

EN004053

RAPPORT D'ENQUÊTE
Copie dépersonnalisée

**Accident mortel survenu à un travailleur
le 22 juillet 2014 à l'entreprise Mécanique Paul Boucher située au
4596, rue Pavillon à Sherbrooke**

Direction régionale de l'Estrie

Inspecteurs :

Sophie Leclerc, ing.

Yvon Guay

Date du rapport : 19 mai 2015

Rapport distribué à :

- Monsieur [A], [...], 9262-1200 Québec inc. (Mécanique Paul Boucher)
- Docteur Gilles Sainton, coroner
- Docteure Mélissa Généreux, directrice de santé publique et de l'évaluation

Liste des figures

Figure 1	Lieu de l'accident	6
Figure 2	Lieu de travail	9
Figure 3	Pont élévateur	11
Figure 4	Patin articulé en métal	11
Figure 5	Points de levage du véhicule	12
Figure 6	Dispositif de blocage des bras des bras pivotants	13
Figure 7	Espace entre les engrenages	14
Figure 8	Enclenchement des dispositifs de blocage	14
Figure 9	Domages permanents du dispositif de blocage avant gauche	15
Figure 10	Jeu libre des bras pivotants (vue en plan)	15
Figure 11	Enclenchement incomplet des dispositifs de blocage	16
Figure 12	Inclinaison du patin avant gauche	17
Figure 13	Plaque à l'intérieur du bras de levage	18
Figure 14	Inclinaison due à la rallonge du bras	18

TABLE DES MATIÈRES

1	RÉSUMÉ DU RAPPORT	6
2	ORGANISATION DU TRAVAIL	8
2.1	STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT	8
2.2	ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	8
2.2.1	MÉCANISMES DE PARTICIPATION	8
2.2.2	GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ	8
3	DESCRIPTION DU TRAVAIL	9
3.1	DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	9
3.2	DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	9
4	ACCIDENT: FAITS ET ANALYSE	10
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	10
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	10
4.2.1	ÉQUIPEMENT UTILISÉ	11
4.2.2	DISPOSITIFS DE BLOCAGE DES BRAS PIVOTANTS	12
4.2.3	POSITIONNEMENT DU VÉHICULE	17
4.2.4	INSTALLATION ET ENTRETIEN	19
4.2.5	SOMMAIRE DES ESSAIS EFFECTUÉS SUR LES DISPOSITIFS DE BLOCAGE	21
4.2.6	FORCE LATÉRALE EXERCÉE SUR LES BRAS PIVOTANTS	21
4.2.7	ANALYSE MÉTALLURGIQUE	21
4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	23
4.3.1	LES DISPOSITIFS DE BLOCAGE PERMETTENT UN DÉPLACEMENT SUFFISANT DES BRAS DU PONT ÉLÉVATEUR POUR PROVOQUER LA CHUTE DU VÉHICULE.	23
4.3.2	L'INCLINAISON DE LA SURFACE SUR LAQUELLE EST APPUYÉ LE VÉHICULE ENTRAÎNE UNE FORCE LATÉRALE SUR LES BRAS PIVOTANTS.	23
4.3.3	L'ENTRETIEN DU PONT ÉLÉVATEUR EST DÉFICIENT QUANT À L'INTÉGRITÉ DES DISPOSITIFS DE BLOCAGE DES BRAS PIVOTANTS.	24
5	CONCLUSION	26
5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	26
5.2	AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE	26
5.3	SUIVI À L'ENQUÊTE	26

ANNEXES

ANNEXE A :	Accidenté	27
ANNEXE B :	Extrait du manuel d'installation et d'opération	29
ANNEXE C :	Rapport d'inspection	32
ANNEXE D :	Liste des témoins et des autres personnes rencontrées	37
ANNEXE E :	Rapport d'analyse métallurgique	39
ANNEXE F :	Rapport des essais de résistance	62
ANNEXE G :	Calculs	86
ANNEXE H :	Références bibliographiques	91

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

Une minifourgonnette, soulevée à l'aide d'un pont élévateur, tombe au sol alors que deux mécaniciens procèdent à une inspection visuelle sous le véhicule.

Conséquences

Un des travailleurs est écrasé mortellement sous le véhicule.

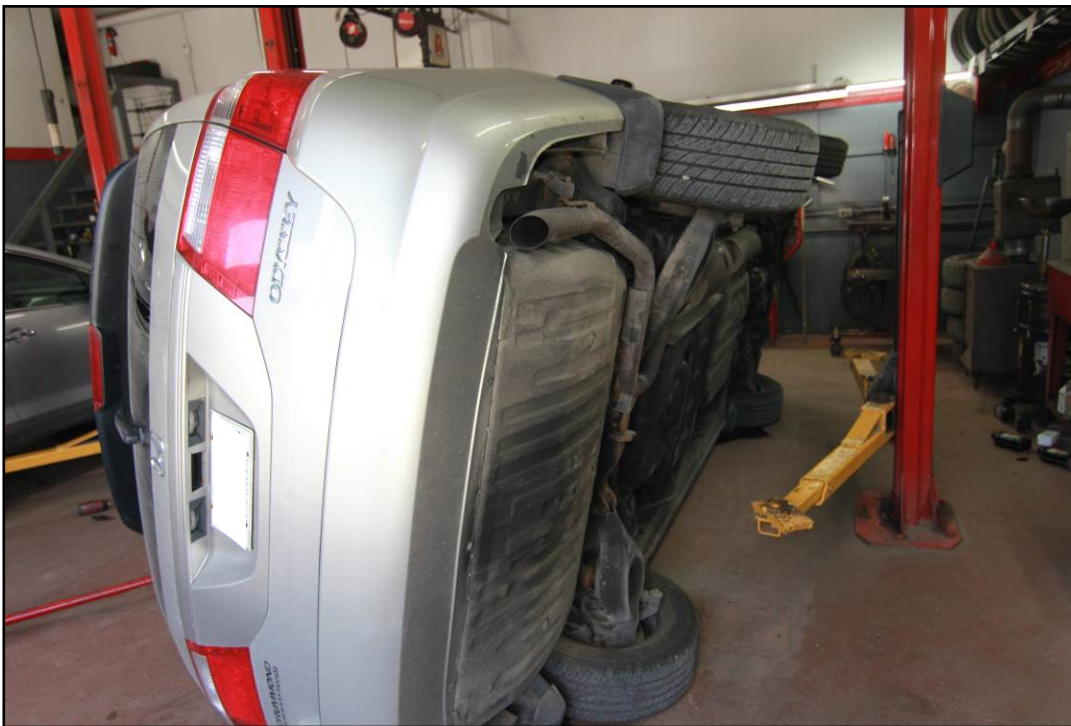


Figure 1 : Lieu de l'accident

Abrégé des causes

- Les dispositifs de blocage permettent un déplacement suffisant des bras du pont élévateur pour provoquer la chute du véhicule.
- L'inclinaison de la surface sur laquelle le véhicule est appuyé entraîne une force latérale sur les bras pivotants.
- L'entretien du pont élévateur est déficient quant à l'intégrité des dispositifs de blocage des bras pivotants.

Mesures correctives

À la suite de l'accident, l'utilisation du pont élévateur de marque Snap-On (Wheeltronic Ltd) a été interdite. Pour le temps de la collecte d'information, les lieux sont demeurés inchangés (RAP0898108). L'employeur a été autorisé à faire inspecter et réparer le pont élévateur impliqué dans l'accident le 10 septembre 2014. L'équipement a fait l'objet d'une inspection complète et de réparations dont le remplacement des dispositifs de blocage. L'autorisation d'utiliser l'équipement a été donnée à l'employeur le 25 septembre 2014. Un programme d'entretien préventif pour l'ensemble des ponts élévateurs du garage a été demandé à l'employeur (RAP0898125).

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

SECTION 2

2 ORGANISATION DU TRAVAIL

2.1 Structure générale de l'établissement

L'entreprise est un garage de mécanique automobile et a démarré ses activités le 25 juin 2013 dans un bâtiment déjà destiné à cet usage. M. [A], [...], emploie [...] travailleurs à temps plein qui effectuent [...] de la mécanique automobile générale. Il bénéficie des services d'un consultant d'expérience qui effectue des tâches variées.

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 au sein de l'entreprise. Les questions de santé et de sécurité sont abordées directement avec [A] lorsqu'elles se présentent.

2.2.2 Gestion de la santé et de la sécurité

L'employeur fournit aux travailleurs les équipements de protection individuels tels que lunettes de sécurité, chaussures de sécurité, etc. pour assurer la santé et la sécurité.

SECTION 3

3 DESCRIPTION DU TRAVAIL

3.1 Description du lieu de travail

L'établissement est un garage de mécanique générale où l'on retrouve trois baies de service. Dans chaque baie se trouve un pont élévateur hors terre à deux colonnes, destiné au levage des véhicules de type compact, camionnette et minifourgonnette. Deux des ponts élévateurs sont de marque Snap-On (Wheeltronic Ltd) et ont une capacité de 4 100 kilogrammes (9 000 lb). Le troisième pont élévateur est de marque Bishamon et a une capacité de 3 000 kilogrammes (6 600 lb). Une salle d'attente et un petit bureau se trouvent à l'avant et séparent la baie 1 des baies 2 et 3.

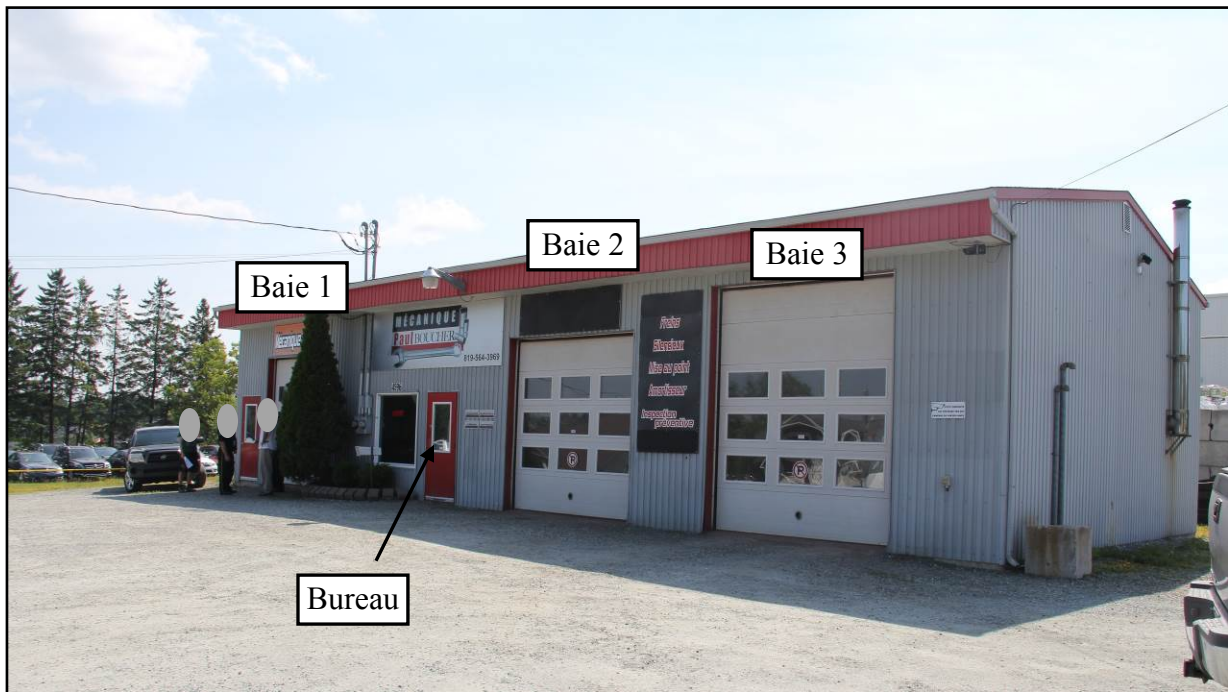


Figure 2 : Lieu de travail

3.2 Description du travail à effectuer

Le propriétaire d'une minifourgonnette Honda Odyssey LX désire faire vérifier certains éléments, dont le système de servo-direction. Des vérifications sont d'abord effectuées sous le capot. Le véhicule est ensuite soulevé à l'aide du pont élévateur hors terre à deux colonnes pour procéder au diagnostic en fonction des éléments notés par le propriétaire du véhicule. Pour ce faire, le véhicule d'une masse de 1 940 kilogrammes est levé à une hauteur d'environ 1 830 millimètres en positionnant les bras pivotants sous les points de levage du véhicule. Les deux mécaniciens se placent sous l'avant du véhicule de chaque côté. Ils procèdent d'abord à une inspection visuelle sous le véhicule avant d'y effectuer, si requis, une inspection plus approfondie de certaines pièces et éventuellement des réparations.

SECTION 4

4 ACCIDENT: FAITS ET ANALYSE

4.1 Chronologie de l'accident

La journée de travail débute à 8 h. [...] mécaniciens, [A] ainsi que le consultant sont présents à l'ouverture du garage. Le propriétaire d'une minifourgonnette Honda Odyssey LX est également présent pour différentes vérifications sur son véhicule. Le véhicule est rentré par la baie 3 dans le garage et positionné entre les colonnes du pont élévateur. M. [B] positionne les bras pivotants sous la minifourgonnette. Un deuxième mécanicien, M. [C], vient le rejoindre et ils effectuent ensemble une inspection sous le capot du véhicule. M. [B] procède ensuite au levage du véhicule. À une hauteur d'un peu plus d'un mètre du sol, ils entendent un bruit inhabituel et le mécanicien interrompt le levage. Ils font le tour du véhicule et ne constatent rien de spécial alors ils poursuivent le levage jusqu'à la hauteur désirée. Les mécaniciens vont ensuite sous le véhicule et effectuent une inspection visuelle à l'avant du véhicule. Aucune fuite ou anomalie pouvant révéler un problème de servo-direction n'est détectée. C'est alors que deux bruits forts très rapprochés surviennent. Les travailleurs regardent tous les deux vers la gauche, direction d'où semble provenir le bruit alors que le véhicule bascule et tombe au sol sur le côté gauche (côté conducteur). Le travailleur du côté passager parvient à sortir de sous le véhicule alors que le travailleur du côté conducteur est coincé sous le véhicule lors de sa chute. En entendant le bruit, [A] et son consultant quittent le bureau et se rendent au pont élévateur. Le 9-1-1 est appelé et [A] avec [C] tentent de soulever le véhicule avec un cric sans succès. Avec l'aide d'un témoin, ils redescendent le pont élévateur et utilisent les bras de levage gauches pour soulever le véhicule. Les policiers et ambulanciers arrivent sur les lieux et constatent le décès du travailleur.

4.2 Constatations et informations recueillies

- Le véhicule est tombé sur le côté gauche (conducteur), entre les bras pivotants du pont élévateur.
- Les relevés sur le terrain nous ont permis d'établir la longueur approximative à laquelle les bras étaient déployés au moment de l'accident.

Bras avant gauche : environ 970 millimètres.

Bras arrière gauche : environ 1020 millimètres.

Bras arrière droit : environ 930 millimètres.

Bras avant droit : environ 890 millimètres.

- Le système de levage du pont élévateur et son dispositif antichute sont fonctionnels.
- Le dispositif de fin de course est fonctionnel.
- Les dispositifs de blocage des bras pivotants étaient tous enclenchés lors de l'accident.
- Le dessous du véhicule Honda ne présente pas de rouille susceptible d'en affaiblir la structure.

4.2.1 Équipement utilisé

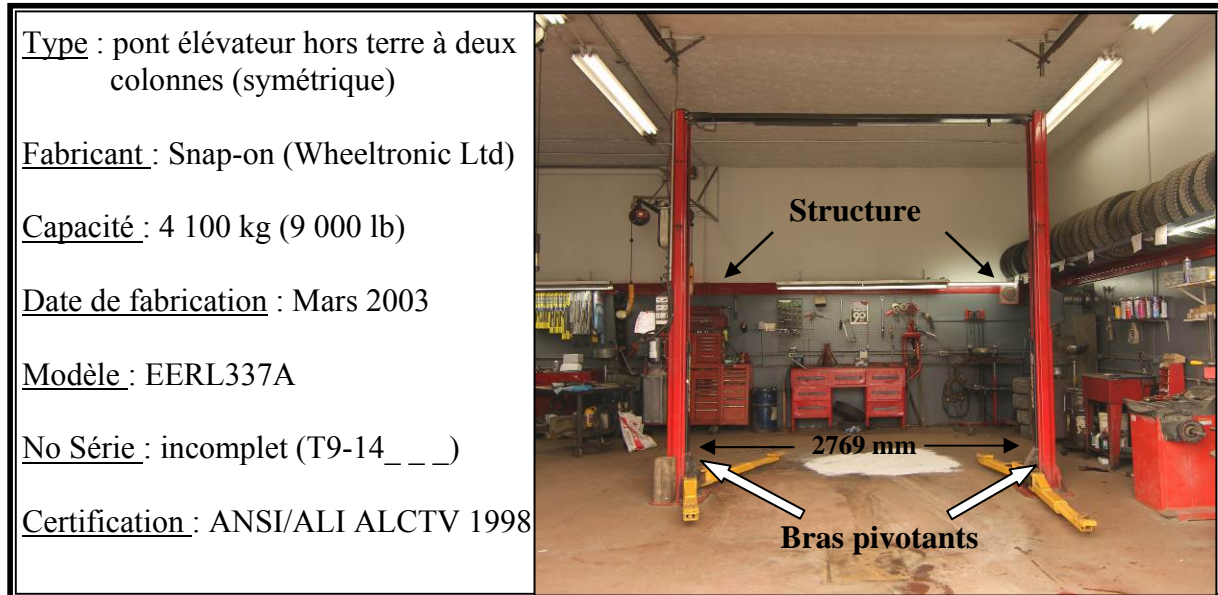


Figure 3 : Pont élévateur

- Le pont élévateur a un dégagement de 2 769 millimètres et une hauteur maximale de levage de 1 981 millimètres.
- Le pont élévateur est pourvu de quatre bras pivotants télescopiques pouvant atteindre une longueur de 1 380 millimètres. Une butée d'extension empêche le désengagement de la rallonge sur chaque bras.
- Le pont élévateur est pourvu d'un dispositif antichute et d'un dispositif de fin de course.
- Le pont élévateur est muni de patins articulés en métal arrimés à la structure (Figure 4).
- Chacun des bras pivotants est pourvu d'un dispositif de blocage à enclenchement automatique.

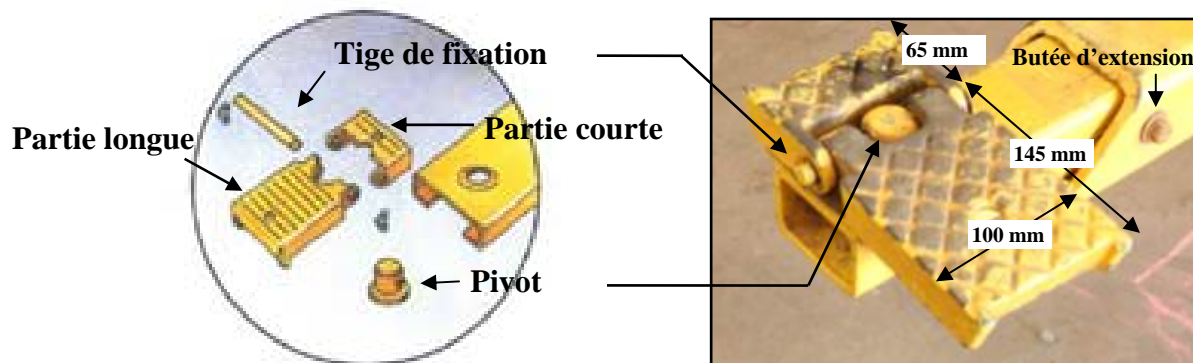


Figure 4 : Patin articulé en métal

(Source : Auto prévention modifiée par CSST)

Points de levage du véhicule

Le fabricant du véhicule spécifie quels sont les points de levage à utiliser pour lever le véhicule avec un pont élévateur. Ils se situent de chaque côté du véhicule à environ 120 mm de l'extérieur de la carrosserie. Ils sont faits d'une pièce de métal d'une longueur d'environ 100 mm.

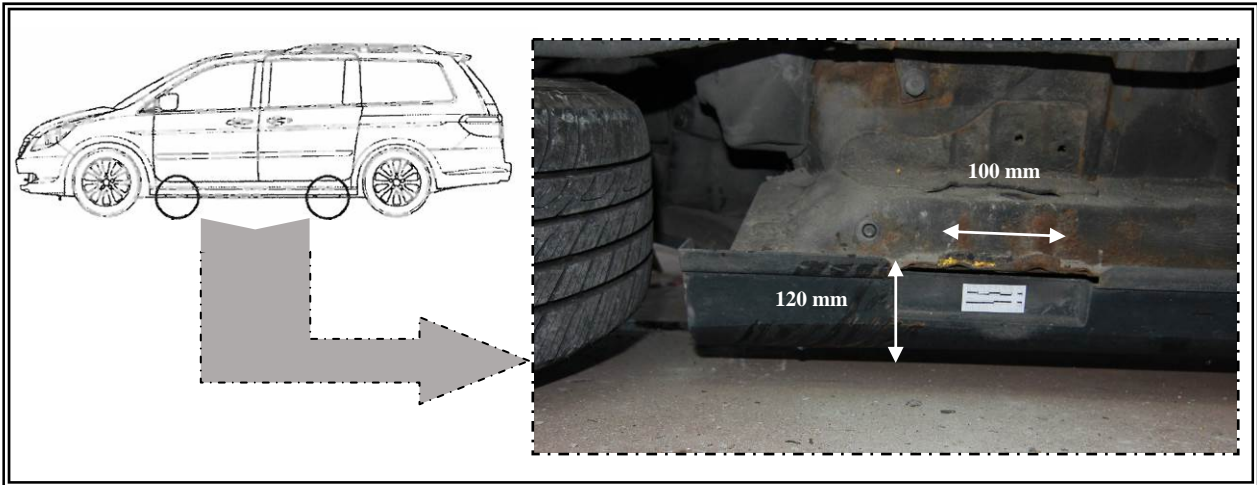


Figure 5 : Points de levage du véhicule

(Source : Honda modifiée par CSST)

4.2.2 Dispositifs de blocage des bras pivotants

- Le dispositif de blocage des bras pivotants est composé de deux parties; soit l'engrenage de blocage de forme convexe et l'ensemble de blocage (Figure 6). L'ensemble de blocage est un assemblage de plusieurs pièces dont un bloc dentelé. Ce bloc dentelé est muni d'une tige recourbée et est contenu dans une plaque en forme de U (plaque stabilisatrice), destinée à guider le bloc et limiter son mouvement lorsque le dispositif s'enclenche.
- L'ensemble de blocage est fixé au bras pivotants par deux boulons insérés dans un trou oblong.
- L'engrenage de blocage est fixé aux bras pivotants par deux boulons insérés dans un trou rond.
- Le dispositif de blocage est conçu pour s'enclencher automatiquement à une hauteur de 64 millimètres de la position la plus basse du bras pivotant. Lors du levage, les dents de l'engrenage de blocage glissent et s'engagent sur celles du bloc dentelé jusqu'à ce qu'il y ait un contact sur toute la hauteur des dents des engrenages.

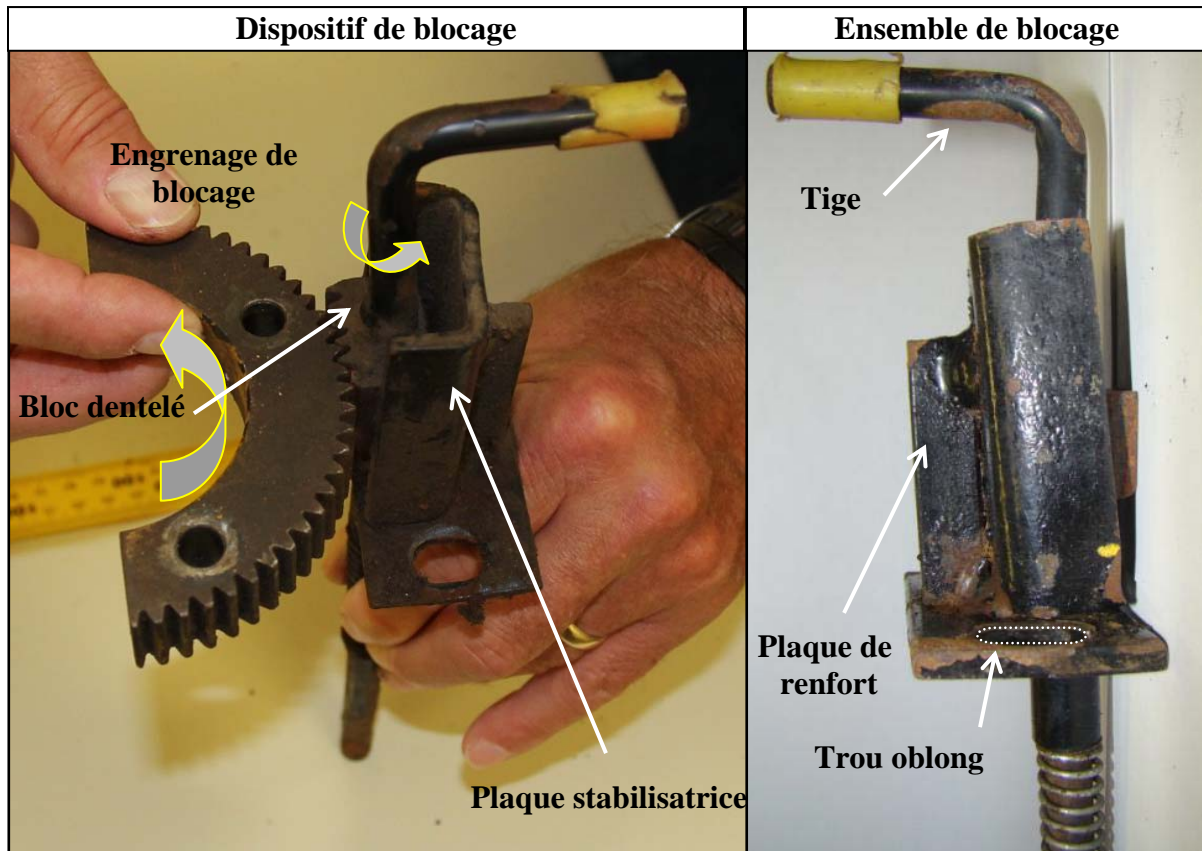


Figure 6 : Dispositif de blocage des bras pivotants

- Des dommages antérieurs à l'accident, plus ou moins importants selon les bras, sont présents sur tous les dispositifs de blocage. Les dommages relevés sont les suivants :

Les dents de l'engrenage de blocage les plus souvent sollicitées sont celles au centre. Elles présentent une usure plus importante soit une longueur allant jusqu'à 0,8 mm de moins sur une longueur totale de 4 mm et sont amincies.

Les blocs dentelés présentent une forme irrégulière en raison du frottement répété sur la plaque stabilisatrice.

L'usure des différentes pièces crée un espace entre les engrenages, et par conséquent, limite le contact entre ceux-ci. L'ensemble de blocage est fixé de chaque côté par un boulon inséré dans un trou oblong. La position du boulon dans le trou est variable ce qui a aussi un effet sur l'espace entre les deux engrenages (Figure 7).

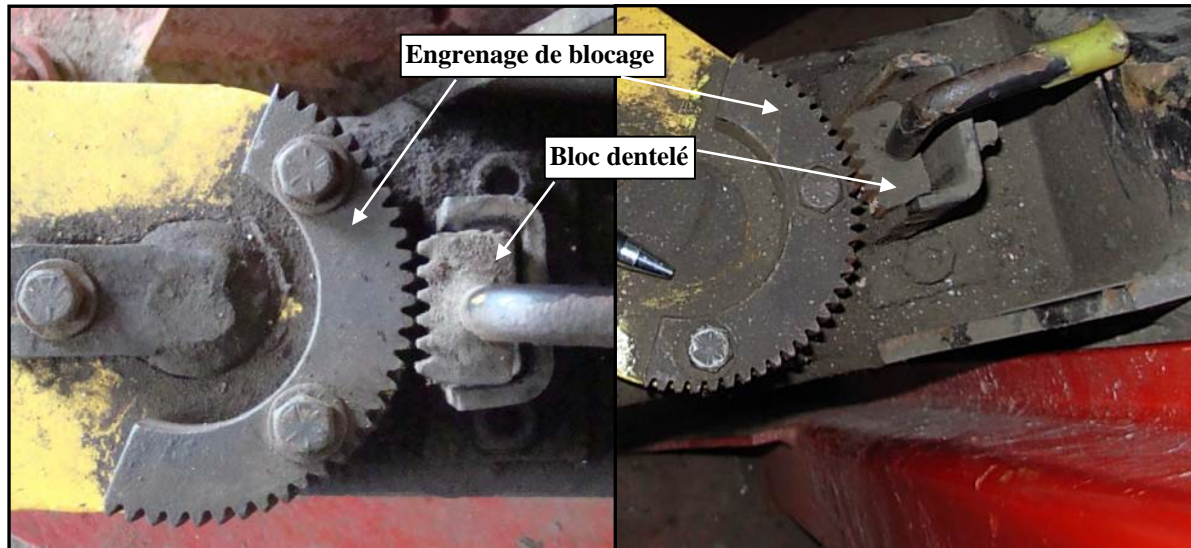


Figure 7: Espace entre les engrenages

- L'usure du bloc dentelé et la déformation de la plaque stabilisatrice permettent au bloc de pivoter. La rotation du bloc dentelé, lorsque le dispositif de blocage s'enclenche, fait en sorte qu'habituellement une à deux dents seulement sont en contact avec l'engrenage de blocage (de forme convexe). Ce phénomène entraîne une plus grande contrainte sur les dents sollicitées. En raison de l'espace entre les engrenages, ceux-ci n'entrent en contact que lorsque le bloc dentelé pivote (Figure 8).



Figure 8 : Enclenchement des dispositifs de blocage

- Lors de l'accident, une dent du bloc dentelé arrière droit s'est brisée. L'engrenage de blocage s'est également déplacé ce qui a eu pour effet de rapprocher légèrement les deux engrenages.
- Les bris observés sur le dispositif de blocage avant gauche démontrent qu'il n'y avait que deux dents du bloc dentelé en contact avec l'engrenage de blocage lors de l'accident (Figure 9).

- Le bras avant gauche est sorti de sous le véhicule et son dispositif de blocage a subi des bris importants lors de la chute du véhicule : trois dents de l'engrenage de blocage et deux dents du bloc dentelé ont subi des dommages permanents lors de la chute du véhicule.

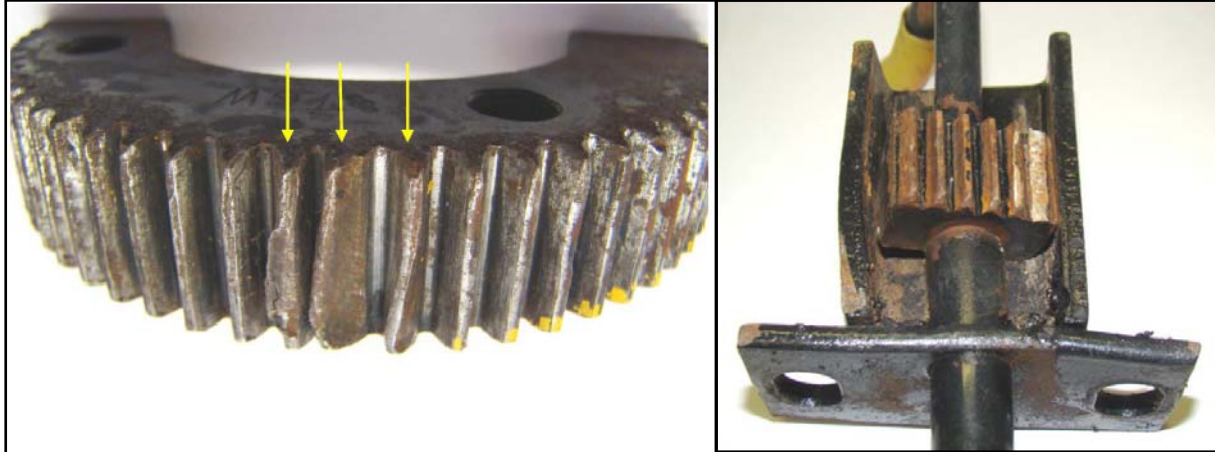


Figure 9 : Dommages permanents du dispositif de blocage avant gauche

- Lorsqu'ils sont enclenchés, les dispositifs de blocage des deux bras droits et du bras arrière gauche présentent un jeu libre variant de 178 à 267 millimètres selon l'extension du bras. Pour le dispositif de blocage avant gauche, le jeu libre n'a pu être vérifié en raison des déformations permanentes survenues lors de la chute du véhicule. Considérant que tous les dispositifs de blocage présentent une usure comparable, le jeu libre du dispositif avant gauche est jugé similaire à celui des trois autres dispositifs.

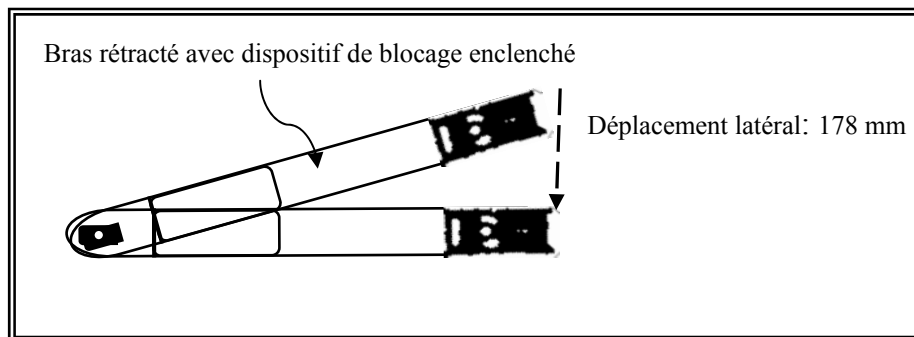


Figure 10 : Jeu libre des bras pivotants (vue en plan)

- Lorsqu'ils sont enclenchés, les dispositifs de blocage neufs, installés sur le pont élévateur permettent un déplacement latéral d'environ 55 millimètres lorsque les bras sont rétractés.
- L'ensemble de blocage obtenu auprès du fabricant présente des différences par rapport à celui prélevé pour analyse sur le pont élévateur après l'accident. Les modifications apportées visent principalement à améliorer la résistance à la déformation (Annexe E, Rapport d'analyse métallurgique).

- Les dispositifs de blocage ne s'enclenchent pas automatiquement à chaque levage. Il arrive que le bloc dentelé ne glisse pas le long de l'engrenage de blocage ou ne glisse que partiellement. Les bras de levage du pont élévateur pourraient être levés sans que leur mouvement soit restreint d'aucune façon par le dispositif de blocage.



Figures 11 : Enclenchement incomplet des dispositifs de blocage

4.2.3 Positionnement du véhicule

- Le positionnement des patins et l'utilisation ou non d'adaptateurs sont déterminés par le mécanicien, en fonction des patins du pont élévateur et de la construction du châssis du véhicule. Aucune consigne particulière n'est donnée par le fabricant quant à l'orientation ou la position à privilégier. À la première page du manuel, dans les instructions de sécurité et d'opération, le fabricant mentionne seulement que les patins doivent être placés sous les points de levage prévus par le fabricant du véhicule et que l'on doit s'assurer qu'il y ait un contact sécuritaire avec le véhicule (Annexe B, Manuel d'installation et d'opération).
- Le positionnement exact des patins sous le véhicule ainsi que la qualité de l'appui sur ceux-ci sont inconnus. Nos observations nous permettent toutefois d'établir que ceux-ci étaient vis-à-vis les points de levages spécifiés par le fabricant. Les deux patins droits et le patin arrière gauche étaient orientés de sorte que la partie courte du patin soit vers le véhicule. La position exacte du patin avant gauche au moment de l'accident n'a pu être établie avec certitude, mais les marques laissées sur le véhicule ont permis de retenir deux positions (Figure 12 - D et E).
- L'inclinaison des patins varie selon leur orientation dans l'axe horizontal, possible sur 360 degrés. Pour le patin avant gauche, l'inclinaison dans les deux positions probables varie de 7 à 15 degrés lorsqu'une légère force y est appliquée. L'inclinaison maximale des autres patins dans leur position au moment de l'accident varie entre 3 et 7 degrés.



Figure 12 : Inclinaison du patin avant gauche

- Le bras avant gauche et sa rallonge ont des sections intérieure et extérieure différentes ce qui occasionne un jeu de 9 millimètres. Un jeu similaire est présent sur le bras arrière gauche alors qu'il est pratiquement absent sur les bras du côté droit. On note la présence d'une plaque ayant une épaisseur d'environ 7 millimètres à l'intérieur des deux bras du côté droit qui a pour effet de réduire à 2 millimètres le jeu entre le bras et sa rallonge. Le manuel du fabricant est muet quant à la présence de cette plaque.



Figure 13 : Plaque à l'intérieur du bras de levage¹

- Selon la position du patin, lorsqu'une force verticale est appliquée sur celui-ci, la rallonge du bras effectue une rotation entraînant une inclinaison jusqu'à 6 degrés. L'inclinaison est maximale lorsque le patin est approximativement perpendiculaire au bras. L'inclinaison de la rallonge de bras avant gauche est plus importante que celle du bras arrière gauche en raison de la butée d'extension qui se trouve du côté extérieur du bras. En effet, la butée d'extension se trouve à l'extérieur pour les bras avant gauche et arrière droit et à l'intérieur pour les bras arrière gauche et avant droit.



Figure 14: Inclinaison du patin attribuable à la rallonge du bras

¹ La rallonge du bras de levage a été enlevée pour la photo.

4.2.4 Installation et entretien

- Le pont élévateur a été acheté usagé d'un garage ayant cessé ses activités en 2013.
- Le propriétaire précédent affirme qu'il a acheté ces équipements neufs et qu'aucune modification n'y a été apportée.
- Le pont élévateur a été installé par un technicien de la compagnie YOL Services inc., agent autorisé Snap-On, le 5 septembre 2013.
- Lors de l'installation, le technicien a recommandé le remplacement d'une pièce (ressort) servant à la synchronisation des bras pivotants ce qui a été fait. Aucune autre anomalie n'a été signalée à l'employeur.
- Depuis l'installation du pont élévateur au garage Mécanique Paul Boucher, l'entretien effectué sur celui-ci se résume principalement à du graissage par les utilisateurs. Il n'existe pas de grille ou de registre d'inspection pour les ponts élévateurs. De la graisse est présente sur tous les dispositifs de blocage, notamment sur les boulons de fixation.

Réglementation québécoise

Dans le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST), l'article 245 énonce les exigences générales pour les appareils de levage. Cet article prévoit que tout appareil de levage soit utilisé, entretenu et réparé de manière à ce que son emploi ne compromette pas la santé, la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs. Il prévoit entre autres, qu'un appareil de levage doit être inspecté et entretenu conformément aux instructions du fabricant ou à des normes offrant une sécurité équivalente.

Recommandations du fabricant

Le manuel d'opération du fabricant mentionne de vérifier quotidiennement toutes les pièces mobiles pour s'assurer qu'elles sont de niveau et qu'elles ne présentent pas de jeu excessif. Il précise de vérifier tous les deux mois les dispositifs de blocage des bras pivotants et de les lubrifier. Le fabricant indique que l'inspection annuelle doit être effectuée selon la norme *Automotive Lift Operation, Inspection and Maintenance (ALOIM)*. Le fabricant est muet quant au jeu acceptable pour les différentes pièces mobiles ainsi que pour les dispositifs de blocage des bras pivotants et pour les patins articulés. Seule une mention est faite pour l'installation initiale du pont élévateur dans le manuel d'installation et d'opération. Le fabricant indique qu'avant de serrer complètement les boulons qui fixent l'ensemble de blocage, on doit s'assurer qu'il y ait un plein contact avec l'engrenage de blocage en poussant fermement le bras (Annexe B, Manuel d'installation et d'opération).

Normes portant sur les ponts élévateurs

C'est l'organisme *Automotive Lift Institute* (ALI) qui établit les règles de l'art en Amérique du Nord pour les ponts élévateurs utilisés dans le secteur automobile. Les normes élaborées par cet organisme ont été approuvées par l'*American National Standardisation Institute* (ANSI). Le pont élévateur impliqué dans l'accident porte une étiquette de certification, par un organisme indépendant, affichant qu'il répond à la norme de fabrication *Safety requirements for*

Construction, Testing and Validation (ANSI/ALI ALCTV 1998). Cette norme précise qu'un dispositif de blocage des bras pivotants est requis pour les ponts élévateurs ayant un dégagement de 1 295 millimètres (51 po) ou plus. Ce système doit normalement s'enclencher au-dessus de 64 millimètres (2,5 po) de sa position la plus basse pour les ponts élévateurs ayant une capacité de 6 804 kilogrammes (15 000 lb) ou moins. De plus, les ponts élévateurs n'ayant pas de superstructure rigide sous le véhicule doivent être munis d'un dispositif de blocage des bras pouvant résister à une force latérale de 667 newtons (150 lbf) appliquée à l'extrémité des bras déployés sans qu'il n'y ait de déformation permanente.

La norme *Automotive Lift Operation, Inspection and Maintenance* (ANSI/ALI ALOIM-2008) élaborée par le même organisme, quant à elle, traite de l'entretien et de l'inspection des ponts élévateurs. C'est l'article 5.6.2.13 de cette norme qui porte sur l'inspection des dispositifs de blocage des bras pivotants. On y mentionne que tout fonctionnement anormal, jeu excessif ou bris doit être signalé. Une mise en garde y est également faite quant à la résistance des dispositifs de blocage. Il y est indiqué que les dispositifs de blocage peuvent sembler tenir et fonctionner normalement, mais pourraient ne plus offrir la résistance requise. La norme est muette quant à la durée de service des ponts élévateurs, au jeu libre acceptable permis par les dispositifs de blocage des bras et à l'usure des différentes pièces qui le constituent. L'article 4.1.1 de cette norme spécifie que l'équipement doit être entretenu et inspecté tel que spécifié par le fabricant et que l'on doit référer à la norme si des éléments ne sont pas traités dans le manuel du fabricant.

Il existe également une norme européenne traitant des ponts élévateurs (Élévateurs pour véhicules, EN 1493 :2011). L'article 5.9.5 de cette norme prévoit que les bras de levage doivent être équipés de dispositifs mécaniques de verrouillage automatique afin d'empêcher tout déplacement intempestif des bras. Elle précise que ces dispositifs doivent fonctionner, sans s'occuper de la charge, au-dessus des 300 millimètres de déplacement vertical et que s'ils fonctionnent à pas discrets, l'incrémentation du pas à l'extrémité du bras entièrement déployé, ne doit pas être supérieure au diamètre de l'assiette de prise (patin).

Inspection réalisée sur le pont élévateur

À la suite de l'accident, l'agent autorisé du fabricant ainsi qu'un représentant d'une autre firme spécialisée dans le domaine des ponts élévateurs sont rencontrés concernant l'inspection des ponts élévateurs. La CSST a confié à une de ces firmes le mandat de faire une inspection complète du pont élévateur impliqué dans l'accident. La principale vérification effectuée sur les dispositifs de blocage est l'enclenchement de ceux-ci. Aucune vérification détaillée des engrenages n'est effectuée afin de s'assurer de leur intégrité. À notre demande de précision, l'inspecteur de cette firme a communiqué directement avec le service à la clientèle du fabricant afin de vérifier si des spécifications existaient à ce sujet. Tel que mentionné au rapport d'inspection, aucune information précise n'était disponible à ce sujet (Annexe C, Rapport d'inspection). Les deux techniciens nous expliquent qu'en l'absence de critères concernant le jeu des dispositifs de blocage ou des patins articulés, ils utilisent le meilleur de leurs connaissances pour déterminer si le jeu libre présent est acceptable ou s'ils doivent suggérer à leurs clients de remplacer certaines pièces. Le coût de remplacement des dispositifs de blocage étant significatif par rapport au coût total de l'équipement, ils tentent de trouver un juste équilibre. Il est à noter

que les techniciens rencontrés possèdent de nombreuses années d'expérience et ont également reçu des formations du fabricant ou de l'organisme *Automotive Lift Institute*.

4.2.5 Sommaire des essais effectués sur les dispositifs de blocage

Des essais ont été effectués sur trois des dispositifs de blocage par un ingénieur de la firme ABMS Consultants inc. Les dispositifs de blocage ont été enclenchés de façon à utiliser des dents n'ayant pas subi de déformation lors de l'accident. Une force latérale fut exercée de façon à pousser à revers (vers l'extérieur) les bras pivotants du pont élévateur. Dans cette position, deux bras (et leur dispositif de blocage) ont résisté à la force de 667 newtons (150 lbs) prévue par la norme de conception à laquelle répond l'équipement (bras avant droit et arrière gauche) alors que le troisième dispositif était inopérant dès l'application d'une force. Ces essais ont été effectués dans l'autre direction afin de pousser les bras pivotants vers l'intérieur de la structure. Deux des dispositifs mis à l'essai étaient inopérants dès l'application d'une force (bras arrière et avant droit) et sur l'autre, le bris d'une dent du bloc dentelé est survenu tout juste avant d'atteindre une force de 667 newtons (bras arrière gauche). Le dispositif de blocage du bras gauche ayant subi des déformations permanentes importantes lors de l'accident n'a pu être mis à l'essai (Annexe F, Rapport des essais de résistance).

Alors qu'un des dispositifs de blocage (arrière droit) était enclenché sur les dents normalement utilisées, il a été observé qu'une poussée ferme avec les mains (d'une force estimée à environ 50 newtons) fut suffisante pour entraîner un glissement entre les deux engrenages du dispositif de blocage du bras arrière droit. Lors de cet essai, il n'y a pas eu de bris apparent sur les engrenages, seulement un déplacement du bloc dentelé sur les dents de l'engrenage de blocage. Par conséquent, il y a eu un déplacement du bras sans qu'il y ait bris des pièces du dispositif de blocage. Ce phénomène fut observé la journée de l'accident avant la réalisation des essais de résistances.

4.2.6 Force latérale exercée sur les bras pivotants

Des calculs ont été effectués afin d'estimer la force de poussée sur le bras avant gauche que peut engendrer l'inclinaison du patin. Les deux positions possibles du patin ont été considérées. Compte tenu du positionnement du véhicule entre les colonnes du pont élévateur au moment de l'accident, la force disponible pour pousser le bras est évaluée à environ 859 newtons si le patin est incliné de 15 degrés (partie longue du patin vers le véhicule). La force disponible pour pousser le bras est estimée à 755 newtons si le patin est incliné de 7 degrés (partie courte du patin placée vers le véhicule). La résistance prévue par la norme étant celle lorsque les bras sont déployés complètement, un calcul a également été fait pour connaître la résistance prévue lorsque les bras sont déployés à une longueur comparable à celle au moment de l'accident. Celle-ci a été établie à 950 newtons (Annexe G, Calculs).

4.2.7 Analyse métallurgique

Une analyse métallurgique a été effectuée afin de confirmer les bris survenus au moment de l'accident sur le dispositif de blocage avant droit et de déterminer la nature des matériaux utilisés dans la fabrication des pièces. Les engrenages de pièces de remplacement provenant du fabricant ont également été analysés. Il s'avère que le bloc dentelé de l'ensemble de blocage en place au

moment de l'accident est fait d'un acier de grade SAE 1513, contenant des taux très élevés d'impuretés de phosphore, de soufre et de plomb; ce qui, selon l'expert, caractérise un acier de mauvaise qualité. Le bloc dentelé de la pièce de remplacement est quant à lui fabriqué d'un acier de grade SAE 1018. Les engrenages de blocage ont également été analysés : celui en place au moment de l'accident et celui neuf provenant du fabricant ont une composition semblable correspondant à un acier carbone de grade SAE 1045. La dureté des engrenages a également été évaluée. Les mesures de dureté sont relativement uniformes et varient de 82 à 83 HRB pour les engrenages du dispositif de blocage en place lors de l'accident et de 92 à 95 HRB pour ceux du dispositif neuf. Selon l'expert, ces niveaux de dureté caractérisent des aciers de faible résistance. Il est à noter qu'aucun des engrenages analysés n'a subi de traitement de surface visant à les protéger contre l'usure (Annexe E, Rapport d'analyse métallurgique).

4.3 Énoncés et analyse des causes

4.3.1 Les dispositifs de blocage permettent un déplacement suffisant des bras du pont élévateur pour provoquer la chute du véhicule.

La conception du dispositif de blocage fait en sorte que même à l'état neuf, lorsqu'il est enclenché il permet un léger déplacement horizontal des bras pivotants qui s'accroît avec l'usure des pièces. Le jeu libre présent au moment de l'accident est environ quatre fois supérieur à celui d'un dispositif neuf. L'usure a pour effet non seulement d'augmenter le jeu libre permis par le dispositif de blocage, mais aussi d'en diminuer aussi la résistance : l'usure des dents de l'engrenage de blocage et du bloc dentelé réduit de façon considérable le contact entre elles. De plus, la déformation de la plaque stabilisatrice, l'usure du bloc dentelé et le positionnement de l'ensemble de blocage diminuent le nombre de dents de tous les engrenages qui sont en contact (Figure 7). Ce phénomène réduit la résistance du dispositif, mais rend aussi possible le saut d'une dent lorsque soumis à une force latérale, et ce, sans qu'il y ait déformation permanente des pièces. Les essais réalisés nous permettent d'ailleurs de confirmer ces éléments.

Les calculs effectués afin d'estimer la force de poussée sur le bras pivotant avant gauche démontrent que celle-ci est inférieure à la résistance minimale prévue à la norme. Dans la mesure où le dispositif est enclenché, celui-ci devrait donc empêcher le mouvement des bras pivotants de façon à prévenir leur désengagement sous le véhicule. Cependant, selon les observations et essais effectués, les dispositifs de blocage présentent une résistance réduite et un jeu libre qui entraînent, en présence d'une force latérale, un déplacement suffisant du bras pour entraîner la chute du véhicule alors que le dispositif de blocage est enclenché.

Cette cause est retenue.

4.3.2 L'inclinaison de la surface sur laquelle est appuyé le véhicule entraîne une force latérale sur les bras pivotants.

Lors de l'utilisation du pont élévateur EELR337A le 22 juillet 2014, deux éléments influencent principalement l'inclinaison de la surface sur laquelle le véhicule est appuyé. Premièrement, il y a l'inclinaison du patin lui-même : le patin étant fixé par un pivot et une tige, l'inclinaison dépend du jeu qui existe entre les éléments de fixation du patin et le trou dans lequel ils s'insèrent (Figure 4). Deuxièmement, il y a le jeu présent entre le bras et sa rallonge qui rend possible la rotation de la rallonge à l'intérieur du bras. Ce phénomène entraîne une rotation et par conséquent accentue l'inclinaison du patin. Bien que ce jeu soit présent en tout temps, son influence sur l'inclinaison se matérialise de façon plus ou moins significative, selon l'orientation du patin.

Selon les informations recueillies sur le terrain, le jour de l'accident, le mécanicien a positionné trois des patins perpendiculairement aux bras avec la partie courte vers le véhicule. Bien qu'il ait été déplacé après l'accident, tout nous porte à croire que le patin

avant gauche était placé selon cette même orientation comme en témoignent les marques laissées sur le véhicule. Dans cet axe, l'inclinaison causée par le jeu entre le bras et sa rallonge est maximale. L'inclinaison finale du patin varie entre 7 et 15 degrés dépendamment si la partie courte ou longue est placée vers le véhicule (Figure 12). Bien que tous les patins puissent présenter une inclinaison selon leur orientation, celle des patins des deux bras gauches est plus grande et plus prononcée sur le patin du bras avant gauche.

Le soulèvement du véhicule à l'aide du pont élévateur fait en sorte que chacun des bras pivotants supporte une partie du poids du véhicule. Lorsque les patins articulés sont de niveau, une force verticale est exercée sur chacun des bras. Cependant, le fait d'avoir une surface inclinée sur laquelle le véhicule est appuyé entraîne, en plus d'une force verticale, une force latérale proportionnelle à cette inclinaison. Même si les patins rendent possible sur tous les bras de levage une certaine inclinaison, elle se matérialise de façon plus importante sur les bras du côté gauche et davantage sur celui à l'avant en raison du positionnement du patin. Cette force latérale ainsi appliquée sur les patins se répercute sur les bras pivotants et par conséquent sur les dispositifs de blocage.

Cette cause est retenue.

4.3.3 L'entretien du pont élévateur est déficient quant à l'intégrité des dispositifs de blocage des bras pivotants.

Le fabricant mentionne dans son manuel que les dispositifs de blocage doivent être vérifiés tous les deux mois et qu'annuellement une inspection selon la norme *Automotive Lift operation, inspection and maintenance* (ALOIM) doit être réalisée. Le jeu acceptable au niveau des bras pivotants et des dispositifs de blocage n'est pas défini par le fabricant et aucune précision à ce sujet n'est citée dans la norme nord-américaine à laquelle le fabricant réfère. Seule une mise en garde est faite quant à la résistance qui pourrait ne plus être suffisante malgré les apparences.

Le pont élévateur est utilisé depuis une douzaine d'années et les dispositifs de blocage présentent des signes importants d'usure. Le jeu libre permis par les dispositifs de blocage est causé principalement par l'usure et la déformation des pièces au cours des années de services qui elles, ont été favorisées par la faible résistance mécanique de certaines pièces des dispositifs. La fixation de l'ensemble de blocage dans des trous oblongs peut également contribuer au jeu présent entre les engrenages. Les essais réalisés ont démontré que les dispositifs de blocage n'avaient pas la résistance prévue, selon la norme de conception ANSI/ALI ALCTV 1998, norme à laquelle l'équipement est certifié être conforme. Non seulement ils n'avaient plus la résistance requise, mais certains n'ont tout simplement pu être testés étant donné leur faible résistance : les deux engrenages glissaient l'un sur l'autre dès l'application d'une force.

Le pont élévateur, bien qu'acheté usagé, a été installé par un agent autorisé du fabricant à la demande du propriétaire, et ce, moins d'un an avant l'accident. Aucune information précise n'est disponible sur l'état des dispositifs lors de l'installation du pont élévateur,

mais nous savons qu'aucune recommandation de correction concernant leur bon fonctionnement n'a été faite à l'employeur ni consignée au bon de travail. Étant donné que l'employeur n'a fait aucune réparation ni modification depuis l'installation, on peut croire que les dispositifs de blocage étaient, au moment de l'accident, dans une condition tout au mieux semblable à celle au moment de l'installation. Par ailleurs, une inspection par une firme spécialisée dans le domaine à la suite de l'accident n'a pas non plus relevé un jeu excessif ni de mauvais fonctionnement au niveau des dispositifs de blocage et ceux-ci ont été qualifiés de fonctionnels avec une usure normale et considérée comme acceptable.

En l'absence de directive précise du fabricant, chaque inspecteur évalue l'état des dispositifs de blocage selon ses connaissances et son expérience pour déterminer si le jeu libre présent est acceptable ou s'il doit suggérer au propriétaire de l'équipement de remplacer certaines pièces. Bien qu'il existe un jeu libre à l'état neuf, celui-ci n'est pas documenté et ne permet aucune comparaison lors des inspections réalisées. Seule la norme européenne précise une tolérance quant au jeu acceptable pour les dispositifs conçus avec un système de blocage des bras pivotants à pas discret. En référant à cette norme, le jeu présent sur les dispositifs du pont élévateur serait deux fois trop important.

L'usure des différentes pièces des dispositifs de blocage est le fruit de nombreuses années d'utilisation et non occasionnée par un événement isolé, à l'exception de certains bris précis identifiés immédiatement après l'accident et occasionnés par la chute du véhicule. Compte tenu de l'absence de directives du fabricant et de références précises dans les normes auxquelles il réfère, les vérifications et inspections réalisées sur le pont élévateur depuis son installation n'ont pas permis de déceler que les dispositifs de blocage n'étaient plus en mesure de remplir leur rôle adéquatement. Ces éléments nous amène à conclure que l'entretien du pont élévateur est déficient quant à l'intégrité des dispositifs de blocage.

Cette cause est retenue.

SECTION 5

5 CONCLUSION

5.1 Causes de l'accident

- Les dispositifs de blocage permettent un déplacement suffisant des bras du pont élévateur pour provoquer la chute du véhicule.
- L'inclinaison de la surface sur laquelle est appuyé le véhicule entraîne une force latérale sur le bras avant gauche.
- L'entretien du pont élévateur est déficient quant à l'intégrité des dispositifs de blocage des bras pivotants.

5.2 Autres documents émis lors de l'enquête

À la suite de l'accident, l'utilisation du pont élévateur de marque Snap-On (Wheeltronic Ltd) a été interdite. Pour le temps de la collecte d'informations, les lieux sont demeurés inchangés (RAP0898108). L'employeur a été autorisé à faire inspecter et réparer le pont élévateur impliqué dans l'accident le 10 septembre 2014. L'équipement a fait l'objet d'une inspection complète et de réparations dont le remplacement des dispositifs de blocage. L'autorisation d'utiliser l'équipement a été donnée à l'employeur le 25 septembre 2014. Un programme d'entretien préventif pour l'ensemble des ponts élévateurs du garage a été demandé à l'employeur (RAP0898125).

5.3 Suivi à l'enquête

La CSST demandera à l'Association des Services de l'automobile du Québec, à la Corporation des concessionnaires d'automobiles du Québec et à l'Association des marchands de véhicules d'occasions d'informer leurs membres des conclusions de cette enquête, notamment sur l'importance d'inspecter et d'assurer un entretien rigoureux des élévateurs de véhicules.

Dans le cadre de son partenariat avec la CSST visant l'intégration de la santé et de la sécurité au travail dans la formation professionnelle et technique, le ministère de l'Éducation, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, diffusera à titre informatif et à des fins pédagogiques le rapport d'enquête dans les établissements de formation qui offrent les programmes d'études en mécanique automobile.

ANNEXE A

Accidenté

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

ANNEXE B

Extrait du manuel d'installation et d'opération
(Pont élévateur EELR337A)

6 LIFT MAINTENANCE GUIDLINES**6.1 SAFETY INSTRUCTIONS**

Read operating and safety manuals before using any lift
Do not operate a lift that has been damaged or is in disrepair
Proper inspection and maintenance is necessary for safe operation

6.2 PERIODIC MAINTENANCE**DAILY:**

1. Check all hydraulic lines and fittings for pinch points , damage , cracks or leaks
2. Check all electrical wiring for pinch points , cracks or damage
3. Check all moving parts for uneven or excessive wear
4. Repair or replace all damaged , defective , worn or broken components immediately
5. Check the telescopic arms for movement. Clean any grease or oil from the lifting adapters
6. Raise and lower the lift at the beginning of each shift, without a vehicle on, to verify the lift is leveled and operating properly.

WEEKLY:

1. Check and adjust hydraulic level

EVERY TWO MONTHS:

1. Clean and re-grease slide block channels inside of both columns
2. Grease arm pins
3. Lubricate safety dogs and check safety release cable adjustment
4. Check arm restraints and lubricate
5. Check anchor bolts and re-torque if required

EVERY FOUR MONTHS:

1. Dismantle and clean inner arms
2. Lubricate cable pulleys
3. Check equalizing cable adjustment

EVERY YEAR:

1. Inspect lift as per Automotive Lift Operation, Inspection and Maintenance (ALOIM)

EVERY TWO YEARS:

1. Change hydraulic fluid

5.8 ARM RESTRAINT INSTALLATION

Using two (2) 3/8"-16UNC x 1" LG. socket head cap screws, and two (2) 3/8" ID lockwashers, install the arm restraint assemblies as shown in **Figure 7**. Before tightening completely, make sure that the arm restraint has full contact with the arm restraint gear by pushing it firmly against the arm.

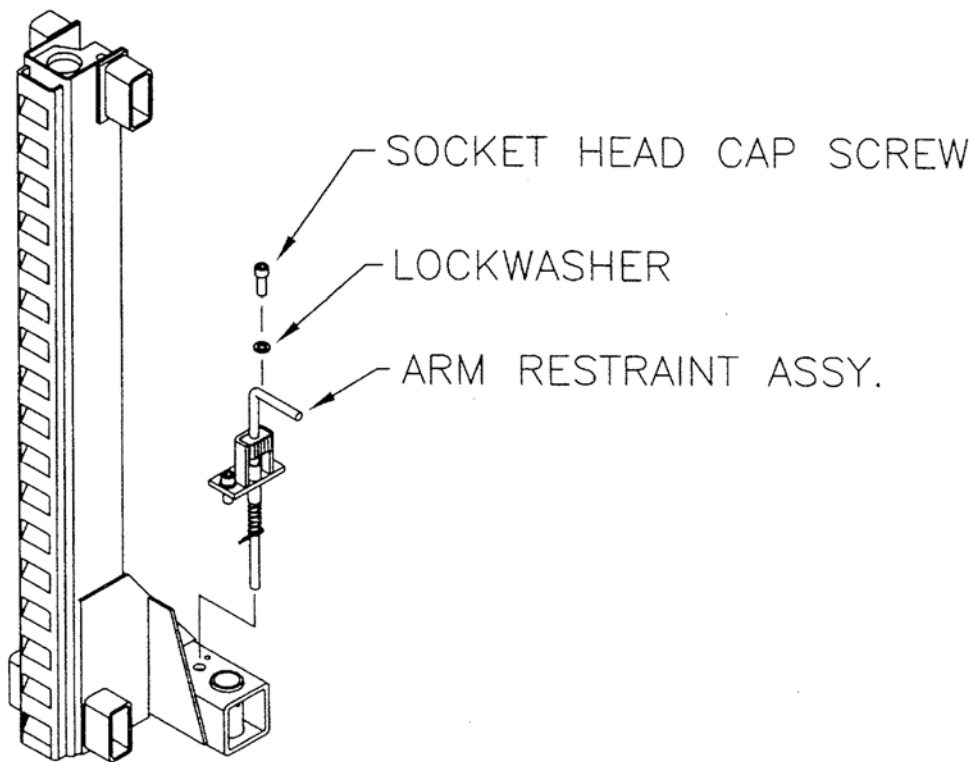


Figure 7 – Arm Restraint Installation

ANNEXE C

Rapport d'inspection

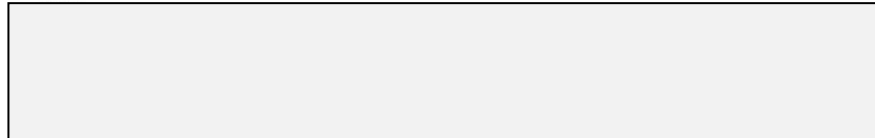
VENTE, INSTALLATION ET ENTRETIEN DE VÉRINS DANS
TERRE ET HORS TERRE, COMPRESSEUR À AIR ET
ÉQUIPEMENT DE GARAGE.



8445, RUE LAFRENAIE ST-LÉONARD (MONTREAL), QC H1P 2B3
TÉL.: 514 325-5210 • FAX : 514 325-1043 • SANS FRAIS : 1 800 363-5438
vente@cliffordunderwood.com • www.cliffordunderwood.com

SALES, INSTALLATION AND MAINTENANCE OF
AND ABOVE GROUND HOISTS, AIR COMPR
AND GARAGE EQUIPMENT.

St Léonard, le 28 août 2014



Référence : Inspection visuelle du vérin Snap On / Wheeltronic
modèle EELR 337A / cap. 9000 lbs / série T9-14570 / date code 2003
Lieu des travaux :
Mécanique Pierre Boucher, 4596, rue Pavillon, Sherbrooke, Québec



En date du 21 août 2014 Monsieur Danny Underwood s'est rendu sur place pour faire la vérification visuelle du vérin ci-haut mentionné, voici donc la description de l'inspection visuelle :

- Vérification de la structure et des colonnes
- Vérification des cylindres hydrauliques
- Vérification de l'état des câbles
- Vérification des ensembles de barrures existantes dans les colonnes.
- Vérification pour fuite hydraulique et pneumatique
- Vérifier le fonctionnement des bras et arm restraint (Retenue du bras)

Rapport suite à la vérification du vérin :

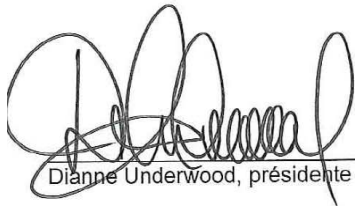
- Les bras pivotants ont du lousse. Usage normale considérant l'âge du vérin.
- Les adaptateurs sont un peu louses. nous recommandons de remplacer les pins
- Les câbles sont un peu louses, devraient être ajustés
- Il y a une retenue de barrure (arm restraint) manquante, nous croyons que l'inspecteur de la CSST a pris cette pièces pour faire vérifier, les autres ensembles de retenues sont fonctionnels
- Le vérin à une usure normale il est daté de 2003 mais était au moment de l'inspection visuelle opérationnel et fonctionnel
- L'étiquette de capacité est manquante
- Le modèle du vérin n'est presque pas visible
- Les boulons d'ancrage sont louses, peut avoir été causé suite à l'accident
- Le vérin est de niveau

La compagnie Clifford Underwood aurait apposé l'étiquette de conformité sur le vérin seulement si les exigences du manufacturier ainsi que les ajustements et réparations mentionnés par M. Danny Underwood.

A cet effet, nous recommandons que les techniciens se réfèrent toujours au manuel d'opération et d'entretien recommandé par le manufacturier pour des inspections et vérification qui doivent se faire journalièrement, hebdomadairement et annuellement.

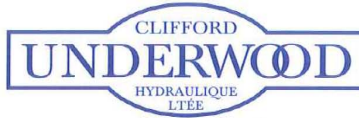
Nous recommandons aussi le cours de AUTO PRÉVENTION qui concerne l'entretien, l'utilisation et règle de sécurité quand ont utilise un vérin.

N'hésitez pas à communiquer avec nous pour de plus amples informations.



Dianne Underwood, présidente

VENTE, INSTALLATION ET ENTRETIEN DE VÉRINS DANS
TERRE ET HORS TERRE, COMPRESSEUR À AIR ET
ÉQUIPEMENT DE GARAGE.



8445, RUE LAFRENAIE ST-LÉONARD (MONTRÉAL), QC H1P 2B3
TÉL.: 514 325-5210 • FAX : 514 325-1043 • SANS FRAIS : 1 800 363-5438
vente@cliffordunderwood.com • www.cliffordunderwood.com

SALES, INSTALLATION AND MAINTENANCE OF INGROUND
AND ABOVE GROUND HOISTS, AIR COMPRESSORS
AND GARAGE EQUIPMENT.

St Léonard le 17 décembre 2014

CSST, direction régionale de L'Estrie
a/s de M. Yvon Guay
1650, rue King oust bureau 204
Sherbrooke, Québec
J1J 2C3

Référence: expertise Snap-On / Wheeltronic modèle EELR337A / série T9-14570
Mécanique Pierre Boucher, 4595, rue Pavillon, Sherbrooke, Québec

Suite à votre demande voici les informations.

Point # 1

- Selon nos années d'expérience dans le domaine il y a du jeu dans les bras pivotants mais c'est acceptable.
- Le fabricant n'a aucune mesure spécifique pour la tolérance
- Nous avons discuté avec le "customer support" de Wheeltronic et n'a pas aucune mesure spécifique à nous transmettre

Point # 2

- Le vérin sur les lieux date de mars 2003 il n'est pas neuf, donc l'usure est normale pour un vérin âgé de 11 ans d'utilisation

Point # 3

- Les pins des adaptateurs ont du jeu, encore une fois il n'y a aucune mesure spécifique du fabricant. Cependant quand il y a une différence de 10 à 15° entre les nouveaux adaptateurs, nous recommandons de prendre en considération le remplacement des adaptateurs. Quand le pad penche il y a du stress sur le rivet et l'adaptateur lui-même

Point # 4

- Quand les câbles sont louses à la levée du véhicule, le côté lourd va lever plus lentement et quand le vérin s'abaisse le côté plus lourd va descendre plus vite

Point # 5

- Les ensembles de retenues (arm restraint) ne sont pas des barrures pour les bras mais des retenues pour les bras seulement . Si les arm restraints sont non fonctionnels ou manquants ceci cause un problème si les bras ne sont pas égaux.
- Quand le véhicule est levé, s'il est seulement sur trois bras et si la barrure de retenue est non fonctionnelle, le bras peut se déplacer et peut causer la chute du véhicule.

Point # 6

- L'usure normale du vérin date de 2003. Il n'y a aucune documentation qui spécifie qu'après un certain nombre d'années nous devons remplacer le vérin.
- Par contre certains fabricants ne fabriquent plus les pièces pour réparer leur vérin tandis que d'autres fabricants ne certifient plus le vérin après tant d'années.

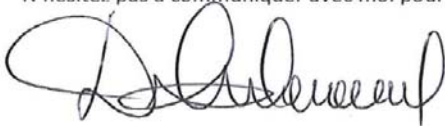
Point # 7

- En ce qui concerne l'étiquette de capacité , même si la capacité est effacée, nous sommes quand même en mesure de savoir la capacité du vérin avec le no de série (exemple série T9-14570, T9 signifie capacité 9000 lbs)

Point # 8

- Selon le fabricant Wheeltronic, il est recommandé que le plancher soit de niveau et d'une épaisseur minimum de 5 pouces (voir document). Le fabricant recommande de torquer les boulons d'encrages à 150 lbs ou de consulter le fabricant des boulons d'ancrages (se référer au fabricant des boulons d'encrage)

N'hésitez pas à communiquer avec moi pour de plus amples informations



Dianne Underwood, présidente

ANNEXE D

Liste des témoins et des autres personnes rencontrées

M. [D], [...]

M. [E], EMS

M. [A], [...], Mécanique Paul Boucher

M. [F], [...] Centre de métallurgie du Québec

M. [G], [...], YOL Services inc.

M. [C], [...], Mécanique Paul Boucher

M. [H], [...] pour Mécanique Paul Boucher

M. [I], [...] ABMS Consultants

M. [J], [...], Clifford Underwood Hydraulique Ltée

Service de police de Sherbrooke

M. Tommy Breton, agent

M. David Deschesnes, agent

M. Philippe Gagnon, agent

M. Yannick Hamel, technicien service d'identité judiciaire

M. Médéric Laroche, agent

M. Claude Leblond, détective

M. Dany Simard, détective

ANNEXE E

Rapport d'analyse métallurgique



Centre de métallurgie du Québec

Bris en service de la barrure d'un système de levage pour autos

Rapport rédigé pour
Mme Sophie Leclerc
M. Yvon Guay
Inspecteurs

CSST
Région de l'Estrie
1650 King ouest, Bureau 204
Sherbrooke, Qc
J1J 2C3

No de contrat CSST: DA 669919
No projet CMQ : 721-14-101

Préparé par

Luc Lafrenière, ing.
Hugues Lévesque, techn.

Le 6 septembre 2014



Centre de métallurgie du Québec

Sommaire

Un employé du Garage Paul Boucher est mort accidentellement le 22 juillet dernier à la suite de la défaillance de l'une des quatre bannes du système de levage pour auto.

À la lumière des observations et analyses en laboratoire, nous avons déterminé que le bris est survenu entre autre à cause de certaines déficiences physiques de la bannure datant de 2003 comparativement aux bannes actuelles qui sont mieux conçues et conséquemment plus solides.

En résumé, la faible dureté des dents et le manque de solidité de la plaque stabilisatrice du petit bloc dentelé sont à l'origine de la défaillance en service.

No projet : 721-14-101



Centre de métallurgie du Québec

Table des matières

1. Mise en situation.....	2
2. Méthodologie	2
3. Résultats	4
3.1 L'examen visuel de la barrure brisée.....	4
3.2 Les analyses chimiques des composantes	13
3.3 Les mesures de dureté des composantes	15
3.4 L'examen métallographique des composantes.....	16
3.5 Évaluation des boulons lors d'un essai de résistance	18
4. Conclusion.....	19

No projet : 721-14-101



Centre de métallurgie du Québec

1 Mise en situation

La CSST enquête sur les circonstances entourant un accident mortel survenu le 22 juillet dernier au Garage Paul Boucher et au cours duquel est survenu le bris de l'une des quatre barrures du système de levage pour auto (photo 1). La barrure en cause était apparemment en service depuis 2003. La CSST requiert donc les services d'expertise du CMQ afin de savoir s'il existe des déficiences sur la barrure brisée, de comparer les caractéristiques entre la barrure brisée du vieux modèle datant de 2003 et avec une barrure neuve de 2014, et finalement de vérifier s'il y aurait des composantes non d'origine sur la barrure brisée.

2 Méthodologie

Quatre différentes techniques d'analyse en laboratoire furent utilisées lors de l'étude de la barrure brisée, soit : un examen visuel, des analyses chimiques, des mesures de dureté, et un examen métallographique.

No projet : 721-14-101



Centre de métallurgie du Québec



Photo 1. Système de levage et emplacement de la barure brisée (flèche jaune).

No projet : 721-14-101

3 Résultats

3.1 L'examen visuel de la barrure brisée

L'examen visuel a permis d'obtenir huit informations importantes concernant, non seulement le bris de la barrure, mais aussi les différences entre le vieux et le nouveau modèle de barrures, soit :

- 1) La poignée de la tige de l'ancien modèle de barrure datant de 2003 est 0,50 pouce plus long que celle du nouveau modèle (photos 2 et 3), ce qui pouvait occasionner des accrochages avec la base de l'équipement de levage et la déformation de la tige (photo 4). Par ailleurs, la tige de la barrure impliquée dans l'accident était encore très droite et non déformée.



Photo 2. Ancien modèle de barrure datant de 2003.



Photo 3. Nouveau modèle de barrure de 2014.

No projet : 721-14-101



Photo 4. Contact poignée et structure.
Ci-haut, une barrure similaire en service.

- 2) La barre de renfort située derrière la plaque en U du nouveau modèle de barrure est 0,50 pouce plus long que sur l'ancien (photos 5 et 6), ce qui procure au nouveau modèle une plus grande solidité et une meilleure résistance contre les déformations.



Photo 5. Barre de renfort plus courte sur l'ancien modèle de barrure de 2003.



Photo 6. Barre de renfort plus longue sur le nouveau modèle de barrure de 2014.

No projet : 721-14-101



Centre de métallurgie du Québec

3) La plaque en U du nouveau modèle de barrure est soudée sur toute la longueur de sa base contrairement à l'ancien (photos 7 à 10), ce qui lui procure une beaucoup plus grande solidité et une meilleure résistance aux déformations horizontales.



Photo 7. Plaque en U soudée sur toute sa base sur une barrure 2014.



Photo 8. Plaque en U soudée partiellement sur la barrure de 2003.

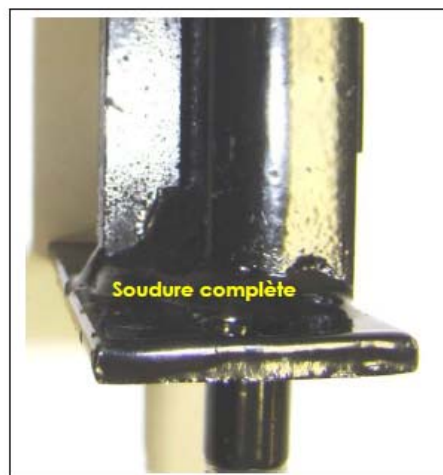


Photo 9. Vue latérale de la soudure complète à la base du nouveau modèle de barrure de 2014.

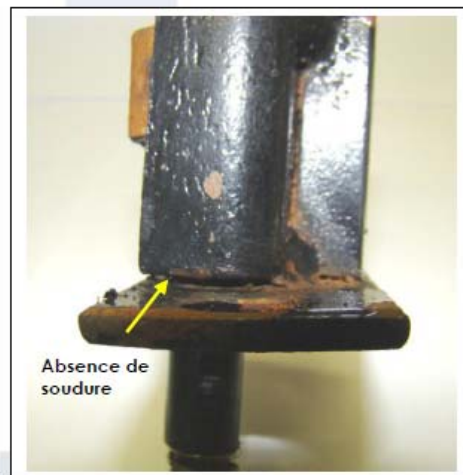


Photo 10. Vue latérale de la soudure partielle à la base de l'ancien modèle de barrure de 2003.

No projet : 721-14-101

- 4) La base du nouveau modèle de barrure possède deux trous de forme ronde pour accueillir les boulons de fixation (photo 11) contrairement à l'ancien sur lequel les trous sont de forme ovale (photo 12), ce qui procure au nouveau modèle une meilleure stabilité et évite un mouvement de recul de la barrure en cas de desserrement des boulons. Un recul de la barrure occasionne un désengagement des dents du petit bloc dentelé d'avec celles de l'engrenage en demi-lune (photo 13).

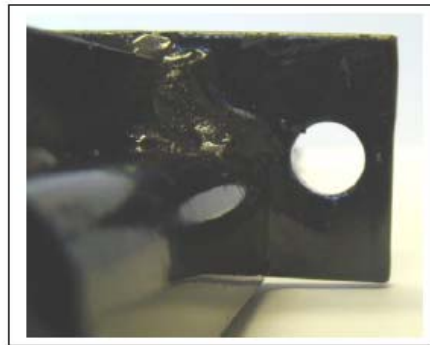


Photo 11. Trous de fixation ronds à la base du nouveau modèle de barrure 2014.



Photo 12. Trous de fixation ovales à la base de l'ancien modèle de barrure 2003.

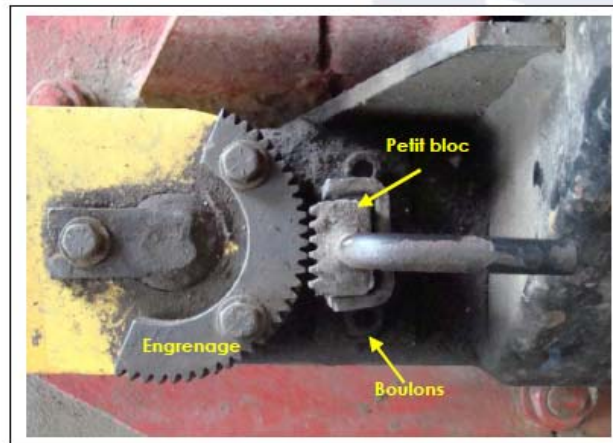


Photo 13. Possibilité de désengagement des dents si mouvement de recul de la barrure.

No projet : 721-14-101



Centre de métallurgie du Québec

- 5) À cause des mouvements répétitifs des bras du système de levage (photo 14), les tiges de fixation et de pivotement des bras sont soumises à des frottements qui occasionnent leur usure (photo 14), et conséquemment, un éloignement progressif des dents du petit bloc et de l'engrenage (photo 13). L'introduction de dents un peu plus grosses et profondes permettrait d'accroître la solidité et le facteur sécurité des barrures.



Photo 14. Emplacement de la tige de fixation et pivotement des bras du système de levage.

No projet : 721-14-101

- 6) Comme le petit bloc dentelé est de forme linéaire contrairement à l'engrenage qui est de forme convexe (photo 15), et ce aussi bien sur le nouveau que sur l'ancien modèle, cette géométrie réduit les points de contact entre les dents des deux pièces et conséquemment l'efficacité des barrures. Il serait nettement plus sécuritaire de donner une forme concave au petit bloc dentelé afin de maximiser les points de contact entre les dents.

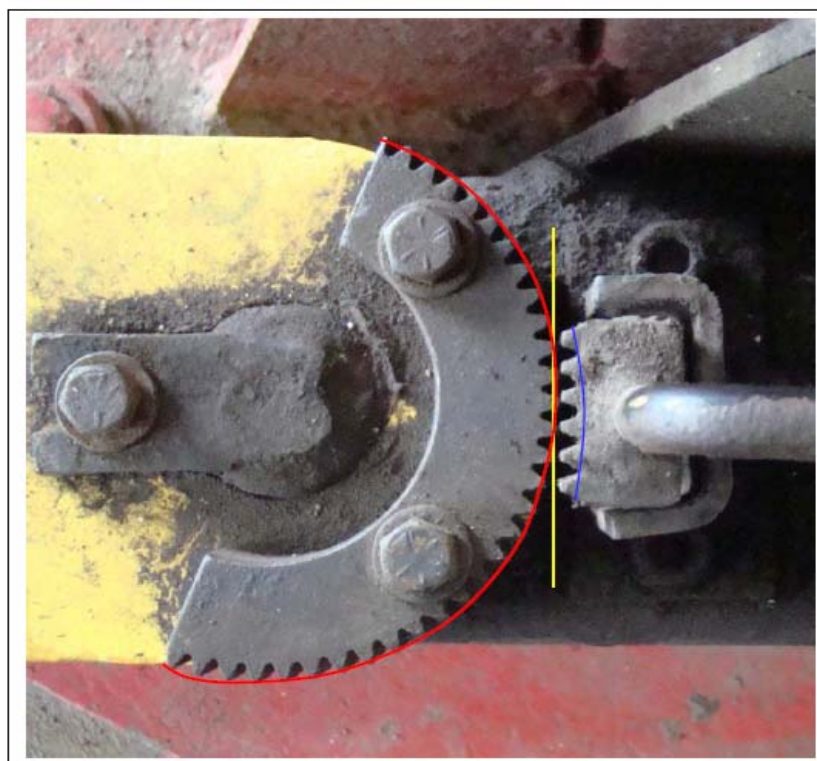


Photo 15. Géométrie peu compatible du bloc dentelé linéaire (ligne jaune) et l'engrenage convexe (ligne rouge). Profil concave suggéré du bloc dentelé (ligne bleue).

No projet : 721-14-101



Centre de métallurgie du Québec

- 7) Les dommages visibles sur le bloc dentelé et l'engrenage (photos 16 et 17) de la barrure impliquée dans l'accident démontrent clairement que les dents ont été détruites au moment du bris. Considérant que ce sont les deux dernières dents du bloc dentelé qui furent endommagées, ceci indique que le bloc était en position tournée au moment de l'accident (photo 21) et qu'il n'y avait que ces deux dents en contact avec celles de l'engrenage.

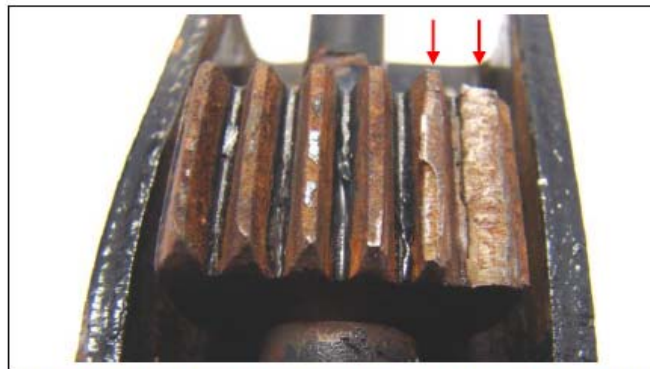


Photo 16. Bris des deux dernières dents du bloc dentelé.

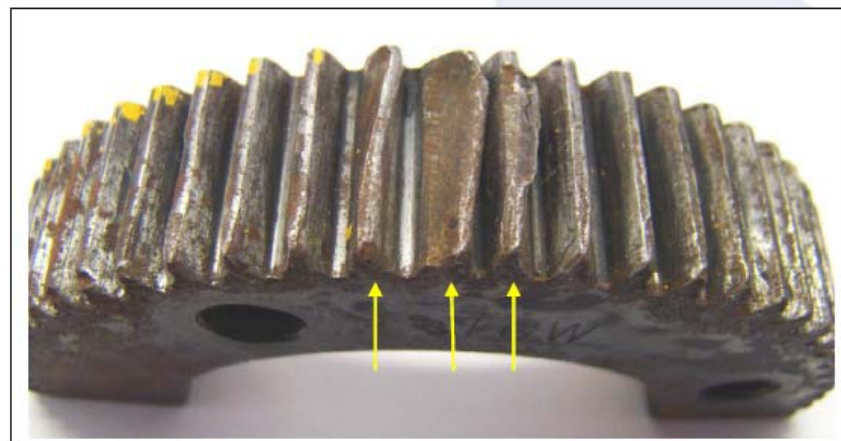


Photo 17. Dommages importants sur trois dents de l'engrenage.

No projet : 721-14-101



Centre de métallurgie du Québec

8) Si la plaque en U, qui agit comme stabilisateur pour le bloc dentelé, ne se déforme pas (photo 18), alors le bloc ne peut pas tourner (photo 19), maximisant ainsi le contact entre les dents des deux composantes et conséquemment la solidité de la barrure.



Photo 18. Plaque stabilisatrice non déformée.

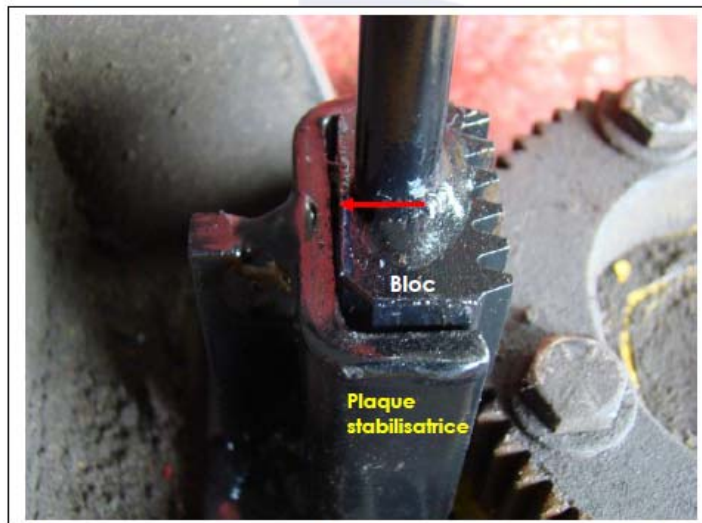


Photo 19. Bon appui du bloc contre la plaque stabilisatrice (flèche rouge).

No projet : 721-14-101



Centre de métallurgie du Québec

Inversement, lorsque la plaque en U est déformée (photo 20), il devient alors possible au bloc de tourner (photo 21), réduisant ainsi le nombre de dents en contact avec celles de l'engrenage, et conséquemment l'efficacité de la barrure, événement qui est survenu au moment de l'accident.



Photo 20. Plaque stabilisatrice déformée.

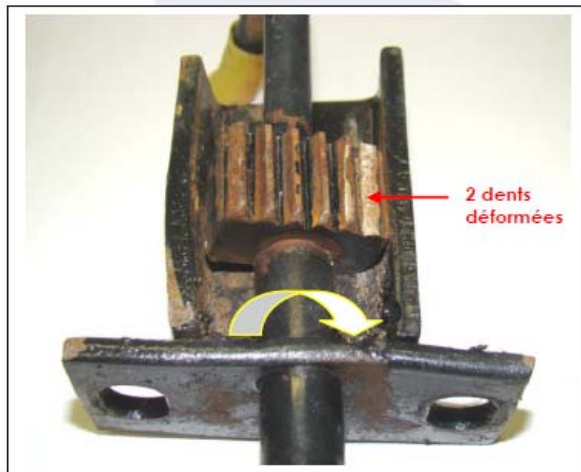


Photo 21. Possibilité de rotation du bloc dentelé dans la plaque en U déformée.

No projet : 721-14-101



Centre de métallurgie du Québec

3.2 Les analyses chimiques des composantes

Les blocs dentelés ont des compositions différentes, soit les grades SAE 1513 et 1018. De plus, celui de 2003 contient des taux très élevés d'impuretés de phosphore, de soufre et de plomb (Tableau 1), ce qui caractérise un acier de mauvaise qualité. De leur côté, les engrenages en forme de demi-lune sont de compositions semblables, soit un acier carbone 1045 (Tableau 2). Finalement, l'analyse de la composition d'un boulon servant à visser les engrenages a révélé qu'il s'agissait d'un acier allié SAE 4037 sans anomalie (Tableau 3).

Éléments	Bloc dentelé 2003 (%)	Spec. Acier 1513 (%)	Bloc dentelé 2014 (%)	Spec. Acier 1018 (%)
Carbone	0,09	0,10 - 0,16	0,15	0,15 - 0,20
Manganèse	1,06	1,10 - 1,40	0,74	0,60 - 0,90
Silicium	0,01	0,15 - 0,30	0,16	0,15 - 0,30
Phosphore	0,066	0,040 max	0,027	0,040 max
Soufre	0,198	0,050 max	0,017	0,050 max
Chrome	0,07	-	0,13	-
Nickel	0,03	-	0,13	-
Molybdène	0,01	-	0,02	-
Plomb	0,22	-	-	-
Fer	Balance	Balance	Balance	Balance

Tableau 1. Compositions des blocs dentelés des barrures 2003 et 2014.

No projet : 721-14-101



Centre de métallurgie du Québec

Éléments	Engrenage 2003 (%)	Engrenage 2014 (%)	Spécifications Acier 1045 (%)
Carbone	0,45	0,42	0,43 – 0,50
Manganèse	0,66	0,63	0,60 – 0,90
Silicium	0,23	0,24	0,15 – 0,30
Phosphore	0,011	0,019	0,040 max
Soufre	0,009	0,013	0,050 max
Fer	Balance	Balance	Balance

Tableau 2. Compositions des engrenages des barrures 2003 et 2014.

Éléments	Boulon 2003 (%)	Spécifications Acier 4037 (%)
Carbone	0,39	0,35 – 0,40
Manganèse	0,78	0,70 – 0,90
Silicium	0,23	0,15 – 0,30
Chrome	0,10	-
Nickel	0,08	-
Molybdène	0,22	0,20 – 0,30
Fer	Balance	Balance

Tableau 3. Composition d'un boulon de l'engrenage en demi-lune de la barrure défaillante.

No projet : 721-14-101



Centre de métallurgie du Québec

3.3 Les mesures de dureté des composantes

Les mesures de dureté ont fourni des résultats relativement uniformes variant de 82 à 83 HRB pour les engrenages du vieux et du nouveau modèle de barrure, et de 92 à 95 HRB pour les blocs dentelés du vieux et du nouveau modèle de barrure. Ces deux niveaux de dureté caractérisent des aciers relativement « mous », c'est-à-dire de faible résistance.

En ce qui concerne les boulons de fixation des engrenages des deux modèles de barrures (photos 22), nous avons obtenu des valeurs très stables de 35 à 36 HRC, équivalent à une résistance maximale en traction de 158 ksi. Sachant que la tête des boulons arbore six lignes placées en motif d'étoile (photos 22), nous savons qu'il s'agit de boulon de grade 8 (système impérial) donc la spécification est de 150 ksi minimum en résistance ultime. La spécification est donc respectée.



Photos 22. Boulons de fixation des engrenages des barrures. Le motif sur la tête indique qu'il s'agit de boulons de grade 8.

No projet : 721-14-101



Centre de métallurgie du Québec

3.4 L'examen métallographique des composantes

L'engrenage brisé et un engrenage neuf possèdent des microstructures de nature semblable de perlite dans une matrice ferritique. Aucune anomalie remarquée si ce n'est que la microstructure de l'engrenage brisé de 2003 est plus grossière que celle de l'engrenage neuf de 2014 (photos 23 et 24), mais comme leur dureté est équivalente, leur résistance à l'usure l'est aussi. Malheureusement, les dents des deux engrenages n'ont pas reçu de traitements de surface visant à les protéger contre l'usure (photos 25 et 26).

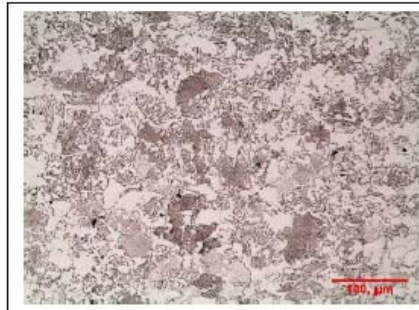


Photo 23. Engrenage brisé de 2003.
Perlite et ferrite (Nital - 200X).

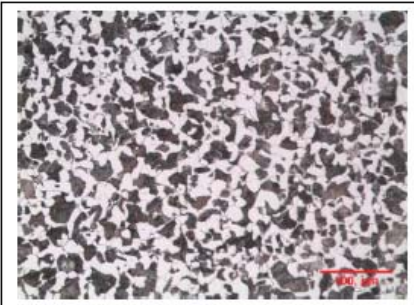


Photo 24. Engrenage neuf de 2014.
Perlite et ferrite (Nital - 200X).

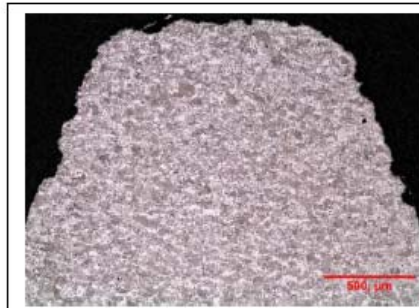


Photo 25. Dent - engrenage brisé 2003.
Aucun traitement de surface.
(Nital 2% - 50X).

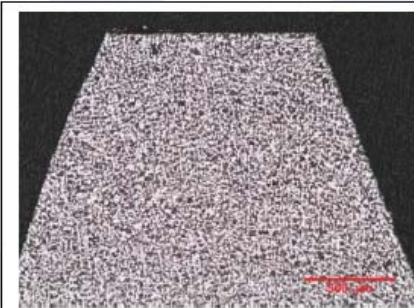


Photo 26. Dent - engrenage neuf de 2014.
Aucun traitement de surface.
(Nital 2% - 50X).

No projet : 721-14-101



Centre de métallurgie du Québec

Bien qu'ils ne possèdent pas la même composition chimique, la microstructure du bloc dentelé de 2003 et de celle d'un bloc neuf de 2014 sont de nature semblable, soit de la perlite dans une matrice ferritique, sauf que celle de 2003 possède une anomalie, c'est-à-dire une microstructure non uniforme avec des schistosités de stratification (photos 27 et 28). Cette anomalie aurait pu faciliter l'amorce de fissures en service, mais heureusement ce ne fut pas le cas. Finalement, les dents des deux blocs n'ont pas subi de traitements de surface visant à les protéger contre l'usure (photos 29 et 30).

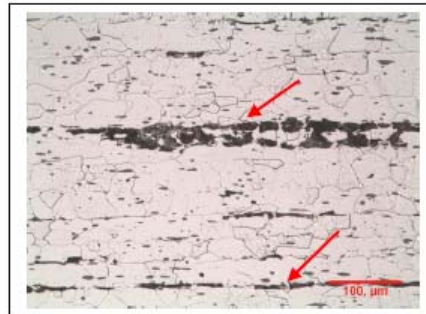


Photo 27. Bloc dentelé brisé de 2003. Perlite et ferrite (Nital - 200X). Schistosités de stratification.

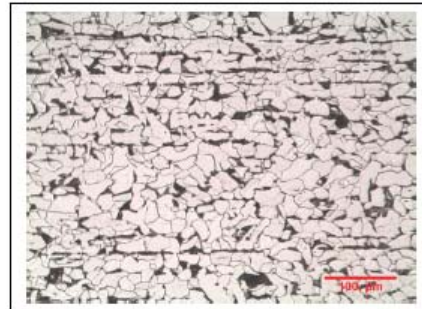


Photo 28. Bloc dentelé neuf de 2014. Perlite et ferrite (Nital - 200X)

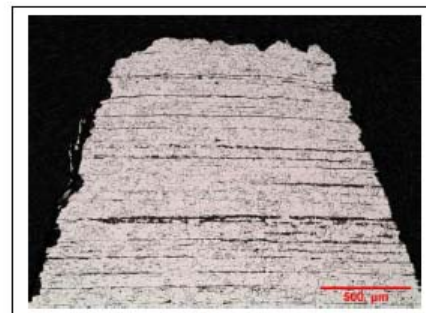


Photo 29. Dent - bloc brisé 2003. Aucun traitement de surface. Structure stratifiée (Nital - 50X).

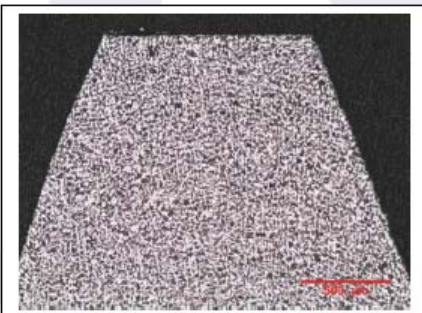


Photo 30. Dent - engrenage neuf de 2014. Aucun traitement de surface. Structure uniforme (Nital - 50X).

No projet : 721-14-101

3.5 Évaluation des boulons lors d'un essai de résistance

La CSST a procédé à des essais de résistance des boulons de l'engrenage en demi-lune (photo 22). Comme les deux boulons évalués se sont brisés sous une charge inférieure à la spécification de 150 lbs lorsque les bras de soulèvement sont en pleine extension, la CSST désirait savoir si les dits boulons étaient bien de grade 8. L'analyse chimique a révélé qu'il s'agissait bien d'acier SAE 4037 et que leur dureté variant de 34 à 36 HRC respectait bien la résistance minimale de 150 000 ksi.

Éléments	Boulon brisé Lors d'un essai (%)	Spécifications Acier 4037 (%)
Carbone	0,40	0,35 – 0,40
Manganèse	0,76	0,70 – 0,90
Silicium	0,24	0,15 – 0,30
Chrome	0,10	-
Nickel	0,08	-
Molybdène	0,21	0,20 – 0,30
Fer	Balance	Balance

Tableau 4. Composition d'un boulon brisé lors de l'essai de résistance.

Boulon brisé 34 HRC de dureté minimale = 150 ksi
36 HRC de dureté maximale = 160 ksi

La spécification de 150 ksi de résistance minimale est donc respectée.

No projet : 721-14-101



Centre de métallurgie du Québec

4 Conclusion

Les examens et les analyses en laboratoire ont révélé que le bris de la barrure du système de levage datant de 2003 est reliée à trois aspects différents, soit :

- la faible dureté de l'engrenage et du petit bloc qui a facilité la déformation des dents;
- l'absence de traitement de surface (cémentation ou trempé par induction) a réduit considérablement la résistance à l'usure des dents des deux composantes dentelées;
- la faible résistance physique de la plaque en U servant de stabilisateur au petit bloc dentelé, et ce, à cause du cordon de soudure incomplet à la base de la plaque et de l'insuffisance de la longueur de la barre de renfort située au dos de la plaque stabilisatrice. Ce manque de solidité a permis la déformation de la plaque et la rotation du bloc dentelé, réduisant ainsi la surface de contact entre les dents et favorisant l'accroissement des contraintes sur les dents restantes, entraînant conséquemment leur déformation et leur bris.

En relation avec les points cités ci-dessus, il est facile de concevoir les améliorations à apporter aux barrures. Par ailleurs, deux autres points pourraient être ajoutés, soit une augmentation de la grosseur des dents des engrenages et l'introduction d'une forme concave au bloc dentelé afin d'accroître le nombre de dents en contact.

No projet : 721-14-101



Centre de métallurgie du Québec

Processus d'amélioration continue

Nous souhaitons ardemment avoir répondu à l'ensemble de vos besoins. Ainsi, dans le cadre de notre processus d'amélioration continue ISO 9001 : 2008, nous sommes disposés à recevoir vos commentaires de manière à améliorer nos prochaines interventions.




Merci de participer à notre processus d'amélioration continue.



Luc Lafrenière, ing.

ANNEXE F

Rapport des essais de résistance

 <p>ABMS Consultants INGÉNIERIE MÉCANIQUE SUIV MESURE SÉCURITÉ DES MACHINES</p>	<p>RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE</p> <p>Pont de levage Snap-On EELR337A</p> <p>Chez Mécanique Paul Boucher</p>		N° : 1401-RP-000.01
			Rev. : C
			Date : 2014.10.10
			Page : 1 / 16
Préparé par ou révisé par :	Alain Scuvée, Ing.  N° OIQ : 39746	Approuvé par :	Alain Scuvée, Ing.  N° OIQ : 39746

CLIENT : CSST, DIRECTION DE SHERBROOKE
N° DE PROJET ABMS : 1401

ÉQUIPEMENT TESTÉ :
PONT DE LEVAGE SNAP-ON EELR337A
CHEZ MÉCANIQUE PAUL BOUCHER

DATE DE RÉALISATION DES ESSAIS : 2014-08-27



Préparé et vérifié par :

Alain Scuvée, ing.


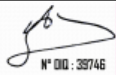

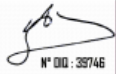
 ABMS <i>Consultants</i> <small>INGÉNIERIE MÉCANIQUE SUR MESURE SÉCURITÉ DES MACHINES</small>	RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE	N° : 1401-RP-000.01	
	Pont de levage Snap-On EELR337A	Rev. : C	
	Chez Mécanique Paul Boucher	Date : 2014.10.10	
		Page : 2 / 16	
Préparé par ou révisé par :	Alain Scuvée, Ing.  <small>N° OIQ : 39746</small>	Approuvé par :	Alain Scuvée, Ing.

TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION	3
2.	DESCRIPTION DES TESTS RÉALISÉS	3
2.1	RÉSISTANCE DU SYSTÈME DE VERROUILLAGE DES QUATRE (4) BRAS DU PONT DE LEVAGE DE LA BAIE 3.	3
2.2	RÉSISTANCE DU SYSTÈME DE VERROUILLAGE DES QUATRE (4) BRAS DU PONT DE LEVAGE DE LA BAIE 2.	3
2.3	DÉFLECTION DES QUATRE (4) BRAS DU PONT DE LEVAGE DE LA BAIE #3.	3
3.	ÉQUIPEMENTS UTILISÉS	4
4.	OBSERVATION ET DISCUSSION SUR LES TESTS	5
4.1	RÉSISTANCE DU SYSTÈME DE VERROUILLAGE DES QUATRE (4) BRAS DU PONT DE LEVAGE DE LA BAIE #3.	5
4.2	RÉSISTANCE DU SYSTÈME DE VERROUILLAGE DES QUATRE (4) BRAS DU PONT DE LEVAGE DE LA BAIE #2.	10
4.3	DÉFLECTION DES QUATRE (4) BRAS DU PONT DE LEVAGE DE LA BAIE #3 (500 KG).	14
5.	DISCUSSION DES RÉSULTATS	16
6.	CONCLUSION	16
ANNEXE A		A-1
	CERTIFICATS DE CALIBRATION	A-1

 <small>INGÉNIERIE MÉCANIQUE SUR MESURE SÉCURITÉ DES MACHINES</small>	RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE		N° : 1401-RP-000.01
	Pont de levage Snap-On EELR337A		Rev. : C
	Chez Mécanique Paul Boucher		Date : 2014.10.10
			Page : 3 / 16
Préparé par ou révisé par :	Alain Scuvée, Ing.  <small>N° OIQ : 39746</small>	Approuvé par :	Alain Scuvée, Ing.

1. INTRODUCTION

Un travailleur de ans est décédé à la suite d'un accident de travail survenu vers 8 h 20, le 22 juillet 2014, au garage Mécanique Paul Boucher de Sherbrooke. Un véhicule Honda Odyssey est tombé sur la victime lors d'une opération de levage à l'aide d'un pont de levage Snap-On.

Ce rapport résume les essais réalisés sur le pont de levage automobile impliqué dans l'accident et qui se trouve dans la baie #3 de l'atelier « Mécanique Paul Boucher ». Le but des essais était de :

- vérifier la résistance du système de verrouillage de chacun des quatre (4) bras du pont de levage afin d'en vérifier la conformité avec la norme ALI ALCTV-1998.
- vérifier la résistance du système de verrouillage de chacun des quatre (4) bras d'un autre pont de levage Snap-On similaire se trouvant dans la baie #2 voisine.
- vérifier la déflexion des quatre (4) bras de levage sous une charge équivalent au poids du véhicule impliqué dans l'accident;

2. DESCRIPTION DES TESTS RÉALISÉS

2.1 Résistance du système de verrouillage des quatre (4) bras du pont de levage de la baie 3.

Chaque système de verrouillage de chacun des bras de levage doit résister à une force de 150 lb, sans déformation permanente et dans les deux (2) sens selon la norme ALI ALCTV-1998. Chaque bras a été testé dans les deux (2) sens sauf lorsque le test était impossible.


2.2 Résistance du système de verrouillage des quatre (4) bras du pont de levage de la baie 2.

Chaque système de verrouillage de chaque des bras de levage doit résister à une force de 150 lb, sans déformation permanente et dans les deux (2) sens selon la norme ALI ALCTV-1998. Chaque bras a été testé dans les deux (2) sens sauf lorsque le test était impossible.

Le pont de levage de la baie #2 est similaire que celui de la baie #3. La principale différence est que ce pont est asymétrique. Ceci a pour conséquence que les deux (2) bras de levage situés au fond de ce pont sont plus court que ceux de la baie #3 alors que les deux (2) bras de levage situés près de l'entrée de ce pont sont plus court que ceux de la baie #3.

2.3 Déflexion des quatre (4) bras du pont de levage de la baie #3.

Ce test consistait à mesure la déflexion des bras de levage et l'inclinaison des patins sous une charge de 500 kg par bras. Ce poids correspond au poids d'un véhicule Honda Odyssey réparti également entre les quatre (4) bras. Le poids aurait pu être réparti différemment entre les quatre bras afin de tenir compte de la position du centre de gravité du véhicule. Cependant, il a été convenu d'utiliser quatre (4) charges identiques afin de pouvoir comparer les résultats de chacun des bras.

	RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE Pont de levage Snap-On EELR337A Chez Mécanique Paul Boucher		N° : 1401-RP-000.01
			Rev. : C
			Date : 2014.10.10
			Page : 4 / 16
Préparé par ou révisé par :	Alain Scuvée, Ing.  N° 00 : 33746	Approuvé par :	Alain Scuvée, Ing.

3. Équipements utilisés


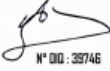
Liste d'instruments et équipements utilisés pour les tests réalisés.

Table des instruments				
Instrument	Marque / Désignation	Modèle / Capacité	Date de calibration	Précision
Dynamomètre	Tri-Coastal Industries	LPC-4	27 aout 2014*	± 0.2 lb
Indicateur à cadran	CONC-201	0 à 1.000"	13 novembre 2011	± 0.0005
Poids	5001 à 5021	500 kg	13 décembre 2013	Étalon
Poids	A51 à A100	20 kg	16 décembre 2013	Étalon

*Note : Le dynamomètre a été calibré juste avant la séance d'essai par Balance Dodier.

Voir les certificats de calibration en Annexe A.

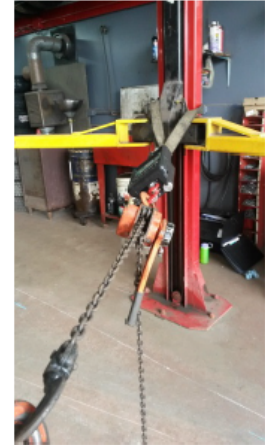


 <p>ABMS Consultants INGÉNIERIE MÉCANIQUE SUR MESURE SÉCURITÉ DES MACHINES</p>	RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE		N° : 1401-RP-000.01
	Pont de levage Snap-On EELR337A		Rev. : C
	Chez Mécanique Paul Boucher		Date : 2014.10.10
			Page : 5 / 16
Préparé par ou révisé par :	Alain Scuvée, Ing.	 N° OIQ : 35746	Approuvé par : Alain Scuvée, Ing.

4. OBSERVATION ET DISCUSSION SUR LES TESTS



4.1 Résistance du système de verrouillage des quatre (4) bras du pont de levage de la baie #3.

Pour réaliser les essais, le montage s'est fait en utilisant un dynamomètre calibré fixé par une chaîne au patin du bras de levage, d'un côté et fixé par un palan manuel et une élingue au poteau central du pont, de l'autre côté. À chaque essai, le bras a été orienté afin qu'il forme un angle de 90° avec la chaîne. La tension dans la chaîne a donc été appliquée par le palan manuel et contrôlée à l'aide du dynamomètre.



Lorsque le poteau central ne pouvait pas être utilisé, l'élingue (ou la chaîne) était fixée à une masse de 500kg déposée à l'endroit approprié.



 ABMS <i>Consultants</i> <small>INGÉNIERIE MÉCANIQUE SUR MESURE SÉCURITÉ DES MACHINES</small>	RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE	N° : 1401-RP-000.01
	Pont de levage Snap-On EELR337A	Rev. : C
	Chez Mécanique Paul Boucher	Date : 2014.10.10
		Page : 6 / 16
Préparé par ou révisé par : Alain Scuvée, Ing.	 <small>N° ID : 33746</small>	Approuvé par : Alain Scuvée, Ing.

4.1.1 Résumé des résultats de la baie #3

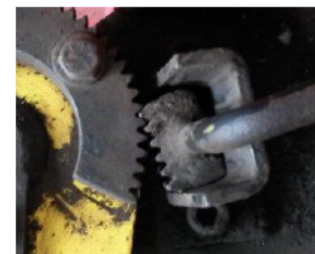
Bras	Position	Résultat	Commentaires
Arrière-gauche	Normal	Échec à 149 lb	Rupture de dents de la crémaillère
	À revers	Réussi	---
Arrière-droit	Normal	N/A	Système inopérant
	À revers	N/A	Système inopérant
Avant-gauche	Normal	N/A	Système inopérant
	À revers	N/A	Système inopérant
Avant-droit	Normal	N/A	Dents endommagées
	À revers	Réussi	---

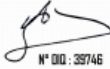
4.1.2 Résultats détaillés de la baie #3.

4.1.2.1 Observations générales.

Lorsqu'enclenché, le système de verrouillage permet tout de même un mouvement du bras de 5° à 10° (valeur estimée). Cette observation est valable pour l'ensemble de tous les bras testés.

Lors des essais, nous avons remarqué que seules une à deux dents du système de verrouillage travaillaient.

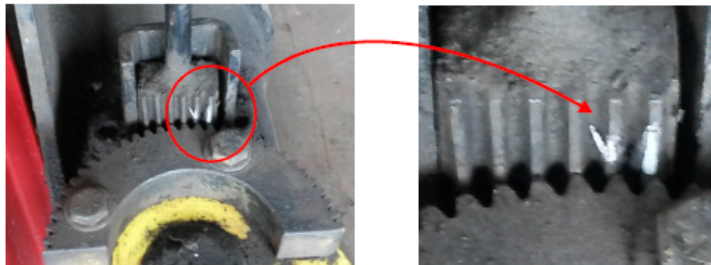


	RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE		N° : 1401-RP-000.01
	Pont de levage Snap-On EELR337A		Rev. : C
	Chez Mécanique Paul Boucher		Date : 2014.10.10
			Page : 7 / 16
Préparé par ou révisé par :	Alain Scuvée, Ing.	 <small>N° 00 : 33746</small>	Approuvé par : Alain Scuvée, Ing.

4.1.2.2 Bras Arrière-gauche.

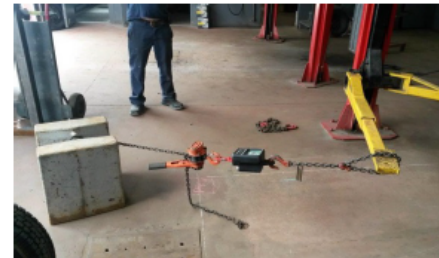
Lorsqu'enclenché, le système de verrouillage permet tout de même un mouvement du bras de 5° à 10°. Cette observation est valable pour l'ensemble de tous les bras testés.

Le système de verrouillage a cassé à une tension de 149 lb. On peut voir que des dents ont cassés du côté droit de la crémaillère. Test réalisé à 9:47. Le test a échoué.




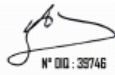
4.1.2.3 Bras Arrière-gauche, à revers.

Le test a réussi. Test réalisé à 10:02.



4.1.2.4 Bras arrière-droit.

Système inopérant (probablement suite à l'accident de travail). Il n'a pu être testé.

	RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE Pont de levage Snap-On EELR337A Chez Mécanique Paul Boucher		N° : 1401-RP-000.01
			Rev. : C
			Date : 2014.10.10
			Page : 8 / 16
Préparé par ou révisé par :	Alain Scuvée, Ing.  N° OIQ : 39746	Approuvé par :	Alain Scuvée, Ing.

4.1.2.5 Bras arrière-droit, à revers.

Système inopérant (probablement suite à l'accident de travail). Il n'a pu être testé.

4.1.2.6 Bras Avant-gauche.

Système inopérant (probablement suite à l'accident de travail). Il n'a pu être testé.

4.1.2.7 Bras Avant-gauche, à revers.


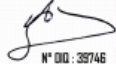
Système inopérant (probablement suite à l'accident de travail). Il n'a pu être testé.

4.1.2.8 Bras avant-droit.

Certaines dents de la crémaillère sont abimées (probablement suite à l'accident de travail) et le système n'enclenchait pas. Il nous a donc été impossible d'appliquer une charge sur la chaîne. **Le test a été abandonné.** Test réalisé à 10:08.





Finalement, nous avons réussi à enclencher le système de verrouillage. Cependant, comme certaines dents qui travaillent étaient endommagées, il nous a été impossible de reprendre ce test mais il devenait alors possible de réaliser le même test « à revers » puisque ce n'est pas les mêmes dents qui travaillent (voir paragraphe ci-dessous).

 <p>ABMS Consultants INGÉNIERIE MÉCANIQUE SUR MESURE SÉCURITÉ DES MACHINES</p>	<p>RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE</p> <p>Pont de levage Snap-On EELR337A</p> <p>Chez Mécanique Paul Boucher</p>	N° : 1401-RP-000.01	
		Rev. : C	
		Date : 2014.10.10	
		Page : 9 / 16	
Préparé par ou révisé par :	Alain Scuvée, Ing.  N° OIQ : 35746	Approuvé par :	Alain Scuvée, Ing.

4.1.2.9 Bras avant-droit, à revers.

Après avoir enclenché le système de verrouillage manuellement, nous avons procédé à ce test à 10:16. Le test a réussi.



 INGENIERIE MECANIQUE SUR MESURE SECURITE DES MACHINES	RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE		N° : 1401-RP-000.01
	Pont de levage Snap-On EELR337A		Rev. : C
	Chez Mécanique Paul Boucher		Date : 2014.10.10
			Page : 10 / 16
Préparé par ou révisé par : Alain Scuvée, Ing.		 N° OIQ : 39746	Approuvé par : Alain Scuvée, Ing.

4.2 Résistance du système de verrouillage des quatre (4) bras du pont de levage de la baie #2.

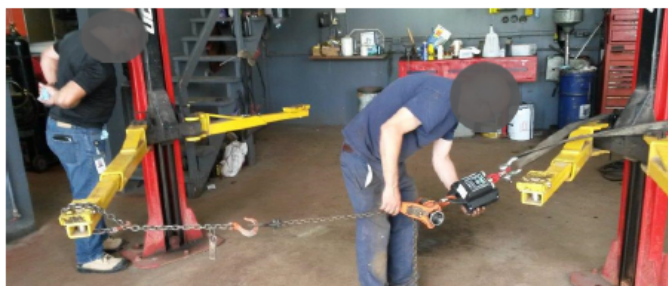
4.2.1 Résumé des résultats de la baie #2

Bras	Position	Résultat	Commentaires
Arrière-gauche	Normal	Échec à 144 lb	Rupture d'un boulon de la crémaillère
	À revers	N/A	Système inopérant suite au test précédent
Arrière-droit	Normal	Échec à 141 lb	Rupture d'un boulon de la crémaillère
	À revers	N/A	Système inopérant suite au test précédent
Avant-gauche	Normal	Réussi	Le système de verrouillage a dû être enclenché manuellement
	À revers	Réussi	---
Avant-droit	Normal	Réussi	---
	À revers	Réussi	---



4.2.2 Résultats détaillés de la baie #2.

4.2.2.1 Bras Arrière-gauche.

Un boulon qui fixe le pignon du système de verrouillage a cassé à une tension de 144 lb. Après vérification, le boulon est un boulon de grade 8, soit le plus résistant sur le marché. Test réalisé à 12:59. Le test a échoué.



Il est à noter que les bras près de l'entrée sont beaucoup plus longs que les bras au fond du garage. Avec l'effet de bras de levier, les boulons de fixation du système de verrouillage des deux longs bras subissent un effort beaucoup plus grand que les deux autres bras, plus court.

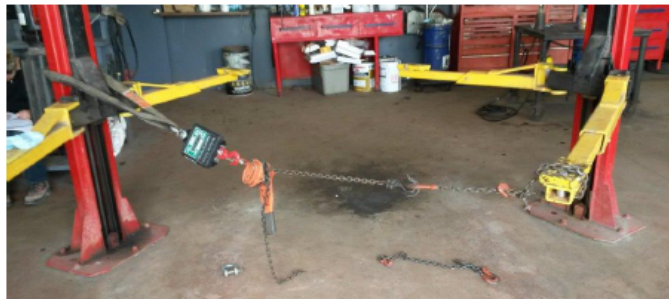
 ABMS <i>Consultants</i> <small>INGÉNIERIE MÉCANIQUE SUR MESURE SÉCURITÉ DES MACHINES</small>	RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE	N° : 1401-RP-000.01	
	Pont de levage Snap-On EELR337A	Rev. : C	
	Chez Mécanique Paul Boucher	Date : 2014.10.10	
		Page : 11 / 16	
Préparé par ou révisé par :	Alain Scuvée, Ing.  <small>N° OIQ : 38746</small>	Approuvé par :	Alain Scuvée, Ing.

4.2.2.2 Bras Arrière-gauche, à revers.

Le test a été impossible à réaliser puisqu'un boulon du système de verrouillage a cassé à l'essai précédent.

4.2.2.3 Bras arrière-droit.

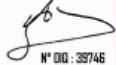
Un boulon qui fixe le pignon du système de verrouillage a cassé à une tension de 141 lb. Après vérification, le boulon est un boulon de grade 8, soit le plus résistant sur le marché. Test réalisé à 12:16. Le test a échoué.



Il est à noter que les bras près de l'entrée sont beaucoup plus longs que les bras au fond du garage. Avec l'effet de bras de levier, les boulons de fixation du système de verrouillage des deux bras subissent un effort beaucoup plus grand que les deux autres bras, plus court.

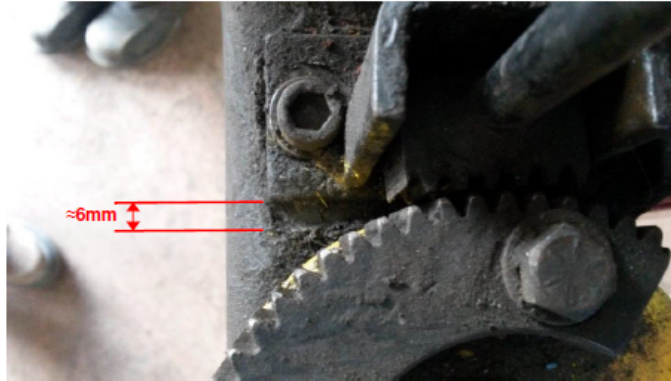
4.2.2.4 Bras arrière-droit, à revers.

Le test a été impossible à réaliser puisqu'un boulon du système de verrouillage a cassé à l'essai précédent.

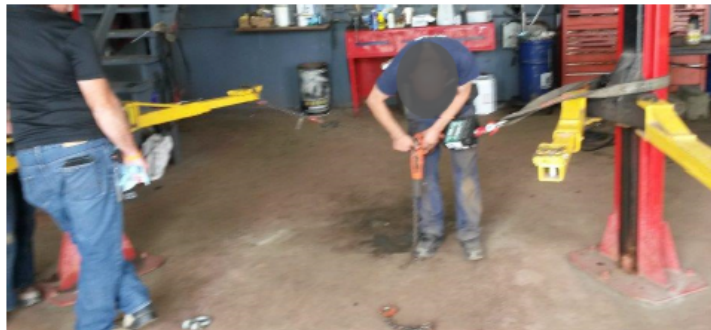
	RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE Pont de levage Snap-On EELR337A Chez Mécanique Paul Boucher	N° : 1401-RP-000.01	
		Rev. : C	
		Date : 2014.10.10	
		Page : 12 / 16	
Préparé par ou révisé par :	Alain Scuvée, Ing.  N° OIQ : 35746	Approuvé par :	Alain Scuvée, Ing.


4.2.2.5 Bras Avant-gauche.

Ce test a été réalisé après le test 0. Le système de verrouillage ne s'enclenche pas. **Le test est impossible.** Il semble que la crémaillère se soit déplacée d'environ 6mm lors du test précédent (0). En fait, les boulons qui fixent la crémaillère s'insèrent dans des trous oblongs ce qui, malheureusement, permet à la crémaillère de se déplacer lorsqu'elle subit un effort trop important. Dans une telle éventualité, le système de verrouillage devient donc inopérant.



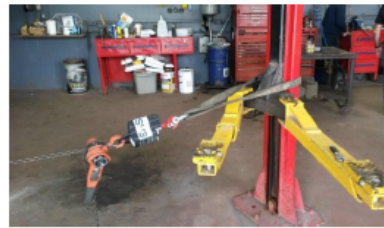
Après avoir remplacé la crémaillère à sa position, nous reprenons le test à 12:55.
Le test a réussi.



	RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE Pont de levage Snap-On EELR337A Chez Mécanique Paul Boucher	N° : 1401-RP-000.01
		Rev. : C
		Date : 2014.10.10
		Page : 13 / 16
Préparé par ou révisé par :	Alain Scuvée, Ing.  N° OIQ : 39746	Approuvé par : Alain Scuvée, Ing.

4.2.2.6 Bras Avant-gauche, à revers.

Le test a réussi. Test réalisé à 12:43.



4.2.2.7 Bras avant-droit.

Le test a réussi. Test réalisé à 12:24.



Note : Nous avons monté la tension par accident à 300 lb. Le système de verrouillage a bien résisté. Cependant, après avoir enlevé la tension, nous nous sommes aperçus que la crémaillère avait subi une déformation permanente qui empêchait le système de verrouillage de s'enclencher à nouveau. Il a également été noté que plusieurs dents étaient endommagées. Nous avons dû remplacer cette crémaillère et nous avons repris le test.

4.2.2.8 Bras avant-droit, à revers.

Le test a réussi. Test réalisé à 12:40.



<p>ABMS Consultants INGÉNIERIE MÉCANIQUE SUR MESURE SÉCURITÉ DES MACHINES</p>	<p>RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE</p> <p>Pont de levage Snap-On EELR337A</p> <p>Chez Mécanique Paul Boucher</p>		N° : 1401-RP-000.01
			Rev. : C
			Date : 2014.10.10
			Page : 14 / 16
Préparé par ou révisé par :	Alain Scuvée, Ing.	Approuvé par :	Alain Scuvée, Ing.

4.3 Déflexion des quatre (4) bras du pont de levage de la baie #3 (500 kg).

4.3.1 Résumé des résultats de la baie #3 sous une charge de 500kg.

Bras	Déflexion mesurée	Inclinaison avec la charge au centre des patins				Inclinaison avec la charge sur le bout des patins	
		Base	Bout du bras	Bout du patin	Spatule	Petit patin, transversal	Bout du patin
Arrière à gauche	0.218"	2°	1°	0°	0°	0.5°	1°
Arrière, à droite	0.067"	1°	1°	2°	N/A	5°	4°
Avant, à gauche	0.149"	1°	1°	3°	1°	2°	0.5°
Avant, à droite	0.240"	0°	0°	3°	N/A	2°	4°



Base



Bout du bras



Bout du patin





Bout de la spatule
(rallonge de bras)



Charge au centre des patins

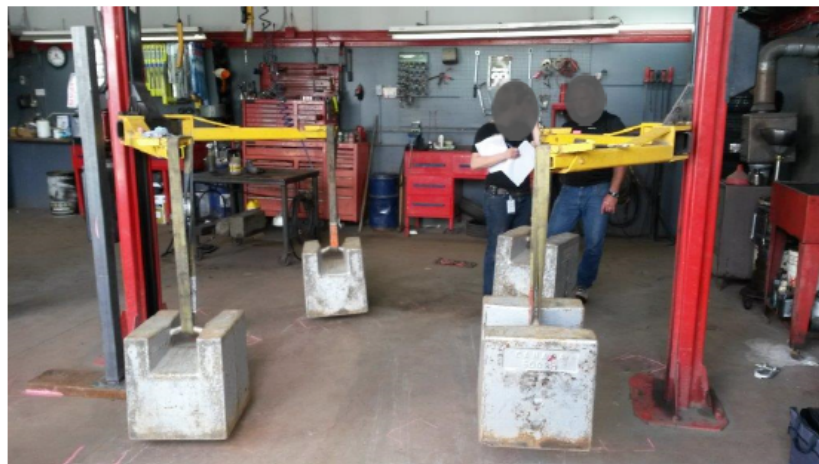




Charge sur le bout des patins

 ABMS <i>Consultants</i> <small>INGÉNIERIE MÉCANIQUE SUR MESURE SÉCURITÉ DES MACHINES</small>	RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE		N° : 1401-RP-000.01
	Pont de levage Snap-On EELR337A		Rev. : C
	Chez Mécanique Paul Boucher		Date : 2014.10.10
			Page : 15 / 16
Préparé par ou révisé par :	Alain Scuvée, Ing.  N° OIQ : 38746	Approuvé par :	Alain Scuvée, Ing.

4.3.2 Résultats détaillés de la baie #3 sous une charge de 500kg.

Aucun commentaire concernant le déroulement de cet essai et des mesures qui ont été prises.



 <p>ABMS Consultants INGÉNIERIE MÉCANIQUE SUR MESURE SÉCURITÉ DES MACHINES</p>	RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE		N° : 1401-RP-000.01
	Pont de levage Snap-On EELR337A		Rev. : C
	Chez Mécanique Paul Boucher		Date : 2014.10.10
			Page : 16 / 16
Préparé par ou révisé par :	Alain Scuvée, Ing.	 N° OIQ : 39746	Approuvé par : Alain Scuvée, Ing.

5. Discussion des résultats

La déflexion et l'inclinaison des quatre (4) bras du pont de levage de la baie #3 sous une charge de 500 kg est relativement faible (moins de ¼" et moins de 5°). Aucune indication montrant une défektivité du pont à ce niveau-là n'est apparue.



Plusieurs des essais du système de verrouillage ont été un échec même si l'on tient compte des systèmes de verrouillage qui ont probablement cassés lors de l'accident mortel. Les systèmes de verrouillage nous ont montré une capacité très limite p/r à la charge de 150 lb alors qu'il devrait, en toute logique, avoir un facteur de sécurité plus grand que 1.0 et ce, sans tenir compte que la norme spécifie « sans déformation permanente » alors que nous avons noté des bris de dents et de boulons à des charges légèrement inférieures à 150 lbs. De plus, il ne nous apparaît pas normal que seules une à deux dents du système de verrouillage travaille. Finalement, lors des manœuvres, les systèmes de verrouillage nous ont apparu délicats à utiliser et qu'il pouvait facilement ne pas s'enclencher. Autrement dit, actuellement, les systèmes de verrouillage nécessitent une vérification systématique à chaque utilisation.

Il est à noter que bien que tous les systèmes de verrouillage étaient identiques, ceux qui ont le mieux résistés sont ceux des bras courts du pont de levage asymétrique et que ceux qui ont le moins bien résistés sont ceux des bras longs du pont de levage asymétrique. Ceci est normal puisque le couple repris par chacun des systèmes de verrouillage est directement proportionnel à longueur de son bras (effet de bras de levier).

6. Conclusion

À mon avis, la capacité de charge du pont de levage testé est adéquate autant en résistance, qu'en déflexion.

À mon avis, les systèmes de verrouillage des ponts de levage similaires à ceux testés chez Mécanique Paul Boucher devrait être révisés afin de garantir une résistance supérieure à la norme et une bonne fiabilité, ce qui n'est pas le cas actuellement.

 ABMS <i>Consultants</i> <small>INGÉNIERIE MÉCANIQUE SUR MESURE SÉCURITÉ DES MACHINES</small>	RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE Pont de levage Snap-On EELR337A ANNEXE A	N° : 1401-RP-000.01
		Rev. : C
		Date : 2014.10.10
		Page : A-1 / 7
Préparé par ou révisé par :	Alain Scuvée, Ing.  N° OIQ : 38746	Approuvé par : Alain Scuvée, Ing.

ANNEXE A

CERTIFICATS DE CALIBRATION

<p>ABMS Consultants INGÉNIERIE MÉCANIQUE SUR MESURE SÉCURITÉ DES MACHINES</p>	RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE		N° : 1401-RP-000.01
	Pont de levage Snap-On EELR337A		Rev. : C
	ANNEXE A		Date : 2014.10.10
			Page : A-2/7
Préparé par ou révisé par : Alain Scuvée, Ing.		 N° OIQ : 39746	Approuvé par : Alain Scuvée, Ing.

RAPPORT D'ÉTALONNAGE INTERMÉDIAIRE

Client: EMS INDUSTRIE Adresse: MAGOG No. de Rapport: 12571

Description des appareils (types): Bal. Suspendue A fonctionnement: ELECTRONIQUE

Unité utilisée pour la vérification: Kg

	Indicateur	Balance	Imprimante / Interface / Autre	
Marque :	<u>TRI-COASTAL</u>		<u>N/A</u>	
Modèle :	<u>LPC-4</u>		<u>/A</u>	
# Série :	<u>S-1055</u>			
# Outil (int) :		Capacité: <u>1000</u>	Graduation: <u>0.2 Lb</u>	

INSPECTION VISUELLE	Bon	Corrigé	Non Vérifié	À réparer	Sans objet	Poids : <u>N/A</u> Tolérance :	
						Avant correction	Après correction
Indicateur / Indicateur	<input checked="" type="checkbox"/>						
Levier et Suspension					<input checked="" type="checkbox"/>		
Cellule (s) de charge	<input checked="" type="checkbox"/>						
Base-Plateau					<input checked="" type="checkbox"/>		
Fléau / Tare					<input checked="" type="checkbox"/>		
Commentaires : <u>N/A</u>							
<input type="checkbox"/> Tolérance du client :							

	Poids	Charge utilisée	Avant correction	Après correction
1	<u>0</u>	<u>—</u>	<u>0.0</u>	<u>0.0</u>
2	<u>200</u>	<u>—</u>	<u>446.0</u>	<u>446.6</u>
3				
4				
5				
6				

POIDS ÉTALONS UTILISÉS : A01 à A10 ÉTENDUE DE LA BALANCE UTILISÉE : N/A

Intermédiaire	Tolérance	RÉSULTAT FINAL		Oui	Non	Remarques
m = 0 à 500	± 1 e	CONFORME : <input checked="" type="checkbox"/> NON CONFORME : <input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
m = 501 à 2000	± 2 e				<input checked="" type="checkbox"/>	
m = 2001 à 4000	± 3 e				<input checked="" type="checkbox"/>	
m = 4001 à 10 000	± 5 e				<input checked="" type="checkbox"/>	
m = 10 001 et +	± 0.05%				<input checked="" type="checkbox"/>	
Un tiret (—) dans la case "après correction" signifie qu'aucune correction n'a été apportée.						
Modèle cellule : _____ Boite jonction : <input type="checkbox"/> <u>N/A</u> Date de calibration : <u>27 Août 14</u> Date due : <u>Avril 15</u> Vérifié par : <u>[Signature]</u> Date : <u>27 Août 14</u> Technicien : <u>CS</u> Signature : <u>[Signature]</u>						

BALANCES DODIER Inc., 546 rue du Parc-Industriel - Sherbrooke (Québec) J1C 0J2, Téléphone : (819) 846-2226, Sans frais : (877) 889-2869
ENREGISTRÉ ISO 9001-2008 / ACCRÉDITÉ Mesures Canada Norme S-A-01 : 2010

F602 Rev.: 3

<p>ABMS Consultants INGÉNIERIE MÉCANIQUE SUR MESURE SÉCURITÉ DES MACHINES</p>	<p>RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE</p> <p>Pont de levage Snap-On EELR337A</p> <p>ANNEXE A</p>	N° : 1401-RP-000.01	
		Rev. : C	
		Date : 2014.10.10	
		Page : A-3 / 7	
Préparé par ou révisé par :	Alain Scuvée, Ing.	Approuvé par :	Alain Scuvée, Ing.



Mesures
Canada

Un organisme
d'industrie Canada

District de Montréal
5100, rue Sherbrooke Est,
Rez-de-chaussée 20,
Montréal, Québec, H1V 3R9

Measurement
Canada

An Agency of
Industry Canada

Numéro du jeu de poids M31821	Émis le (AAAA-MM-JJ) 2013-12-13	Date d'expiration (AAAA-MM-JJ) 2014-12-13
Propriétaire Balances M. Dodier Inc.		
Adresse 545, rue du Parc industriel, Sherbrooke, Qc, J1C 0J2		
Personne ressource		Numéro de téléphone 1-819-889-2809

CERTIFICAT DE DÉSIGNATION

Étalons gravimétriques

Je soussigné(e), étant autorisé(e) par le ministre d'Industrie à exercer les pouvoirs du ministre d'Industrie conformément à l'article 13 (1) de la Loi sur les poids et mesures,

- certifie par la présente que l'étalon ou jeu d'étalons a été étalonné conformément à la Partie III du Règlement sur les poids et mesures et par rapport à un étalon de référence traçable aux étalons nationaux de mesure du Canada par une chaîne ininterrompue de comparaisons où les étalons nationaux de mesure sont maintenus par le Conseil national de recherches du Canada, et
- désigne ledit étalon ou jeu d'étalons décrits ci-dessous à titre d'étalon(s) focal(aux):

Numéro d'identification	Valeur Nominale	Numéro d'identification	Valeur Nominale	Numéro d'identification	Valeur Nominale	Numéro d'identification	Valeur Nominale
5001	500 kg	5006	500 kg	5011	500 kg	5016	500 kg
5002	500 kg	5007	500 kg	5012	500 kg	5017	500 kg
5003	500 kg	5008	500 kg	5013	500 kg	5018	500 kg
5004	500 kg	5009	500 kg	5014	500 kg	5019	500 kg
5005	500 kg	5010	500 kg	5015	500 kg	5020	500 kg
						5021	500 kg

District Montréal-27	Certifié par Johannie Rouillard Numéro du certificat d'étalonnage 1407224	Désigné par : (Lettres mouillées) Teri Homer (Signature) 	Titre du poste Gestionnaire de district
-------------------------	--	--	--

Le droit d'auteur de ce certificat appartient à Mesures Canada et ne doit pas être reproduit autrement qu'en totalité sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite de Mesures Canada.
IC2837FE (2013/07), Page 1 de 1

<p>ABMS Consultants INGÉNIERIE MÉCANIQUE SUR MESURE SÉCURITÉ DES MACHINES</p>	RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE		N° : 1401-RP-000.01
	Pont de levage Snap-On EELR337A		Rev. : C
	ANNEXE A		Date : 2014.10.10
			Page : A-4 / 7
Préparé par ou révisé par :	Alain Scuvée, Ing.	Approuvé par :	Alain Scuvée, Ing.

Establiement / Adresse - Nom de l'employeur		Adresse - Adresse		Date		Forme - Entreprise		District		Zone		Etablissement Code - Code d'établissement	
Palanques H. Dabier Inc		545 Ave du Parc Industriel		1-817-889-3809		Sherbrooke		27				1407222	
Projet / Instrument		Serial Number - N° de série		Capacity / Capacité		Approval # / N° d'approbation		Device / Instrument		Project / Code		Project # / N° de projet	
Châssis gravés		6001 @ 6000 incl		500 kg		SI 201		SC2		V		91001	
Details - Détails		Inspection Time / Temps de l'inspection		h		m		\$		Other charges / Autres frais		Sub-Total	
TOTAL													

Balance #2
Qualité vérifiée : 500 kg

Sans frais

 INGÉNIERIE MÉCANIQUE SUR MESURE SÉCURITÉ DES MACHINES	RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE		N° : 1401-RP-000.01
	Pont de levage Snap-On EELR337A		Rev. : C
	ANNEXE A		Date : 2014.10.10
			Page : A-5 / 7
Préparé par ou révisé par :	Alain Scuvée, Ing.	 N° 00 : 39746	Approuvé par : Alain Scuvée, Ing.


**Mesures
Canada**
**Measurement
Canada**

 Un organisme
d'Industrie Canada

 An Agency of
Industry Canada

 District de Montréal
5100, rue Sherbrooke Est,
Rez-de-chaussée 20,
Montréal, Québec, H1V 3R9

Numéro du jeu de poids MS106	Émis le (AAAA-MM-JJ) 2013-12-16	Date d'expiration (AAAA-MM-JJ) 2014-12-17
Propriétaire Balances M. Dodier Inc.		
Adresse 545, rue du Parc Industriel, Sherbrooke, Qc, J1C 0J2		
Personne ressource		Numéro de téléphone 1-819-889-2809

CERTIFICAT DE DÉSIGNATION
Étalons gravimétriques

Je soussigné(e), étant autorisé(e) par le ministre d'Industrie à exercer les pouvoirs du ministre d'Industrie conformément à l'article 13 (1) de la Loi sur les poids et mesures,

- certifie par la présente que l'étalon ou jeu d'étalons a été étalonné conformément à la Partie III du Règlement sur les poids et mesures et par rapport à un étalon de référence traçable aux étalons nationaux de mesure du Canada par une chaîne ininterrompue de comparaisons où les étalons nationaux de mesure sont maintenus par le Conseil national de recherches du Canada, et
- désigne ledit étalon ou jeu d'étalons décrits ci-dessous à titre d'étalon(s) local(aux).

Numéro d'identification	Valeur Nominale	Numéro d'identification	Valeur Nominale	Numéro d'identification	Valeur Nominale	Numéro d'identification	Valeur Nominale
A51	20 kg	A64	20 kg	A77	20 kg	A90	20 kg
A52	20 kg	A65	20 kg	A78	20 kg	A91	20 kg
A53	20 kg	A66	20 kg	A79	20 kg	A92	20 kg
A54	20 kg	A67	20 kg	A80	20 kg	A93	20 kg
A55	20 kg	A68	20 kg	A81	20 kg	A94	20 kg
A56	20 kg	A69	20 kg	A82	20 kg	A95	20 kg
A57	20 kg	A70	20 kg	A83	20 kg	A96	20 kg
A58	20 kg	A71	20 kg	A84	20 kg	A97	20 kg
A59	20 kg	A72	20 kg	A85	20 kg	A98	20 kg
A60	20 kg	A73	20 kg	A86	20 kg	A99	20 kg
A61	20 kg	A74	20 kg	A87	20 kg	A100	20 kg
A62	20 kg	A75	20 kg	A88	20 kg		
A63	20 kg	A76	20 kg	A89	20 kg		

District Montréal-27	Certifié par Johannie Rouillard Numéro du certificat d'étalonnage 1407250	Désigné par : (Lettres moulées) Teri Homer (Signature) 	Titre du poste Gestionnaire de district
-------------------------	--	--	--

Le droit d'auteur de ce certificat appartient à Mesures Canada et ne doit pas être reproduit autrement qu'en totalité sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite de Mesures Canada.

IC2837FE (2013/07), Page 1 de 1

<p>ABMS Consultants INGÉNIERIE MÉCANIQUE SUR MESURE SÉCURITÉ DES MACHINES</p>	RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE		N° : 1401-RP-000.01
	Pont de levage Snap-On EELR337A		Rev. : C
	ANNEXE A		Date : 2014.10.10
			Page : A-6/7
Préparé par ou révisé par :	Alain Scuvée, Ing.	Approuvé par :	Alain Scuvée, Ing.

ABMS Consultants
INGÉNIERIE MÉCANIQUE SUR MESURE
SÉCURITÉ DES MACHINES

MEASUREMENT / **MESURES**
Canada / Canada

DEVICE INSPECTION / **CERTIFICATE**

CERTIFICAT D'INSPECTION / **D'INSTRUMENT**

1407250

Establishment Name - Nom de l'établissement Bobines H. Dabier Snc		Address - Adresse 545 Ave du Parc, Québec		Phone - Téléphone 514-289-2809		Director - Directeur J. Dubois		District 27		Establishment Code - Code d'établissement 1407250	
Trade Code - Code de commerce SIC 052		Inspection - N° de l'inspection 1-914-289-2809		Approval # SI 201		Instrument Type - Type de l'instrument SI 201		Product Code - Code du produit SOA		Project # 1	
Device - Instrument gouilles à vis		Serial Number - N° de série AS1 @ AVO incl		Capacity / Weight / Capacity / Poids 20kg		Instrument Type - Type de l'instrument SI 201		Project # SOA		Approval # 1	
<input type="checkbox"/> All Devices Inspected / Tous les instruments inspectés <input type="checkbox"/> Types Fully Inspected / Types tous inspectés		Details - Détails									
Con. Line No. / N° ligne con. <input type="checkbox"/>		Capacity / Capacité <input type="checkbox"/>		Weight / Poids <input type="checkbox"/>		Instrument Type / Type de l'instrument <input type="checkbox"/>		Project # / N° de projet <input type="checkbox"/>		Approval # / N° de l'inspection <input type="checkbox"/>	
Comments - Commentaires Bobine Sautiers #2620135 Sensibilité mécanique : 10kg/jauge		Inspector's Name / Nom de l'inspecteur Alain Scuvée		Inspector's Title / Titre de l'inspecteur Ingénieur		Inspector's License No. / N° de la licence de l'inspecteur 13371		Inspector's Expiry Date / Date d'expiration de la licence de l'inspecteur 2014.10.31		Inspector's Signature / Signature de l'inspecteur 	
Client's Name / Nom du client Soma Frais		Client's Address / Adresse du client 13371		Client's Phone / Téléphone du client 514-289-2809		Client's Project # / N° de projet du client 1		Client's Approval # / N° de l'inspection du client 1		Client's Signature / Signature du client 	
Total / TOTAL 13371		Amount / Montant 13371		Date / Date 2014.10.10		Inspector's Signature / Signature de l'inspecteur 		Inspector's Title / Titre de l'inspecteur Ingénieur		Inspector's License No. / N° de la licence de l'inspecteur 13371	

<p>ABMS Consultants INGÉNIERIE MÉCANIQUE SUR MESURE SÉCURITÉ DES MACHINES</p>	RAPPORT D'EXPERTISE SOUS CHARGE		N° : 1401-RP-000.01
	Pont de levage Snap-On EELR337A		Rev. : C
	ANNEXE A		Date : 2014.10.10
			Page : A-7 / 7
Préparé par ou révisé par :	Alain Scuvée, Ing.	 N° 00 : 35746	Approuvé par : Alain Scuvée, Ing.

CONC-201

2011-11-13

Conceptromec inc

1782, boul. Industriel

Magog, QC J1X 4V9

Certificate of Calibration

2014-09-05

Certificate Number:

Page 1 of 2

Gage ID: CONC-201 Gage S/N: 567521 Description: Indicateur à cadran 0 - 0.100 Unit of Meas: po. Cal. Date: 2011-11-13 Next Due: 2015-11-13 Pass: Yes	Location: CMEC - Métrologie Cal. Freq.: 48 MOIS
---	--

Certification Statement:

Procedure Name: CP11F Révision 2002/01/01

La présente certifie que l'on a procédé à l'étalonnage de l'instrument décrit ci-dessus en utilisant des étalons qui sont retraçables au NIST () CNRC (x).
 L'instrument est : (x) conforme, () non conforme, avec limitation d'usage ().
 Notre société est homologuée ISO 9001, certificat no 2335-4, émis par Intertek.
 Notre système d'étalonnage satisfait aux exigences des normes ISO 9000 et ISO 10012-1.

Findings:

Environmental Conditions:

	Temp.: 21 C Humidity: 56%
--	--

<u>Standard ID</u>	<u>Minimum</u>	<u>Nominal</u>	<u>Maximum</u>	<u>Before</u>	<u>Accuracy</u>	<u>Fail Before</u>	<u>Limited</u>
<u>Gage ID of Standard</u>	<u>Uncertainty</u>	<u>Units</u>	<u>Type</u>	<u>After</u>	<u>Accuracy</u>	<u>Fail After</u>	<u>Use?</u>
01. Butée usée ou lâche		visuel	A			No	No
02. Répétabilité	0.000	0.000	0.200	0.000	0.000	No	No
		grad.	V	0.000	0.000	No	
03. Linéarité 25% vers int.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	No	No
		po.	V	0.000	0.000	No	
04. Linéarité 50% vers int.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	No	No
		po.	V	0.000	0.000	No	
05. Linéarité 75% vers int.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	No	No
		po.	V	0.000	0.000	No	
06. Linéarité 100% vers int.	0.000	0.010	0.010	0.010	0.000	No	No
		po.	V	0.010	0.000	No	
07. Linéarité 75% vers ext.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	No	No
		po.	V	0.000	0.000	No	
08. Linéarité 50% vers ext.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	No	No
		po.	V	0.000	0.000	No	

Certificat d'étalonnage incluant les mesures

ANNEXE G

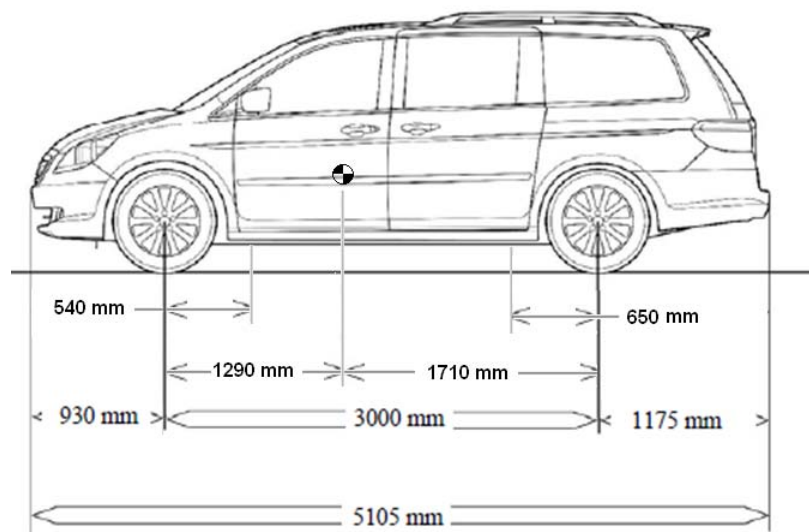
Calculs

Estimé de la force de poussée latérale
(Réalisés par M. Denis Leblanc, ing., CSST)

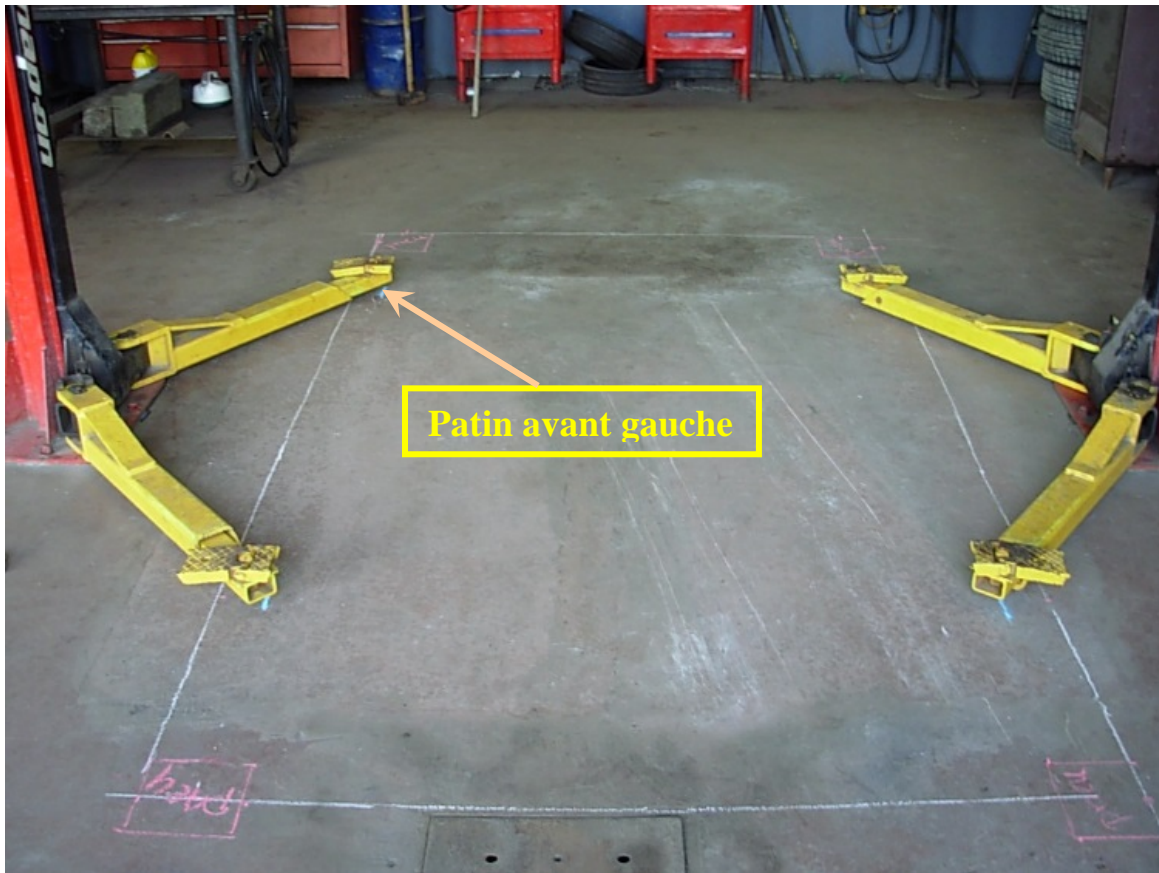
Question :

Est-ce que la chute du véhicule aurait pu être initiée par un glissement sur le patin avant gauche.

Le véhicule a une masse de 1940 kg. Le centre de gravité est situé à 1 290 mm derrière le centre des pneus avant.



Les appuis où ont été placés les patins sont à 540 mm derrière le pneu avant et à 650 mm devant le pneu arrière, ce qui nous donne une force de 5572 N sur chaque patin avant et une force de 3944 N sur chaque patin arrière.



Comme on peut le voir sur cette photo, le patin avant gauche à été peint en jaune. On observe aussi la présence de graisse et de saletés. Le motif de surface du patin est passablement émoussé.

Le coefficient de friction

Le coefficient de friction statique (μ) est le rapport entre la force (F) nécessaire pour faire bouger un objet qui est en contact avec un autre objet et la force (W) entre ces deux objets.

$$\mu = F / W$$

Le pont élévateur est fait en acier doux et le châssis du véhicule aussi. Selon la Littérature ¹, le coefficient de friction statique entre deux pièces en acier qui seraient propres est de 0,58. En ajoutant un Lubrifiant minéral, on obtient des coefficients qui ont une valeur entre 0,09 et 0,195, mesures à 20 degrés Celsius.

Le châssis du véhicule est recouvert d'une peinture et les patins du pont élévateur aussi. Le coefficient de friction change avec l'ajout de liquide entre les surfaces. Les photographies des patins du pont élévateur montrent une oxydation de surface et des sections qui sont noircies. Les fuites d'huile et de graisse sont fréquentes dans les garages.

Étant donné que nous ne connaissons pas les conditions existantes réelles lors de la chute du véhicule, considérant la peinture sur le châssis du véhicule et l'âge des patins du pont (rouille et saleté), une valeur de 0,15 comme coefficient de friction sera utilisé pour estimer la force latérale minimale afin de faire glisser le véhicule vers l'avant. Considérant que le coefficient dynamique est généralement plus petit que le coefficient statique, nous allons utiliser 0,12 comme approximation.

1- Handbook of chemistry and physics 62ND edition 1981 -1982 CRC Pres

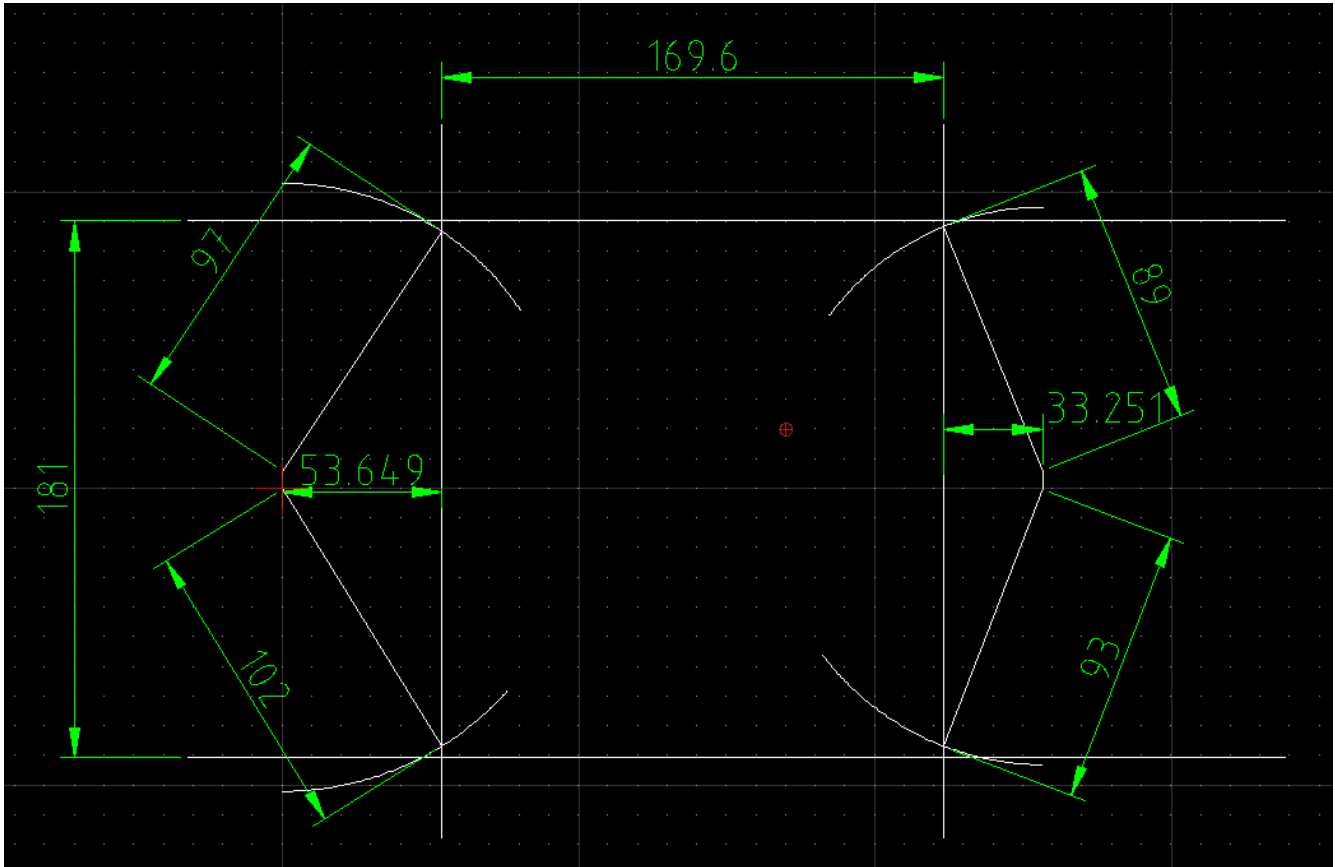
L'inclinaison du patin avant gauche peut atteindre 15 ° par rapport à l'latérale.

Dans ces conditions, la force de frottement est d'environ 836 N et la force de poussée vers l'avant est d'environ 1442 N. La force de poussée étant plus grande que la force de frottement le glissement débute. En se déplaçant, la force de frottement dynamique devient environ 668 N ce qui laisse une force pour faire pivoter le bras d'environ 774 N.

Le fabricant indique que les bras complètement déployé (longueur de 138 mm) du pont élévateur peuvent résister à une poussée latérale de 150 lbf ou 668 N. Lors du levage du véhicule, on estime que le bras était déployé à 97 mm. On pourrait donc résister à une poussée latérale de 950 N. Dans ces conditions, le véhicule ne tombe pas du pont élévateur.

Sensibilité des résultats :

Voici une vue de plan des dimensions des bras :



Pour tenir compte des dimensions données, il semble qu'il y ait assez peu de jeu...

Supposons que les distances sont bonnes, mais que les angles des bras soient différents puisqu'on s'appuie sur les patins ou le bout du bras. Supposons une variation de 15 cm vers l'avant, nous obtenons une force sur les patins arrières de 3325 N et une force de 6190 N sur les patins avant.

Pour le frottement on obtient 928 N et la poussée vers l'avant est de 1602 N. Le frottement dynamique devient environ 743 N et la poussée résultante est d'environ 859 N.

Même ordre de grandeur = mêmes résultats.

ANNEXE H

Références bibliographiques

AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE, et AUTOMOTIVE LIFT INSTITUTE. *Standard for automotive lifts - safety requirements for the construction, care, and use*, New York, ANSI, 1990, 16 p. (ANSI/ALI B153.1-1990).

AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE, et AUTOMOTIVE LIFT INSTITUTE. *Standard for automotive lifts : safety requirements for construction, testing and validation*, Indialantic, Flor., ALI, 1998, iv, 61 p. (ANSI/ALI ALCTV-1998).

AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE, et AUTOMOTIVE LIFT INSTITUTE. *Standard for automotive lifts : safety requirements for installation and service*, Cortland, N.Y., ALI, 2009, vi, 25 p. (ANSI/ALI ALIS-2009).

AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE, et AUTOMOTIVE LIFT INSTITUTE. *Standard for automotive lifts : safety requirements for operation, inspection and maintenance*, Cortland, N.Y., ALI, 2008, 14, xvi p. (ANSI/ALI ALOIM-2008)

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION, et COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION. *Élévateurs de véhicules*, La Plaine Saint-Denis, AFNOR, 2011, 59 p. (NF EN 1493-2011).

ASSOCIATION SECTORIELLE, SERVICES AUTOMOBILES. *L'entretien des ponts élévateurs*, Montréal, Auto Prévention, 2007, 8 p.

AUTOMOTIVE LIFT INSTITUTE. *Conseil de sécurité concernant l'utilisation d'un élévateur automobile*, Indialantic, Flor., ALI, 1990, 1 p. (ALI-ST90).

AUTOMOTIVE LIFT INSTITUTE. *Lifting it right*, Cortland, N.-Y., ALI, 2010, 27 p.

LAFRENIÈRE, Luc, et Hugues LÉVESQUE. *Bris en service de la barrure d'un système de levage pour autos*, rév. 2, Trois-Rivières, Centre de métallurgie du Québec, 2014, 20 p. (Projet 721-14-101).

SCUVÉE, Alain. *Rapport d'expertise sous charge – Pont de levage Snap-On EELR337A*, rév. C, Granby, ABMS Consultants, 2014, 16 p. (Projet 1401-RP-000.01).

SNAP-ON TOOLS. *Installation and operation manual*, Kenosha, Wisc., Snap-on Tools, 2002, 28 p.

QUÉBEC, *Règlement sur la santé et la sécurité du travail*, RLRQ, S-2.1, r.13: dernière modification : 13 décembre 2013 à jour au 1er décembre 2013. Québec, Éditeur officiel, 2013.