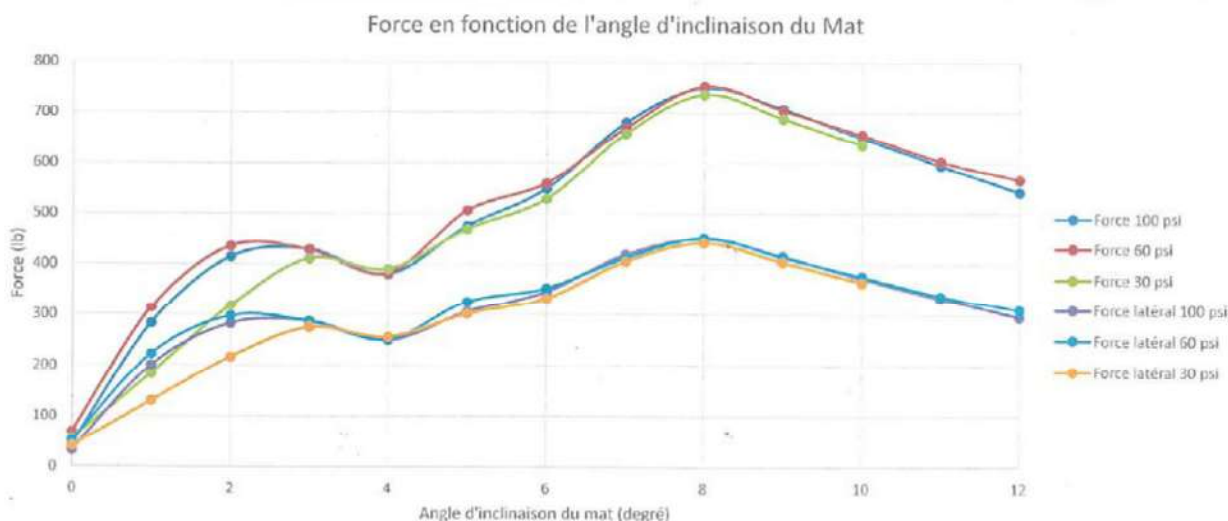
L'entreprise a élaboré un protocole d'essais et a effectué des simulations avec le chariot élévateur dont les pneus ont été gonflés à 100 psi, tel que recommandé par le fabricant, à 60 psi, pression lors de l'accident, et à 30 psi à des fins de comparaison. Les expérimentations ont permis de déterminer la force nécessaire pour provoquer le renversement du chariot élévateur dans ces trois conditions.

La force nécessaire et l'angle d'application sur les fourches ont d'abord été déterminés de manière théorique. L'hypothèse est que le chariot élévateur supporte la moitié de la charge soulevée lors de l'accident, soit 688 kg (1377 lb) et qu'il renverse lorsque l'angle d'application atteint 47 degrés par rapport à l'horizontale.

Les résultats sont consignés dans les tableaux suivants² :

Tableau des résultats des simulations							
Angle du mât par rapport au sol (degré)	Angle de la chaîne par rapport au sol (degré)	Pression des pneus avant 100 PSI		Pression des pneus avant 60 PSI		Pression des pneus avant 30 PSI	
		Force appliquée sur les fourches (lb)	Force latérale résultante (lb)	Force appliquée sur les fourches (lb)	Force latérale résultante (lb)	Force appliquée sur les fourches (lb)	Force latérale résultante (lb)
0	42	43	32	68	51	54	40
1	45	283	200	314	222	184	130
2	47	414	282	435	297	318	217
3	48	429	287	428	286	411	275
4	49	380	249	382	251	390	256
5	50	475	305	506	325	469	301
6	51	549	345	560	352	529	333
7	52	680	419	669	412	658	405
8	53	748	450	751	452	735	442
9	54	707	416	704	414	688	404
10	55	650	373	656	376	636	365
11	56	596	333	604	338		
12	57	543	296	568	309		

² Rapport d'expertise Vallée inc. (annexe D)



L'équipe de spécialistes chez Vallée inc. fait les observations suivantes à partir des essais et des résultats obtenus :

« Le graphique ci-haut nous permet de certifier que dans le cadre de notre simulation, la pression des pneus à un impact minime sur la force. Avec le graphique, il est possible d'observer deux points d'inflexion soit de 4 ° et 8°. Notre équipe a remarqué que de 0 à 4 degrés, seul le pneu avant gauche était dans les airs. Ensuite, de 4 à 8 degrés, le pneu arrière se soulève. À 8 degrés, nous atteignons le point de non-retour. C'est-à-dire que, sous une charge constante et non variable comme dans notre simulation, c'est à 8 degrés que le renversement du chariot surviendrait. »

Les conclusions de l'expertise sont :

« [...] La stabilité du chariot élévateur dans les conditions de simulation n'a pas été affectée par la variation de la pression des pneus avant. Si nous considérons que l'accident est arrivé en position statique, car la vitesse d'opération était très basse, il est possible d'affirmer que, même si les pneus avaient été gonflés aux recommandations du manufacturier, le renversement se serait quand même produit. »

Il est également précisé dans les conclusions que les essais sont le reflet d'une condition statique et non dynamique d'un chariot élévateur. Plus précisément :

« [...] La simulation effectuée par l'équipe de Vallée analyse le comportement statique du chariot élévateur. Il est fort probable que la pression des pneus modifie le comportement du chariot élévateur lorsque celui-ci est en mouvement (études dynamiques). »

Nous concluons donc que le gonflement des pneus en deçà des recommandations du fabricant n'a pas influencé la stabilité du chariot élévateur Komatsu lors de l'accident.

D'un autre côté, les résultats présentés dans le tableau indiquent la force nécessaire, appliquée à 1010 mm du talon des fourches, pour faire pencher le mât du chariot élévateur de 8° et causer son renversement. Cette force varie autour de 340 kg (750 lb) appliquée avec un angle de 53° par

rapport à l'horizontale. La charge réelle sur les fourches lors de l'accident était autour de 688 kg, soit près du double de la force nécessaire pour causer le renversement du chariot élévateur.



Photos 26 : Chariot élévateur Komatsu dont le mât est incliné de 8° Source : Vallée inc.

4.3 Règlementation en vigueur

4.3.1 Loi sur la santé et la sécurité du travail (LSST)

L'article 51 de la LSST décrit les obligations de l'employeur. Il stipule, entre autres, ce qui suit :

« **51.** L'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour protéger la santé et assurer la sécurité et l'intégrité physique du travailleur. Il doit notamment :

[...]

3° s'assurer que l'organisation du travail et les méthodes et techniques utilisées pour l'accomplir sont sécuritaires et ne portent pas atteinte à la santé du travailleur;

[...]

5° utiliser les méthodes et techniques visant à identifier, contrôler et éliminer les risques pouvant affecter la santé et la sécurité du travailleur;

[...]

7° fournir un matériel sécuritaire et assurer son maintien en bon état;

[...] ».

4.3.2 Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST)

Les articles du RSST s'appliquent à l'établissement de l'employeur et stipulent ce qui suit :

Dans la section sur les appareils de levage :

« **245. Conditions d'utilisation :** Tout appareil de levage doit être utilisé, entretenu et réparé de manière à ce que son emploi ne compromette pas la santé, la sécurité ou l'intégrité physique des travailleurs. À cette fin, un tel appareil doit :

[...]

5° être inspecté et entretenu conformément aux instructions du fabricant ou à des normes offrant une sécurité équivalente;

[...] »

« **246. Accessoires de levage :** Les accessoires de levage doivent être construits solidement, avoir la résistance requise, selon leur usage, et être tenus en bon état. »

« **255. Manutention sécuritaire des charges :** La manutention des charges sur un lieu de travail doit s'effectuer conformément aux normes suivantes :

[...]

8° les crochets servant au levage des charges de même que ceux fixés aux élingues doivent être munis d'un linguet de sécurité sauf lorsque ces crochets sont conçus spécifiquement pour le levage sécuritaire de certaines charges. »

« **256. Chariot élévateur :** Un chariot élévateur fabriqué à compter du 2 août 2001 doit être conforme à la norme Safety Standard for Low Lift and High Lift Trucks, ASME B56.1-1993. [...] »

« **256.1. Dispositif de retenue du cariste :** Un chariot élévateur en porte-à-faux à grande levée et à poste de conduite au centre, non élevable avec le cariste assis, visé au deuxième alinéa de l'article 256, 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. »

4.3.3 Normes de sécurité pour les chariots élévateurs

La norme B56.1 - *Norme de sécurité concernant les chariots élévateurs à petite levée et à grande levée* indique les précautions à prendre pour le levage de charge suspendue à l'article 5.4.5 :

« **5.4.5** La manipulation de charges suspendues à l'aide d'une flèche (bras de grue) ou d'un autre dispositif peut modifier les forces dynamiques et rendre le chariot moins stable qu'il ne l'est dans les conditions mentionnées au paragraphe 7.6. Les pentes ainsi que les démarrages, les arrêts et les virages brusques peuvent faire balancer la charge et constituer un risque.

Pendant la manutention de charges suspendues :

a) Au moment de la manipulation de charges suspendues :

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

À l'article 7.37.1 et 7.37.3, la norme indique les dimensions à respecter pour les rallonges de fourches et l'emplacement du centre de charge lors de leur usage :

« **7.37.1** Les rallonges de bras de fourche ne doivent pas dépasser 150 % de la longueur de la fourche qui les supporte [...] »

« **7.37.3** Aux fins de capacité, le centre de gravité de la charge de la rallonge de fourche doit être à 50 % de la longueur de la rallonge de fourche qui supporte la charge. »

Les mêmes exigences sont indiquées dans la norme CSA B335-15 *Norme de sécurité pour les chariots élévateurs*. Pour les chariots élévateurs Komatsu et Kubota, la longueur de rallonge de fourche à ne pas dépasser est donc de 1828 mm (72 po) avec les fourches de 1200 mm et le centre de charge doit être placé à 914 mm (36 pouces) du talon des fourches.

L'article 7.4.3 de la norme B56.1 - *Norme de sécurité concernant les chariots élévateurs à petite levée et à grande levée* indique les exigences pour la détermination de la charge nominale d'un chariot élévateur et lors de l'utilisation d'un accessoire de levage :

« **7.4.3** La capacité nominale des chariots élévateurs en porte-à-faux ou non, [...], est le poids maximal, en livres (kilogrammes), aux centres de gravité de la charge décrite ci-après, le mât en position verticale, qu'un chariot peut transporter et gerber à une hauteur établie par le constructeur :

- (a) jusqu'à 30 000 lb, à 24 po du centre de gravité de la charge (13 600 kg à 600 mm);
- (b) plus de 30 000 lb, à 24, 36 ou 48 po du centre de gravité de la charge (13 600 kg à 600, 900 ou 1200 mm).

Si les chariots ci-dessus sont munis d'équipements de préhension, la capacité nominale doit être établie par le constructeur du chariot et exprimée en livres (kilogrammes) au centre de gravité de la charge et à la hauteur de charge déterminés. »

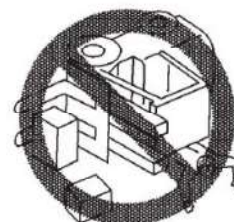
4.3.4 Manuel du fabricant du chariot élévateur Komatsu

Le manuel d'entretien (SM123FG10-15&18) du chariot élévateur Komatsu FG18HT-17 stipule plusieurs mesures de sécurité à respecter lors de son utilisation. Elles sont présentées suivies de leur traduction libre que nous en faisons pour faciliter la compréhension.

WARNING

DO NOT JUMP OFF LIFT TRUCK EVEN IF IT TIPS

- NEVER JUMP OFF the lift truck even if it seems that it will tip. Always do as follows:
 1. Hold the steering wheel securely.
 2. Stay in the operator's seat.
 3. Brace your legs.
- If you jump off the lift truck when it turns over, there is danger that you will be fatally crushed under the lift truck. ***If the lift truck tips over, always stay in the operator's compartment then escape from the lift truck after it has stopped.***
- Always wear the seat belt correctly.



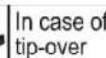
AB801680



Tip-over can occur even when unload.
Don't risk injury or death.
Slow down before turning!



Buckle seatbelt



In case of tip-over
Follow these instructions:



Don't jump!



Hold on tight!



Brace feet



Lean away



WARNING

KFI01049

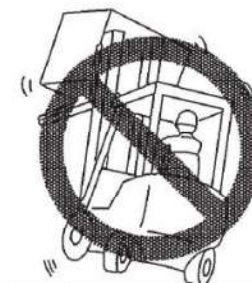
« Renversement

- Si le dispositif porte charge ou la charge est levée, le centre de gravité du chariot élévateur s'élèvera également, ce qui augmente le danger de renversement du chariot élévateur. Ne pas faire tourner le chariot élévateur alors que les fourches sont levées en hauteur. [...] »

WARNING

TIPPING

- If the load-engaging means or load is raised, the center of gravity of the lift truck will also rise and increase the danger of the lift truck tipping. Do not turn the lift truck when the forks are raised high.
- Do not suddenly raise the forks or tilt the mast to the front or rear when the forks are loaded. There is danger that the lift truck will tip.
- Reduce speed before turning the lift truck.
- In particular, when traveling unloaded, the rear of the lift truck is heavy. If the lift truck is turned at high speed, there is a greater chance of tipping than with the forks loaded.
- Always ensure that the hood is properly latched.



AB801130

« Ne pas sauter hors du chariot élévateur même s'il se renverse »

- Ne jamais sauter hors du chariot élévateur même s'il semble qu'il va renverser. Toujours suivre les instructions suivantes :
 1. Tenir fermement le volant.
 2. Rester sur le siège du conducteur.
 3. Tendre les jambes.
- Si vous sautez hors du chariot élévateur lorsqu'il se renverse, il y a un danger que vous soyez écrasé mortellement sous le chariot élévateur. **Si le chariot élévateur renverse, toujours rester dans la cabine du conducteur et sortir seulement lorsque le mouvement sera terminé.**
- Toujours porter la ceinture de sécurité correctement. »



WARNING

SEAT BELT

- Always wear your seat belt correctly when on the operator's seat. The seat belt will reduce the risk of injury.
- Always check the seat belt mounts and check for any damage to the seat belt itself. If any abnormality is found, repair or replace the seat belt immediately.



AB801700

« Ceinture de sécurité »

- Toujours porter la ceinture de sécurité correctement lorsque vous êtes sur le siège conducteur. La ceinture de sécurité réduit le risque de blessures.
- Toujours vérifier la boucle de ceinture de sécurité et vérifier si des dommages sont présents sur la ceinture elle-même. Si des anomalies sont constatées, réparer ou remplacer la ceinture immédiatement. »



WARNING

USE ONLY FOR INTENDED PURPOSES

- Do not use the lift truck for anything other than the intended use (loading operations using the forks).
- Do not use the forks to open or close the doors of railroad cars or warehouses.
- Do not push any other vehicle.
- Do not hook ropes or cables on the forks and use the forks to lift loads.
- Do not use the drawbar pin for towing operations.



AB801360

« Utiliser seulement pour l'usage prévu

- Ne pas utiliser le chariot élévateur pour d'autres utilisations que celle prévue (lever des charges avec les fourches).
- [...]
- Ne pas accrocher de cordes ou de câbles sur les fourches pour lever une charge.
- [...]. »

**1.6 STRUCTURE AND STABILITY OF THE LIFT TRUCK
TO PREVENT LIFT TRUCK FROM TIPPING**

To operate the lift truck safely, it is important to understand the structure and stability of the lift truck.



CAUTION

STRUCTURE OF LIFT TRUCK

A forklift truck consists basically of the lifting mechanism (the forks and mast) at the front and the lift truck itself (with tires) at the rear.

The front wheels of the lift truck act as the fulcrum, and the center of gravity of the lift truck and center of gravity of the load are kept in balance.

The relationship between the position of the center of gravity of the lift truck and the center of gravity of the load is extremely important for maintaining the safety of the lift truck.



AB801570

« Structure du chariot élévateur

Un chariot élévateur est à la base un mécanisme de levage (les fourches et le mât) à l'avant et le chariot élévateur en lui-même (avec les pneus) à l'arrière. Les roues avant du chariot élévateur agissent comme point de pivot, le centre de gravité du chariot élévateur ainsi que le centre de gravité de la charge maintiennent l'équilibre. La relation entre la position du centre de gravité du chariot élévateur et le centre de gravité de la charge est extrêmement importante pour maintenir la sécurité du chariot élévateur. »



CAUTION

CENTER OF GRAVITY AND STABILITY

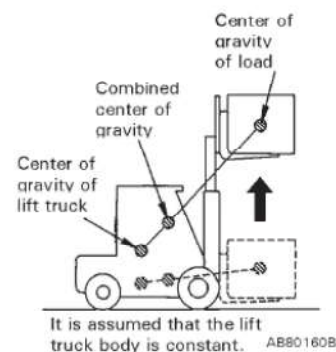
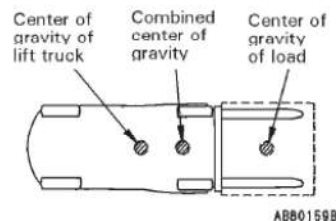
The stability of the lift truck is determined by the position of the combined center of gravity resulting from the combination of the centers of gravity of the lift truck and the load.

When the lift truck is carrying no load, the center of gravity remains as it is, but when the lift truck is loaded, the combined center of gravity becomes the combination of the centers of gravity of both the lift truck and the load.

The position of the center of gravity of the load changes according to whether the mast is tilted forward or back or whether the mast is raised or lowered.

The position of the combined center of gravity of the lift truck is governed by the following factors:

- Size, weight, shape of load
- Lifting height
- Tilting angle of mast
- Inflation pressure of tires
- Acceleration, deceleration, turning radius
- Condition of road surface, angle of road
- Type of attachments



« Centre de gravité et stabilité

La stabilité du chariot élévateur est déterminée par la position du centre de gravité combiné résultant de la combinaison du centre de gravité du chariot élévateur et de la charge.

Lorsque le chariot élévateur ne transporte pas de charge, le centre de gravité reste le même, cependant lorsque le chariot élévateur est chargé, le centre de gravité combiné devient la combinaison des centres de gravité du chariot élévateur et ainsi que celui de la charge.

La position du centre de gravité de la charge change selon si le mât est incliné vers l'arrière ou vers l'avant ou s'il est monté ou descendu.

La position du centre de gravité combiné du chariot élévateur est déterminée par les facteurs suivants :

- La dimension, le poids et la forme de la charge
- La hauteur de levage
- L'angle d'inclinaison du mât
- La pression des pneus
- L'accélération, la décélération et le rayon de braquage
- La surface et l'angle du sol
- Le type d'accessoire de levage »

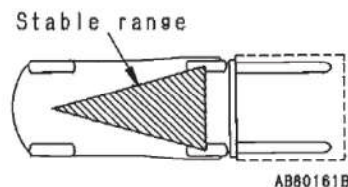


CAUTION

STABLE RANGE OF CENTER OF GRAVITY

For the lift truck to be stable, the position of the combined center of gravity must be inside the triangle (stable range of center of gravity) formed by the ground contact points of the left and right front tires and the center of the rear axle.

If the position of the overall center of gravity is in front of the front axle, the front tires will form the fulcrum and the lift truck will tip to the front. If the position of the combined center of gravity moves outside the triangle forming the stable area for the center of gravity, the lift truck will tip in the direction where the combined center of gravity moves outside of the triangle.



« Triangle de stabilité

Pour que le chariot élévateur soit stable, le centre de gravité combiné doit être dans le triangle de stabilité formé par le contact au sol des pneus avant gauche et droit et le centre de l'axe arrière (essieu).

Si la position du centre de gravité est en avant de l'axe avant (essieu) des pneus avant, les pneus formeront un point de pivot et le chariot se renverse vers l'avant. Si la position du centre de gravité combiné se déplace en dehors du triangle de gravité, le chariot élévateur se renverse dans la direction où le centre de gravité combiné sort du triangle de stabilité. »

4.4 Énoncés et analyse des causes

4.4.1 Durant le déplacement de châssis de remorque, suspendus à deux chariots élévateurs, un des caristes est écrasé lors du renversement de ceux-ci

Le matin du 18 septembre 2020, des remorques pour ponton sont livrées en pièces détachées sur un camion semi-remorque à plateau. Les châssis des remorques sont placés sur la semi-remorque en deux piles de neuf unités. Les châssis ont une longueur de 7,10 m et une largeur de 1,85 m. Le poids de la pile de neuf châssis est de 4129 kg. Un levage est nécessaire pour faire le déchargement des châssis et les appareils de levage disponibles à l'établissement sont deux chariots élévateurs. Le chariot élévateur de marque Komatsu ayant une capacité de charge de 1150 kg et le chariot élévateur de marque Kubota ayant une capacité de charge de 2388 kg sont utilisés pour faire le déchargement des châssis.

Pour décharger les châssis, l'équipe de travail suspend trois châssis à la fois aux rallonges de fourches des deux chariots élévateurs à l'aide des chaînes et des élingues d'arrimage. L'équipe est composée de monsieur C qui conduit le chariot élévateur Komatsu, de monsieur D qui conduit le chariot élévateur Kubota ainsi que de [] de l'atelier qui installent les élingues et les chaînes sur les châssis.

Lors de l'accident, les caristes soulèvent les trois premiers châssis du haut de la pile arrière qui ont un poids de 1377 kg. Ils reculent ensuite pour déplacer la charge. Pendant cette manœuvre, le chariot élévateur Komatsu qui a un poids de 3175 kg effectue un virage et amorce un renversement vers la droite. Par ce fait, les châssis sont entraînés vers la droite, mais retenus par le chariot élévateur Kubota qui a un poids de 4853 kg. La charge étant attachée aux rallonges de fourches des deux chariots élévateurs, l'entraînement de la charge vers la droite provoque le soulèvement de la roue avant gauche du chariot élévateur Kubota. Le tandem de chariots élévateurs se trouve momentanément dans un équilibre précaire dans lequel le chariot élévateur Komatsu a déjà atteint l'équilibre critique, où son renversement est imminent. La tentative de rétablir l'équilibre du tandem, par l'abaissement rapide des fourches du chariot élévateur Kubota, a plutôt accéléré le renversement du chariot élévateur Komatsu et du tandem vers la droite.

Au moment du renversement qui se produit en cascade, monsieur C se précipite hors de la cabine de son chariot élévateur Komatsu. Il se fait alors happer puis écraser le haut du corps par l'arrière du chariot élévateur Kubota qui se renverse.

Cette cause est retenue.

4.4.2 Lorsque son chariot élévateur est en équilibre critique, le cariste se précipite hors de sa cabine vers le deuxième chariot élévateur

Lors du virage du chariot élévateur Komatsu conduit par monsieur C les deux roues gauches se soulèvent du sol et les roues droites s'affaissent. Le chariot élévateur s'incline vers la droite et il est retenu en équilibre critique par le chariot élévateur Kubota qui se trouve à 3,10 m à sa gauche.

Monsieur C est assis dans sa cabine, celle-ci n'a pas de porte. Il n'utilise pas de dispositif de retenue du cariste, tel qu'il est exigé par l'article 256.1 du RSST et aussi par le fabricant. En effet, après le renversement, la ceinture de sécurité du chariot élévateur est bouclée sur le siège et l'expertise nous confirme qu'elle est difficilement utilisable dû à un manque d'entretien.

En l'absence de l'usage d'un système de retenue du cariste, monsieur C est libre de mouvement dans sa cabine, il se précipite hors de celle-ci dans le sens inverse du renversement. Il atterrit à environ 1,80 m vers la gauche de son point d'élan vers le chariot élévateur Kubota.

Cette cause est retenue.

4.4.3 L'absence de gestion de la santé et de la sécurité conduit à l'improvisation d'une méthode dangereuse de déchargement des châssis

À l'établissement de Saint-Eustache, il n'y a pas de programme de prévention ni de procédures sécuritaires de travail déterminées ou écrites. Les directeurs ont la responsabilité de superviser les opérations et de gérer la santé et la sécurité sans critère sur l'identification des risques et des dangers. Les méthodes de travail sont déterminées par les directeurs de département au fil des opérations. Depuis juin 2020, à la suite des modifications dans la répartition des activités entre les établissements du groupe, la vente et la réception des embarcations nautiques sont effectuées à l'établissement de Saint-Eustache. Lors de la commande des remorques en juillet 2020, l'employeur ne connaît pas les détails de livraisons et il n'a pas prévu de méthode de travail pour leur déchargement. Au moment de la réception de la première partie de la commande de remorques, le 16 septembre 2020, le directeur [REDACTED] détermine la méthode de déchargement à l'aide de deux chariots élévateurs. Cette méthode pour décharger les châssis sera également appliquée le jour de l'accident, le 18 septembre 2020.

Elle consiste à suspendre les châssis en groupe de trois sur les rallonges de fourches des deux chariots élévateurs utilisés en tandem. Le chariot élévateur de marque Kubota a une capacité de charge de 2388 kg, une direction articulée hydrauliquement et un rayon de braquage de 3,39 m. Le chariot élévateur de marque Komatsu a, quant à lui, une capacité de charge de 1150 kg, une direction qui se fait par la rotation des roues arrière et un rayon de braquage de 1,98 m. Les rallonges, ayant 3050 mm et 2150 mm de longueur, utilisées sur les fourches de 1200 mm, dépassent les 1828 mm exigés par la norme B56.1 *Norme de sécurité concernant les chariots élévateurs à petite levée et à grande levée*.

En l'absence d'indication du Groupe Motoplex St-Eustache, le chauffeur du camion de livraison choisit, lui-même, l'emplacement du stationnement dans la cour de l'établissement. À cet emplacement, la pile arrière de châssis de remorque est sous l'enseigne et en partie vis-à-vis du bâtiment principal. Ceci a pour effet de limiter la hauteur de levage des fourches du chariot élévateur Komatsu et ses manœuvres de recul.

Pour suspendre la charge, [REDACTED] montent sur la pile à 3,76 m du sol afin d'installer l'élingage sur les trois châssis du haut de la pile. Ils utilisent les chaînes et les élingues d'arrimage du camion de livraison qui ne sont pas prévues pour le levage de charge et dont les crochets ne possèdent pas de linguet de sécurité, tel qu'exigé par l'article 255 du RSST. [REDACTED] enroulent les chaînes d'arrimage autour des rallonges de fourches des chariots élévateurs afin de raccourcir la longueur de l'élingage qui suspend la charge. Cette façon de faire est contraire aux recommandations du fabricant du chariot élévateur Komatsu qui précise de ne pas accrocher de cordes ou de câbles sur les fourches pour lever une charge. De plus, l'enroulement des chaînes place le centre de gravité de la charge levée au-delà du maximum de 914 mm du talon des fourches. Ce qui va à l'encontre des exigences de la norme B56.1.

L'emplacement de la pile arrière fait en sorte que le déchargement s'effectue entre le bâtiment principal et la remorque de livraison. L'espace de travail incite les caristes à effectuer un virage vers la gauche en cours d'opération pour dégager le chariot élévateur Komatsu de cet emplacement. Ce virage est effectué alors que la charge est suspendue aux chariots élévateurs Komatsu et Kubota, dont les fourches sont respectivement à 4,16 m et à 4,70 m du sol. Cette manœuvre est contraire aux recommandations du fabricant qui indique de ne pas faire de virage lorsque les fourches sont en hauteur pour réduire le risque de renversement. De plus, la norme B56.1 précise que la manutention d'une charge suspendue peut modifier les forces dynamiques et rendre le chariot moins stable. Elle exige notamment de transporter la charge de manière à ce que le bas de la charge et le mât soient le plus bas possible.

Le virage vers la gauche du chariot élévateur Komatsu a pour effet de rapprocher le talon de ses fourches de 30 cm vers celles du chariot élévateur Kubota. Les élingues auxquelles les chaînes sont reliées ne peuvent, quant à elles, se rapprocher à moins de 4,75 m sur les châssis. La tension exercée par la charge sur les fourches passe alors de verticale à une tension en angle (verticale et latérale). Sur le chariot élévateur Komatsu, qui a la moins grande capacité de charge, la tension sur les fourches est dirigée vers la droite et provoque l'inclinaison du mât et le soulèvement de ses roues. Le centre de gravité combiné du chariot élévateur se déplace vers sa droite et sort du triangle de stabilité. Le chariot élévateur se trouve alors dans un équilibre critique jusqu'à ce que la tension incline le mât d'au moins 8° et amorce son renversement.

Les chariots élévateurs possèdent des caractéristiques techniques différentes telles que : leurs dimensions, leur poids, leur capacité de charge, la longueur des rallonges de fourches, leurs dynamiques de rotation ainsi que leur rayon de braquage. Chacune de ses caractéristiques a une incidence sur le comportement des chariots élévateurs pendant l'opération de déchargement ce qui complexifie leur synchronisation pour un levage en tandem. En raison de son rayon de braquage plus petit, le chariot élévateur Komatsu doit parcourir une plus grande distance pour effectuer le même déplacement que le chariot élévateur Kubota. Les mouvements des chariots ne sont donc pas synchronisés alors que la liaison des deux chariots élévateurs par la charge suspendue rend solidaires les mouvements des deux chariots élévateurs. Cette liaison a pour effet que toute instabilité d'un chariot élévateur est transmise à l'autre provoquant un renversement en cascade.

En l'absence de mécanisme d'analyse des risques liés aux méthodes sécuritaires de levage, une méthode de déchargement des châssis est improvisée. En effet, en utilisant des chariots élévateurs en tandem pour lever une charge suspendue, des accessoires d'arrimage non conçus pour le levage de charge, des rallonges de fourches non conformes, tout en modifiant les façons de faire selon les contraintes rencontrées, l'employeur improvise une méthode de travail dangereuse qui cause le renversement des deux chariots élévateurs.

Cette cause est retenue.

SECTION 5

5 CONCLUSION

5.1 Causes de l'accident

- Durant le déplacement de châssis de remorque, suspendus à deux chariots élévateurs, un des caristes est écrasé lors du renversement de ceux-ci.
- Lorsque son chariot élévateur est en équilibre critique, le cariste se précipite hors de sa cabine vers le deuxième chariot élévateur.
- L'absence de gestion de la santé et de la sécurité conduit à l'improvisation d'une méthode dangereuse de déchargement des châssis.

5.2 Autres documents émis lors de l'enquête

Le 18 septembre 2020, dans les rapports d'intervention RAP1321839 et RAP1323495, la CNESST interdit le levage des châssis de remorque pour embarcations nautiques et ordonne le maintien en place des lieux. L'élaboration d'une méthode sécuritaire pour le levage des châssis de remorque est exigée pour la reprise des travaux.

Le 22 septembre 2020, dans les rapports d'intervention RAP1322227 et RAP1325887, la CNESST interdit l'utilisation du chariot élévateur de marque Komatsu, no de série [REDACTED] et du chariot élévateur de marque Kubota immatriculé [REDACTED]. Des scellés sont apposés sur ceux-ci. Les chariots élévateurs doivent être inspectés et réparés pour les rendre conformes aux exigences de l'article 245 du Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST). Dans le rapport d'intervention RAP1322347, à la suite de la réception d'une méthode de levage des chariots élévateurs et des châssis de remorque par une entreprise spécialisée, la CNESST autorise l'employeur à modifier les lieux où est survenu le renversement des chariots élévateurs.

Le 23 septembre 2020, dans les rapports d'intervention RAP1322449 et RAP1326443, la CNESST interdit l'utilisation des rallonges de fourches utilisées sur le chariot élévateur Kubota immatriculé [REDACTED]. Cette même journée, dans le rapport d'intervention RAP1327604, elle réquisitionne et fait expertiser le chariot élévateur Komatsu, no de série [REDACTED].

Le 24 septembre 2020, dans les rapports d'intervention RAP1322471 et RAP1326539, la CNESST interdit le levage des véhicules récréatifs à l'aide d'un chariot élévateur. L'élaboration de méthodes sécuritaires de levage pour les véhicules récréatifs est exigée pour la reprise des travaux.

Le 13 octobre 2020, dans le rapport d'intervention RAP1327330, la CNESST demande à l'employeur d'élaborer un programme de formation des caristes et de former ses travailleurs sur l'utilisation sécuritaire d'un chariot élévateur. La CNESST demande à l'employeur de mettre en place des inspections périodiques et un programme d'inspection et d'entretien des chariots élévateurs.

Le 15 octobre 2020, dans le rapport d'intervention RAP1327625, à la suite de la réception d'informations et d'une méthode de travail sécuritaire prévoyant le levage par une entreprise spécialisée, la CNESST autorise l'employeur à effectuer le levage des châssis de remorque pour embarcations nautiques.

Le 15 décembre 2020, dans le rapport d'intervention RAP1332335, les dérogations, exigeant des inspections périodiques ainsi qu'un programme d'inspection et d'entretien des chariots élévateurs, sont corrigées. À la suite de la réception des procédures de levage des véhicules récréatifs, la CNESST demande des modifications. Le 18 décembre 2020, des correctifs sont apportés à certaines procédures, le levage de quelques véhicules récréatifs est autorisé. D'autres correctifs sont exigés pour la reprise des levages des véhicules récréatifs restants.

Le 11 janvier 2021, dans le rapport d'intervention RAP1334376, la dérogation, sur l'élaboration d'un programme de formation des caristes contenant des informations générales sur l'utilisation d'un chariot élévateur et des informations aux levages spécifiques à l'établissement, est corrigée.

Le 8 février 2021, dans le rapport d'intervention RAP1336420, la dérogation, exigeant la formation des travailleurs sur l'utilisation sécuritaire des chariots élévateurs et des procédures de levage spécifiques à l'établissement, est corrigée. À la suite de la réception des nouvelles procédures de levage des véhicules récréatifs, d'autres modifications sont exigées. De plus, la CNESST demande à l'employeur de se doter de moyens de supervision et de contrôle des procédures de levages qui seront mises en place.

Le 9 février 2021, dans le rapport d'intervention RAP1336421, les procédures de levages sont complétées et les accessoires prévus dans celles-ci sont disponibles, la CNESST autorise donc le levage de l'ensemble des véhicules récréatifs.

Le 18 mars 2021, dans le rapport d'intervention RAP1340927, les dérogations, exigeant des moyens de supervision et de contrôle des procédures de levages, sont corrigées. La décision d'interdiction d'utilisation du chariot élévateur Komatsu est invérifiable, car il a été démantelé. La décision d'interdiction des rallonges de fourches du chariot élévateur est invérifiable, car elles ont été envoyées au recyclage.

5.3 Suivi de l'enquête

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

- Association des commerçants de véhicules récréatifs du Québec, l'ACVRQ;
- 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 sur les bras de fourches d'un chariot élévateur à mât vertical.

ANNEXE A**Accidenté**

Nom, prénom : C [REDACTED]

Sexe : [REDACTED]

Âge : [REDACTED]

Fonction habituelle : [REDACTED]

Fonction lors de l'accident : Directeur [REDACTED]

Expérience dans cette fonction : [REDACTED]

Ancienneté chez l'employeur : [REDACTED]

ANNEXE B**Liste des témoins et des autres personnes rencontrées**

Monsieur D [REDACTED], Groupe Motoplex St-Eustache
Monsieur F [REDACTED], Groupe Motoplex St-Eustache
Monsieur E [REDACTED], Groupe Motoplex St-Eustache
Monsieur G [REDACTED], Midwest Industries inc.
Monsieur H [REDACTED], Groupe Motoplex St-Eustache
Monsieur A [REDACTED], Groupe Motoplex St-Eustache
Monsieur B [REDACTED], Groupe Motoplex St-Eustache
Monsieur I [REDACTED], Groupe Motoplex inc.
Monsieur Michel De Marbre, sergent-détective, Police de Saint-Eustache
Monsieur Annick Gagnon, technicien en scène de crime, Police de Saint-Eustache
Monsieur Stephane Jargaille, sergent, Police de Saint-Eustache
Madame Denyse Langelier, coroner

ANNEXE C

Rapport d'expertise Liftow



Inspection CNESST - Komatsu FG18HT

Lieu d'inspection : 1936, 32^e Avenue, Lachine

Inspection fait par : Sylvain Rodrigue, Technicien Liftow Limitée
Jean-Louis Marcoux, Soutien Technique Liftow Limitée

Véhicule inspecté : Komatsu FG18HT-17, numéro de série : [REDACTED]

Année du chariot : 2004

Horomètre : 5827.7

Fourches : 4 X 1.75 X 48 pouces

Rallonge : 4 X 84 pouces

Dernier relevé d'inspection : Non répertorié

Travail effectué 8 février 2016 : Changement boyaux hydraulique pour accessoire

Date : 5 Octobre 2020

Rapport : Jean-Louis Marcoux, Soutien Technique Liftow Limitée

À la suite de l'inspection du chariot élévateur Komatsu FG18HT-17, nous avons remarqué que la ceinture de sécurité était attachée et que la partie fixe (boucle femelle) dans laquelle passe la boucle mâle était rabaissée sur le côté du siège. La boucle femelle a été très difficile à remettre en position normale, ce qui semble indiquer qu'elle soit dans cette position depuis un certain temps. (Photo P1)

La vérification des pneus a démontré qu'il manquait d'air dans les pneus avant (60 psi). La pression recommandée est de 100 psi.

Les pneus de direction arrière étaient bien gonflés à 105 psi.

Les pneus sont légèrement usés, environ 25 %, mais encore en bon état.

Les pneus sur les chariots élévateurs sont la suspension du véhicule. Un pneu dégonflé va rendre cette suspension plus molle, donc moins stable.



1936, 32^e Avenue, Lachine, QC H8T 3J7
Tél. : 514 633-9360 1 800 667-4625

fr.liftow.com



La vérification du système de levage nous a révélé que le bas de la section externe du mât côté gauche est croché et le mât ne descend pas complètement sans charge. (P2)
L'inclinaison du mât ne se fait pas de façon égale : le côté droit s'appuie avant le côté gauche ce qui fait tordre le mât vers la gauche.

Le chariot comporte 2 cylindres d'inclinaison pour permettre de ramasser et d'incliner la charge vers l'arrière pour stabiliser les charges sur les fourches. Les tiges doivent s'appuyer de façon égale sur les cylindres pour ne pas débalancer la charge sur les fourches.

Les coussinets du mât sur le différentiel sont usés et même endommagés. (P3)
Les supports de mât ont, en dessous du différentiel, des bagues de retenue pour maintenir le mât en position. Les coussinets du mât sont là pour limiter l'usure des supports du mât sur le différentiel. Quand ils sont usés ou endommagés, il y a un jeu qui se crée vers le haut. (3/4 pouce vers la gauche et 1 pouce à droite) (P4 et P5)

L'élongation des chaînes de levage (1 %) sont dans les limites de la norme (3 %) mais la chaîne de la levée libre côté gauche est déformée, ce qui indique de la corrosion interne dans les mailles de la chaîne, signe d'un manque d'entretien. (P15)

Les barrures de fourches et les crochets sont usés, ce qui entraîne un mouvement latéral excessif des fourches. Le jeu d'une fourche neuve est d'environ 1,5 pouce. Nous avons mesuré environ 5 pouces sur celles du Komatsu. (P10 et P11)

Les barrures des fourches doivent retenir les fourches dans leur position ainsi que les crochets de fourches pour limiter le jeu latéral. Elles sont à changer. (Barrures – P6, P7 et P8)

Le tablier à déplacement latéral est décentré par rapport à sa position d'origine dû au renversement.

Un des blocs de retenue du tablier à déplacement latéral côté droit a été déformé, ce qui crée plus d'espace et a permis sous la force de l'impact au support du tablier de se déplacer d'une encoche. (P9)

Les fourches ont démontré une déformation vers le haut d'environ 100 millièmes de pouce sur le bout des 2 fourches et une des fourches comporte un trou non conforme au fabricant. (P14)

Les rallonge de fourche (84 pouces) n'ont plus d'information de capacité, l'autocollant des spécifications n'est plus là, et aucune gravure n'a été décelée sur le côté des fourches. Elles sont légèrement courbées, mais demeurent dans les normes de rectitude. Elles sont trop longues pour être utilisées avec des fourches de 48 pouces. (150%)



1936, 32e Avenue, Lachine, QC H8T 3J7
Tél. : 514 633-9360 1 800 667-4625

fr.liftow.com



Lorsque nous avons soulevé l'arrière du chariot, le boulon du contrepoids était desserré et saisi, ce qui laisse croire que ça fait longtemps qu'il n'a pas été serré. Ceci est un signe d'un manque d'entretien. Lors de notre vérification, le contrepoids était du côté droit (**le jeu du contrepoids est de 1 pouce vers le haut) (P13)**

Nous avons vérifié le système de freinage et il n'était pas conforme. Seulement une roue bloquait côté gauche.

Nous avons testé le frein de stationnement qui ne retenait pas complètement le chariot car seulement une roue bloquait côté gauche.

À la suite de l'ouverture des roues, nous avons vu que les freins du côté droit étaient complètement remplis d'huile, le côté gauche avait le boulon de retenue cassé et le joint d'étanchéité commençait à couler lui aussi, mais les freins côté gauche n'étaient que partiellement affectés. Le système de freinage est sur les roues avant seulement, les roues arrière sont pour la direction. Donc il n'y a qu'une roue sur 2 qui freinait le véhicule. Pour que l'huile se rende sur les bandes de frein, le joint d'étanchéité de l'essieu est défectueux et laisse passer l'huile, ce qui est un autre signe de manque d'entretien.

L'inspection du système de direction n'a démontré qu'un léger jeu dans la tringlerie entre le cylindre et les fusées, un petit desserrement a été détecté au niveau du roulement de la roue du côté droit.

Le volant et les roues répondent normalement, sans délai, et il n'y avait pas de fuite ou de bris dans la tringlerie pouvant affecter la conduite.

Le klaxon, l'avertisseur de recul et les lumières arrière sont fonctionnels. Les lumières de travail et les clignotants sont en place et fonctionnels.

Le dispositif de retenue du support de la bouteille de propane est endommagé et défectueux. La barrure de positionnement est manquante et le support est déformé.

Les dispositifs visuels d'avertissement (autocollant) de sécurité sont en place mais certains sont illisibles. (**P16**)



1936, 32e Avenue, Lachine, QC H8T 3J7
Tél. : 514 633-9360 1 800 667-4625

fr.liftow.com



Recommandation :

À vérifier avant de remettre le chariot en service :

Étant donné que le contrepoids s'est déplacé du côté gauche à la suite de l'accident, vous assurer que les ancrages ne sont pas endommagés. Possiblement le moteur et/ou le radiateur a bougé, ce qui a causé le bris d'une des palmes du ventilateur.

Le toit protecteur est endommagé et doit être remplacé.

Le silencieux est complètement défoncé.

L'analyse des gaz d'échappement est acceptable étant donné l'état du silencieux (à refaire) avec le système catalytique réparé.



Jean-Louis Marcoux
Soutien Technique
Liftow Limitée



1936, 32e Avenue, Lachine, QC H8T 3J7
Tél. : 514 633-9360 1 800 667-4625

fr.liftow.com



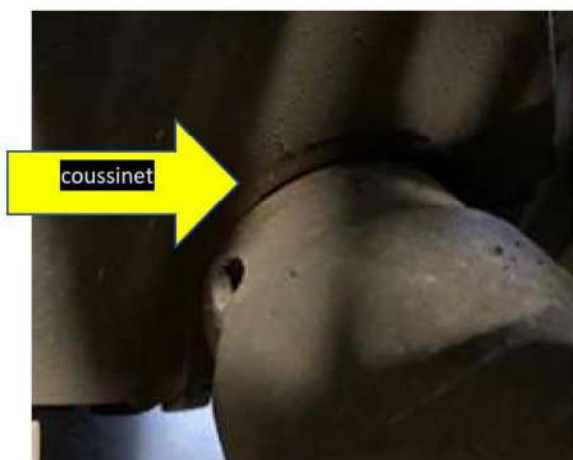
P1



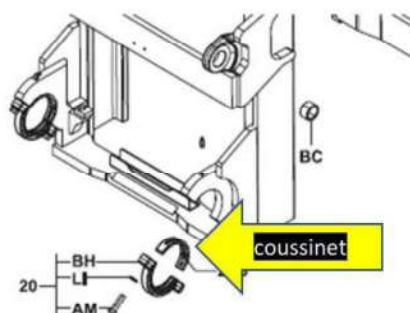
P2



P3



P3

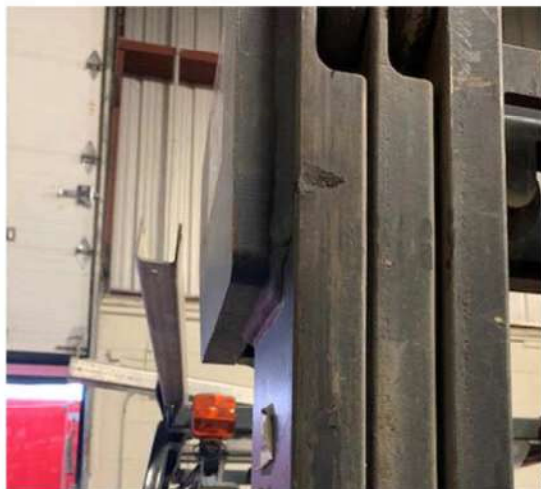


1936, 32e Avenue, Lachine, QC H8T 3J7
Tél. : 514 633-9360 1 800 667-4625

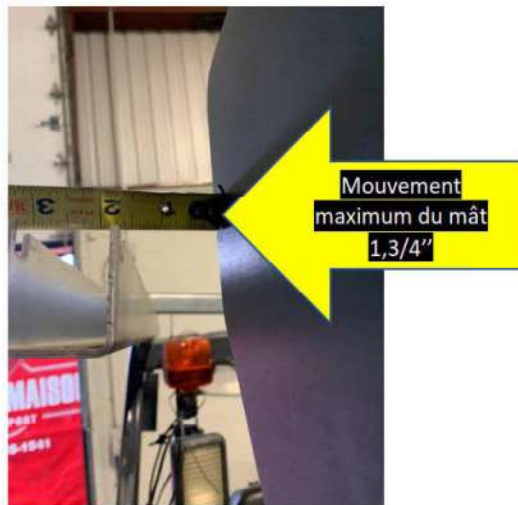
fr.liftow.com



P4



P5



P6



P7



P8



P9



1936, 32e Avenue, Lachine, QC H8T 3J7
Tél. : 514 633-9360 1 800 667-4625

fr.liftow.com



P10 Mouvement gauche



Centrer



P11 mouvement droite



P13 P14

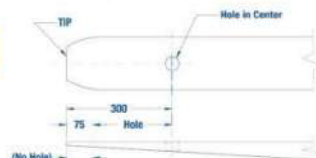


Fork Facts

Canada

HOLES IN FORK BLADES

Cascade can provide a drilled hole in the fork tip area. The hole size can be up to 20% of the blade width at the hole location. The top and bottom of the hole will be counterbored to remove all sharp edges.



HOLE POSITION:
Between 75mm & 300mm max. from the tip

Features:

- The hole, at any lifting device in the hole, must not be used for pushing, pulling or side loading, as a fork is an attachment that is designed for lifting and lowering only. Holes such as these are better suited for pushing and pulling applications.
- Tip loading or prying with the tip is prohibited.
- If you intend to have a hole feature added to an existing fork:
 - Please refer to the APPROPRIATE NOTICE on page 45.
 - A new LAD and LOAD CAPACITY must be established for this new lifting position when a hole or similar lifting device is supported from the fork.

P15

P16



1936, 32e Avenue, Lachine, QC H8T 3J7
Tél. : 514 633-9360 1 800 667-4625

fr.liftow.com



1936, 32e Avenue, Lachine, QC H8T 3J7
Tél. : 514 633-9360 1 800 667-4625

fr.liftow.com

ANNEXE D

Rapport d'expertise Vallée inc.



ÉTUDE DE RENVERSEMENT D'UN CHARIOT ÉLEVATEUR

7 JANVIER

ÉTUDE SÉCURITAIRE DE RENVERSEMENT LATÉRAL D'UN CHARIOT ÉLEVATEUR

1. **Introduction :** À la demande de la CNESST, le protocole suivant est élaboré suite à un accident survenu lors d'un levage en tandem avec la charge suspendue à des extensions de fourches. L'objectif de cette expertise est d'établir un lien entre la pression des pneus et la stabilité latérale.

2. **Récapitulation des circonstances :** Lors du levage en tandem pour décharger 3 remorques de bateaux de la remorque du camion de livraison, une mauvaise technique de travail a engendré le renversement de 2 chariots élévateurs. L'un d'eux avait la pression des pneus avant à 60% de sa pression recommandée et les freins ne fonctionnaient pas bien d'un côté.

3. **Donnée technique :** La capacité de charge du chariot élévateur est de 1150 kg (2550 lb) à 600 mm (24 po) des fourches à une hauteur des fourches de 4775 mm (188 po). Le chariot possédait des fourches de 1,20 m (48 po) et des rallonges de 2,15 m (84 po). Des chaînes de transport ont été enroulées de 3 tours placées entre 59 cm (23 po), 1 m (39 po) et 1,43 m (56 po) du tablier (du côté gauche des fourches). La force résultante des chaînes est donc appliquée à environ 101 cm du tablier (40 po). La capacité de charge du chariot élévateur est de 700 kg (1500lb) à (41 po) selon la plaque signalétique. Les fourches du chariot élévateur sont à une hauteur de 4,16 m (163 po) avant le renversement. Le poids des 3 remorques est de 1377 kg (3035lb).

Avant le levage, les 2 chariots étaient à une distance de 3.38m (133 po), le chariot Kubota n'a presque pas bougé de son emplacement initial, le chariot Komatsu lui reculait très tranquillement avec les roues tournées au maximum. Il s'est rapproché à 3m (118 po) de l'autre chariot.

Il est impossible de connaître l'angle exact dans lequel la force responsable du renversement a été appliquée. Cependant, nous pouvons déterminer la charge approximative soulevée par le Komatsu et déterminer un angle approximatif. Ainsi il nous sera possible d'observer le lien entre la pression des pneus et la stabilité latérale dans une condition similaire à celle de l'accident.

4. **Matériel nécessaire :** Chariot élévateur Komatsu (impliqué dans l'accident), balance pour calculer la charge exacte, chariot élévateur pour contrôler la manœuvre de versement, chaînes de bonne dimension pour les charges respectives a soulevé, rallonge impliquée dans l'accident, élingue pour attacher les rallonges ensemble, 2 tire-forts, un pont roulant jauge à pression de pneu et un niveau angulaire.

Modifié le : 2021-02-08

1



ÉTUDE DE RENVERSEMENT D'UN CHARIOT ÉLEVATEUR

5. Description du protocole : Le protocole suivant est conçu sans opérateurs pour éviter les blessures et sera fait à l'intérieur sur le ciment à une température d'environ 18°C pour avoir des conditions similaires au jour de l'accident.

Le chariot élévateur impliqué dans l'accident aura les quatre roues barrées pour éviter le pivotement, les pneus seront tournés au maximum et le mât sera élevé à une hauteur de 4,16m. Les rallonges de fourches seront installées sur les fourches et seront au centre du tablier fixé ensemble comme le montage initial. La force sera appliquée sur les fourches à environ 101 cm (40po) du tablier. Nous souderons, au préalable, des plaques de chaque côté des fourches sur le tablier en haut et en bas pour éviter le déplacement latéral des fourches lors de l'essai et ainsi assurer la sécurité des participants présents sur les lieux. De plus, le chariot élévateur sera solidement attaché à un pont roulant, à un chariot élévateur Vallée de plus grande dimension ainsi qu'à un encrage au sol pour éviter le versement complet.

Tous les tests seront effectués avec les pneus avant gonflés à 100%, 60% et 30% de leur capacité soit 100psi, 60psi et 30psi.



ÉTUDE DE RENVERSEMENT D'UN CHARIOT ÉLEVATEUR

6. Simulation : Pour la simulation, nous allons supposer que la charge est également distribuée entre les deux chariots élévateurs. Nous avons effectué un calcul théorique pour prédire l'angle que doit avoir la force pour provoquer l'instabilité du chariot élévateur. Le test réel sera donc effectué avec l'angle déterminé théoriquement et il nous sera possible de comparer la force réelle avec la force théorique calculée.

Calcul préliminaire de l'angle de renversement sous charge estimé:

But:

Le but est de calculer l'angle à laquelle se trouvaient les chaînes lorsque le chariot élévateur est devenu instable. Le résultat sera utilisé pour réaliser un test réel.

Hypothèse:

Le centre de gravité est situé au centre du chariot élévateur.

La charge suspendue est également distribuée sur les deux chariots élévateurs.

Charge de 3 remorques: 3 035 lb

$F = 3035/2 = 1517$ lb

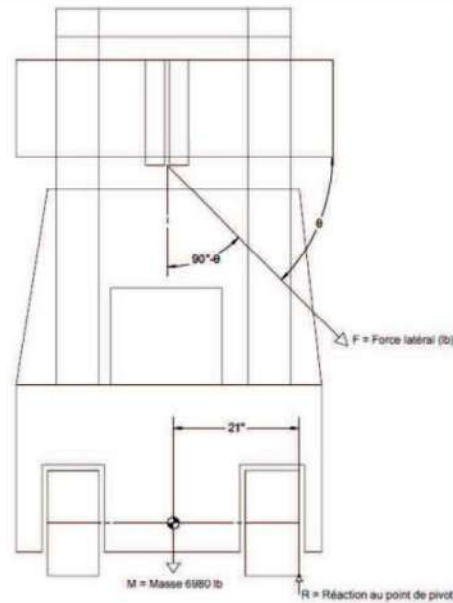
Calcul: $\sum M_g = 0 = F \cdot \cos(\theta) \cdot 164.5 - F \cdot \sin(\theta) \cdot 21 - M \cdot 21$

$0 = 1517 \cdot \cos(\theta) \cdot 164.5 - 1517 \cdot \sin(\theta) \cdot 21 - 6980 \cdot 21$

$\theta = 47$ degré

Conclusion:

On peut donc conclure que la chaîne devait se trouver à environ 43 degrés d'angle par rapport à la verticale quand le chariot est devenu instable.



REV.	DATE	DESCRIPTION	R.P.	V.P.	TOLERANCES GÉNÉRALES	VALLEE	Calcul de l'angle Kumatsu PG18H17-17	REMARQUES	SUPERFICIE PP	FEUILLE 8 1/2" X 11"
REV.	DATE	DESCRIPTION	R.P.	V.P.	1/16" ± 0.0015"	1/8" ± 0.003"	310 PRINCIPALE ST ALBAN, QUÉBEC	DESS. PAR C. Franchette	VER. PAR	PAGE 1 de 1
REV.	DATE	DESCRIPTION	R.P.	V.P.	1/32" ± 0.0008"	1/16" ± 0.0015"		PODS	ECHELLE 1:1	NO. DESSIN Calcul de l'angle

Modifié le : 2021-02-08



ÉTUDE DE RENVERSEMENT D'UN CHARIOT ÉLÉVATEUR

7. **Participants :** - Martine Bouchard ; Chargée de projet et responsable de la sécurité
 - Cédric Fréchette ; Ingénieur du projet
 - Benoit Vohl-Darveau ; Ingénieur consultant interne
 - Équipe de sécurité
8. **Prise de mesure :** La force exercer par la charge sera mesurée à tous les incréments de 1 degré d'inclinaison latéral du mât répertorié dans un tableau selon la pression des pneus.
9. **Analyse de données :** Les résultats seront analysés par l'ingénierie pour déterminer l'incidence ou non de la pression des pneus. À la suite de cette analyse, un rapport sera écrit avec les conclusions de l'expertise.
10. **Échéanciers et diffusions des résultats :** À compter du 8 janvier 2021, soit la date de présentation du protocole à la CNESST, nous prévoyons 2 semaines pour l'achat, la confection et la réception des matériaux nécessaires au protocole ainsi que la production des documents nécessaires à la prise de données. Par la suite, une semaine est prévue pour faire l'installation de la station de test sécuritaire et voir aux problèmes qui peuvent survenir suite à la disposition physique du protocole. Le test est prévu autour du 29 janvier 2021. Pour terminer, deux semaines sont prévues pour l'analyse de résultat et la production du rapport final. Le tout sera présenté à la CNESST le lundi 15 février 2021 au plus tard selon les disponibilités de chacun.

Signatures

Titre

Date

INGÉNIEUR

2021-01-07

INGÉNIEUR

2021-01-07

CHARGÉE DE PROJET

2021-01-07



ÉTUDE DE RENVERSEMENT D'UN CHARIOT ÉLEVATEUR

8 FÉVRIER 2021

PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

1. Participants : - Martine Bouchard ; Chargée de projet et responsable de la sécurité
- Cédric Fréchette ; Ingénieur du projet
- Benoit Vohl-Darveau ; Ingénieur consultant interne
- Équipe de sécurité et Manutention ; Daniel Perreault et Julien Hamel

2. Matériel Utilisés : Voici le tableau de l'outillage utilisé lors des tests effectués le 29 janvier 2021

Matériel nécessaire	Utilité	Qté Requis	Capacité	Marque	Numéro
Dynamomètre capacité 6000 lb	Calculer la charge	1	6 000 lb	Anlyload	OCSB Series
Chariot Komatsu	Objet d'étude	1	N/A	Komatsu	N/A
Bonbonne propane	Faire bouger le lift	1	N/A	N/A	N/A
Chariot L-111	Encrage pour la charge	1	N/A	Vallée	4DA20
Chaines	Entre le tire-fort de la charge et l'élingue	1	12 300 lb	Lam-É	No. Série : 176284
Élingue	Du pont roulant à la section fixe du mât de lift	1	droit : 11 000 lb Shock : 8 800lbs	Lam-É	EN-SP-6B
Élingue	Faire le tour des fourches pour soulever la charge	1	droit : 6 200 lb U : 12 400 lb	LSP	EE290205
Élingue	Entourer le lift et attacher au tire-fort sur l'encrage au sol	1	droit : 11 000 lb U : 22 000lbs	Hercules SLR	EE2904Y09F7IT3T0
Élingue	Entre le Chariot d'encrage et le dynamomètre	1	droit : 6 200 lb U : 12 400 lb	LSP	EE290205
Tire-fort	Entre l'élingue du lift et l'encrage au sol	1	1,5 Tonnes	Kleton	No. Série : 25010121
Tire-fort	Entre le L-111 et le dynamomètre	1	3 Tonnes	Delta puller	No. Série : 308258
Niveau angulaire numérique	Calculer l'angle d'inclinaison du mât	1	N/A	Procheck	N/A
Niveau angulaire à aiguille	Calculer l'angle d'inclinaison du mât	1	N/A	Starrett	N/A
Pont-Roulant	Encrage pour le Komatsu	1	10 Tonnes	Magma	N/A
Fer plats 3 X 4 X 1/2	Souder sur le tablier pour éviter les fourches de bouger	2	N/A	N/A	N/A
Rallonge	Sur les fourches	2	N/A	N/A	N/A
Jauge à pression des pneus	Ajuster la pression des pneus	1	de 0 à 160 psi	Topring	N/A
Tableau de prise de mesure	Compilation des données	4	N/A	N/A	N/A

Modifié le : 2021-02-08



ÉTUDE DE RENVERSEMENT D'UN CHARIOT ÉLEVATEUR

3. Déroulement de l'essai : Les tests ont eu lieu le 29 janvier 2021 dans l'espace de mécanique 2 de l'usine Vallée. Le chariot Komatsu a été attaché par la partie fixe du mât au pont roulant à l'aide d'une élingue synthétique d'une capacité de 11 000 lb. Une autre élingue synthétique d'une capacité de 22 000 lb a été utilisée pour entourer le chariot par la partie la plus basse jusqu'au tire-fort d'une capacité de 1,5 tonne attachée à l'encrage au sol. Une élingue d'une capacité de 12 400 lb faisant le tour des fourches, avec rallonges, a été reliée par une chaîne de 12 300 lb de capacité attachée au tire-fort. Ce dernier a été relié au dynamomètre, qui était bien ancré à l'aide d'une élingue synthétique sur l'arbre de support de fourche du chariot élévateur Vallée L-111. Les pneus ont été bloqués à l'aide de blocs de bois pour éviter le glissement. Les fourches ont été placées à une hauteur de 4.16m au centre du tablier. Un niveau angulaire a été placé sur le mât du chariot Komatsu pour calculer l'angle d'inclinaison de celui-ci lors de l'application de la force.

Benoit était attitré à l'observation générale du test, Julien manipulait le tire-fort qui exerçait la force et observait la lecture du dynamomètre, Daniel était responsable du pont roulant qui sécurisait le chariot Komatsu par le mat, Martine au tire-fort qui sécurisait le chariot Komatsu au sol et Cédric prenaient les lectures d'angle. La pression des pneus arrière a été ajustée et stable à 100 psi et ceux du devant à la pression test de 100 psi, 60 psi et 30 psi. Une lecture de la force a été notée à tous les incréments de 1° d'angle d'inclinaison du mat. Des photos sont présentes dans l'annexe A pour illustrer le montage.



ÉTUDE DE RENVERSEMENT D'UN CHARIOT ÉLEVATEUR

4. Prise de mesure :

La force exercée par la charge sera mesurée à tous les incréments de 1 degré d'inclinaison latéral du mât répertorié dans un tableau selon la pression des pneus. L'angle de la chaîne qui applique la force sera aussi noté pour les 3 tests.

Voici le tableau qui présente les résultats des simulations :

Tableau des résultats des simulations							
Angle du mât par rapport au sol (degré)	Angle de la chaîne par rapport au sol (degré)	Pression des pneus avant 100 PSI		Pression des pneus avant 60 PSI		Pression des pneus avant 30 PSI	
		Force appliquée sur les fourches (lb)	Force latérale résultante (lb)	Force appliquée sur les fourches (lb)	Force latérale résultante (lb)	Force appliquée sur les fourches (lb)	Force latérale résultante (lb)
0	42	43	32	68	51	54	40
1	45	283	200	314	222	184	130
2	47	414	282	435	297	318	217
3	48	429	287	428	286	411	275
4	49	380	249	382	251	390	256
5	50	475	305	506	325	469	301
6	51	549	345	560	352	529	333
7	52	680	419	669	412	658	405
8	53	748	450	751	452	735	442
9	54	707	416	704	414	688	404
10	55	650	373	656	376	636	365
11	56	596	333	604	338		
12	57	543	296	568	309		

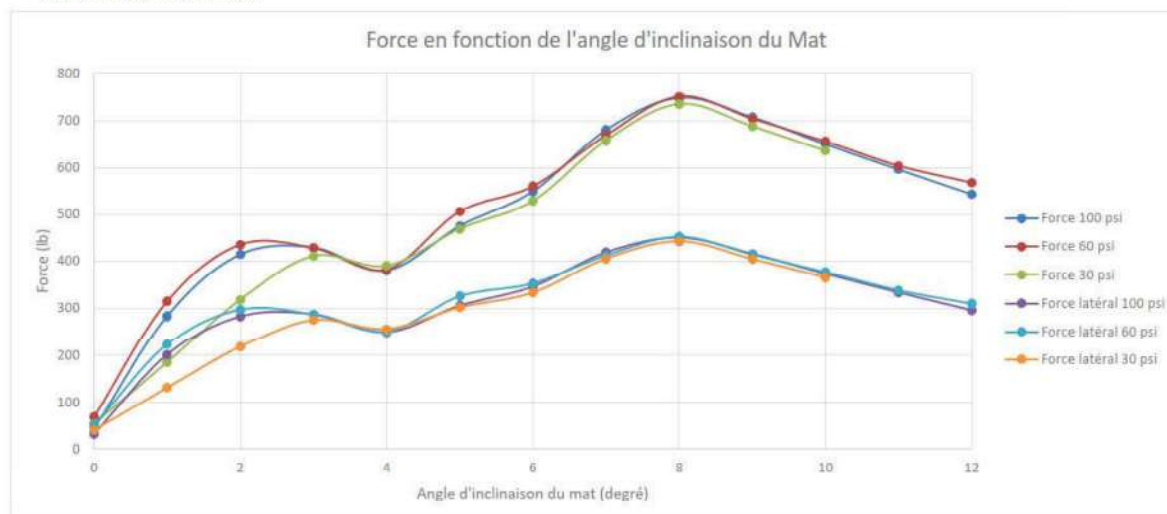
Modifié le : 2021-02-08

7



ÉTUDE DE RENVERSEMENT D'UN CHARIOT ÉLEVATEUR

5. **Analyse de données** : Les données présentées dans le tableau ont été affichées sous forme de graphique pour mieux visualiser les résultats.



Le graphique ci-haut nous permet de certifier que dans le cadre de notre simulation la pression des pneus à un impact minime sur la force. Avec le graphique, il est possible d'observer deux points d'inflexion soit à 4° et 8°. Notre équipe a remarqué que de 0 à 4 degrés seul le pneu avant gauche était dans les airs. Ensuite de 4 à 8 degrés le pneu arrière se soulève. À 8 degrés nous atteignons le point de non-retour, c'est-à-dire, que sous une charge constante et non variable, comme dans notre simulation, c'est à 8 degrés que le renversement du chariot surviendrait. Si nous avions continué notre simulation jusqu'à obtenir une force de =0 lb nous aurions trouvé le point d'équilibre sans charge du chariot élévateur.

Modifié le : 2021-02-08



ÉTUDE DE RENVERSEMENT D'UN CHARIOT ÉLÉVATEUR

6. Conclusion : Pour conclure, la stabilité du chariot élévateur dans les conditions de la simulation n'a pas été affectée par la variation de la pression des pneus avant. Si nous considérons que l'accident est arrivé en position statique, car la vitesse d'opération était très basse, il est possible d'affirmer que même si les pneus avaient été gonflés aux recommandations du fabricant, le renversement se serait quand même produit.

Cependant, la simulation effectuée par l'équipe de Vallée analyse le comportement statique du chariot élévateur. Il est fort probable que la pression des pneus modifie le comportement du chariot élévateur lorsque celui-ci est en mouvement (étude dynamique). Il serait intéressant de réaliser une étude pour comparer les résultats entre l'analyse statique et dynamique.

Signatures

Cédric Fédèle, ing

B. D.

Martine M.

Titre

INGÉNIEUR

INGÉNIEUR

CHARGÉE DE PROJET

Date

2021-02-08

2021-02-08

2021-02-08



ÉTUDE DE RENVERSEMENT D'UN CHARIOT ÉLEVATEUR

ANNEXE A



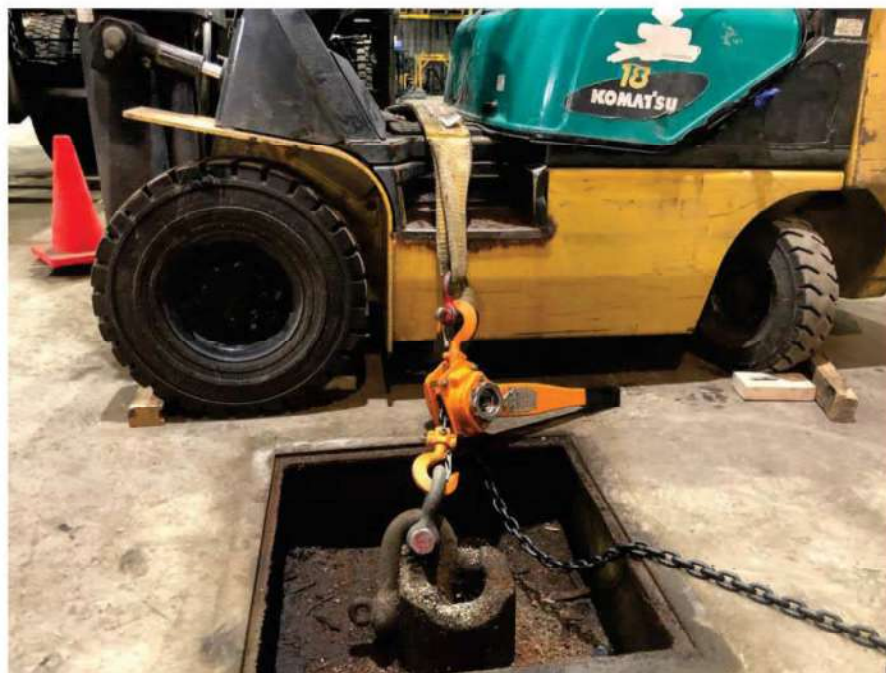
Élingue du pont roulant au mât

Modifié le : 2021-02-08

10



ÉTUDE DE RENVERSEMENT D'UN CHARIOT ÉLEVATEUR



Fixation du chariot à l'ancrage au sol

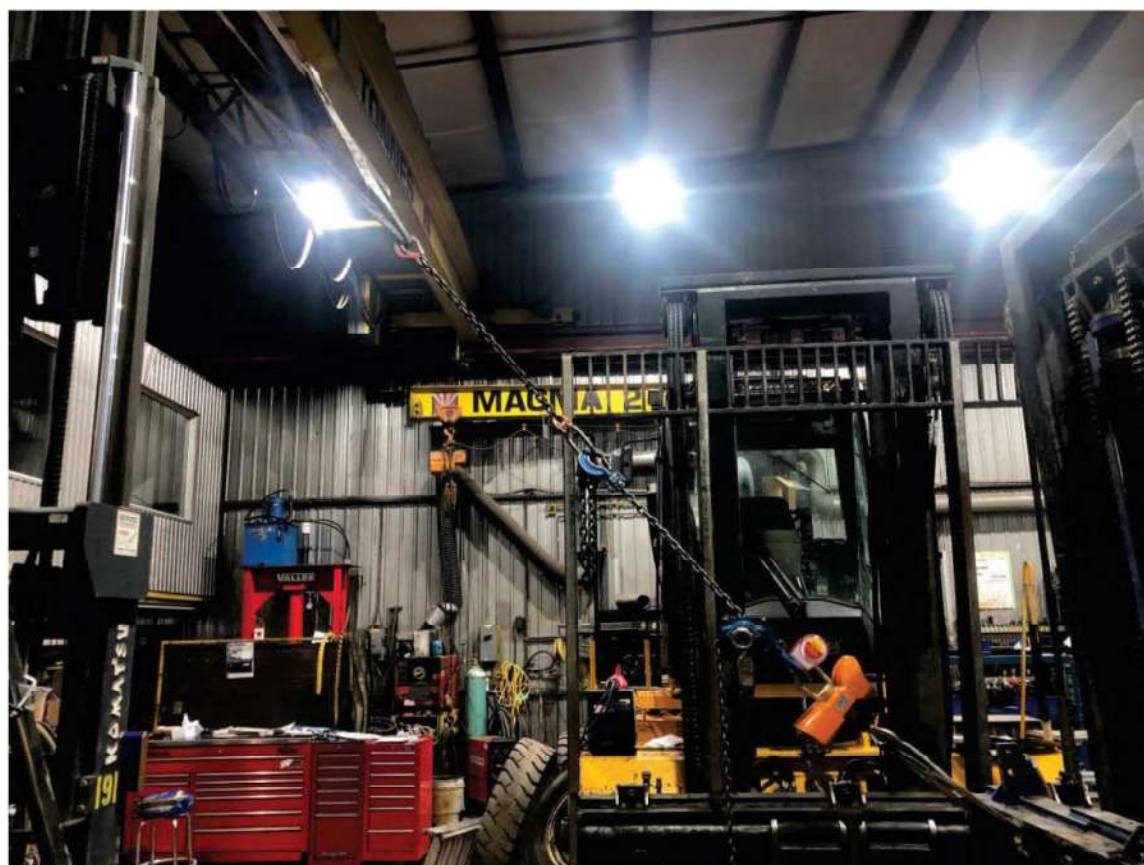


Roues bloquées

Modifié le : 2021-02-08



ÉTUDE DE RENVERSEMENT D'UN CHARIOT ÉLEVATEUR



Montage pour application de la force

Modifié le : 2021-02-08



ÉTUDE DE RENVERSEMENT D'UN CHARIOT ÉLEVATEUR



Niveau angulaire sur le mât

Modifié le : 2021-02-08



ÉTUDE DE RENVERSEMENT D'UN CHARIOT ÉLEVATEUR



Angle de 5°

Modifié le : 2021-02-08



ÉTUDE DE RENVERSEMENT D'UN CHARIOT ÉLEVATEUR



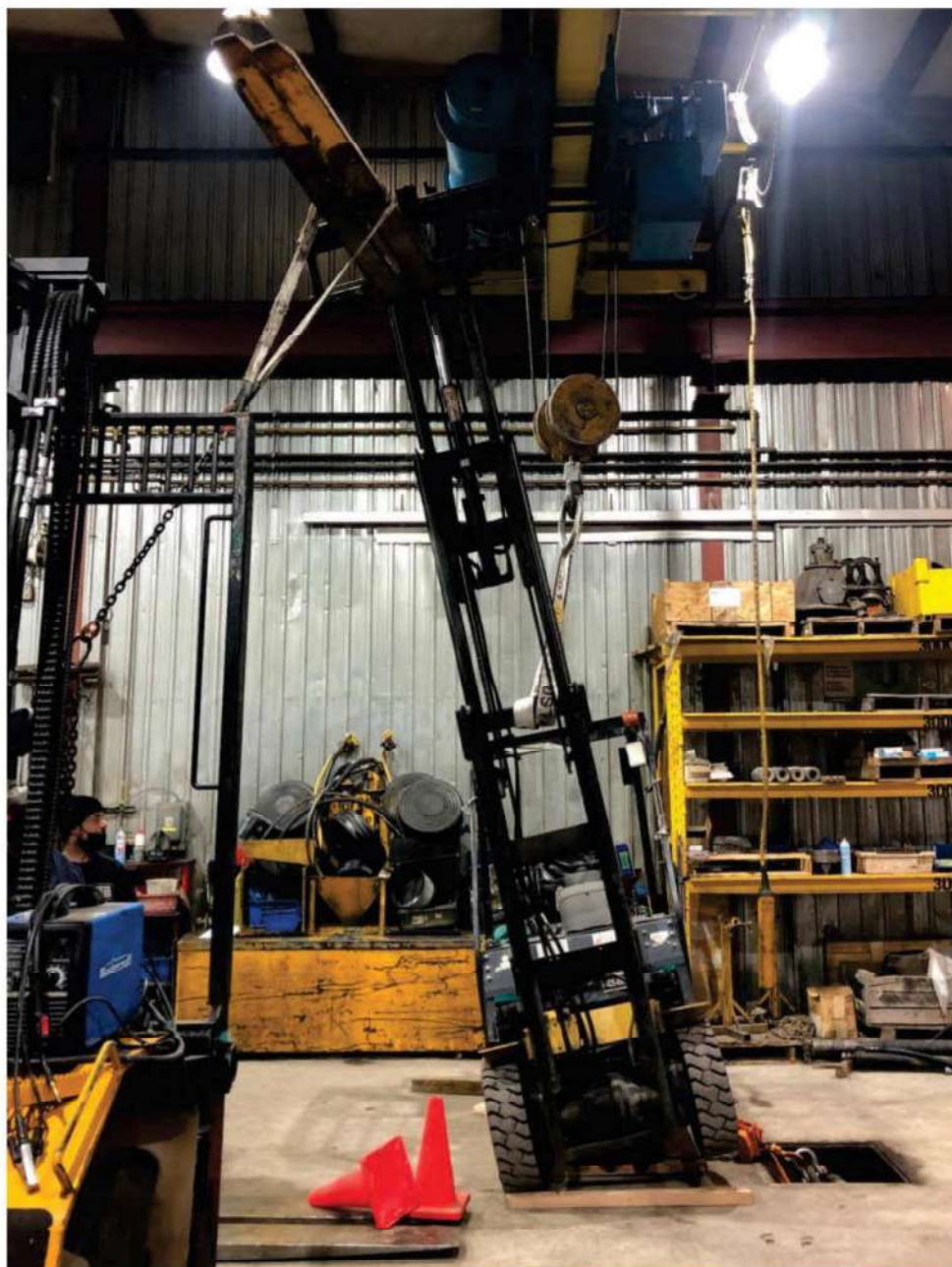
Angle de 8°

Modifié le : 2021-02-08

15



ÉTUDE DE RENVERSEMENT D'UN CHARIOT ÉLEVATEUR



Angle de 12°

Modifié le : 2021-02-08



ÉTUDE DE RENVERSEMENT D'UN CHARIOT ÉLEVATEUR



Angle de 4°



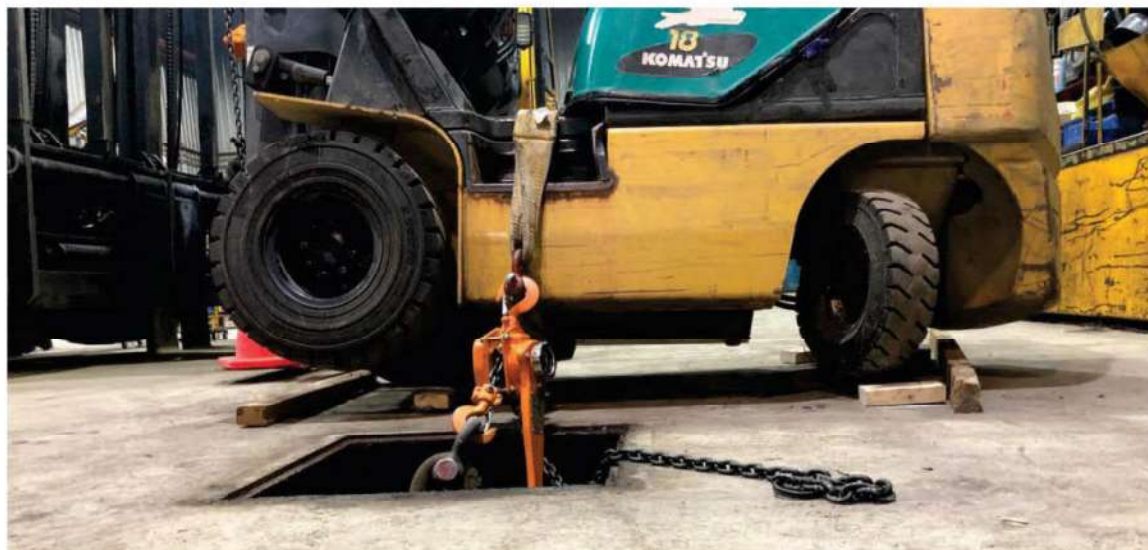
Angle de 9°

Modifié le : 2021-02-08

17



ÉTUDE DE RENVERSEMENT D'UN CHARIOT ÉLEVATEUR



Angle de 11°

Modifié le : 2021-02-08

ANNEXE E**Références bibliographiques**

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. *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*, [Québec], CSST, 1996, 76 p. (ASME B56.1-1993). Traduction de la Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec.

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Norme de sécurité pour les chariots élévateurs*, 3e éd., Toronto, CSA, 2015, 82 p. (CAN/CSA B335-15).

COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL DU QUÉBEC. DIRECTION RÉGIONALE DE LAVAL. *Rapport d'enquête d'accident : accident mortel survenu à un travailleur de l'entreprise Lallemand Métal inc., le 5 août 2010, au 1230, avenue Godin à Laval*, Québec, CSST, 2011, 63 p. [<http://www.centredoc.cnesst.gouv.qc.ca/pdf/Enquete/ed003858.pdf>].

CONSTRUCTION PLANT-HIRE ASSOCIATION, et HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. *Safe use of telehandlers in construction : strategic forum for construction : good practice guide*, Londres, CPA, 2015, 103 p. (CPA: 1101).

DENIS, D., et autres. *Stabilité des chariots élévateurs : élaboration d'un module de formation à l'aide d'une démarche de didactique participative*, Montréal, IRSST, 2011, 72 p. (Études et recherches : sécurité des outils, des machines et des procédés industriels / IRSST ; R-696). [<http://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/R-696.pdf>].

GOOGLE. *Google Map : 410 rue Dubois, Saint-Eustache, Qc J7P 4W9*, [En ligne], 2020. [<https://www.google.com/maps/place/410+Rue+Dubois,+Saint-Eustache,+QC+J7P+4W9/@45.5763015,-73.8936899,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x4cc92f6413c72107:0x81f6795a72af491d!8m2!3d45.5763015!4d-73.8915012>] (Consulté le 5 décembre 2020).

KUBOTA. *Chargeur sur roues Kubota R530*, Markham, Ontario, Kubota, 2014, 10 p. [<https://kubota.ca/getmedia/11b2507b-cff8-48d8-a743-24f870323970/R530-FRE?ext=.pdf>].

KUBOTA. *Manuel de l'utilisateur : Kubota chargeuse-pelleteuse, modèles R530-R630*, Markham, Ontario, Kubota, 2014, 130 p. (R5611-8140-1).

KUBOTA. *Spécifications R530*, [En ligne], 2020. [<https://kubota.ca/fr/products/power-equipment/wheel-loaders/r/r530>] (Consulté le 13 octobre 2020).

QUÉBEC. *Loi sur la santé et la sécurité du travail, RLRQ, chapitre S-2.1, à jour au 20 octobre 2020*, [En ligne], 2020. [<http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cs/s-2.1>] (Consulté le 2 mars 2021).

QUÉBEC. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail, RLRQ, chapitre S-2.1, r. 13, à jour au 1^{er} septembre 2020*, [En ligne], 2020. [<http://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cr/S-2.1,%20r.%2013>] (Consulté le 2 mars 2021).

SHORELAND'R. *Pontoon Trailers : Photo Gallery*, [En ligne], 2021. [<https://www.shorelandr.com/pontoon-trailers/photo-gallery>] (Consulté le 19 janvier 2021).

VIA PRÉVENTION. *Chariot, accessoires et prévention*, Montréal, Via Prévention, 2018, 38 p. [https://www.viaprevention.com/wp-content/uploads/2018/10/VP_Chariot_accessoires_guide_vweb_20180928.pdf].

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