

EN004203

RAPPORT D'ENQUÊTE

Accident mortel survenu à un travailleur de l'entreprise Service de pneus CD le 1^{er} février 2018 sur le site de l'établissement Pépinière et paysagiste Marina inc. situé au 40, rue St-Joseph à Lachine.

Direction régionale de Montréal de la prévention-inspection

VERSION DÉPERSONNALISÉE

Inspecteurs :

Alain Lajoie, inspecteur

Simon Boily, inspecteur

Date du rapport : 17-12-2018

Rapport distribué à :

- Monsieur [A], [...], Service de pneus CD
 - Monsieur [B], [...], Pépinière et paysagiste Marina inc.
 - Monsieur Edgar Nassif, coroner
 - Docteure Mylène Drouin, directrice régionale de santé publique de Montréal
-

TABLE DES MATIÈRES

<u>1</u>	<u>RÉSUMÉ DU RAPPORT</u>	<u>1</u>
<u>2</u>	<u>ORGANISATION DU TRAVAIL</u>	<u>3</u>
2.1	STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT	3
2.2	ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	4
2.2.1	MÉCANISMES DE PARTICIPATION	4
2.2.2	GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ	4
<u>3</u>	<u>DESCRIPTION DU TRAVAIL</u>	<u>5</u>
3.1	DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	5
3.2	DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	6
<u>4</u>	<u>ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE</u>	<u>7</u>
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	7
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	7
4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	24
4.3.1	LE POSITIONNEMENT DU CRIC AU CENTRE DE L'ESSIEU ARRIÈRE ET LA DESCENTE RAPIDE DE LA CHARGEUSE À LA SUITE DE L'OUVERTURE DE LA SOUPAPE D'ÉVACUATION DÉSTABILISENT LA CHARGEUSE QUI S'ÉCRASE AU SOL.	24
4.3.2	LA MÉTHODE DE TRAVAIL UTILISÉE EST DANGEREUSE PUISQU'ELLE OBLIGE LE TRAVAILLEUR À SE PLACER SOUS LA CHARGEUSE ALORS QU'ELLE EST SUPPORTÉE UNIQUEMENT PAR UN CRIC.	25
4.3.3	L'EMPLOYEUR NE S'ASSURE PAS QUE LE TRAVAILLEUR AIT LA FORMATION ET LA SUPERVISION APPROPRIÉES LUI PERMETTANT D'EFFECTUER LE LEVAGE DES VÉHICULES DE FAÇON SÉCURITAIRE.	26
<u>5</u>	<u>CONCLUSION</u>	<u>27</u>
5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	27
5.2	RECOMMANDATIONS ET/OU SUIVI À L'ENQUÊTE	27
<u>ANNEXES</u>		
ANNEXE A :	Liste des accidentés ou Accidenté	28
ANNEXE B :	Liste des témoins et des autres personnes rencontrées	29
ANNEXE C :	Rapport d'expertise	30
ANNEXE D :	Références bibliographiques	31

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

Le 1^{er} février 2018, vers 15 h 30, [...] travailleurs de l'entreprise Service de pneus CD se présentent au 40, rue St-Joseph pour installer et permuter les deux roues arrière d'une chargeuse sur lesquelles de nouveaux pneus ont été installés. Au moment de commencer les travaux, l'arrière de la chargeuse repose sur deux chandelles installées près du boîtier du différentiel au centre de l'essieu arrière. Afin d'installer la roue arrière gauche, M. [C] utilise un cric qu'il positionne sous la chargeuse au centre de l'essieu. Alors que la chargeuse est maintenue seulement par le cric, le travailleur se glisse partiellement sous celle-ci pour retirer une première chandelle du côté arrière gauche. Il se déplace par la suite du côté arrière droit pour retirer la deuxième chandelle. Le travailleur se glisse ensuite sous la chargeuse du côté arrière gauche pour actionner la valve d'évacuation du cric avec ses mains. La chargeuse s'abaisse rapidement puis, en l'absence des roues arrière, chute jusqu'au sol.

Conséquences

Le travailleur est écrasé mortellement sous le poids de la chargeuse.



Photo 1 : Position de la chargeuse après l'accident
Source : CNESST

Abrégé des causes

L'enquête a permis d'identifier trois causes à l'origine de l'accident :

- Le positionnement du cric au centre de l'essieu arrière et la descente rapide de la chargeuse à la suite de l'ouverture de la soupape d'évacuation déstabilisent la chargeuse qui s'écrase au sol.
- La méthode de travail utilisée est dangereuse puisqu'elle oblige le travailleur à se placer sous la chargeuse alors qu'elle est supportée uniquement par un cric.
- L'employeur ne s'assure pas que le travailleur ait la formation et la supervision appropriées lui permettant d'effectuer le levage des véhicules de façon sécuritaire.

Mesures correctives

- À la suite de l'accident, la chargeuse appartenant à la Pépinière & paysagiste Marina inc. et tous les équipements de levage appartenant à Service de pneus CD sont saisis (RAP9113590).
- Le lendemain de l'accident, une décision est émise afin d'informer Service de pneus CD que tous les équipements de levage et accessoires sur les lieux de l'accident ont été saisis (RAP1210942).
- Le 7 février 2018, à la suite d'une analyse préliminaire de la situation, deux décisions sont émises. La première décision interdit à Service de pneus CD l'utilisation de tout accessoire visant à augmenter la portée d'un cric. La deuxième, quant à elle, interdit toute opération de levage d'une chargeuse jusqu'à ce que l'employeur soumette une procédure de travail sécuritaire. Cette procédure doit également préciser les équipements de levage devant être utilisés.

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 Service de pneu CD offre les services de remplacement et de réparation de pneus à des particuliers ainsi qu'à des entreprises commerciales. L'établissement entrepone les pneus d'environ 500 clients. En plus du service en atelier, l'entreprise offre un service directement chez le client dans un contexte planifié ou d'urgence.

L'entreprise emploie [...] travailleurs non syndiqués, dont [...] sont des travailleurs d'agence. L'organigramme de l'entreprise est le suivant :

[...]

Schéma 1: Organigramme
Source: CNESST

2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail

2.2.1 Mécanismes de participation

Il n'y a aucun mécanisme de participation formel dans l'entreprise.

2.2.2 Gestion de la santé et de la sécurité

L'employeur est membre d'une mutuelle de prévention depuis janvier 2018. Depuis 2014, l'entreprise possède un guide santé et sécurité qui stipule, entre autres, d'utiliser des chandelles pour sécuriser la charge lorsqu'un cric est utilisé. Le guide ne contient aucune procédure de levage.

À la suite d'un accident en 2015, une procédure concernant le changement de pneus intitulée *Procédure de remplacement d'un pneu de camion* est élaborée.

Au moment de l'accident, l'employeur n'a pas de programme de prévention.

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

L'accident est survenu dans la cour de l'établissement Pépinière et paysagiste Marina inc. situé au 40, rue Saint-Joseph à Lachine, plus précisément à l'endroit où les machines lourdes servant au déneigement sont garées. La chargeuse était placée devant la dernière cloison. À cet endroit, le sol est de niveau. Le jour de l'accident, il est recouvert de neige et de plaques de glace à plusieurs endroits.



Photo 2 : Emplacement de la chargeuse dans la cour
Source : CNESST



Photo 3 : État du sol sur lequel était posé le cric
Source : CNESST



Photo 4 : État du sol autour du cric
Source : CNESST

3.2 Description du travail à effectuer

Service de pneus CD a pour mandat de changer les pneus sur les deux roues arrière d'une chargeuse garée dans la cour de l'entreprise Pépinières et paysagistes Marina inc. Dans un premier temps, la chargeuse doit être soulevée afin de démonter les roues et les amener à l'atelier pour changer les pneus. Pendant ce temps, la chargeuse est déposée sur deux chandelles. Dans un deuxième temps, pour réinstaller les roues, la chargeuse doit être soulevée afin de permettre aux travailleurs de les boulonner sur l'essieu. Le client avise Service de pneus CD qu'il désire également que les roues de la chargeuse soient permutées, c'est-à-dire que les roues avec les pneus neufs soient installées à l'avant et celles avec les pneus usés à l'arrière.

SECTION 4

4 ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE

4.1 Chronologie de l'accident

L'analyse de la bande vidéo a permis de valider la séquence de travail suivante :

Vers 10 h 45, M. [C] et [D] se présentent au 40, rue St-Joseph pour retirer les deux roues arrière de la chargeuse. Pour ce faire, ils positionnent un cric de type bouteille au centre de l'essieu arrière pour soulever complètement la partie arrière de la chargeuse. Pour augmenter la portée du cric, un bloc de métal est positionné sur la tête de la tige filetée du cric. La chargeuse est ainsi en contact avec la surface du bloc. Alors que la chargeuse est maintenue en position surélevée par le cric, les travailleurs procèdent au retrait des deux roues. Une fois les deux roues retirées, ils se glissent sous la chargeuse pour positionner les chandelles. Dans cette position, chaque travailleur installe des blocs de bois de part et d'autre du cric sur lesquels ils positionnent les chandelles. Alors que les deux travailleurs sont toujours sous la chargeuse, M. [C] abaisse le cric jusqu'à ce que l'essieu arrière soit appuyé sur les deux chandelles. Il retire alors le cric, ramasse les outils et, accompagné de [D], transporte les deux roues à l'atelier où les pneus seront changés.

De retour à l'atelier, M. [C] effectue d'autres appels de service. Vers 15 h, [B] de la pépinière appelle Service de pneus CD pour les aviser qu'il souhaite que les roues soient installées avant la fermeture et rappeler qu'il désire que les roues soient permutées. M. [C] et [D] se présentent sur les lieux vers 15 h 30. M. [C] retire tout d'abord la roue avant pour y installer la nouvelle roue. Pour ce faire, il installe le cric au centre de l'essieu avant et soulève l'avant de la chargeuse. Il vérifie la position de l'arrière de la chargeuse sur les chandelles et commence à retirer la roue avant. Une fois la nouvelle roue installée, M. [C] abaisse le cric, le retire, se déplace à l'arrière de la chargeuse, lance le cric au sol et se glisse sous la chargeuse. Quelques instants plus tard, il connecte le boyau pneumatique au cric et se place près de l'essieu arrière du côté gauche. Il soulève alors l'arrière de la chargeuse avec le cric, afin de retirer les chandelles et les blocs de bois. Alors que la chargeuse est retenue par le cric, le travailleur se glisse à nouveau sous celle-ci. Afin d'ajuster la hauteur du cric pour installer la roue, le travailleur tourne à l'aide de ses mains la valve du cric. C'est à ce moment que la chargeuse bascule hors du point d'appui du cric, chute et écrase mortellement le travailleur.

4.2 Constatations et informations recueillies

Informations relatives au travailleur

- [...]
- [...]

Informations relatives à la chargeuse

- La chargeuse est du fabricant John Deere, modèle 544 G 1997 (#DW544GD560952).
- Elle est équipée d'un godet à l'avant.
- Elle est composée d'une partie avant et arrière reliées par un pivot central.



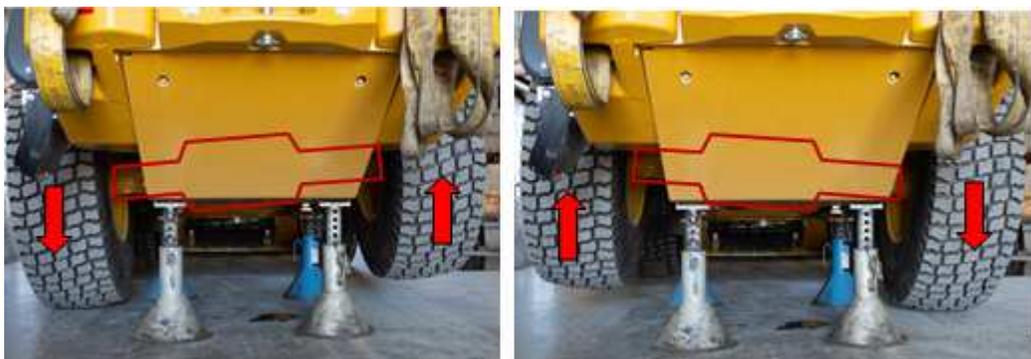
Photo 5 : Position de la chargeuse après la chute
Source : CNESST

- Le poids total de la chargeuse est approximativement de 12 700 kg. La répartition du poids est de 35 % à l'avant et 65 % à l'arrière lorsque le godet est vide. L'essieu arrière supporte ainsi environ 8 255 kg.
- En retirant les roues arrière, qui pèsent respectivement environ 238 kg, le poids exercé sur l'essieu arrière est réduit à 7 779 kg.



Photo 6 : Point de pivot et barre de cadenassage
Source : CNESST

- Le livre d'entretien du fabricant John Deere recommande l'installation de la barre de cadenassage du point de pivot lorsque le véhicule est remorqué ou lorsque des travaux doivent être effectués dans cette zone.
- L'essieu avant est rigide alors que l'essieu arrière permet un débattement vertical des roues, principalement induit par un point de pivot transversal. Lorsque les roues sont absentes, l'amplitude du débattement vertical est plus importante que celle observée sur les photos.



Photos 7 et 8 : Débattement vertical de l'essieu arrière
Source : CNESST

- Au centre de l'essieu arrière se trouve le boîtier du différentiel. Le travailleur a utilisé ce boîtier comme point de levage. La face interne du boîtier est uniforme et droite.



Photo 9 : Photo prise sous la chargeuse, du centre vers l'arrière
Source : CNESST

- La face arrière du boîtier a la forme d'un V et est donc légèrement inclinée.



Photo 10 : Photo prise sous la chargeuse, vue de derrière
Source : CNESST

- Plus le cric est positionné vers l'arrière du boîtier, plus le point de contact se fait sur une surface inclinée.
- Lorsque la chargeuse est sur quatre roues, la distance entre le boîtier du différentiel de l'essieu arrière et le sol est de 41 cm. Cette mesure est approximative, puisqu'elle varie selon l'usure et la pression d'air des pneus, ainsi que l'état du sol.

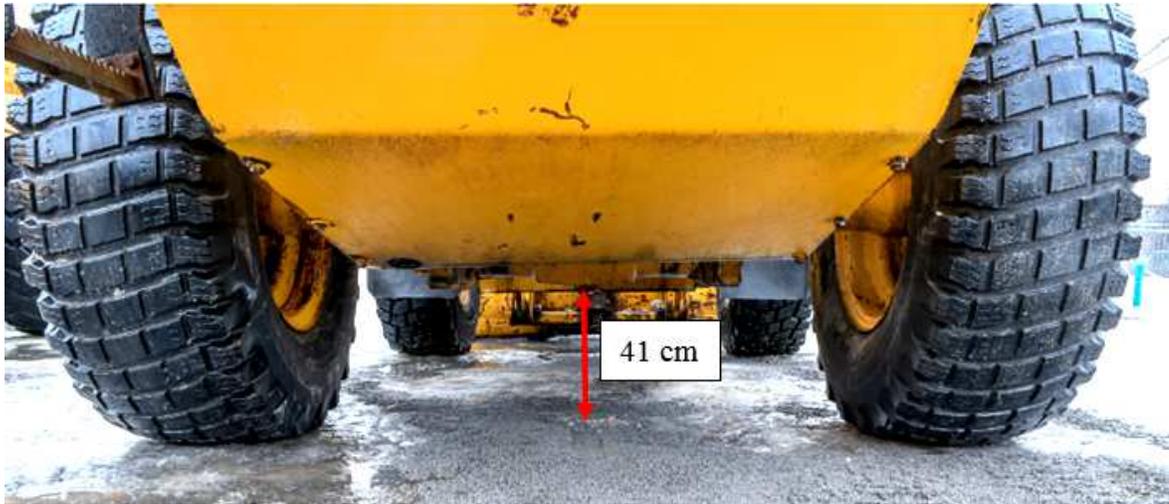


Photo 11 : Espace sous l'essieu lorsque les roues sont installées
Source : CNESST

Informations relatives aux méthodes de levage lors de l'accident

- Le boîtier du différentiel de l'essieu arrière a été utilisé comme point de levage pour soulever complètement l'arrière de la chargeuse lors du retrait des roues. Le même point de levage a été utilisé pour la permutation des pneus.

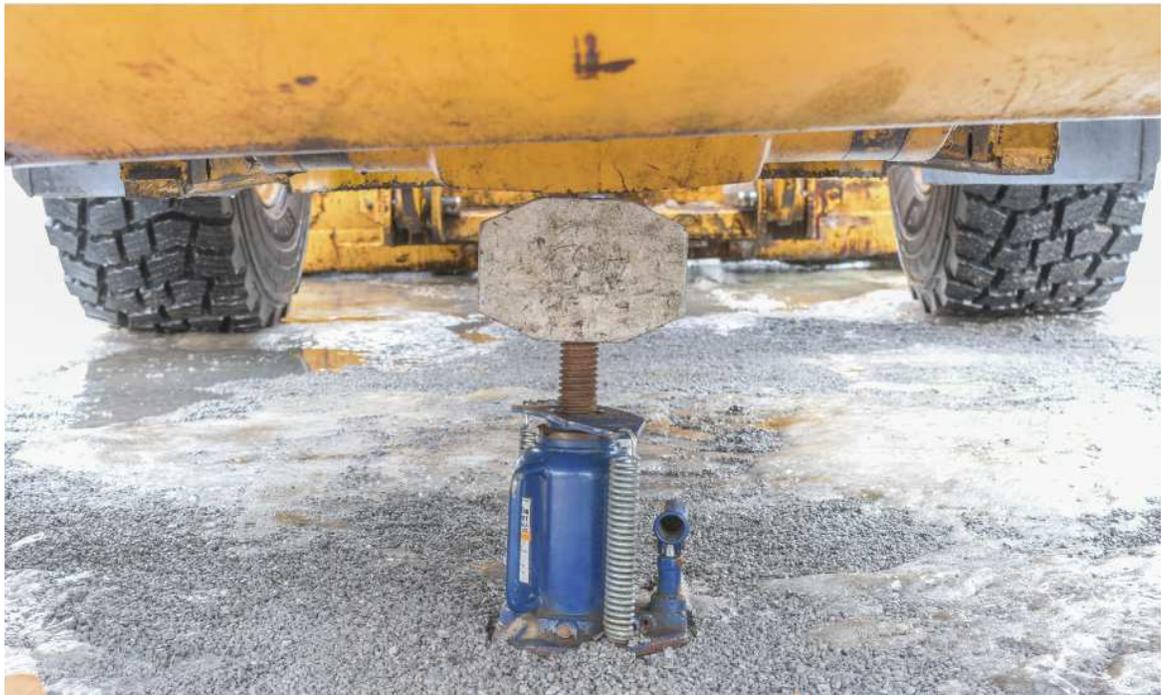


Photo 12 : Point de levage utilisé par le travailleur
Source : CNESST

- Pour atteindre le boîtier, un bloc de rallonge a été utilisé afin d'augmenter la portée du cric. Celui-ci a été installé sous la partie avant du boîtier du différentiel, à l'avant de la chargeuse.
- Après l'accident, le cric a été trouvé en position debout, juste devant le boîtier du différentiel. Le bloc de rallonge était sur le sol, sous le boîtier du différentiel de l'essieu arrière. Les chandelles étaient retirées et disposées de chaque côté de la chargeuse.



Photo 13 : Position du cric et du bloc de rallonge après la chute de la chargeuse
Source : CNESST

- Le godet de la chargeuse était appuyé contre le sol et a laissé une trace dans la neige lors de la chute. Selon les mesures prises, la chargeuse s'est déplacée approximativement de 16 cm vers l'arrière. L'avant de la chargeuse a pivoté, quant à lui, sur une distance de 13 cm vers la gauche.



Photo 14 : Trace formée par le godet lors de la chute de la chargeuse
Source : CNESST



Photo 15 : Recul de la chargeuse
Source : CNESST



Photo 16 : Pivot de la chargeuse
Source : CNESST

- Lors de la chute, en l'absence des roues arrière, la partie arrière de la chargeuse (zone hachurée) s'est abaissée vers le sol.



Photo 17 : Partie de la chargeuse qui est entrée en contact avec le travailleur
Source : CNESST

Informations relatives aux équipements de levage utilisés lors de l'accident

Cric

Le cric bouteille, d'une capacité de 20 tonnes, est du fabricant RPG, modèle Short 301-61207. Pour soulever une charge, le cric peut être utilisé de deux façons : par l'entremise d'un compresseur à air ou manuellement avec une tige. Le boyau pneumatique, d'une longueur de 1,36 m, permet d'activer le soulèvement du cylindre à partir d'une commande située à l'extrémité du boyau. Pour abaisser le cric, la valve d'évacuation se trouvant à sa base doit être ouverte. La tige de métal d'une longueur de 48,26 cm est également conçue pour ouvrir et fermer la soupape de purge.

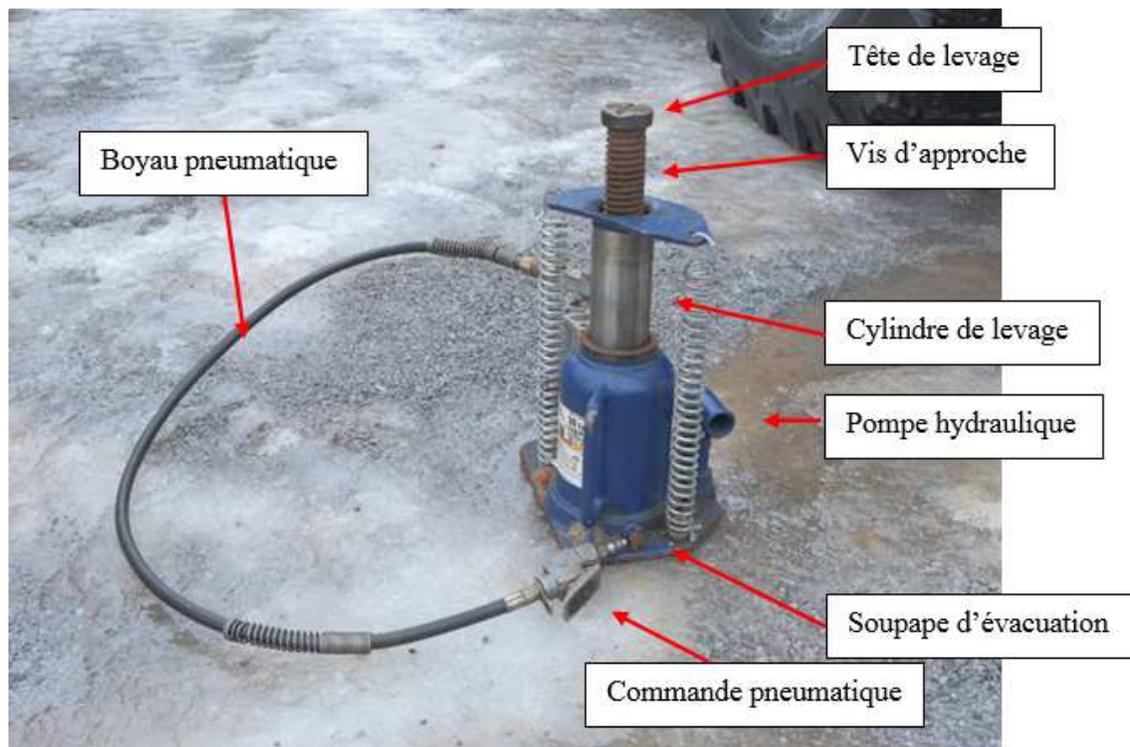


Photo 18 : Composantes du cric bouteille
Source : CNESST

- Le cric est muni d'une vis d'approche qui permet d'augmenter sa portée ou de réduire sa course de levée. La longueur de la vis d'approche est de 9,5 cm.
- Au sommet de la vis d'approche se trouve la tête de levage qui a un diamètre de 44 mm et une épaisseur de 14 mm. C'est sur la tête de levage que s'appuie la charge à soulever.
- Lorsque la vis d'approche est à sa position la plus basse, la hauteur de la tête de levage est de 20,5 cm. Lorsque la vis d'approche est dévissée jusqu'au bout, la hauteur de la tête de levage est de 29,5 cm et le piston du cric se déploie sur une course d'environ 11 cm. La hauteur maximale que la tête de levage peut atteindre est de 40,5 cm.

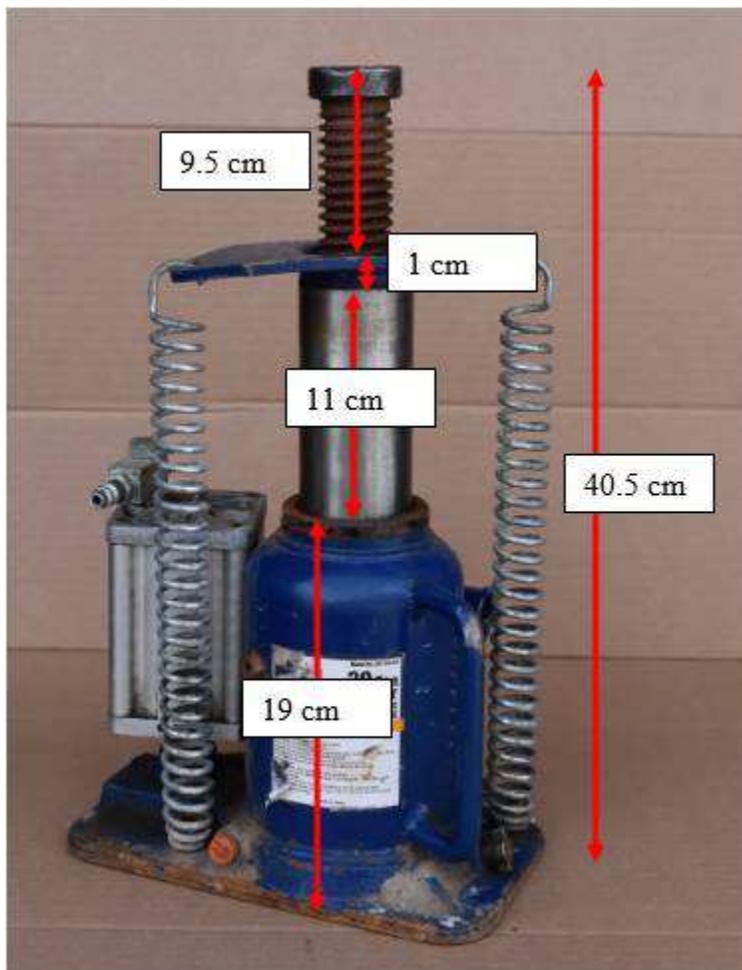


Photo 19 : Course maximale du cric
Source : CNESST

- Le fabricant du cric confirme qu'il est interdit d'utiliser un accessoire permettant d'augmenter sa portée.
- Deux normes traitent des équipements de levage : ASME PASE-2014 et en 1494-2009. La première précise notamment que toute modification pouvant affecter la conformité du cric doit être certifiée.
- Aucune des normes n'autorise l'usage d'accessoires pour augmenter la portée des crics bouteilles.
- Selon le manuel du cric, le fabricant précise que :
 - Le cric doit être utilisé sur une surface dure et horizontale;
 - Immédiatement après avoir levé la charge avec le cric, cette dernière doit être supportée par un autre moyen;
 - Des cales de roue doivent être posées avant de soulever le véhicule;
 - Il est interdit de se trouver sous la charge lors de l'ouverture de la soupape de purge;
 - La tige doit être utilisée pour fermer et ouvrir la soupape de purge;

- La soupape de purge ne doit pas être tournée plus d'un demi-tour pour éviter une descente trop rapide;
- Le cric doit faire l'objet d'une inspection annuelle.

Bloc de rallonge pour augmenter la portée du cric

- Au moment de l'accident, un bloc de métal est positionné entre le cric et la chargeuse pour augmenter la portée du cric. Le bloc de rallonge a la forme d'un hexagone non uniforme. Il fait 18,2 cm de longueur par 12,2 cm de largeur et 7,5 cm d'épaisseur.



Photo 20 : Bloc de rallonge
Source : CNESST

- Le bloc de rallonge provient du fabricant Chicago Pneumatic. Il est conçu pour être utilisé avec le cric CP-705.



Photo 21 : Cric CP-705 de Chicago Pneumatic
Source : CNESST

- Trois cavités localisées à des endroits différents permettent d'avoir trois hauteurs additionnelles d'élévation.



Photo 22 : De gauche à droite, les trois positions sont : couché sur le côté, couché à plat et debout.
Source : CNESST

- Le jour de l'accident, le bloc de rallonge est utilisé sur le côté. Dans cette position, il permet d'atteindre une hauteur additionnelle de 10,2 cm. Sa surface de contact avec la charge est de 7,7 cm sur 7,5 cm.

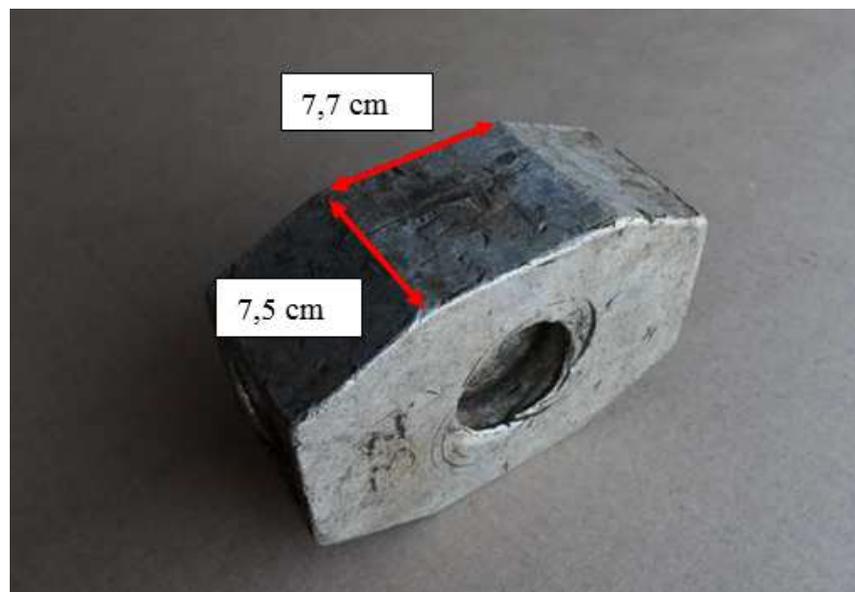


Photo 23 : Surface de contact du bloc de rallonge avec la chargeuse
Source : CNESST

- À l'opposé de cette face se trouve l'une des trois cavités dans laquelle s'insère la tête de levage. La cavité a un diamètre de 5,6 cm et une profondeur de 2,5 cm.

Chandelles

- Deux chandelles sont utilisées pour supporter la chargeuse alors que les roues arrière sont retirées. Au moment de l'accident, elles sont retirées afin qu'elles ne nuisent pas aux réglages de la hauteur de la chargeuse lors de l'installation de la roue arrière gauche.
- La première chandelle, de couleur rouge, est du fabricant Norco, modèle 81222 et a une capacité de 22 tonnes.
- La seconde chandelle, de couleur bleue, est du fabricant RPG, modèle 302-63220 et a une capacité de 22 tonnes.
- La goupille de blocage des deux chandelles est absente. Il est donc impossible de régler les chandelles à une hauteur autre qu'à leur position la plus basse, soit à 30 cm.
- La base des chandelles mesure 25 cm sur 25 cm et constitue une surface pleine.
- Les chandelles sont installées sur des blocs de bois afin d'augmenter leur portée. Cela permet de réduire le déplacement vertical nécessaire pour appuyer l'essieu sur celles-ci lors de la descente de la chargeuse avec le cric.

Bloc de bois

- Les goupilles de blocage étant absentes, les chandelles sont installées sur des blocs de bois afin d'augmenter leur portée.

Informations relatives aux méthodes sécuritaires de levage du fabricant et du concessionnaire de la chargeuse

- Dans le manuel technique de réparation du fabricant John Deere pour la chargeuse 544K (modèle plus récent que la chargeuse 544G), aucune méthode de levage avec un cric n'est précisée. Dans le livre de réparation, la section concernant le retrait et la pose des roues précise, quant à elle, les directives pour lever la chargeuse :

 **ATTENTION: En manipulant des composants lourds, éviter les écrasements. Utiliser un dispositif de levage approprié pour lever les composants.**

2. Soulever la machine et placer une chandelle de 10 tonnes américaines sous l'essieu.

Aucune précision sur le ou les points de levage à utiliser ni comment procéder au levage de la chargeuse avec un cric ne s'y retrouve.

- Le concessionnaire autorisé Nortrax ne recommande pas d'utiliser le point central de l'essieu arrière de la chargeuse, puisque ce dernier peut bouger de haut en bas en tout temps. Le fabricant John Deere n'a pas confirmé cette information.
- Le concessionnaire Nortrax recommande l'usage d'un point situé sur l'essieu arrière, à proximité de la roue, comme point de levage.



Photo 27 : Emplacement recommandé par le concessionnaire pour le cric
Source : Nortrax

- Lors d'un remorquage, le manuel du fabricant John Deere précise que l'articulation doit être préalablement verrouillée avec la barre de cadénassage.
- Le fabricant John Deere n'a pas de directives sur l'installation de la barre de cadénassage lorsque l'arrière de la chargeuse est complètement soulevé. La photo 29 montre la position de la barre avant de fixer le deuxième boulon.



Photo 28 : Barre de cadénassage remisée
Source : CNESST



Photo 29 : Barre de cadénassage déployée
Source : CNESST

Informations relatives à la formation, la supervision et aux méthodes de travail chez l'employeur

- La méthode que l'employeur affirme transmettre à ses travailleurs pour soulever une chargeuse est la suivante :
 - Le centre de l'essieu arrière ne doit jamais être utilisé comme point de levage.
 - Le cric doit être installé sous l'essieu arrière, près de la roue. Le travailleur doit soulever un côté pour installer une chandelle sur laquelle sera abaissé l'essieu. La même étape doit être effectuée de l'autre côté de la chargeuse. Par mesure préventive, des blocs de bois peuvent être installés sous l'essieu au cas où la chandelle se renverserait.
 - Des blocs de bois doivent ensuite être placés sous la roue pour éviter que la roue chute lorsque le dernier boulon est retiré.
 - Pour réinstaller la roue, le cric doit être repositionné sous l'essieu. Au besoin, la nouvelle roue peut être dégonflée légèrement pour mieux ajuster la hauteur. Une fois la roue boulonnée, le bloc de bois et la chandelle peuvent être retirés. La même méthode est utilisée pour l'autre côté de la chargeuse.
 - Si une rotation des roues doit être effectuée alors que les deux roues arrière sont retirées et que l'essieu arrière repose sur des chandelles, l'essieu avant peut être soulevé d'un seul côté, puis de l'autre pour changer les roues.

Ces informations n'apparaissent pas dans la procédure de changement de pneu présentée puis signée par les employés en juin 2017. Cette procédure, adaptée pour les camions, ne contient aucune mention particulière concernant les chargeuses sur roues. Elle ne précise pas les points de levage à utiliser ni la séquence détaillée de levage à suivre. Toutefois, elle précise qu'un travailleur ne doit pas aller sous la chargeuse pour installer et ajuster les chandelles et désengager le cric hydraulique.

- La formation des travailleurs pour les travaux effectués à l'extérieur de l'atelier fonctionne par compagnonnage. Le nouveau travailleur est jumelé avec un travailleur plus expérimenté qui l'accompagne pendant une certaine période et lui apprend comment effectuer les différentes tâches, sans supervision par l'employeur des méthodes transmises. Lorsque le travailleur plus expérimenté et l'employeur jugent que le nouveau travailleur est prêt, ce dernier peut être envoyé seul pour répondre aux appels de services. Le nouveau travailleur répond à des appels de service simples dans un premier temps (camion de service, remorque), puis plus complexes par la suite (équipements lourds). La méthode utilisée au moment de l'accident était celle transmise et utilisée par les travailleurs expérimentés.
- L'employeur assure une supervision des activités de travail en atelier. Toutefois, aucune surveillance n'est effectuée lors des interventions à l'extérieur de l'atelier. L'employeur précise se fier aux travailleurs pour respecter les méthodes de travail enseignées en atelier et transmises par les travailleurs plus expérimentés.
- Les témoignages [...] confirment les propos de l'employeur.

Ceux-ci précisent n'avoir jamais reçu la visite de l'employeur afin de superviser leurs méthodes de travail. Les rares visites effectuées par l'employeur servaient à apporter un outil de remplacement à la suite d'un bris, afin d'exécuter les travaux.

Informations relatives aux méthodes de levage enseignées au centre de formation professionnelle École des métiers de l'équipement motorisé de Montréal

- Une formation spécifique à la mécanique des engins lourds est donnée par l'École des métiers de l'équipement motorisé de Montréal. Les méthodes enseignées tiennent compte de l'usage d'équipement propre à un atelier. Aucune méthode particulière n'est enseignée pour les méthodes de levage à l'extérieur de l'atelier.
- Un module spécifique est dédié au retrait et changement de pneus sur un équipement lourd. Durant ce module, les rudiments des pratiques sécuritaires sont enseignés, tel qu'installer la barre de cadénassage, ne pas aller sous la chargeuse et utiliser un cric à long manche. L'étudiant consulte les manuels des fabricants et autres sources d'information pour retracer le poids du véhicule et les points de levage.
- Le point de levage peut varier selon la conception de la structure sous la chargeuse. Dans le cas d'un levage complet arrière, la méthode enseignée est sensiblement la même que celle de l'employeur. Les équipements diffèrent toutefois au niveau du cric à long manche, conçu pour un usage en atelier.
- De l'avis de l'enseignant, lorsque la chargeuse n'a pas un point de levage central accessible sous le châssis, il est acceptable d'utiliser le point central de l'essieu arrière, même si ce dernier est mobile. Un cric à long manche doit être utilisé. De plus, pour empêcher l'essieu arrière de pivoter pendant le levage, des blocs doivent être ajoutés entre le dessus de l'essieu et le châssis. Cette procédure est une forme de cadénassage mécanique qui vise à limiter le débattement de l'essieu arrière.

Informations relatives aux résultats de l'expertise

Une expertise a été conduite afin de reproduire les conditions de levage et cibler les facteurs ayant pu contribuer à la chute de la chargeuse. À la suite des tests effectués, voici les conclusions du rapport d'expertise¹ :

- Le bris mécanique de l'équipement de levage n'est pas en cause ;
- L'absence de cadénassage du pivot central n'a pas joué un rôle dans la chute de la chargeuse ;
- Il est impossible de soulever simultanément les deux roues arrière de la chargeuse en prenant un point d'appui autre que le centre du boîtier du différentiel ;
- Bien qu'il soit instable sans charge, le bloc de rallonge (extension) n'a pas joué un rôle dans la chute, puisqu'il présente une bonne stabilité, et ce même lors de montages inclinés (Photo 28) ;
- Il est impossible d'abaisser la chargeuse lentement et de manière sécuritaire en ouvrant manuellement la soupape de purge. Ouvert d'à peine un quart de tour, la descente du cric prend moins de deux secondes ;

¹ Le rapport complet est disponible à l'Annexe E.

- La simulation de la chute n'a pas été possible lors des essais en cadenassant l'essieu arrière avec des blocs de bois ;
- L'absence de cadenassage de l'essieu arrière a permis à celui-ci de pivoter et d'entraîner la chute de la chargeuse ;
- L'absence des chandelles met en danger le travailleur lorsqu'il abaisse la chargeuse alors qu'il est sous celle-ci ;
- La surface glacée n'a pas contribué à la chute du cric ;
- Des essais de stabilité ont été effectués à différents points de levage pour déterminer le positionnement du cric au moment de l'accident. Ces essais ont permis de déterminer que le point de levage utilisé au moment de l'accident était la partie avant du boîtier du différentiel (position 7) ;



Photo 30 : Position des différents points de levage
Source : Rapport d'expertise de Prolad

- L'utilisation du point de levage au centre-avant du boîtier du différentiel permet de soulever les deux roues arrière sans difficulté. Toutefois, à partir des positions 1 à 5, l'essieu peut facilement pivoter ;
- Durant les essais, la chute de la chargeuse n'a pu être reproduite à cause de la présence des roues. Cependant, en l'absence des roues, la chute aurait été inévitable.

4.3 Énoncés et analyse des causes

4.3.1 Le positionnement du cric au centre de l'essieu arrière et la descente rapide de la chargeuse à la suite de l'ouverture de la soupape d'évacuation déstabilisent la chargeuse qui s'écrase au sol.

Selon l'expertise, l'utilisation du centre de l'essieu arrière comme point de levage a contribué à la chute de la chargeuse. De plus, l'ouverture de la soupape d'évacuation avec les mains entraîne une évacuation trop rapide de la pression qui induit une secousse et favorise le pivotement de l'essieu arrière. L'absence de blocs pour cadenasser l'essieu arrière permet à celui-ci de pivoter suffisamment pour que le bloc de rallonge glisse hors de sa position. Finalement, en l'absence de chandelles, de blocs de bois ou des roues arrière la chargeuse chute jusqu'au sol.

L'essieu arrière de la chargeuse peut pivoter sur un axe libre, du bas vers le haut. Le fabricant John Deere ne précise pas la séquence de travail à suivre pour le levage arrière du type de chargeuse impliqué dans l'accident. Il ne fait également pas mention de l'utilisation du centre de l'essieu arrière comme point de levage. Le concessionnaire Nortrax, quant à lui, déconseille fortement l'usage du centre de l'essieu comme point de levage, car il peut rendre la chargeuse instable. Dans un même ordre d'idées, l'École des métiers de l'équipement motorisé de Montréal recommande d'utiliser un point de levage situé près des roues ou central sur le châssis plutôt que l'essieu. Le centre de formation recommande l'utilisation du point central de l'essieu arrière seulement si un cric à long manche est utilisé, ce qui permet de lever et descendre une charge de façon sécuritaire. Dans ce cas, un cadénassage de l'essieu arrière avec des blocs de bois doit également être effectué pour bloquer tout mouvement de pivot et maintenir la surface de contact de l'essieu perpendiculaire à la tête de la vis d'approche du cric.

Toujours selon les résultats de l'expertise, ainsi que les témoignages recueillis, le cric était positionné sur la partie avant du boîtier du différentiel. Comme le point de pivot de l'essieu arrière se situe au centre du boîtier du différentiel, plus le point de levage est à proximité du centre, plus l'instabilité de la chargeuse est grande. En l'absence des roues arrière, le pivotement de l'essieu devient assez important pour provoquer le glissement du bloc de rallonge et entraîne la chargeuse dans une chute libre. En cadénassant l'essieu arrière avec des blocs de bois pour limiter le pivotement de l'essieu arrière, les essais menés dans le cadre de l'expertise n'ont pas permis de simuler une chute de la chargeuse en positionnant le cric sur la partie avant du différentiel. Cela permet de confirmer que le pivotement de l'essieu a joué un rôle important dans la chute de la chargeuse.

Le poids total de la chargeuse est de 12 700 kg. En tenant compte de la répartition du poids en avant et en arrière, le poids de la section arrière est estimé à 7 779 kg.

En conclusion, l'utilisation de la partie avant du boîtier du différentiel situé au centre de l'essieu arrière comme point de levage ainsi que l'ouverture de la soupape d'évacuation avec les mains contribuent à déstabiliser le montage du cric et du bloc de rallonge.

La chute de la chargeuse, dont le poids de la section arrière est environ 7 779 kg, écrase mortellement le travailleur.

Cette cause est retenue.

4.3.2 La méthode de travail utilisée est dangereuse puisqu'elle oblige le travailleur à se placer sous la chargeuse alors qu'elle est supportée uniquement par un cric.

En choisissant le boîtier du différentiel situé au centre de l'essieu arrière comme point de levage, cela permet de soulever les deux roues arrière en même temps. La longueur du boyau pneumatique du cric bouteille permet de lever la chargeuse sans se placer sous celle-ci. Il en est cependant autrement pour la descendre puisque le boyau pneumatique ne permet pas d'activer la soupape d'évacuation. Pour ce faire, le fabricant du cric bouteille fournit une tige de 48 cm. Cette longueur est toutefois insuffisante pour abaisser la chargeuse de façon sécuritaire lorsque le boîtier du différentiel est utilisé comme point de levage.

Les témoignages recueillis permettent de confirmer que le travailleur avait l'habitude d'activer la soupape d'évacuation avec ses mains. Cette méthode place inévitablement le travailleur sous la chargeuse alors qu'elle n'est supportée que par le cric. Cette situation est proscrite par le fabricant du cric. En effet, en aucun temps, un travailleur ne doit se placer sous une charge retenue uniquement par un cric.

Afin de réinstaller les roues, l'arrière de la chargeuse est complètement soulevé pour retirer les chandelles. Le travailleur se glisse ensuite sous la chargeuse et ajuste la hauteur du cric afin d'aligner l'essieu et la roue. En l'absence d'une protection mécanique (chandelles), il s'expose à une situation de danger.

L'École des métiers de l'équipement motorisé de Montréal, tout comme le concessionnaire Nortrax, recommande l'usage d'un point de levage situé à l'extrémité de l'essieu, ce qui permet de lever et d'abaisser le cric sans devoir aller sous le véhicule. En effet, la tige est alors suffisamment longue pour activer la soupape d'évacuation à distance.

Finalement, en se plaçant sous la chargeuse supportée uniquement par le cric, le travailleur s'est placé en situation de danger.

Cette cause est retenue.

4.3.3 L'employeur ne s'assure pas que le travailleur ait la formation et la supervision appropriées lui permettant d'effectuer le levage des véhicules de façon sécuritaire.

En ce qui a trait à la formation et la supervision, l'employeur admet ne s'être jamais déplacé en dehors de l'atelier afin de vérifier les méthodes de travail utilisées par les travailleurs. Ces propos sont confirmés par les témoignages d'anciens travailleurs. Malgré un accident grave survenu en 2015 et l'intervention d'un inspecteur de la CNESST, l'employeur n'a pas mis en place de mécanismes de supervision pour s'assurer du respect des méthodes de travail lors des travaux à l'extérieur de l'atelier.

Après une période de parrainage, dont la durée peut varier, l'employeur considère que les employés sont qualifiés pour intervenir de façon autonome. M. [C] était considéré comme un travailleur qualifié pour intervenir seul sur des appels de service. Cependant, la méthode de travail utilisée au moment de l'accident souligne que le travailleur n'appliquait pas les procédures décrites par l'employeur. De plus, cette méthode était utilisée par les travailleurs plus expérimentés et transmise lors de la formation par compagnonnage. Ceci illustre que l'employeur ne s'est pas assuré que la formation transmise par le parrainage corresponde à la procédure de remplacement de pneu présentée puis signée par les employés en juin 2017 et à la méthode de levage spécifique à une chargeuse.

L'absence d'une supervision des travailleurs lors des appels de service a ainsi contribué à ce que des pratiques non sécuritaires deviennent la norme et soient transmises d'un employé à un autre.

Cette cause est retenue.

SECTION 5

5 CONCLUSION

5.1 Causes de l'accident

- Le positionnement du cric au centre de l'essieu arrière et la descente rapide de la chargeuse à la suite de l'ouverture de la soupape d'évacuation déstabilisent la chargeuse qui s'écrase au sol.
- La méthode de travail utilisée est dangereuse puisqu'elle oblige le travailleur à se placer sous la chargeuse alors qu'elle est supportée uniquement par un cric.
- L'employeur ne s'assure pas que le travailleur ait la formation et la supervision appropriées lui permettant d'effectuer le levage des véhicules de façon sécuritaire.

5.2 Recommandations et/ou suivi à l'enquête

Pour éviter un accident semblable, la CNESST informera l'Association des spécialistes de pneus et mécanique du Québec afin qu'elle diffuse les conclusions de cette enquête à ses membres, et insiste notamment sur l'importance de mettre en place une méthode de travail sécuritaire pour le soulèvement des véhicules lourds et d'assurer une formation adéquate à leurs travailleurs qui effectuent ces opérations.

Dans le cadre du partenariat avec le ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, le rapport d'enquête sera diffusé dans les établissements de formation offrant les programmes d'études de *Mécanique de véhicule lourd routier et de mécanique d'engins de chantier*.

À sa sortie en 2019, la CNESST fera suivre à l'ensemble de ses directions régionales, à l'Association des spécialistes de pneus et mécanique du Québec et au Ministère de l'Éducation la fiche technique de l'ASP auto-prévention sur le soulèvement des véhicules lourds et routiers.

ANNEXE A

Liste des accidentés ou Accidenté

ACCIDENTÉ

Nom, prénom : [C]

Sexe : Masculin

Âge : [...]

Fonction habituelle : [...]

Fonction lors de l'accident : Technicien en réparation de pneus

Expérience dans cette fonction : [...]

Ancienneté chez l'employeur : [...]

Syndicat : [...]

ANNEXE B

Liste des personnes et témoins rencontrés

M. Anthony Rosa, sergent détective, SPVM
Mme Jessica Mailloux, agente, SPVM
Mme Audrey Lecompte Paquette, agente, SPVM
M. [E], [...], Pépinière & paysagiste Marina inc.
M. [D], [...], Pépinière & paysagiste Marina inc.
M. [F], [...], Pépinière & paysagiste Marina inc.
Mme [G], [...], Services de pneus CD
M. [A], [...], Services de pneus CD
M. [H], Nortrax
M. [I], [...], Quémont
M. [C], [...], Service de Pneus CD
M. [J], [...], Agence Dynamique Emploi
M. [D], [...]
M. Edgar Nassif, coroner

ANNEXE C

Rapport d'expertise



PLE2574 - RAPPORT D'EXPERTISE

9 juillet 2018

CHUTE MORTELLE INOPINÉE D'UNE CHARGEUSE SUR ROUES SOULEVÉE À L'AIDE D'UN CRIC OLÉOPNEUMATIQUE DE MARQUE RPG, MODÈLE 301-61207

Pour :

Mme Ketty-Michèle Archer
Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail
1199, rue De Bleury
Montréal (Québec) H3B 3J1

Dossier: Marina Inc., accident du 1^{er} février

TABLE DES MATIÈRES#

1.0 Description du mandat.....	1
2.0 Circonstances de l'accident.....	2
3.0 Analyse de la preuve vidéo.....	2
4.0 Examen visuel de la chargeuse sur roues.....	3
5.0 Examen mécanique du cric oléopneumatique.....	3
6.0 Examen du bloc de rallonge impliqué dans l'accident.....	4
7.0 Essais dynamiques de simulation de chute inopinée de la chargeuse.....	5
8.0 Discussion.....	8
9.0 Conclusions.....	10

LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Positions du cric et du bloc de rallonge sur le boîtier du différentiel arrière.....	5
---	---

ANNEXES

Annexe A : Photographies

Annexe B : Manuel du cric oléopneumatique RPG 301-61207

Annexe C : Norme ASME PASE 2014

V/Dossier: Marina Inc., accident du 1^{er} février

N/Dossier: PLE2574 - Expertise sur un cric oléopneumatique de marque RPG 301-61207 impliqué dans la chute mortelle inopinée d'une chargeuse sur roues

1.0 Description du mandat

Mme Archer,

Pour faire suite à la demande de la CNESST dans le cadre d'un accident mortel impliquant un cric oléopneumatique de marque RPG, modèle 301-61207, nous avons évalué l'état mécanique du cric oléopneumatique impliqué, effectué la comparaison de ce dernier avec un équipement neuf, ainsi que réalisé plusieurs essais avec la chargeuse sur roues impliquée dans l'accident. Au cours de notre investigation, nous nous sommes entretenus avec les personnes suivantes :

- M. Alain Lajoie - Inspecteur pour la CNESST
- M. Simon Boily - Inspecteur pour la CNESST
- M. K de Les Équipements Qué-Mont
- M. B de Marina Inc.

L'accident impliquant le cric oléopneumatique serait survenu sur les terrains de l'entreprise Marina Inc., situés au 40, boulevard Saint-Joseph à Montréal, le 1^{er} février 2018. Ce jour-là, employés de l'entreprise propriétaire du cric, soit Service de Pneu CD, auraient effectué une maintenance au niveau de la chargeuse sur roues. Cette dernière aura chuté de manière inopinée sur un des employés, entraînant son décès.

L'objectif de notre expertise, effectuée sur les terrains de l'entreprise Marina Inc. le 27 mars 2018, était de déterminer l'état mécanique des équipements ainsi que de réaliser plusieurs essais avec la chargeuse sur roues afin de tenter de reproduire la chute inopinée de la chargeuse.

2.0 Circonstances de l'accident

Selon les renseignements que nous avons obtenus, notamment à partir de nos discussions avec les inspecteurs de la CNESST, Messieurs Alain Lajoie et Simon Boily, l'accident est survenu sur les terrains de l'entreprise Marina Inc. le jeudi 1^{er} février 2018.

Ce jour-là, la chargeuse sur roues de marque John Deere, modèle 544G, 1997, aurait subi un entretien au niveau des roues arrière. Lors de ces travaux, l'essieu arrière aurait initialement été supporté à l'aide de supports en bois et de chandelles. Lors des travaux, les roues de la chargeuse aurait été déchargé du véhicule de service et l'un des travailleurs se serait inséré sous la chargeuse afin de procéder à l'installation du cric oléopneumatique de marque RPG, modèle 301-61207, portant le numéro d'identification TH2016121277. Le travailleur aurait également alors fait le retrait des chandelles et des supports de bois. Ce même travailleur se serait inséré à nouveau sous la chargeuse et aurait procédé à l'ouverture du détendeur de pression du cric oléopneumatique. La chute inopinée de la chargeuse sur roues serait alors survenue écrasant mortellement le travailleur.

3.0 Analyse de la preuve vidéo

Notre analyse de la preuve vidéo disponible révèle l'arrivée du camion de service et des travailleurs vers 15h31. Les employés auraient procédé au travail sur la roue avant gauche de la chargeuse jusqu'aux environs de 15h43 et le cric oléopneumatique aurait été extrait de sous l'essieu avant vers 15h49. Le cric oléopneumatique aurait été positionné sous l'essieu arrière vers 15h50 et les chandelles ainsi que les supports de bois auraient été retirés. Vers 15h52, le travailleur s'insère sous la chargeuse et active le détendeur de pression du cric oléopneumatique. Quelques secondes plus tard, la chute inopinée de la chargeuse survient. La preuve vidéo permet toutefois d'observer que la chute inopinée de la chargeuse survient en deux séquences distinctes entre 15:52.00 et 15:52.04.

4.0 Examen visuel de la chargeuse sur roues

Notre examen visuel de la chargeuse sur roues John Deere 544G 1997 (Annexe A, photos #1 à #5) portant le numéro d'identification DW544GD560952 (photo #6) révèle qu'il s'agit d'une chargeuse sur roues à quatre (4) roues, équipé d'un moteur turbodiesel à 6 cylindres en ligne d'une cylindrée totale de 5,9 litres et monté longitudinalement (photos #7 et #8). La chargeuse est hydrauliquement articulée en son centre et le freinage s'effectue via l'arbre d'entraînement des essieux (photos #9 et #10). Les essieux avant et arrière sont rigides et le débattement vertical des roues arrière est principalement induit à l'aide d'un point de pivot transversal (photos #11 à #13). Selon l'information du fabricant, aucun débattement vertical n'est possible au niveau de l'essieu avant. Le cadernage de l'essieu arrière a été réalisé lors des essais dynamiques à l'aide de blocs de bois s'appuyant sur les supports prévus à cet effet et situés de part et d'autre de l'essieu et du châssis du véhicule (photos #14 à #17).

5.0 Examen mécanique du cric oléopneumatique

Le cric oléopneumatique impliqué dans l'accident est de marque RPG, modèle 301-61207, d'une capacité de vingt (20) tonnes (photos #18 à #22) et son numéro d'identification est TH2016121277 (photo #23). Au moment de notre examen, le mouvement du détenteur de pression du cric (photo #24) était difficilement réalisable, ce dernier étant grippé par la corrosion. L'ouverture et la fermeture à plusieurs reprises du détenteur aura permis de restaurer la facilité du mouvement. Le cric oléopneumatique peut être actionné manuellement à l'aide d'un levier hydraulique (photo #25) ou via de l'air comprimé (photo #26). L'abaissement du cric est assisté à l'aide de deux ressorts mécaniques (photo #27). On observe une légère déformation au niveau de l'extrémité supérieure de la vis d'approche (photos #28 et #29). Les mesures de l'extrémité supérieure de la vis d'approche (photos #30 et #31) et du vérin hydraulique (photo #32) ne révèlent toutefois pas d'anomalie en comparaison au cric comparatif neuf (photos #33 à #38). On observe toutefois que le raccord pneumatique aurait été modifié au niveau du cric impliqué dans l'accident, par l'ajout d'un raccord à prise rapide (*Quick Connect*, voir photo #26). Toutefois, selon nos constatations, ceci n'aura pas eu d'incidence sur l'accident.

Le manuel d'utilisation du cric oléopneumatique est présenté pour référence à l'Annexe B.

6.0 Examen du bloc de rallonge impliqué dans l'accident

Selon les informations obtenues, un bloc de rallonge aurait été utilisé au moment de l'accident (photos #39 à #45). La conception de ce bloc en aluminium permet d'augmenter la portée d'un cric à l'aide de trois positions distinctes. L'ouverture sur la face arrière (photos #40 et #41) permet d'augmenter la portée d'environ 50,8 millimètres. L'ouverture du côté droit (photos #42 et #43) permet d'augmenter la portée d'environ 152,4 millimètres. L'ouverture de la face inférieure (photos #44 et #45) permet d'augmenter la portée d'environ 101,6 millimètres. Les ouvertures des différentes faces présentent une profondeur d'environ 25,4 millimètres. Les dimensions hors tout du bloc sont de 177,8 millimètres de largeur, 127 millimètres de hauteur et 76,2 millimètres de profondeur (photos #46 à #49). Il appert que l'ouverture de la face inférieure aurait été utilisée au moment de l'accident. La surface d'appui aura alors été d'environ 76,2 millimètres de largeur par 76,2 millimètres de profondeur.

Le diamètre de l'ouverture utilisée au moment de l'accident était d'environ 56,32 millimètres alors que le diamètre de l'extrémité supérieure de la vis d'approche était d'environ 44,60 millimètres. Le ratio entre des diamètres était donc d'environ 79,2% et cet écart engendre notamment une instabilité importante du bloc de rallonge. Selon nos observations, on note que cette instabilité est présente lorsqu'aucune charge n'est soulevée et qu'elle diminue considérablement en charge.

Selon les informations obtenues, le bloc de rallonge impliqué dans l'accident n'était pas conçu pour une utilisation avec le cric oléopneumatique de marque RPG, modèle 301-61207 tel qu'exigible par la norme ASME PASE 2014 présentée pour référence à l'Annexe C. À cet effet, il est possible de lire dans le manuel du cric (Annexe B, page 4) sous l'article «*Attachments and Adapters*» :

«Only attachments and/or adapters supplied by the manufacturer shall be used»

7.0 Essais dynamiques de simulation de chute inopinée de la chargeuse

Les essais dynamiques réalisés à l'aide du cric oléopneumatique RPG 301-61207 et de la chargeuse sur roues John Deere 544G, tous deux impliqués dans l'accident, avaient pour but d'identifier les facteurs contributifs ou non contributifs de la chute inopinée de la chargeuse ainsi que de qualifier l'état de la chargeuse sous différentes conditions. Dans un premier temps, nos premiers essais dynamiques ont permis de déterminer que la position du cric et du bloc de rallonge au niveau du boîtier du différentiel est déterminante afin de réaliser le soulèvement des deux roues arrière. À cet effet, nos essais ont révélé que les positions #1,2,4,5 (voir Figure #1 ci-dessous) ne permettaient pas le soulèvement simultané des deux roues (Annexe A, photos #50 à #52). Le soulèvement près de la position #3 (Figure #1), après plusieurs essais, permet le soulèvement simultané, et ce, sur toute la longueur (longitudinale) du boîtier du différentiel (photo #53).



Figure 1 - Positions du cric et du bloc de rallonge sur le boîtier du différentiel arrière

De plus, nos essais ont également démontré que lorsque les roues arrière sont soulevées de façon simultanée près de la position #3 (figure #1) et vers l'arrière du boîtier, le soulèvement de la chargeuse est stable et sa chute inopinée est très improbable. En effet, la chute n'a pu être reproduite, mais le mouvement vertical d'une roue jusqu'au sol a pu être reproduit à l'aide d'une barre de force (photo #54). On observe toutefois que le mouvement des roues vertical est le résultat du pivot transversal de l'essieu.

Les essais près de la position #7 (figure #1) et vers l'avant du boîtier du différentiel révèlent une instabilité importante de la chargeuse notamment induite par le mouvement des roues vertical via le pivot transversal de l'essieu (photos #55 à #57). À cet effet, la chute de la chargeuse n'a pu être reproduite étant donné la présence des roues au moment de nos essais, mais nous sommes d'avis qu'en l'absence de ces dernières, la chute de la chargeuse serait inévitable.

Le cadénassage de l'essieu arrière a été réalisé et les essais effectués près de la position #7 (figure #1) et vers l'avant du boîtier du différentiel révèlent une légère instabilité de la chargeuse toujours induite par le mouvement des roues vertical via le pivot transversal de l'essieu (photos #58 à #60). Nos observations révèlent toutefois qu'un cadénassage de l'essieu aurait probablement prévenu le mouvement excessif de l'essieu en l'absence de roue et par conséquent, la chute inopinée de la chargeuse.

Parmi les essais réalisés, nous avons évalué l'influence d'une base de cric n'étant pas parallèle au sol lors du soulèvement de la chargeuse ainsi que le positionnement du bloc de rallonge dans la position la plus précaire pour son renversement (photo #61). Malgré la combinaison de ces deux facteurs, le résultat de nos essais révèle qu'il ne s'agit pas de facteurs contributifs significatifs permettant d'expliquer la chute inopinée de la chargeuse.

De plus, nous sommes d'avis qu'une surface glacée, ayant pour conséquence un coefficient de frottement moins élevé entre la base du cric et le sol, ne représente pas un facteur contributif compte tenu du poids de la chargeuse (force normale) exercé sur la base du cric.

L'ensemble de nos essais se sont déroulés alors que le verrouillage (*barrure*) du pivot central de la chargeuse n'était pas en place. À cet effet, lors de nos premiers essais, nous avons observé qu'aucun mouvement de rotation n'était induit au niveau de la portion arrière de la chargeuse. Par conséquent, nous sommes d'avis que l'absence de verrouillage du pivot ne constitue pas un facteur contributif permettant d'expliquer la chute inopinée de la chargeuse sur roue.

Enfin, nous avons réalisé des essais d'ouverture du détenteur de pression du cric alors que la chargeuse était soulevée et nous sommes d'avis qu'il est impossible de réaliser son ouverture à la main de manière à ce que l'abaissement s'effectue lentement et de manière sécuritaire. À cet effet, nos essais révèlent que l'abaissement du cric se produit en moins de deux (2) secondes dès lors que l'ouverture du détenteur approche un (1) quart de tour de rotation. Le mouvement de rotation était induit à l'aide d'une rallonge de plus de trois (3) pieds permettant ainsi un contrôle plus précis de la rotation. Les informations reçues à savoir que l'ouverture aurait été effectuée à la main et la preuve vidéo obtenue nous permettent d'affirmer que l'abaissement rapide et soudain du cric s'est produit très rapidement (en quelques secondes) et que ceci aura contribué de manière significative à l'amorce d'une instabilité ayant pu provoquer la chute inopinée de la chargeuse.

8.0 Discussion

À la lumière de nos observations, rien n'indique que l'accident mortel impliquant le cric oléopneumatique et la chargeuse sur roues résulte d'une défaillance mécanique des équipements. À cet effet, notre examen de l'état du cric et de la chargeuse révèle qu'aucune anomalie technique ne peut être à l'origine de la chute inopinée de la chargeuse.

Nos essais dynamiques afin de reproduire la chute inopinée de la chargeuse ont permis de déterminer plusieurs éléments permettant d'expliquer la chute survenue lors de l'accident. En effet, les résultats de nos essais révèlent que la position du bloc de rallonge (longitudinal ou transversale), l'instabilité du bloc de rallonge (voir section 6.0), ainsi que le parallélisme de la base du cric ne représentent pas des facteurs contributifs significatifs permettant d'expliquer la chute inopinée de la chargeuse. En outre, l'ensemble de nos essais permet également d'affirmer que l'absence ou la présence de verrouillage du pivot central de la chargeuse n'est également pas un facteur contributif à la chute de la chargeuse.

Nos essais ont également révélé que le soulèvement simultané des roues arrière est pratiquement impossible à partir des positions #1,2,4 et 5 (figure #1) et plutôt difficilement réalisable près de la position #3 (figure #1). Nous avons effectivement dû réaliser plusieurs essais près de la position #3 (figure #1) afin de permettre un soulèvement simultané. De plus, le soulèvement de l'essieu près de cette position ne représente pas une situation instable malgré l'application d'une force à l'aide d'une barre de force. Toutefois, le soulèvement simultané des roues est facilement réalisable près de la position #7 (figure #1) et par le fait même, rend très instable la chargeuse. Cette instabilité est par le fait même appréciable étant donné qu'une légère poussée sur une des roues suffit à amorcer le mouvement de rotation de l'essieu. La chute n'a pu être reproduite lors de nos essais compte tenu de la présence des roues, mais nous sommes d'avis que pour cette position de soulèvement la chute de la chargeuse est inévitable en l'absence des roues arrière.

Finally, the analysis of the video evidence, notably the sudden fall in two distinct sequences of the loader corroborates the hypothesis of a lift near the position #7. In fact, the most probable hypothesis allowing to explain the accident is the opening of the pressure release, triggering the vertical movement towards the bottom of the rear axle, also triggering the rotation of the axle (not having been braked by the presence of the wheels). The manual opening of the pressure release of the jack will also have strongly contributed to the appearance of an instability since the lowering of the jack will be realized in a few seconds. The rotation of the axle will then have caused a sufficient instability to trigger the fall of the extension, of the jack and inevitably of the loader on the worker.

In light of our analyses, it appears that the accident that occurred was not induced by a mechanical failure of an equipment and results rather from various human factors, such as the choice of the lifting point of the jack, the absence of greasing of the axle, the withdrawal of the chocks and wooden supports and the manual opening of the pressure release of the jack.

9.0 Conclusions

À la lumière de notre examen des équipements et des essais dynamiques effectués, tout indique que l'accident mortel impliquant le cric oléopneumatique et la chargeuse sur roues ne résulte pas d'une défaillance mécanique de ces équipements. Selon nos constatations, la chute inopinée de la chargeuse en deux séquences distinctes s'explique par l'ouverture manuelle du détendeur de pression, amorçant le mouvement vertical vers le bas de l'essieu arrière, entraînant également le mouvement de rotation de l'essieu (n'ayant pas été freiné par la présence des roues). La rotation de l'essieu aura alors provoqué une instabilité suffisante pour entraîner la chute du bloc de rallonge, du cric et inévitablement de la chargeuse sur le travailleur. Nous sommes d'avis que les facteurs contributifs permettant d'expliquer la chute inopinée de la chargeuse sont :

- La position inadéquate du cric au niveau du boîtier du différentiel arrière
- L'absence de cadénassage de l'essieu arrière
- L'absence de chandelle et/ou de support de bois
- L'ouverture manuelle du détendeur de pression du cric

Par conséquent, notre analyse révèle qu'aucune défaillance mécanique n'est à l'origine de l'accident mortel et que des facteurs humains seraient plutôt à son origine.



Nicolas Gauthier, Ing. (O.I.Q. #5065185)



Olivier Bellavigna-Ladoux, Ing., M. Ing. (O.I.Q. #113911)

ANNEXE A

PHOTOGRAPHIES



Photo 01 :Vue générale du côté 3/4 avant gauche de la chargeuse sur roues de marque John Deere, modèle 544G, 1997, objet de la présente expertise.



Photo 02 :Vue générale du côté 3/4 arrière gauche de la chargeuse sur roues.



Photo 03 :Vue générale de l'arrière de la chargeuse sur roues.



Photo 04 :Vue générale du côté 3/4 arrière droit de la chargeuse sur roues.



Photo 05 : Vue générale du côté 3/4 avant droit de la chargeuse sur roues.



Photo 06 : Vue générale de la plaquette du numéro d'identification de l'équipement.



Photo 07 :Vue générale du côté droit du moteur turbodiesel monté longitudinalement.



Photo 08 :Vue générale du côté gauche du compartiment moteur de la chargeuse.



Photo 09 :Vue générale du côté gauche de l'articulation hydraulique responsable de la direction ainsi que du système de freinage sur l'arbre d'entraînement des essieux de la chargeuse.



Photo 10 :Vue générale du côté droit de l'articulation hydraulique responsable de la direction ainsi que du système de freinage sur l'arbre d'entraînement des essieux de la chargeuse.



Photo 11 :Vue générale de l'essieu rigide arrière (la flèche indique le point de pivot transversal).



Photo 12 :Vue rapprochée du point de pivot transversal.



Photo 13 :Vue rapprochée de la photographie précédente.



Photo 14 :Vue générale des supports de l'essieu arrière du côté gauche.



Photo 15 : Autre vue générale des supports de l'essieu arrière du côté gauche.



Photo 16 : Vue générale des supports de l'essieu arrière du côté droit.



Photo 17 :Autre vue générale des supports de l'essieu arrière du côté droit.



Photo 18 :Vue générale de l'avant du cric oléopneumatique RPG 301-61207 impliqué dans l'accident.



Photo 19 : Vue générale du côté gauche du cric.



Photo 20 : Vue générale de l'arrière du cric.



Photo 21 :Vue générale du côté droit du cric.



Photo 22 :Vue rapprochée de l'étiquette d'information du cric.



Photo 23 : Vue générale du numéro d'identification du cric.



Photo 24 : Vue générale de la vis du détenteur de pression du cric.



Photo 25 :Vue générale du levier hydraulique du cric.



Photo 26 :Vue générale du raccord rapide non d'origine relié au raccord pneumatique du cric.



Photo 27 : Vue générale de l'assiette des ressorts du cric.

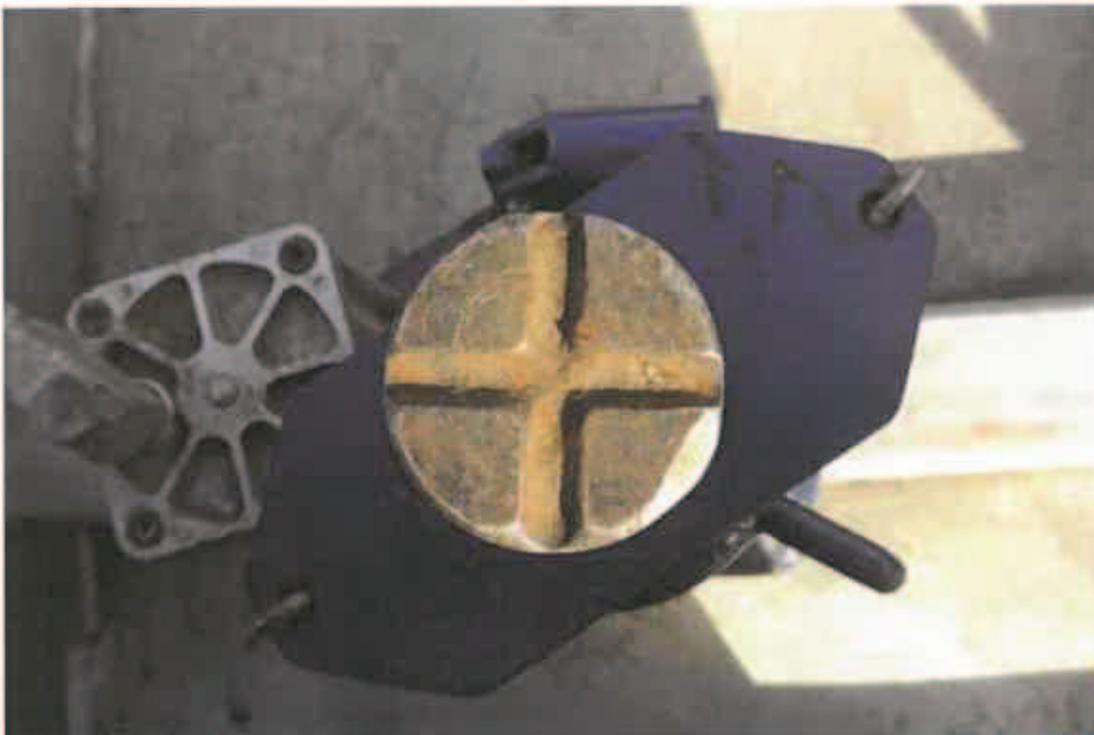


Photo 28 : Vue générale de l'extrémité supérieure de la vis d'approche.



Photo 29 :Autre vue générale de l'extrémité supérieure de la vis d'approche.



Photo 30 :Vue générale du mesurage du diamètre de l'extrémité supérieure de la vis d'approche.



Photo 31 :Vue générale du mesurage de l'épaisseur de l'extrémité supérieure de la vis d'approche.



Photo 32 :Vue générale du mesurage du diamètre du vérin hydraulique du cric.



Photo 33 :Vue générale de l'avant du cric oléopneumatique RPG 301-61207 neuf comparatif.



Photo 34 :Vue générale du côté gauche du cric neuf comparatif.



Photo 35 : Vue générale de l'arrière du cric comparatif.



Photo 36 : Vue générale du côté gauche du cric comparatif.

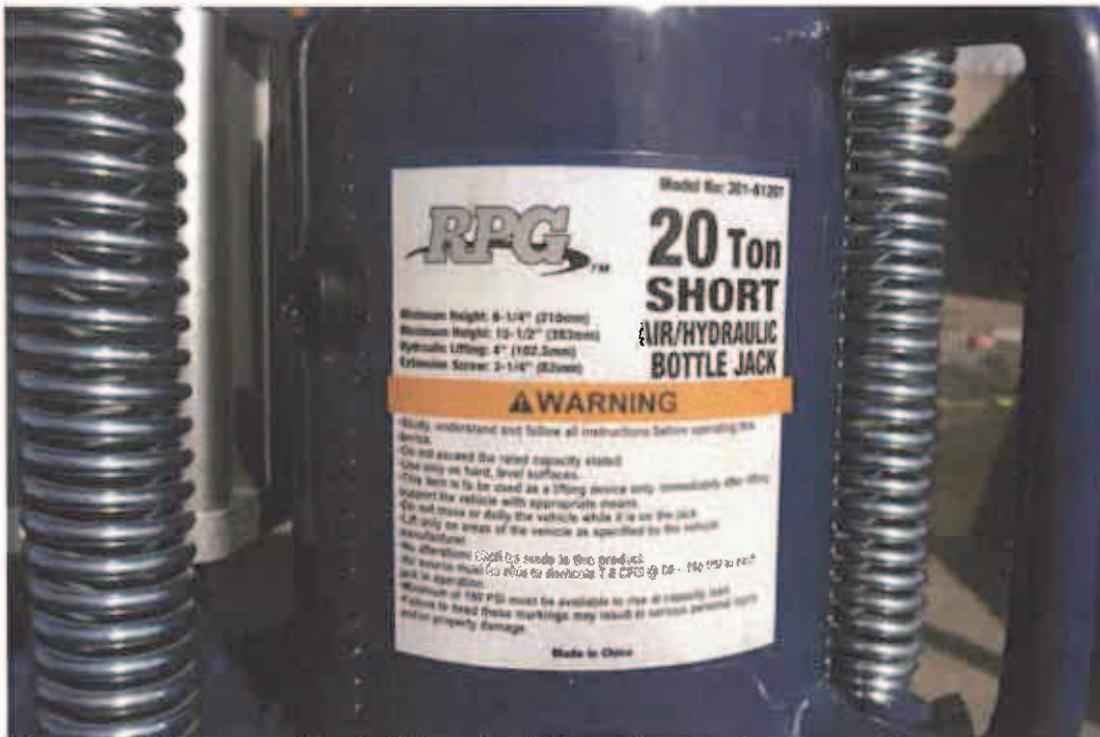


Photo 37 :Vue rapprochée de l'étiquette d'information du cric comparatif.



Photo 37 :Vue générale du raccord pneumatique d'origine du cric comparatif.



Photo 38 : Vue générale de l'assiette des ressorts du cric comparatif.



Photo 39 : Vue générale de la face avant du bloc de rallonge utilisé lors de l'accident.



Photo 40 :Vue générale de la face arrière du bloc de rallonge.



Photo 41 :Vue générale du mesurage du diamètre intérieur de l'ouverture de la face arrière du bloc de rallonge.



Photo 42 : Vue générale du côté droit du bloc de rallonge.



Photo 43 : Vue générale du mesurage du diamètre intérieur de l'ouverture du côté droit du bloc de rallonge.



Photo 44 :Vue générale de la face inférieure du bloc de rallonge (il s'agit de la face utilisée lors de l'accident).



Photo 45 :Vue générale du mesurage du diamètre intérieur de l'ouverture de la face inférieure du bloc de rallonge (il s'agit de l'ouverture utilisée lors de l'accident).



Photo 46 : Vue générale du mesurage de la largeur totale du bloc de rallonge.



Photo 47 : Vue générale du mesurage de la hauteur totale du bloc de rallonge.



Photo 48 :Vue générale du mesurage de la largeur totale de la surface d'appui au moment de l'accident.



Photo 49 :Vue générale du mesurage de la profondeur totale de la surface d'appui au moment de l'accident.



Photo 50 :Vue générale du soulèvement de la chargeuse près de la position #1.



Photo 51 :Vue générale du soulèvement de la chargeuse près de la position #2.



Photo 52 :Vue générale du soulèvement de la chargeuse près de la position #2 montrant qu'une roue demeure au sol.



Photo 53 :Vue générale du soulèvement de la chargeuse près de la position #3 montrant le soulèvement simultané des roues.



Photo 54 :Vue générale du soulèvement de la chargeuse près de la position #3 montrant l'application d'une grande force, à l'aide d'une barre de force, pour amorcer le mouvement de pivot de l'essieu.



Photo 55 :Vue générale du soulèvement de la chargeuse près de la position #7 montrant l'essieu en équilibre.



Photo 56 :Vue générale du soulèvement de la chargeuse près de la position #7 montrant le pivotement de l'essieu et l'abaissement de la roue arrière droite.



Photo 57 :Vue générale du soulèvement de la chargeuse près de la position #7 montrant le pivotement de l'essieu et l'abaissement de la roue arrière gauche.



Photo 58 : Vue générale du soulèvement de la chargeuse près de la position #7 après le cadenassage montrant l'essieu en équilibre.



Photo 59 : Vue générale du soulèvement de la chargeuse près de la position #7 après le cadenassage montrant le léger abaissement de la roue arrière droite.



Photo 60 Vue générale du soulèvement de la chargeuse près de la position #7 après le cadenassage montrant le léger abaissement de la roue arrière gauche.



Photo 61 Vue générale du soulèvement de la chargeuse près de la position #7 alors que la base du cric n'est pas parallèle et que le bloc de rallonge est en position précaire.

ANNEXE B

MANUEL DU CRIC OLÉOPNEUMATIQUE

RPG 301-61207

ANNEXE C

NORME ASME PASE 2014

ANNEXE D

Références bibliographiques

- American Society of Mechanical Engineers : American National Standards Institute. - Safety standard for portable automotive service equipment. - New York : ASME, 2014. - x, 84 p. : ill. - (ASME : PASE-2014).
- Association française de normalisation : Comité européen de normalisation. - Crics mobiles ou déplaçables et équipements de levage associés. - Paris : AFNOR, 2009. - 39 p. : ill.