

EN004418**RAPPORT D'ENQUÊTE**

**Accident ayant causé des blessures à un travailleur de l'entreprise
R. Robitaille & Fils inc., survenu le 10 septembre 2023
au 244, 5^e rang de Milton à Roxton Pond**

Service de la prévention-inspection – Montérégie-Est

Inspectrices :

Roxana Alina Bindea

Chantal Cournoyer

Date du rapport : 27 juin 2024

Rapport distribué à :

- Monsieur Claude Robitaille, président, R. Robitaille & Fils inc.
 - Comité de santé et de sécurité
 - Monsieur Louis-Philippe Chiasson, représentant en santé et en sécurité
 - Docteure Isabelle Samson, directrice de santé publique de l'Estrie
-

TABLE DES MATIÈRES

1	<u>RÉSUMÉ DU RAPPORT</u>	1
2	<u>ORGANISATION DU TRAVAIL</u>	4
2.1	STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT	4
2.2	ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	5
2.2.1	MÉCANISMES DE PARTICIPATION	5
2.2.2	GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ	5
3	<u>DESCRIPTION DU TRAVAIL</u>	7
3.1	DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	7
3.2	DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	8
4	<u>ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE</u>	10
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	10
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	10
4.2.1	INFORMATIONS SUR LE TRAVAILLEUR ACCIDENTÉ	10
4.2.2	CAMION TRACTEUR N° [REDACTÉ] ET SEMI-REMORQUE N° 3996	11
4.2.2.1	Planchers	12
4.2.2.2	SYSTÈME DE COMMANDE	18
4.2.3	RONDE DE SÉCURITÉ	23
4.2.4	MÉTHODE DE TRAVAIL PRÉCONISÉE POUR LE CHARGEMENT DE PORCS DANS LA SEMI-REMORQUE	24
4.2.5	INSPECTION ET ENTRETIEN DU CAMION ET DE LA SEMI-REMORQUE	26
4.2.6	LAVAGE DES SEMI-REMORQUES POUR LE TRANSPORT DE PORCS À L'ABATTOIR	27
4.2.7	CONSTATATIONS SUR LE LIEU DE L'ACCIDENT, NOTAMMENT À L'INTÉRIEUR DE LA SEMI-REMORQUE	29
4.2.8	ESSAIS ET EXPERTISES RÉALISÉS SUR LA SEMI-REMORQUE N° 3996	31
4.2.9	LOIS, RÈGLEMENT ET NORMES APPLICABLES	34
4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	41
4.3.1	LE CAMIONNEUR EST COINCÉ ENTRE LA SECTION SURÉLEVÉE AU-DESSUS DE L'ATTELAGE ET LE PLANCHER MÉDIAN MOBILE DE LA SEMI-REMORQUE LORS DE LA DESCENTE INOPINÉE DE CE DERNIER.	41
4.3.2	LE SYSTÈME DE COMMANDE DES PLANCHERS MOBILES DE LA SEMI-REMORQUE EST DÉFICIENT ET DANGEREUX.	42

5 CONCLUSION 44

5.1 CAUSES DE L'ACCIDENT 44**5.2 AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE 44****5.3 RECOMMANDATIONS (OU SUIVIS DE L'ENQUÊTE) 45****ANNEXES****ANNEXE A : Accidenté 46****ANNEXE B : Liste des personnes interrogées 47****ANNEXE C : Plan hydraulique de la semi-remorque 48****ANNEXE D : Rapport d'investigation réalisé par CEP Forensique 49****ANNEXE E : Rapport d'expertise du Réseau d'Expertise en Prévention-
Inspection de la CNESST 131****ANNEXE F : Références bibliographiques 144**

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

Le 10 septembre 2023, [REDACTED] chargeurs sont à l'intérieur de la porcherie et un camionneur est à l'intérieur de la semi-remorque à trois niveaux et ils se préparent à charger des porcs pour les transporter vers l'abattoir. Ils débutent le chargement par le plancher supérieur mobile. Lorsque cette étape est terminée et que le plancher supérieur mobile repose sur ses taquets¹, ils continuent le chargement par la section surélevée au-dessus de l'attelage. À ce moment, le camionneur avise les chargeurs qu'il a un problème et leur demande d'arrêter d'envoyer des porcs. Quelques minutes plus tard, en l'absence de consignes de la part du camionneur, les chargeurs se dirigent vers l'entrée de la semi-remorque et retrouvent celui-ci coincé entre la section surélevée au-dessus de l'attelage et le plancher médian mobile de la semi-remorque.

Conséquence

Le travailleur est blessé à la tête.



Figure 1 : *Semi-remorque dans laquelle est survenu l'accident*
Source : CNESST

¹ Pièce de métal servant de butée

Abrégé des causes

L'enquête a permis de retenir les causes suivantes :

- Le camionneur est coincé entre la section surélevée au-dessus de l'attelage et le plancher médian mobile de la semi-remorque lors de la descente inopinée de ce dernier.
- Le système de commande des planchers mobiles de la semi-remorque est déficient et dangereux.

Mesures correctives

À la suite de l'accident de travail, la CNESST a interdit l'utilisation de toutes les télécommandes servant à déplacer les différentes composantes mobiles, notamment les planchers mobiles, les portes et les taquets, pour l'ensemble des semi-remorques destinées au transport d'animaux de l'entreprise (RAP1439216 daté du 11 septembre 2023).

Le 18 septembre 2023, la CNESST a également interdit l'utilisation de la semi-remorque n° 3996 impliquée dans l'accident de travail (RAP1440127).

Dans les rapports RAP1442802 et RAP1447608 émis respectivement les 11 octobre et 16 novembre 2023, la CNESST a exigé à l'employeur qu'une analyse de risques soit effectuée pour les semi-remorques utilisées pour le transport des porcs et que des correctifs soient mis en place afin d'assurer l'utilisation sécuritaire de ces semi-remorques.

Des mesures de réduction du risque ont été mises en place sur la semi-remorque n° 3996. Ainsi, le 21 décembre 2023, la CNESST a autorisé son utilisation. Cette autorisation est consignée au rapport d'intervention RAP1452338.

Ce rapport fait également mention des exigences suivantes pour la semi-remorque n° 3996 :

- L'employeur doit mettre en place des mesures temporaires durant la période requise pour finaliser les correctifs permanents prévus dans l'analyse de risques de la semi-remorque. L'employeur a opté pour la réduction de la vitesse de déplacement des planchers mobiles et des portes guillotines.
- L'employeur doit mettre en place une procédure de travail sécuritaire spécifique à l'utilisation de la semi-remorque.
- L'employeur doit former les travailleurs concernés sur la procédure de travail élaborée.
- L'employeur doit mettre en place des moyens de contrôle pour s'assurer de l'application de la procédure de travail.

L'employeur s'est conformé à ces demandes.

Des correctifs visant la conformité de l'ensemble des semi-remorques destinées au transport des porcs ont été également exigés à la suite d'une analyse de risques effectuée par des ingénieurs.

Un plan d'action relatif à la sécurisation des semi-remorques destinées au transport porcin a été élaboré par l'employeur et est en cours de réalisation.

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

SECTION 2

2 ORGANISATION DU TRAVAIL

2.1 Structure générale de l'établissement

Le Groupe Robitaille se spécialise dans les cultures agricoles, la production d'aliments pour animaux (moulée pour le porc et la volaille), la production porcine et avicole. Le Groupe Robitaille est composé de quatre divisions, dont l'entreprise R. Robitaille & Fils inc., et le siège social est situé au 190, rue Comeau à Farnham. Cette entreprise gère les cultures agricoles (maïs (500 ha), soya (300 ha) et blé (200 ha)), les fermes de production porcine et les fermes avicoles commerciales. L'entreprise possède d'autres établissements à Farnham, notamment un garage et un centre de lavage.

La production porcine s'effectue sur environ 264 sites, soit chez des producteurs indépendants (les porcs appartiennent aux producteurs), sur des fermes en propriété ou louées (les porcs appartiennent à R. Robitaille & Fils inc.) ainsi que sur des fermes forfaitaires, comme la Ferme Blanchard inc. où est survenu l'accident.

R. Robitaille & Fils inc. assure le transport de porcs entre les différents sites d'élevage (maternité, pouponnière, engraissement) ou vers l'usine de transformation.

La structure organisationnelle de R. Robitaille & Fils inc. est la suivante :

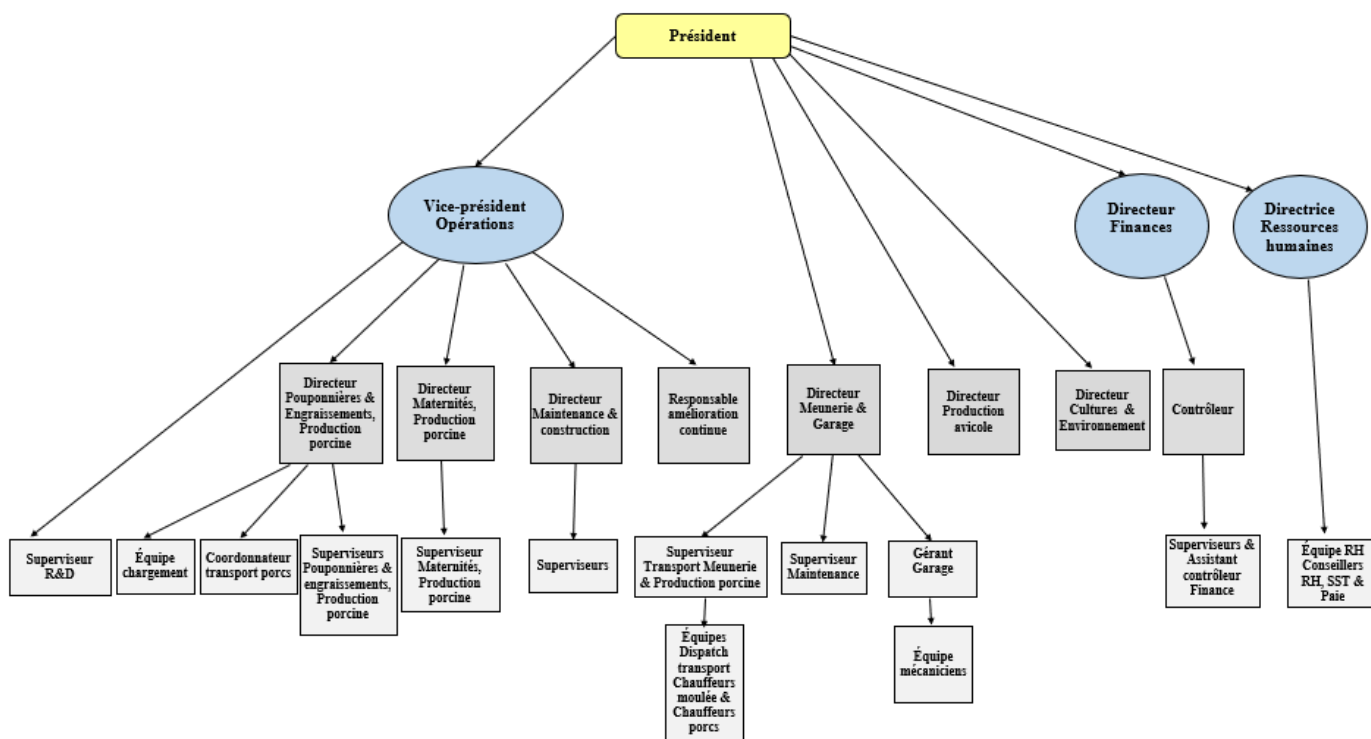


Fig. 2 : Structure hiérarchique de l'entreprise R. Robitaille & Fils inc.

Source : R. Robitaille & Fils inc., modifié par la CNESST

R. Robitaille & Fils inc. emploie environ 158 travailleurs non syndiqués, dont 12 camionneurs pour le transport porcin et ■ chargeurs (2 équipes de ■ chargeurs chacune). Certains camionneurs sont spécialisés dans le transport de porcelets et d'autres dans le transport de porcs pour abattoir. Un camionneur effectue 1 à 2 chargements et voyages à l'abattoir par jour, du dimanche au jeudi, pour un total d'environ 50 à 60 heures de travail par semaine. Les travailleurs peuvent faire appel en tout temps à une personne en autorité lorsque cela s'avère nécessaire.

R. Robitaille & Fils inc. possède une flotte de 11 tracteurs routiers et de 11 semi-remorques pour le transport porcin. Dix des semi-remorques sont fabriquées de 1998 à 2022 par Soudure Brault inc., ci-après nommées semi-remorques Brault, et une semi-remorque est fabriquée par Carrozzeria Pezzaioli Ltd en 2018.

2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail

2.2.1 Mécanismes de participation

Un comité de santé et de sécurité (CSS) avait été mis en place en 2020, mais il est inactif au moment de l'accident. La dernière rencontre du CSS avant l'accident remonte à 4 mai 2021.

Au niveau des employés, M. ^A ■ était le ■ lorsqu'il y avait des rencontres du CSS. Toutefois, au moment de l'accident, il n'y a pas de représentant SST officiellement désigné.

2.2.2 Gestion de la santé et de la sécurité

L'entreprise fait partie du secteur d'activité économique *Agriculture* du groupe prioritaire 6. L'élaboration d'un programme de prévention avait été débutée, toutefois ledit document n'est pas finalisé et ne traite pas de l'utilisation des semi-remorques destinées au transport d'animaux. L'identification et l'analyse des risques pouvant affecter la santé et la sécurité des travailleuses et travailleurs de l'établissement ne sont pas documentées par écrit.

L'entreprise dispose d'une plateforme de formation en ligne composée majoritairement de vidéos. Les camionneurs nouvellement embauchés doivent suivre un parcours de formation dans lequel il y a plusieurs catégories d'information, notamment : biosécurité, informations générales sur le transport des animaux, manipulation des animaux, semi-remorque. Bien que la grande majorité des formations est axée sur le bien-être animal et la biosécurité, certains éléments de santé et de sécurité sont abordés, notamment : déploiement des taquets des planchers mobiles de la semi-remorque, comportement des animaux, ronde de sécurité incluant la vérification des équipements hydrauliques à l'intérieur de la semi-remorque.

Les formations en ligne sont suivies d'une formation d'entraînement à la tâche par jumelage avec un camionneur d'expérience. La durée de la formation est en fonction de l'expérience du camionneur et de l'évolution de l'apprentissage.

La plateforme de formation en ligne est utilisée par l'entreprise depuis environ un an et demi. Avant l'utilisation de cette plateforme, les camionneurs recevaient à l'embauche une formation par jumelage uniquement. Aucun moyen formel n'est en place pour l'encadrement de la formation

par jumelage, par exemple pour assurer le suivi des sujets abordés ou pour valider les acquis de la formation.

travaille entre autres à :

- Développer, implanter et gérer les processus relatifs à la SST;
- Coordonner et participer aux enquêtes d'accidents et à l'implantation des mesures correctives;
- Planifier et organiser les formations SST.

Aucun moyen de contrôle n'est en place afin de s'assurer du respect des règles de sécurité quant aux chargements et aux déchargements des semi-remorques destinées au transport des animaux.

L'employeur fournit aux camionneurs et aux chargeurs les équipements de protection individuels suivants : chaussures de sécurité, gants, lunettes de sécurité et coquille de protection pour casquette, couvre-tout, etc. Le port de lunettes de sécurité et de coquilles de protection pour casquette est laissé à la discrétion des travailleurs.

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

L'accident de travail est survenu sur le site de la Ferme Blanchard inc., située au 244, 5^e rang de Milton à Roxton Pond, à l'intérieur d'une semi-remorque de transport appartenant à l'entreprise R. Robitaille & Fils inc.



Fig. 3 : *Vue aérienne de la
Ferme Blanchard inc.*

Source : Google Maps (23 novembre 2023), modifiée par la CNESST

La Ferme Blanchard inc. est dédiée à l'engraissement des porcs jusqu'au poids d'abattage. Un contrat forfaitaire est signé entre R. Robitaille & Fils inc. et la Ferme Blanchard inc. Cette dernière possède le bâtiment d'élevage et exécute les travaux suivants : soins de base aux animaux, entretien et maintenance du bâtiment et des lieux.

Les porcs, la moulée et les équipements de transport appartiennent à l'entreprise R. Robitaille & Fils inc. Cette dernière assure également le suivi technique (ex. : vétérinaire) des animaux. Ce sont les travailleurs de R. Robitaille & Fils inc. qui assurent le chargement et le transport des porcs vers l'abattoir.

La Ferme Blanchard inc. est dotée d'une montée (passage en pente) et d'un quai facilitant les opérations de chargement et de déchargement.

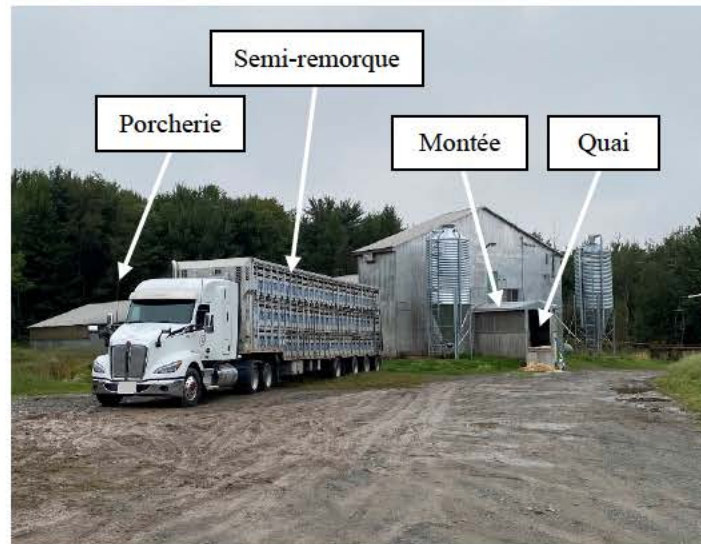


Fig. 4 : Porcherie et
semi-remorque impliquées dans l'accident
Source : CNESST

3.2 Description du travail à effectuer

L'activité consiste à charger des porcs dans une semi-remorque afin de les transporter par camion de la ferme d'élevage vers l'abattoir. Selon l'horaire de la journée du 10 septembre 2023, 205 porcs ayant un poids d'environ 130 kg devaient être chargés dans la semi-remorque.

L'équipe de chargement est composée d'un camionneur et de [] chargeurs. Les chargeurs sélectionnent les porcs et les dirigent de la porcherie vers la montée et le quai. Le camionneur les attend à l'entrée de la semi-remorque pour ensuite les diriger à l'intérieur.

Le camionneur est le seul opérateur à l'intérieur de la semi-remorque. Le chargement des porcs s'effectue habituellement plancher par plancher dans l'ordre suivant : le plancher supérieur mobile, la section surélevée au-dessus de l'attelage, le plancher médian mobile, et finalement, le plancher inférieur fixe.

Pour chaque plancher, le camionneur se positionne derrière les porcs et les dirige vers l'endroit approprié à l'intérieur de la semi-remorque. Une fois le chargement de la semi-remorque terminé, les porcs sont transportés vers l'abattoir.

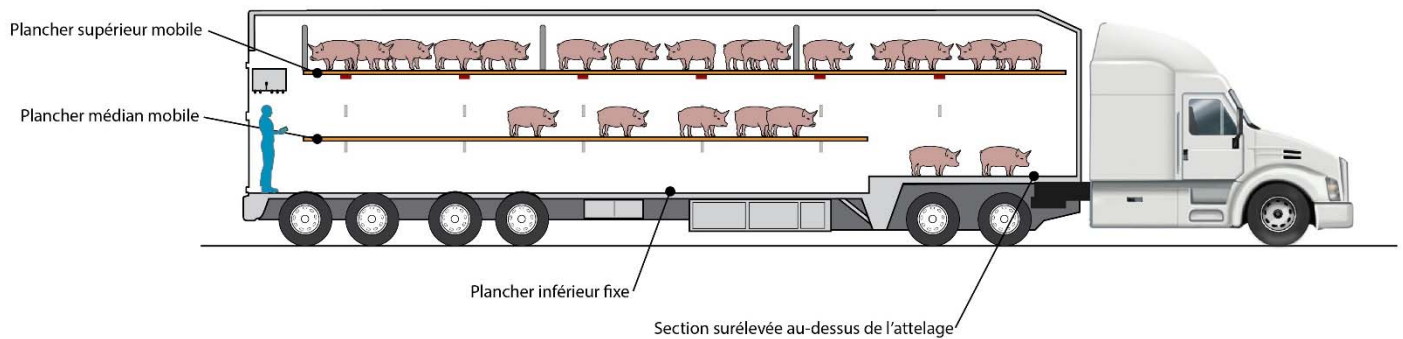


Fig. 5 : Les planchers de la semi-remorque
Source : CNESST

Le 10 septembre 2023, le travailleur accidenté avait à faire deux chargements et transports de porcs vers l'abattoir. L'accident est survenu lors du premier chargement de la journée.

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

Le 10 septembre 2023, vers 9 h, M. ^A ci-après nommé le travailleur accidenté, arrive à la Ferme Blanchard inc. située au 244, 5^e rang de Milton à Roxton Pond, pour charger des porcs destinés à l'abattoir. Le travailleur accidenté est à l'intérieur de la semi-remorque afin de diriger les porcs sur le plancher approprié. Une équipe de chargeurs se trouvent à l'intérieur de la porcherie et dirigent les porcs dans la montée, vers la semi-remorque.

Le chargement du plancher supérieur mobile de la semi-remorque est terminé. Le travailleur accidenté monte ce dernier, déploie ses taquets et descend le plancher sur les taquets.

Le travailleur accidenté charge ensuite la section surélevée au-dessus de l'attelage, à l'avant de la semi-remorque. Les chargeurs envoient environ 15 porcs sur le plancher médian mobile de la semi-remorque. Le travailleur accidenté dirige les porcs vers l'avant de la semi-remorque pour les placer sur la section surélevée. Il actionne la montée du plancher médian mobile à l'aide d'une télécommande sans fil afin de compenser la dénivellation entre le plancher médian mobile et la section surélevée. Une fois à niveau, il relâche le bouton de la télécommande. Cependant, il constate que le plancher médian mobile continue de monter. Il se déplace à l'arrière de la semi-remorque et arrête la montée du plancher en utilisant la télécommande. Il crie pour aviser les chargeurs d'une problématique et demande d'arrêter l'envoi des porcs. Il décide de retourner des porcs présents à l'intérieur de la semi-remorque vers la porcherie.

Vers 9 h 30, les chargeurs, sans nouvelles du travailleur accidenté, cherchent ce dernier. Ils se dirigent vers l'entrée de la semi-remorque. Ils constatent que le plancher médian mobile n'est pas à niveau. Un des chargeurs décide de monter le plancher médian mobile à l'aide du levier de commande situé à l'arrière de la semi-remorque. À ce moment, les chargeurs aperçoivent le travailleur accidenté inconscient, la tête appuyée sur la section surélevée au-dessus de l'attelage et le corps allongé sur le plancher inférieur fixe.

Vers 9 h 34, un appel est effectué aux services d'urgence.

Le travailleur accidenté est conduit en ambulance au centre hospitalier.

4.2 Constatations et informations recueillies**4.2.1 Informations sur le travailleur accidenté**

M. ^A est à l'emploi de R. Robitaille & Fils inc. depuis et détient le poste de Ses principales tâches consistent aux chargements et aux déchargements ainsi qu'au transport des porcs. Il arrive à l'occasion, pendant la période des récoltes, qu'il soit attitré au transport de grains.

Il détient depuis environ un permis de conduire de la classe 1 lui autorisant la conduite d'un véhicule lourd. Avant son arrivée chez l'employeur, le travailleur a conduit des camions

munis d'une semi-remorque à plateau, d'une citerne, d'une semi-remorque fermée ainsi que d'un train routier de type B.

À la suite de son embauche, le travailleur accidenté a suivi une formation d'entraînement à la tâche par jumelage avec un autre camionneur. Les tâches à effectuer, le fonctionnement des semi-remorques, le chargement lui ont entre autres été présentés. À ce moment dans l'entreprise, il y avait trois semi-remorques dédiées au transport de porcs vers l'abattoir, dont la semi-remorque n° 3996 que le travailleur accidenté a utilisée.

Par la suite, il a également reçu des formations relatives à [REDACTÉ] et à l'inspection de véhicules lourds ainsi qu'à la biosécurité.

[REDACTÉ]

4.2.2 Camion tracteur n° [REDACTÉ] et semi-remorque n° 3996

Généralement, les travailleurs ont un camion et une semi-remorque qui leur sont attitrés. Une semi-remorque ou un camion de remplacement sont disponibles lorsque ceux attitrés doivent faire l'objet d'une maintenance.

Le camion n° [REDACTÉ] est attitré au travailleur accidenté depuis son achat. La semi-remorque n° 3996 n'est pas utilisée habituellement par le travailleur accidenté, ce dernier ayant une autre semi-remorque d'attitrée depuis [REDACTÉ] soit la semi-remorque fabriquée par [REDACTÉ]. Le jour de l'accident, la semi-remorque fabriquée par [REDACTÉ]

Le 10 septembre 2023, le camion utilisé pour tracter la semi-remorque impliquée dans l'accident est celui portant le n° [REDACTÉ]. Il s'agit d'un camion de marque [REDACTÉ] modèle [REDACTÉ].

L'unité hydraulique (pompe, réservoir d'huile, prise de force, etc.) qui assure le déplacement des équipements hydrauliques à l'intérieur de la semi-remorque a été installée sur le camion tracteur par l'entreprise Roy Hydraulique inc. à l'achat de celui-ci. Le moteur du camion tracteur doit être démarré pour faire fonctionner la pompe du système hydraulique et tous les équipements hydrauliques à l'intérieur de la semi-remorque.

Le jour de l'accident, la semi-remorque Brault n° 3996 à col-de-cygne², modèle TAR53, numéro de série [REDACTÉ] fabriquée en 2010, est utilisée pour transporter les porcs.

La semi-remorque a été conçue et fabriquée par l'entreprise Soudure Brault inc., sans l'implication d'un ingénieur. Le manuel d'instruction du fabricant est inexistant et aucune recommandation d'entretien et de maintenance à respecter pour assurer le bon fonctionnement de l'équipement n'a été élaborée par le fabricant.

² Partie recourbée située à l'avant d'un véhicule remorqué, généralement une semi-remorque dont la surface de chargement est plus basse que la sellette d'attelage du véhicule tracteur.

4.2.2.1 Planchers

La semi-remorque a une longueur de 16,2 m (53 pi) et comporte quatre essieux. Il y a trois niveaux de plancher à l'intérieur de la semi-remorque (voir figures 6 et 7), soit deux planchers mobiles (supérieur et médian) mus par un système hydraulique et un plancher fixe (inférieur).



Fig. 6 et 7 : Planchers à l'intérieur de la semi-remorque
Source : CNESST

La longueur des planchers supérieur et médian mobiles est respectivement de 14,6 m et de 11,9 m.

Quant au plancher inférieur fixe, la section au-dessus de l'attelage est surélevée. Cette section est nommée à l'interne comme étant la *pin* et a approximativement les dimensions suivantes : longueur de 3 m (119 po), largeur de 2,5 m (97 po) et hauteur de 16,5 cm (6,5 po). La longueur totale du plancher inférieur fixe (incluant la section surélevée au-dessus de l'attelage) est d'environ 15,6 m.



Fig. 8 et 9 : *Section surélevée au-dessus de l'attelage*

Source : CNESST

Les dimensions des planchers susmentionnés font en sorte que le plancher médian mobile s'étend jusqu'à la section surélevée au-dessus de l'attelage. À cet endroit, une zone dangereuse de cisaillement, d'écrasement et de coincement est formée par le plancher médian mobile en mouvement et la section surélevée au-dessus de l'attelage.



Fig. 10 : *Zone dangereuse formée par le plancher médian mobile et la section surélevée au-dessus de l'attelage*

Source : CNESST

Tel que mentionné au rapport d'expertise du Réseau d'Expertise en Prévention-Inspection (REPI) de la CNESST à l'annexe E, de façon générale, un circuit hydraulique se compose :

- D'un réservoir;
- D'une ou plusieurs pompes qui assurent la mise en pression et la circulation d'un fluide incompressible (huile);
- Des organes de commande (distributeur hydraulique);
- Des organes récepteurs (vérin, moteur hydraulique);
- De la tuyauterie qui relie entre eux les différents éléments du circuit.

Six câbles d'acier sont fixés de chaque côté du plancher supérieur mobile et sont reliés à un vérin hydraulique par des poulies, permettant ainsi le déplacement du plancher (montée et descente). Le même type de système assure le déplacement du plancher médian, mais avec quatre câbles d'acier de chaque côté. Les deux vérins hydrauliques (un par plancher mobile) sont installés au plafond de la semi-remorque.



*Fig. 11 : Vérin hydraulique
au plafond de la semi-remorque*
Source : CNESST

Sur chaque côté de la semi-remorque, trois rangées de taquets sont installées à une hauteur de respectivement 91 cm, 131 cm et 186 cm du plancher inférieur fixe afin de supporter les différents planchers. Sur les rangées du haut et du bas, les taquets sont hydrauliques alors que sur la rangée intermédiaire, ils sont manuels. Une action manuelle de la part du camionneur est nécessaire pour le déploiement des taquets, qu'ils soient hydrauliques (actionnement d'un levier ou d'un bouton de télécommande) ou manuels (barrure à retirer). Chaque rangée de taquets hydraulique est basculée par un vérin hydraulique.

Aux fins du présent rapport, les taquets sont également nommés supports de plancher dans le rapport d'investigation à l'annexe D.

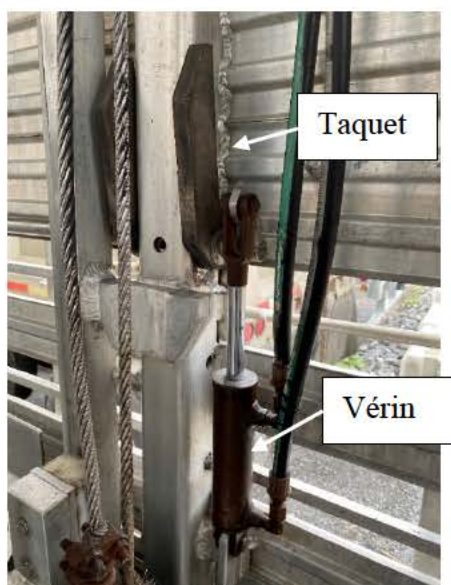


Fig. 12 : *Taquet et vérin hydraulique permettant son déploiement*
Source : CNESST



Fig. 13 : *Taquets déployés*
Source : CNESST

La semi-remorque peut être chargée de différentes façons, soit avec utilisation des deux ou des trois planchers. Les taquets intermédiaires sont utilisés lors des chargements à deux planchers seulement, afin d'abaisser le centre de gravité.

Sur la verticale, de chaque côté de la semi-remorque, les taquets sont placés sur 6 colonnes (voir figure 14), généralement en paire (à l'exception de la première colonne à l'avant de la semi-remorque, qui possède un seul taquet sur la rangée du haut et sur la rangée intermédiaire et d'aucun taquet à la rangée du bas, et de la deuxième colonne à l'avant de la semi-remorque, qui n'a qu'un seul taquet sur la rangée du bas).

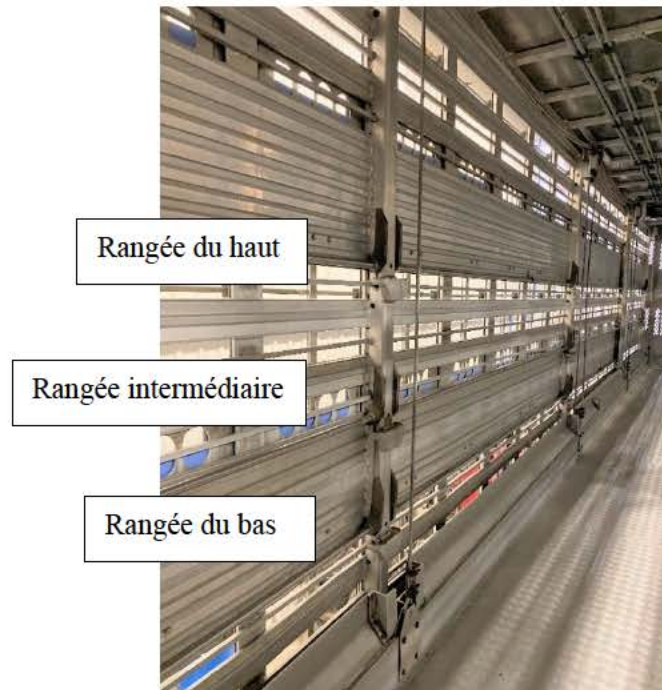


Fig. 14 : *Trois rangées de taquets*
Source : CNESST



Fig. 15 et 16 : *Planchers appuyés sur les taquets*
Source : CNESST

Le temps de descente du plancher médian mobile appuyé sur ses taquets à 91 cm est d'environ 20 secondes pour atteindre le plancher inférieur fixe.

La semi-remorque possède également deux portes hydrauliques de type guillotine à l'arrière et une porte de côté sur pentures utilisée par le camionneur pour accéder à l'intérieur de la semi-remorque.



Fig. 17 : *Portes de la semi-remorque*
Source : CNESST

4.2.2.2 Système de commande

Les équipements hydrauliques de la semi-remorque sont commandés par un distributeur hydraulique. Ce dernier peut être actionné soit par l'entremise des leviers manuels, soit par l'utilisation d'une télécommande sans fil. Le système de commande n'est pas muni d'un sélecteur de mode verrouillable permettant d'utiliser qu'un seul mode de commande ou de fonctionnement à la fois. La télécommande et les leviers peuvent être utilisés simultanément.

Le moteur du camion et la pompe hydraulique doivent être en fonction pour mettre en mouvement les équipements hydrauliques.

Bloc distributeur hydraulique

Le bloc distributeur hydraulique présent à l'intérieur de la semi-remorque au moment de l'accident comprend six sections, notamment six valves directionnelles sectionnelles de marque Walvoil, modèle SDS 150, munies d'ensembles électrohydrauliques. Les valves de contrôle directionnel sont utilisées pour contrôler et pour changer la direction de l'écoulement du fluide dans le système hydraulique.

Le distributeur original installé en 2010 a été remplacé en raison d'une fuite d'huile en 2019.

Le distributeur hydraulique et ses leviers manuels sont situés à l'arrière gauche de la semi-remorque, au-dessus de la porte de côté, dans une armoire en aluminium non hermétique.



Fig. 18 et 19 : Bloc distributeur hydraulique : vue dans son armoire et vue désinstallé

Source : CNESST

Chacune des six sections du bloc distributeur hydraulique comprend :

1. Levier
2. Tiroir
3. Ressort de rappel
4. Piston
5. Cylindre
6. Boîtier
7. Électroaimants

Le piston (4), le cylindre (5), le boîtier (6) et les électroaimants (7) forment l'ensemble électrohydraulique de chaque valve du distributeur (voir figure 20).



Fig. 20 : Composantes d'une section du bloc distributeur hydraulique

Source : CEP Forensique, modifié par la CNESST

La section du distributeur hydraulique qui comprend l'ensemble électrohydraulique est placée au fond de l'armoire, du côté du mur de la semi-remorque.

Les six boîtiers rectangulaires en aluminium sont installés les uns à côté des autres avec un espace de quelques millimètres entre chaque boîtier. Ils sont retenus ensemble par une plaque d'aluminium vissée à chacun des boîtiers.

Les cylindres des pistons sont situés dans la partie inférieure des boîtiers rectangulaires en aluminium.



Fig. 21 et 22 : Boîtiers en aluminium du bloc distributeur hydraulique
Source : CNESST

Le tiroir est constitué d'une tige en acier ayant à une extrémité le levier et à l'autre extrémité les électroaimants avec leur cylindre et leur piston. Le déplacement du tiroir dans le distributeur hydraulique peut être effectué par l'actionnement manuel du levier ou par l'électroaimant contrôlé à distance par la télécommande. Le tiroir peut prendre plusieurs positions dans le corps du distributeur hydraulique. La position du tiroir permet d'orienter l'huile dans une certaine voie du distributeur.

Le ressort de rappel sert à reconduire le tiroir à sa position neutre (fermée) après le relâchement de son levier ou du bouton de la télécommande.

Les électroaimants permettent de pousser ou de tirer les pistons intégrés à l'extrémité des tiroirs.

Le levier, le tiroir et le piston de l'électroaimant de chaque section sont liés physiquement, ils sont donc solidaires. Cela fait que le mouvement d'un piston entraîne le mouvement de son tiroir et de son levier. Ainsi, le levier se déplace même lorsque le distributeur hydraulique est actionné à l'aide de la télécommande. Vice versa, le mouvement d'un levier provoque le mouvement de son tiroir et de son piston.

Leviers

Chacune des six valves du distributeur hydraulique est munie d'un levier manuel à action maintenue (le levier peut être actionné vers le haut ou vers le bas et doit revenir automatiquement à la position neutre dès que relâché).

Chaque plancher mobile fonctionne comme suit :

- La montée du plancher s'effectue lorsque le levier est poussé vers le haut.

- Lorsque le levier de commande est à la position neutre, il n'y a aucun débit dans le circuit hydraulique et donc, aucun mouvement de plancher.
- La descente du plancher s'effectue lorsque le levier est tiré vers le bas.



Fig. 23 et 24 : Boîtier du bloc distributeur hydraulique et plan rapproché de l'affiche indiquant les fonctions des leviers de commande

Source : CNESST



Fig. 25 : Bloc distributeur hydraulique et leviers de commande

Source : CNESST

Télécommande

La deuxième manière d'actionner les équipements hydrauliques à l'intérieur de la semi-remorque est par le biais d'une télécommande sans fil. Ce système de commande à distance de marque Eaton est composé d'un émetteur modèle T110C (manette) et d'un récepteur Omnex modèle R160. Le système de commande à distance est relié au système électrique des feux de stationnement de la semi-remorque.

Les boutons de la télécommande fonctionnent à action maintenue. Ils ne sont pas protégés de façon à éviter la mise en marche ou l'arrêt accidentel des équipements. Le sens du déplacement des équipements hydrauliques n'est pas indiqué sur les boutons. La télécommande est aimantée et munie d'un cordon permettant qu'elle soit portée autour du cou. Elle peut être utilisée à partir de n'importe quel endroit à l'intérieur ou à l'extérieur de la semi-remorque.

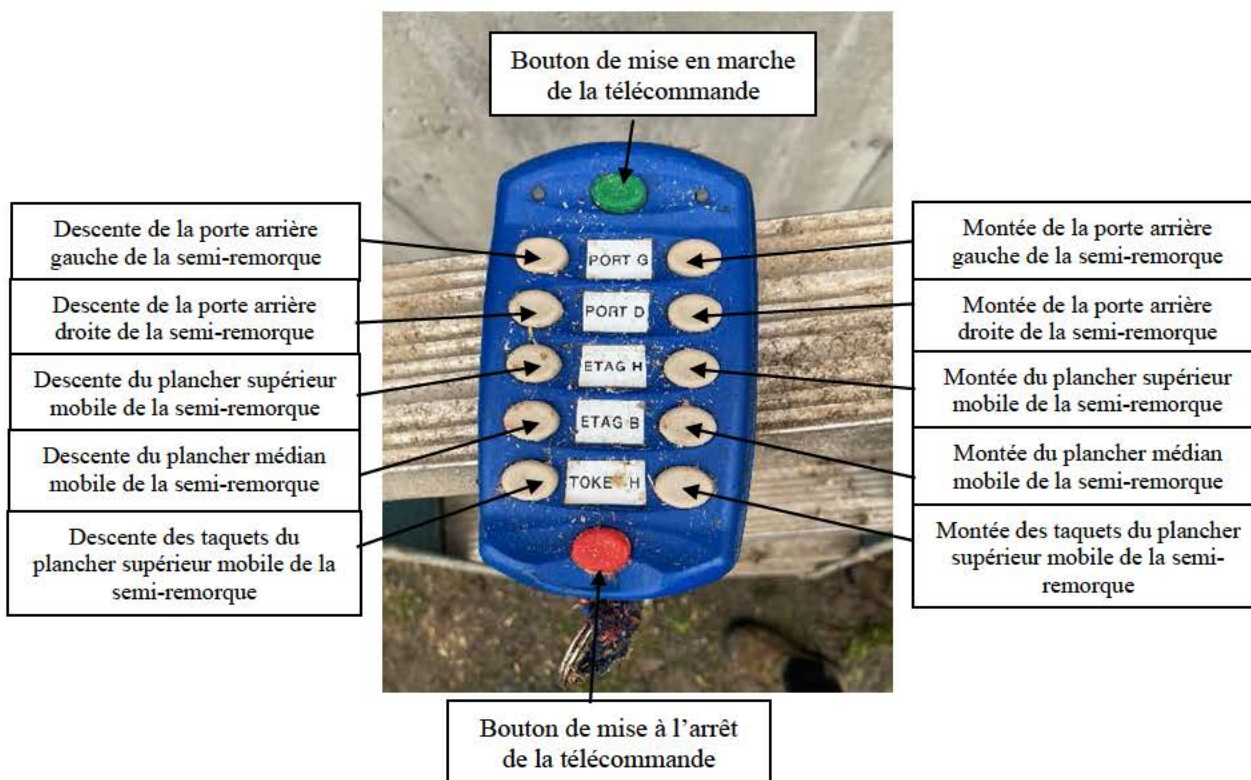


Fig. 26 : Télécommande et fonctions de ses boutons
Source : CNESST

Pour les fonctions mentionnées ci-dessus, un seul bouton de la télécommande doit être appuyé. Pour descendre ou monter les taquets du plancher médian mobile, une double action doit être faite : enfoncer simultanément le bouton vert de mise en marche et le bouton de descente ou de montée de la porte arrière gauche.

Lorsqu'un des boutons de la télécommande est activé, le levier respectif se déplace de sa position neutre à la position demandée, soit la montée ou la descente d'un plancher mobile (voir figures 18, 23 et 25).

Certains quais de déchargement des porcs sont plus restreints, ne permettant pas l'ouverture de la porte de côté afin que le camionneur puisse ouvrir les portes arrières. Pour cette raison, l'employeur en collaboration avec le fabricant a installé des télécommandes sans fil aux semi-remorques destinées au transport des porcs vers l'abattoir et des télécommandes avec fil à certaines semi-remorques utilisées pour le déplacement des porcelets. Les télécommandes sont utilisées depuis 2009. Étant donné que la télécommande avait plusieurs boutons disponibles, d'autres fonctions ont été ajoutées, notamment le déplacement des planchers et des taquets. Une télécommande a été installée et programmée par le fabricant Soudure Brault inc. au moment de l'achat de la semi-remorque n° 3996.

L'utilisation de la télécommande est laissée à la discrétion du camionneur. Ce n'est pas tous les camionneurs qui choisissent de l'utiliser. Le travailleur accidenté utilise la télécommande plutôt que les leviers de commande pour actionner les composantes hydrauliques à l'intérieur d'une semi-remorque.

4.2.3 Ronde de sécurité

Avant de prendre la route, le conducteur doit faire une ronde de sécurité sur le camion et sur la semi-remorque et remplir un rapport à cet effet. En plus des composantes réglementées par la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ), le conducteur doit vérifier d'autres éléments non réglementés par celle-ci qui ont été ajoutés à la liste par l'employeur, notamment les équipements du système hydraulique (pompe, prise de force, boyau, valve), les planchers mobiles, les câbles, les poulies, les taquets, les barrières, pour déceler une éventuelle fuite ou défektivité du système hydraulique. Les composantes à vérifier ainsi que les défektivités à déceler sur le camion et la semi-remorque sont indiquées dans un rapport de ronde de sécurité.

L'employeur a élaboré un guide d'opération pour les semi-remorques Brault. Ce document indique entre autres aux travailleurs de faire les vérifications de la ronde de sécurité spécifiques aux planchers, aux câbles, aux poulies, aux portes, aux barrures et aux taquets. Aucune consigne n'est donnée relativement au fonctionnement des leviers de commande du distributeur hydraulique.

L'employeur, en collaboration avec M. ^A a débuté une vidéo explicative de la ronde de sécurité et du mode de fonctionnement des équipements hydrauliques des semi-remorques. Cette vidéo a pour objectif d'informer les travailleurs de la procédure de vérification lors de la ronde de sécurité spécifique aux semi-remorques, notamment la vérification des planchers, des câbles, des poulies, des portes, des barrures et des taquets. La consigne de ne jamais aller en dessous d'un plancher si celui-ci n'est pas appuyé sur les taquets est également mentionnée dans la vidéo. Toutefois, cette vidéo n'est pas mise à la disposition des travailleurs, car son montage n'est pas terminé.

Lors des rondes de sécurité, tout comme lors des opérations de chargement ou de déchargement des semi-remorques, les leviers sont habituellement maniés par le camionneur de leur position supérieure ou inférieure jusqu'au point neutre sans les relâcher. Ceci ne permet pas de déceler une éventuelle défektivité du levier à action maintenue, notamment d'observer si le levier ne revient pas au point neutre une fois relâché.

Le jour de l'accident, le travailleur accidenté a effectué la ronde de sécurité du camion n° [] et de la semi-remorque n° 3996. Aucune défectuosité n'a été détectée pendant cette ronde de sécurité.

4.2.4 Méthode de travail préconisée pour le chargement de porcs dans la semi-remorque

Un guide général d'opération a été élaboré par l'employeur pour les semi-remorques Brault. Ce guide traite notamment des points suivants : caractéristiques d'une semi-remorque, ronde de sécurité, chargement d'une semi-remorque, consignes de sécurité. Le document n'est pas disponible sur la plateforme de formation en ligne, mais il est déposé sur le portail ISAAC (système informatique pour les heures de conduite et la ronde de sécurité) accessible aux camionneurs par l'entremise d'une tablette installée dans les camions. Toutefois, l'employeur n'exige pas aux travailleurs de le lire. Aucun suivi n'est fait par l'employeur pour s'assurer que les travailleurs en prennent connaissance.

Aucune procédure de travail formelle spécifique à la semi-remorque n° 3996 n'est en place. Toutefois, les travailleurs effectuent généralement le chargement de porcs dans la semi-remorque n° 3996 selon les étapes suivantes :

1. Au garage de l'établissement

Le conducteur effectue l'inspection avant départ (ronde de sécurité) du camion et de la semi-remorque. Il prépare ensuite la semi-remorque : il étend des copeaux de bois sur les planchers médian mobile et inférieur fixe et place les barrières sur les différents planchers.

2. À la ferme

Le camionneur recule la semi-remorque à la porte du quai de chargement. Il ouvre la porte arrière de la semi-remorque et étend des copeaux de bois sur le plancher supérieur mobile.

La principale tâche des chargeurs consiste à sortir les porcs des parcs de la porcherie pour les diriger vers la porte arrière de la semi-remorque. Le conducteur du camion est toujours seul dans sa semi-remorque. Pour des raisons de biosécurité, les chargeurs ne vont pas à l'intérieur de la semi-remorque et le camionneur ne va pas à l'intérieur de la porcherie. Aussi, les travailleurs doivent s'assurer que les porcs chargés ne reviennent pas dans la porcherie.

Au début du chargement, tous les planchers sont en position abaissée et les différentes barrières sont à plat sur les planchers respectifs de la semi-remorque.

- **Chargement du plancher supérieur mobile**

Le camionneur installe les barrières sur pivot, en les laissant ouvertes. Il compte le nombre requis de porc dans chaque enclos. Les barrières sont fermées et barrées au fur et à mesure du chargement du plancher. Une fois le plancher supérieur mobile rempli, il est levé au-dessus de la rangée des taquets hydrauliques du haut. Ces derniers sont déployés et le plancher est redescendu sur les taquets.

- **Chargement de la section surélevée au-dessus de l'attelage**

Le camionneur dirige des porcs vers la section surélevée au-dessus de l'attelage à l'avant de la semi-remorque, en marchant sur le plancher médian mobile qui est encore abaissé. Lorsque tous les porcs sont sur la section surélevée au-dessus de l'attelage, le camionneur ferme et verrouille la barrière de la section surélevée au-dessus de l'attelage et celle du plancher médian mobile à l'avant de la semi-remorque.

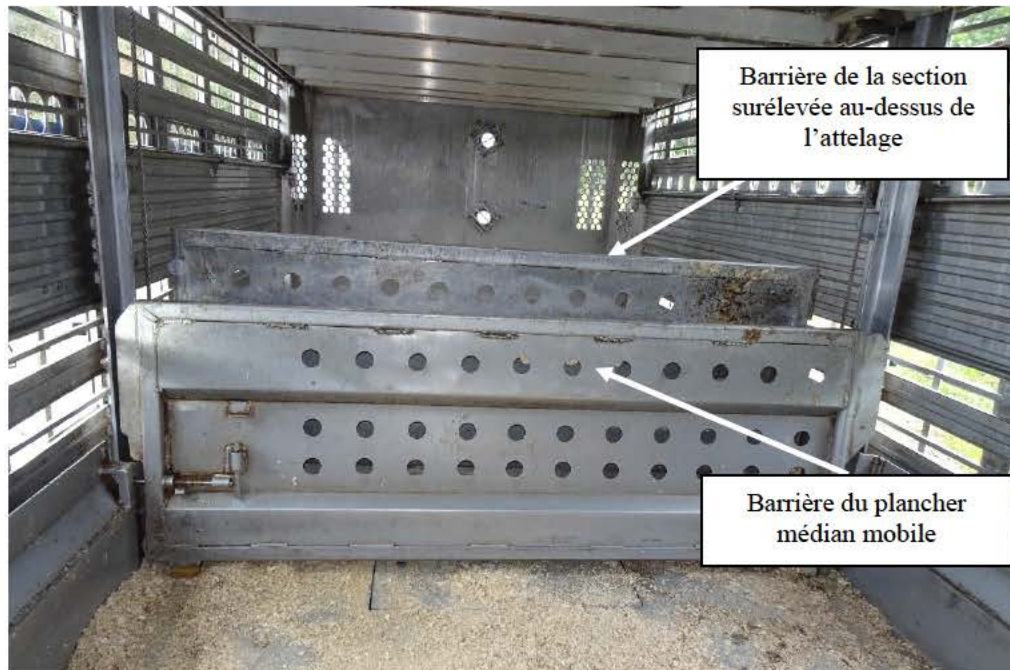


Fig. 27 : Barrières fermées

Source : CNESST

- **Chargement du plancher médian mobile**

Lorsque le plancher médian mobile contient le bon nombre de porcs et les barrières sont fermées, le camionneur lève ce dernier. Par la suite, il lève graduellement le plancher supérieur mobile, en faisant suivre le plancher médian mobile jusqu'à la hauteur maximum, ce qui lui permet d'actionner et de mettre en place les taquets hydrauliques du plancher médian mobile. Les taquets sont déployés, mais les planchers ne sont pas appuyés sur ceux-ci.

- **Chargement du plancher inférieur fixe**

Après avoir placé les porcs dans les enclos, le camionneur ferme et barre les barrières. Les deux planchers mobiles sont redescendus sur leurs taquets.

Le guide d'opération précise entre autres la directive de ne jamais se déplacer sous les planchers (vides ou chargés) sans que les taquets ne soient activés.



Fig. 28 : Barrières en cours d'installation
Source : CNESST

Plans de chargement

Les plans de chargement de la semi-remorque n° 3996 sont déterminés en fonction du poids des porcs et de la superficie disponible sur chaque plancher mobile. Selon les plans de chargement, peu importe le poids des porcs, si la superficie allouée à chaque porc est respectée, la capacité de la semi-remorque ne sera pas dépassée.

Le camionneur doit se référer aux plans de chargement, mais pas d'une façon absolue.

Le jour de l'accident, les porcs à charger pèsent environ 130 kg, ainsi le plan suivant s'applique :

- Plancher supérieur mobile : 3 enclos de respectivement 23, 23 et 20 porcs
- Section surélevée au-dessus de l'attelage: 16 porcs
- Plancher médian mobile: 3 enclos de respectivement 19, 17 et 18 porcs
- Plancher inférieur fixe : 3 enclos de respectivement 23, 22 et 23 porcs.

4.2.5 Inspection et entretien du camion et de la semi-remorque

Un programme d'entretien préventif, incluant l'inspection, l'entretien des camions tracteurs et des semi-remorques destinés au transport porcin et leur fréquence, est en place dans l'entreprise,

dont [REDACTED] du garage à Farnham est responsable de la mise en application. Le contenu du programme a été déterminé par l'employeur à l'interne en fonction des connaissances de chacun, étant donné l'absence de recommandations du fabricant.

Pour chaque camion et semi-remorque, une fiche de l'unité (fiche d'entretien) est créée dans le système de maintenance. Les renseignements suivants figurent dans la fiche d'entretien : le type, l'identification de l'équipement et la fréquence d'inspection des points spécifiques.

Pour les camions ainsi que pour les semi-remorques utilisées au transport porcin, les mécaniciens de l'entreprise effectuent deux types d'inspections d'entretien planifié : une inspection d'entretien mensuelle (inspection, graissage) et une inspection d'entretien préventif aux trois mois (selon le Programme d'entretien préventif (PEP) reconnu par la SAAQ). Pour chaque type d'inspection, il y a une liste des composantes à vérifier. Si une anomalie, l'élément en question sera réparé, changé ou ajusté.

Le système hydraulique des semi-remorques est inspecté chaque mois.

L'inspection des leviers de commande se fait en même temps que l'inspection de l'ensemble du système hydraulique. Si un camion tracteur est doté d'un filtre hydraulique, ce dernier est remplacé une fois par année.

Aucun entretien particulier n'est prévu pour la télécommande. Elle est réparée au besoin.

Aucun entretien spécifique n'est prévu pour le bloc de distribution hydraulique et ses valves. En cas de bris, le bloc de distribution est remplacé.

Les réparations majeures (ex. planchers, essieux, câbles) sont effectuées chez le fabricant de la semi-remorque.

4.2.6 Lavage des semi-remorques pour le transport de porcs à l'abattoir

Une procédure de lavage hebdomadaire des semi-remorques destinées au transport de porcs à l'abattoir est en place. Elle a été établie par la personne responsable de la biosécurité et du centre de lavage de l'entreprise avec le représentant du fournisseur des produits de nettoyage.

Cette procédure comprend notamment les étapes suivantes :

- Entrée de la semi-remorque dans la baie de lavage.
- Préparation de la semi-remorque au lavage.
- Prélavage à l'aide d'un boyau d'eau.
- Savonnage et lavage de l'intérieur de la semi-remorque : du savon détergent-dégraissant (Viadet 2000) à une concentration de 2 % est appliqué à l'intérieur de la semi-remorque. Après le savonnage, la semi-remorque est brossée et lavée à haute pression (2 000 psi).
- Savonnage et lavage à haute pression de l'extérieur de la semi-remorque et de la cabine.
- Passage d'une raclette ou utilisation d'un souffleur à feuilles pour assécher les flaques d'eau sur les planchers de la semi-remorque.
- Lavage intérieur de la cabine.

- Désinfection de l'intérieur et de l'extérieur de la semi-remorque avec le produit Virstop à une concentration de 2 %.
- La semi-remorque est mise à l'extérieur du centre de lavage (sauf en hiver, lorsque la semi-remorque sèche à l'intérieur).

La température de l'eau utilisée pour le lavage est d'environ 49 °C.

Il y a trois baies de lavage, quatre pompes pour l'eau et une pompe pour le savon et le désinfectant.

Il y a deux boyaux d'eau par baie de lavage :

- Un boyau d'un pouce de diamètre qui exerce une pression de 45 psi, soit la pression de l'aqueduc de la municipalité. Il est utilisé pour le pré-lavage et a un débit d'environ 250 litres par minute. L'eau provenant de ce boyau est froide.
- Un boyau ayant un diamètre d'un demi-pouce, exerçant une pression de 2 000 psi. Il a un débit d'environ 60 litres par minute. L'eau provenant de ce boyau est chaude.

Selon la procédure de lavage, le bloc distributeur hydraulique doit être lavé en même temps que le plancher supérieur mobile de la semi-remorque. Lors du lavage à l'intérieur de la semi-remorque, la porte du boîtier du bloc distributeur hydraulique doit être ouverte et ce dernier doit être lavé à haute pression d'eau à l'aide d'une laveuse à pression. Toutefois, une accumulation de poussière de bois a été constatée sur bloc distributeur hydraulique de la semi-remorque n° 3996, notamment au niveau des composantes électrohydrauliques et de ses boyaux.

Dans le catalogue de vente du distributeur hydraulique, le fabricant Walvoil indique :

in order to prevent the possibility of water entering the lever box and spool control kit, do not use high pressure wash down directly on the valve.

Afin d'éviter que l'eau ne pénètre dans le boîtier du levier et à l'intérieur de l'ensemble électrohydraulique, n'utilisez pas le lavage à haute pression directement sur la valve.

Traduction libre de l'anglais

En plus du lavage hebdomadaire, les semi-remorques sont également lavées avec au moins un nettoyant corrosif (Manucid) une fois par année.

4.2.7 Constatations sur le lieu de l'accident, notamment à l'intérieur de la semi-remorque

Position du travailleur

Les chargeurs constatent que le plancher médian mobile est en angle. Ce dernier est alors monté et ils découvrent le travailleur accidenté inconscient. Celui-ci est coincé entre le plancher médian mobile et le plancher inférieur fixe, la tête appuyée sur le bord de la section surélevée au-dessus de l'attelage, le visage vers le sol et les jambes orientés vers l'arrière de la semi-remorque. Un porc est coincé sur le plancher inférieur fixe vers le milieu de la semi-remorque. À la droite du travailleur accidenté, il y a un deuxième porc coincé par le plancher médian mobile, entre le plancher inférieur fixe et la section surélevée au-dessus de l'attelage. La télécommande se retrouve à la gauche du travailleur. Les taquets du plancher médian mobile ne sont pas déployés.

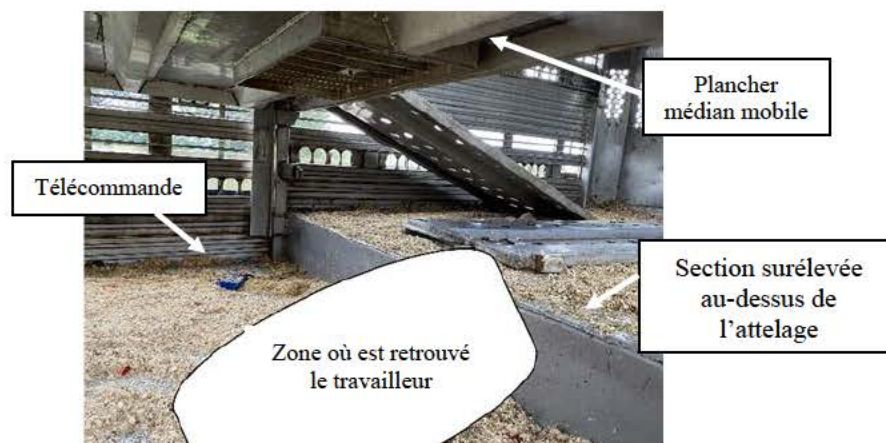


Fig. 29 : Endroit où a été retrouvé le travailleur accidenté

Source : CNESST

Systèmes de commande des équipements hydrauliques

Des essais de fonctionnement des équipements hydrauliques de la semi-remorque ont été effectués après l'accident de travail, et ce, en utilisant les leviers hydrauliques ainsi que la télécommande. Il a été constaté que lors de l'utilisation de la télécommande pour activer la descente du plancher médian mobile, le levier de la valve hydraulique spécifique au plancher médian mobile passe de sa position neutre à la position descente. Par la suite, le plancher médian mobile continue sa descente même après avoir relâché le bouton de la télécommande, car le levier hydraulique ne revient pas à sa position neutre. Malgré l'actionnement du bouton rouge de la télécommande pour éteindre cette dernière, le plancher médian mobile poursuit sa descente. Le levier reste bloqué également lorsqu'il est actionné directement sur le bloc hydraulique, sans utiliser la télécommande. La même défectuosité est constatée lors de la montée du plancher médian mobile, ainsi que dans le cas de la descente et de la montée de la porte arrière droite de la semi-remorque.

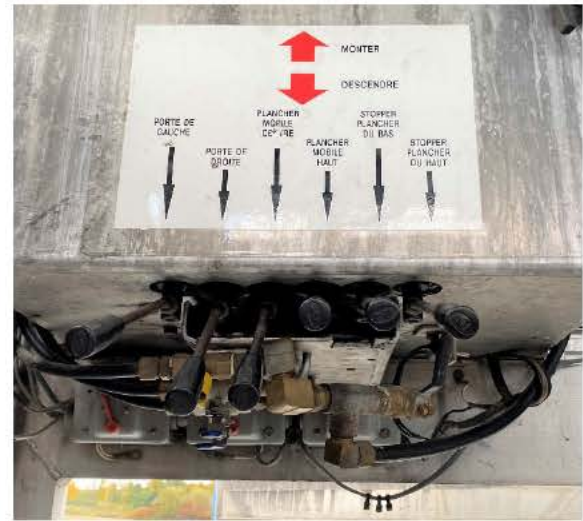
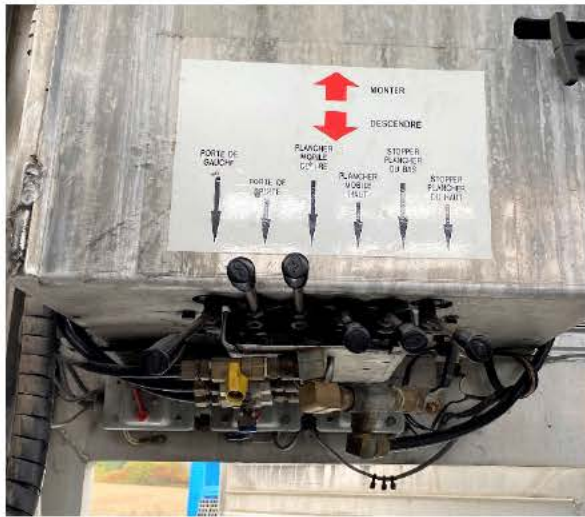


Fig. 30 et 31 : *Leviers défectueux*
Source : CNESST

Barrière brisée (pivot cassé)

La barrière dont le pivot était placé dans l'orifice prévu à cet effet à l'extrémité arrière du plancher médian mobile était ouverte au début du chargement de la section surélevée au-dessus de l'attelage. Au moment où le plancher médian mobile a continué sa montée même après que le camionneur ait relâché le bouton de la télécommande, la barrière est entrée en contact avec le cadrage de la semi-remorque et son pivot s'est cassé. La montée du plancher médian mobile a été finalement arrêtée par le camionneur à l'aide de la télécommande.



Fig. 32 et 33 : *Barrière endommagée*
Source : CNESST

4.2.8 Essais et expertises réalisés sur la semi-remorque n° 3996

Des essais visant le fonctionnement des équipements hydrauliques à l'intérieur de la semi-remorque ont été effectués. Il a alors été observé que la descente et la montée du plancher médian mobile, initiées par le levier de commande n° 3 (figure 34), continuent même lorsque le levier est relâché. Le levier de commande du plancher médian mobile ne revient pas à la position neutre après avoir été actionné et relâché. La même observation a été faite lorsque la descente et la montée de ce plancher ont été initiées par la télécommande. Le plancher médian mobile poursuit sa course vers le bas ou vers le haut même si le bouton de la télécommande est relâché. Le levier n° 2 associé à la porte hydraulique droite (figure 34) ne fonctionne pas non plus de façon adéquate (il retourne lentement à la position neutre lorsque relâché).

Des expertises (annexes D et E) ont été réalisées sur le système de commande de la semi-remorque afin de l'analyser et d'identifier la cause de la défaillance du distributeur hydraulique.

Les éléments ci-dessous sont notamment retenus des rapports d'expertise.

- Après avoir retiré le distributeur hydraulique de la semi-remorque, des vérifications ont été effectuées en atelier sur un banc d'essai pneumatique. Ces tests ont révélé les mêmes problématiques au niveau du levier de la porte hydraulique droite (levier n° 2) et celui du plancher médian mobile (levier n° 3).
- Le désassemblage partiel (sections n° 1, n° 2 et n° 3 identifiées sur les figures 34 et 35) du distributeur hydraulique a été réalisé.

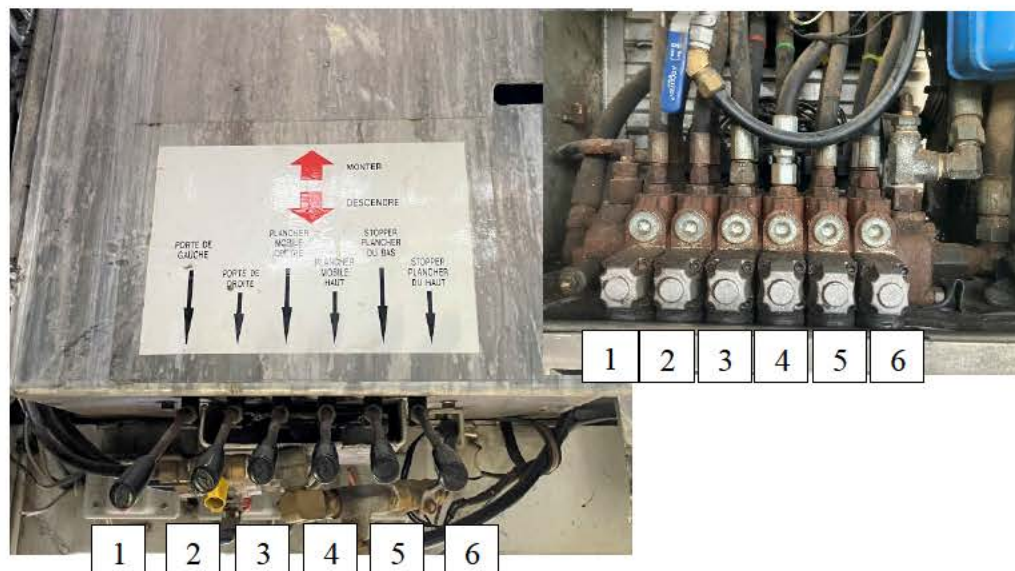


Fig. 34 et 35 : Six sections du distributeur hydraulique
Source : CNESST

- Le désassemblage a permis de faire les constatations suivantes :
 - Les six leviers et leurs pivots n'affichaient aucun signe d'anomalie.
 - La présence d'une importante accumulation de corrosion de couleur verdâtre entre les différents boîtiers rectangulaires en aluminium a été relevée.
 - Aucune anomalie n'a été observée à l'intérieur du cylindre n° 1.
 - À l'intérieur du cylindre n° 2, de légères marques d'abrasion et des traces d'usure anormale étaient visibles. À l'intérieur du cylindre n° 3, des marques d'abrasion prononcées et des traces d'usure anormale étaient visibles. Ces marques d'abrasion et les traces d'usure ne sont pas sur toute la circonférence des cylindres, mais seulement au niveau des parois latérales de leurs boîtiers en aluminium, soit au niveau de l'importante accumulation de corrosion à l'extérieur des boîtiers.
 - Une déformation (ovalisation) légère du cylindre n° 2 et une plus importante du cylindre n° 3 a été mesurée. Cela provoque une interférence mécanique des cylindres avec leurs pistons circulaires. La force de serrage appliquée sur les pistons est supérieure à la force des ressorts de rappel, bloquant ainsi les pistons, les tiroirs et les leviers qui sont solidaires. Ce phénomène est plus accentué au cylindre n° 3 (associé au plancher médian mobile) qu'au cylindre n° 2 de la porte hydraulique arrière droite.
 - Des particules d'aluminium étaient présentes dans l'huile hydraulique résiduelle à l'intérieur des cylindres n° 2 et n° 3 en raison de l'abrasion des parois des cylindres provoquée par les mouvements des pistons.
 - Les trois tiroirs désassemblés et leurs ressorts de rappel étaient en bonne condition. Sans les leviers et sans les ensembles électrohydrauliques, les tiroirs fonctionnent adéquatement et se déplacent sans difficulté à l'intérieur du distributeur hydraulique.

Il est mentionné dans le rapport de CEP Forensique inc. (annexe D) :

Il existe un lien entre la déformation des cylindres et la corrosion accumulée sur les parois latérales des différents boîtiers et donc, la pression exercée sur ces parois par l'accumulation de corrosion ne pouvant pas s'échapper. Rappelons que nous avons dû couper les accumulations de corrosion avec une lame de scie afin de séparer les différents boîtiers. Notons par ailleurs que :

- *Le boîtier le plus affecté (n° 3) était situé au milieu des autres boîtiers, et donc celui assujéti à la plus grande pression externe liée à l'accumulation de corrosion entre les boîtiers des deux côtés. Autrement dit, le boîtier n° 3 est « pris en étau » entre ses voisins.*
- *De façon similaire, le boîtier avec des déformations légèrement moins importantes (n° 2) était situé près de l'extrémité et donc assujéti à une pression externe moins importante.*

- *Finally, the non-affected housing (n° 1) was located at the end of the distributor and therefore subjected to a low external pressure.*

We can nevertheless indicate that the following factors have possibly contributed to the corrosion phenomenon :

- *Exposure of the trailer to rain and snow and therefore exposure of the distributor to humidity;*
- *Exposure of the distributor to calcium and salts of deicing;*
- *Method of washing/cleaning of the trailer;*
- *Acidity or alkalinity of cleaning products used;*
- *Vapors produced by pig slurry (NH₃ and H₂S, among others);*
- *Galvanic corrosion linked to the assembly of housings in aluminium on a distributor in steel.*

À la suite de l'analyse et de l'investigation réalisées par CEP Forensique inc. :

the conclusions in relation to the cause of the hydraulic distributor failure are :

- *The jamming of levers n°s 2 and 3 (controlling respectively the right guillotine and the mobile median floor of the center) is attributable to a mechanical interference between the pistons and the cylinders of their electrohydraulic actuators;*
- *These mechanical interferences are attributable to a deformation (ovalization) of the cylinders resulting from a deformation of the thin lateral walls of the housings of the electrohydraulic actuators;*
- *The important accumulation of corrosion between the housings of the electrohydraulic actuators, at the level of their thin lateral walls, constitutes for us the main factor having contributed to the deformation of the housings and therefore to the failure of the hydraulic distributor.*

Selon le rapport d'expertise du Réseau d'Expertise en Prévention-Inspection (REPI) de la CNESST en annexe E, le système de commande des planchers mobiles présente plusieurs lacunes :

- *The mobile floor control system includes a remote control that allows the operator to command the movement of the floors from below the floors inside the trailer. As a result, it can be found inside the dangerous zone caused by the movement of the mobile floors without this responding to any imperative of operation, adjustment or maintenance. In effect, none of the tasks of the operator requires that he/she position himself/herself below the floors*

lorsqu'ils sont en mouvement. L'utilisation d'une télécommande ne se justifie pas dans ces circonstances.

- *Les boutons de la télécommande ne sont pas affleurants ou protégés, par exemple par des collerettes, de façon à éviter la mise en mouvement involontaire ou accidentelle des planchers mobiles. Par ailleurs, l'identification des boutons de commande peut prêter à confusion, car le sens du déplacement n'y est pas indiqué.*
- *Le déplacement des planchers mobiles peut être commandé indistinctement par les leviers situés à l'arrière de la semi-remorque ou par la télécommande. Or, lorsqu'une machine peut être utilisée selon plusieurs modes de commande ou de fonctionnement, elle doit être munie d'un sélecteur de mode verrouillable qui ne permet qu'un seul mode de commande ou de fonctionnement à la fois.*
- *La défaillance du distributeur hydraulique a provoqué un accroissement du risque puisque le mouvement du plancher mobile se poursuit même lorsque les commandes sont relâchées. Les conséquences d'une telle défaillance n'ont pas été anticipées lors de la conception. À cet égard, la fiabilité du système commandant le mouvement des planchers mobiles est discutable et ne respecte pas les règles de l'art, notamment les normes applicables telle que la norme ISO 13849 - Sécurité des machines : parties des systèmes de commande relatives à la sécurité.*
- *Le circuit hydraulique ne comporte pas de système de filtrage pour maintenir le niveau de propreté requis pour le fluide hydraulique (l'huile). La contamination de l'huile par des particules solides peut avoir pour effet de rayer l'intérieur des cylindres où se déplacent les tiroirs, ce qui peut occasionner de la friction et l'usure des distributeurs.*
- *Les taquets ne se déploient pas automatiquement une fois les planchers mobiles positionnés pour le transport. Normalement, l'opérateur doit d'abord amener le plancher mobile à sa position de transport pour ensuite déployer les taquets pour le sécuriser.*
- *Suivant le logigramme de la figure précédente, il apparaît clairement que la modification de la remorque pour y incorporer des planchers mobiles actionnés au moyen d'un système hydraulique fait partie de l'exercice de l'ingénierie.*

4.2.9 Lois, règlement et normes applicables

Loi sur la santé et la sécurité du travail (RLRQ, chapitre S-2.1) (LSST) précise entre autres les obligations de l'employeur et du travailleur.

À l'article 51, la LSST stipule entre autres que :

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

[...]

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

[...]

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

[...]

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

[...]

9° informer adéquatement le travailleur sur les risques reliés à son travail et lui assurer la formation, l'entraînement et la supervision appropriés afin de faire en sorte que le travailleur ait l'habileté et les connaissances requises pour accomplir de façon sécuritaire le travail qui lui est confié;

[...].

L'article 49 de la LSST décrit les obligations du travailleur. Il stipule entre autres que :

Le travailleur doit :

[...]

2° prendre les mesures nécessaires pour protéger sa santé, sa sécurité ou son intégrité physique;

3° veiller à ne pas mettre en danger la santé, la sécurité ou l'intégrité physique des autres personnes qui se trouvent sur les lieux de travail ou à proximité des lieux de travail;

[...].

Le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RLRQ, chapitre S-2.1, r.13) (RSST) et certaines normes décrivent les mesures à appliquer relativement aux dispositifs de commande d'une machine.

187. Dispositifs de commande: Les dispositifs de commande doivent être conçus, installés et entretenus de façon à éviter la mise en marche ou l'arrêt accidentel de la machine.

188. Mode de commande spécifique: Lorsque des travaux sur une machine, notamment pour son réglage, sa maintenance ou son

inspection, nécessitent de déplacer ou de retirer un protecteur ou de neutraliser un dispositif de protection et que la machine ou une partie de celle-ci doit pouvoir être mise en marche à cette fin, la sécurité des travailleurs doit être assurée en utilisant un mode de commande spécifique qui:

- 1° rend inopérant tout autre mode de commande;*
- 2° n'autorise le fonctionnement des éléments présentant un risque pour la santé et la sécurité des travailleurs que par l'actionnement continu d'un dispositif de validation, d'un dispositif de commande bimanuelle ou d'un dispositif de commande nécessitant un actionnement maintenu;*
- 3° n'autorise le fonctionnement des éléments présentant un risque pour la santé et la sécurité des travailleurs que dans des conditions de risque réduit, notamment à vitesse, puissance ou effort réduit ou au fonctionnement pas à pas, tel qu'au moyen d'un dispositif de commande de marche par à-coups;*
- 4° empêche qu'une action volontaire ou involontaire sur les capteurs de la machine déclenche une fonction présentant un risque pour la santé et la sécurité des travailleurs.*

189. Sélection des modes de commande et de fonctionnement:

Lorsqu'une machine peut être utilisée selon plusieurs modes de commande ou de fonctionnement, notamment pour permettre le réglage, la maintenance ou l'inspection, elle doit être munie d'un sélecteur de mode verrouillable dans chaque position ou d'un autre moyen de sélection limitant l'utilisation de certains modes de commande ou de fonctionnement de la machine à certaines catégories d'opérateurs.

Lorsque la machine est munie d'un sélecteur de mode, chaque position de celui-ci doit être clairement identifiable et ne doit permettre qu'un seul mode de commande ou de fonctionnement à la fois.

190. Partie du système de commande relative à la sécurité: *La partie d'un système de commande relative à la sécurité doit être conçue, fabriquée et installée selon les règles de l'art telles que les normes Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 1: Principes généraux de conception, ISO 13849 et Sécurité des machines: Sécurité fonctionnelle des systèmes de commande électriques, électroniques et électroniques programmables relatifs à la sécurité, CEI 62061.*

Elle doit, entre autres, pouvoir résister aux contraintes auxquelles elle peut être soumise de manière à éviter toute situation pouvant engendrer un risque pour la sécurité des travailleurs notamment lors

d'une défaillance du matériel ou du logiciel du système de commande, d'une erreur affectant la logique de ce système ou d'une erreur humaine raisonnablement prévisible au cours du fonctionnement. »

Dans la **norme ISO 13849-1:2015 Sécurité des machines : parties des systèmes de commande relatives à la sécurité. Partie 1, principes généraux de conception**, on retrouve entre autres les informations suivantes :

3.1.1

partie d'un système de commande relative à la sécurité

SRP/CS

partie d'un système de commande qui répond à des signaux d'entrée et génère des signaux de sortie relatifs à la sécurité

3.1.15

appréciation du risque

processus global d'analyse et d'évaluation du risque

4.2 Stratégie de réduction du risque

4.2.1 Généralités

La stratégie de réduction du risque au niveau de la machine est donnée dans l'ISO12100:2010, Article 6.1, et d'autres conseils sont donnés dans l'ISO 12100:2010, 6.2 (mesures de prévention intrinsèques) et 6.3 (protection et mesures de prévention complémentaires). Cette stratégie couvre l'ensemble du cycle de vie de la machine.

L'analyse du risque et le processus de réduction du risque pour une machine imposent que les phénomènes dangereux soient éliminés ou réduits selon la hiérarchie de mesures:

- élimination du phénomène dangereux et réduction du risque par conception (voir l'ISO 12100:2010, 6.2);*
- réduction du risque par protection et possibles mesures de prévention complémentaires (voir l'ISO 12100:2010, 6.3);*
- réduction du risque par la fourniture d'informations d'utilisation à propos du risque résiduel (voir l'ISO 12100:2010, 6.4).*

4.2.2 Contribution à la réduction du risque par le système de commande

[...]

À partir de l'appréciation du risque (voir l'ISO 12100) de la machine, le concepteur doit décider quelle contribution à la réduction du risque doit fournir chaque SRP/CS concernée.

4.3 Détermination du niveau de performance requis (PLr)

Pour chaque fonction de sécurité choisie devant être effectuée par un SRP/CS, un niveau de performance requis (PLr) doit être déterminé et documenté (voir l'Annexe A pour les lignes directrices pour déterminer PLr). La détermination du niveau de performance requis est le résultat de l'appréciation du risque compte tenu de la proportion de la réduction du risque qui est réalisée par les parties du système de commande relatives à la sécurité (voir Figure 2).

Annexe F

4 Appréciation/analyse

Pour chaque partie des systèmes de commande relatives à la sécurité, une analyse des modes de défaillance et de leurs effets a été réalisée.

Dans la norme CSA Z432-16 Protection des machines, on retrouve d'autres éléments sur les dispositifs de commande (organes de services comme les boutons) de façon générale :

6.2.11.8 Principes relatifs à la commande manuelle

Ces principes sont les suivants.

[...]

c) Les organes de service doivent être placés hors d'atteinte de personnes se tenant dans des zones dangereuses (voir la CEI 61310-3), à l'exception de ceux, tels que les commandes d'arrêt d'urgence ou les pendants d'apprentissage, dont la présence est nécessaire dans la zone dangereuse.

[...]

e) S'il est possible de commander la mise en marche du même élément dangereux au moyen de plusieurs commandes, le circuit de commande doit être conçu de sorte qu'une seule commande soit efficace à un moment donné. Cela s'applique en particulier aux machines qui peuvent être commandées manuellement au moyen, entre autres, d'un dispositif portatif (pendant d'apprentissage, par exemple), avec lequel il se peut que l'opérateur accède à des zones dangereuses.

f) Les organes de services doivent être conçus ou protégés pour que leur effet, si un risque peut en résulter, ne puisse se produire sans qu'ils soient actionnés intentionnellement (voir l'ISO 9355-1, l'ISO 9355-3 et l'ISO 447).

g) Pour les fonctions des machines dont la sécurité dépend d'une maîtrise permanente directe par l'opérateur, il faut appliquer des mesures permettant d'assurer la présence de l'opérateur au poste de

commande (par exemple par la conception et l'emplacement des organes de services).

h) Les mouvements des machines télécommandées par liaison non filaire doivent s'arrêter automatiquement lorsque la machine cesse de recevoir des signaux de commande corrects ou que la liaison est interrompue (voir la CEI 60204-1).

7.21.2 Dispositif de commande nécessitant une action maintenue

Un dispositif de commande nécessitant une action maintenue ne doit permettre le mouvement des machines que si le dispositif de commande est actionné. Le dispositif de commande doit revenir automatiquement à la position correspondant à l'arrêt lorsqu'il est relâché.

[...]

Un dispositif de commande nécessitant une action maintenue ne doit être utilisé pour télécommander une machine que s'il n'est pas pratique d'installer des protecteurs efficaces et lorsqu'il n'y a pas de risque de blessure attribuable à la surcourse de pièces dangereuses une fois le dispositif de commande relâché. Si le dispositif de commande nécessitant une action maintenue est un bouton, ce bouton doit être placé de sorte que le phénomène dangereux ne puisse être atteint par l'opérateur.

Selon la norme NF EN ISO 4413-2011 : Transmissions hydrauliques - Règles générales et exigences de sécurité relatives aux systèmes et leurs composants :

5.1.1 Lors de la conception de systèmes hydrauliques destinés à des machines, toutes les opérations et utilisations prévues des systèmes doivent être prises en considération. Une appréciation du risque, par exemple conforme à l'ISO 14121-1, doit être effectuée afin de déterminer les risques prévisibles associés aux systèmes lorsqu'ils sont utilisés comme prévu. Les mauvais usages raisonnablement prévisibles ne doivent pas engendrer de phénomènes dangereux. Les risques identifiés doivent être éliminés par la conception et, si cela s'avère impossible, des moyens de protection (de préférence) ou des avertissements (en second lieu) contre ces risques doivent être incorporés, conformément à la hiérarchie établie dans l'ISO 12100.

5.1.2 Les systèmes de commande doivent être conçus conformément à l'appréciation du risque. Cette exigence est satisfaite lorsque l'ISO 13849-1 est utilisée.

5.4.7 Systèmes de commande

5.4.7.1 Mouvements incontrôlés

Les systèmes de commande doivent être conçus pour empêcher tout mouvement incontrôlé dangereux et toute séquence incorrecte des actionneurs. Cela s'applique à toutes les phases du fonctionnement.

Extraits de la Loi sur les ingénieurs :

1.1. L'exercice de l'ingénierie consiste, quelle que soit la phase du cycle de vie d'un ouvrage, à exercer une activité à caractère scientifique d'analyse, de conception, de réalisation, de modification, d'exploitation ou de conseil appliquée aux structures et aux matériaux ainsi qu'aux procédés et aux systèmes qui extraient, utilisent, échangent, transforment, transportent ou emmagasinent de l'énergie, de l'information ou de la matière dans le but d'offrir un milieu fiable, sécuritaire et durable.

[...]

2. Dans le cadre de l'exercice de l'ingénierie, sont réservées à l'ingénieur, lorsqu'elles se rapportent à un ouvrage visé à l'article 3, les activités professionnelles suivantes:

1° déterminer les concepts, les paramètres, les équations ou les modèles qui, à partir de modèles issus de principes d'ingénierie, permettent d'anticiper le comportement des structures, des matériaux, des procédés ou des systèmes;

[...]

5° préparer, modifier, signer et sceller un plan, un devis, un rapport, un calcul, une étude, un dessin, un manuel d'opération ou d'entretien, un plan de déclassement ou un cahier des charges;

3. Les activités réservées à l'ingénieur en vertu du premier alinéa de l'article 2 se rapportent aux ouvrages suivants:

[...]

3° un système de génération, d'accumulation, de transmission, d'utilisation ou de distribution d'énergie sous forme électrique, mécanique ou thermique, tel un équipement industriel ou un système de pompage servant au traitement des eaux, à l'exclusion d'un système dont le dysfonctionnement ne présente pas de risque pour la sécurité des personnes et d'un système destiné à l'usage d'une seule unité d'habitation. »

4.3 Énoncés et analyse des causes

4.3.1 Le camionneur est coincé entre la section surélevée au-dessus de l'attelage et le plancher médian mobile de la semi-remorque lors de la descente inopinée de ce dernier.

Alors que le camionneur se trouve sur le plancher médian mobile pour le chargement des porcs, il actionne sa montée à l'aide de la télécommande sans fil afin de compenser la dénivellation entre le plancher médian mobile et la section surélevée au-dessus de l'attelage. À ce moment, il constate une défaillance en lien avec le déplacement du plancher médian mobile, car, lorsqu'il relâche le bouton de la télécommande, celui-ci continue de monter.

Le camionneur se déplace à l'arrière de la semi-remorque et réussit à arrêter la montée du plancher en utilisant la télécommande. Il avise les chargeurs d'une problématique.

L'absence des barrières au moment où cette problématique survient a permis aux animaux de se retrouver sous le plancher médian mobile. L'enquête n'a pas permis d'établir avec exactitude les tâches effectuées par le camionneur dans cette section de la semi-remorque, car il ne se souvient pas avec certitude des moments précédents l'accident. Toutefois, le camionneur mentionne l'hypothèse d'être allé sous le plancher médian mobile pour sortir les porcs et continuer le chargement.

Alors que le camionneur se trouve sous le plancher médian mobile, les circonstances exactes entourant l'actionnement de sa descente par la télécommande n'ont pas pu être établies. La télécommande a été retrouvée au sol à gauche du travailleur accidenté et ce dernier nous informe utiliser la télécommande pour tous les déplacements des composantes hydrauliques de la semi-remorque.

Ainsi, deux scénarios expliqueraient la descente du plancher médian mobile :

- L'actionnement accidentel de la télécommande, par le camionneur ou par un porc;
- La mise en marche de l'équipement par une action volontaire du travailleur.

Lorsqu'un des boutons de la télécommande est activé, le levier respectif se déplace de sa position neutre à la position demandée, soit la montée ou la descente d'un plancher mobile. Cependant, les essais et les expertises menées sur le bloc hydraulique ont permis d'identifier des défaillances au système de commande du plancher médian mobile, notamment son levier de commande ne revient pas à la position neutre après avoir été actionné et relâché. Il est donc aussi possible que le camionneur ait tenté d'arrêter la descente du plancher médian mobile sans y parvenir en raison des défaillances de son système de commande.

Il est raisonnable de penser que le camionneur n'ait pas entendu le son créé par la descente du plancher médian mobile considérant le bruit ambiant, notamment, les grognements des porcs, le bruit du moteur et de la pompe hydraulique.

Il y a une zone dangereuse de cisaillement, d'écrasement et de coincement formée par le plancher médian mobile en mouvement et la section surélevée au-dessus de l'attelage. Ainsi, la descente du plancher médian mobile alors que les taquets ne sont pas déployés a provoqué le coincement et l'écrasement du camionneur, lui infligeant de blessures.

Cette cause est retenue.

4.3.2 Le système de commande des planchers mobiles de la semi-remorque est déficient et dangereux.

La semi-remorque a été fabriquée en 2010 par Soudure Brault inc. sans l'implication d'un ingénieur et vendue directement à R. Robitaille & Fils inc. Les planchers mobiles de la semi-remorque sont commandés par un distributeur hydraulique. Ce dernier peut être actionné soit manuellement par des leviers ou par l'utilisation d'une télécommande sans fil.

Les dispositifs de commande devraient être placés à l'extérieur des zones dangereuses. Une télécommande a été installée et programmée par le fabricant à la demande de l'entreprise lors de l'achat. Celle-ci peut être utilisée à partir de n'importe quel endroit à l'intérieur ou à l'extérieur de la semi-remorque. Cela permet au camionneur de se retrouver à proximité ou à l'intérieur d'une zone dangereuse pendant le déplacement des planchers mobiles. L'utilisation d'une télécommande peut être autorisée lorsque certaines tâches le requièrent, mais dans des conditions de sécurité accrue pour le travailleur.

Les boutons de la télécommande fonctionnent à action maintenue. Cependant, ils ne sont pas affleurants ou protégés, par exemple par des collerettes, de façon à éviter la mise en mouvement involontaire ou accidentelle des planchers mobiles. De plus, le sens de déplacement des planchers mobiles n'est pas indiqué sur les boutons de la télécommande, ce qui peut prêter à confusion. La télécommande est aimantée et le camionneur peut la placer où il veut pendant le chargement. Elle est également munie d'un cordon permettant qu'elle soit portée autour du cou.

La télécommande et les leviers peuvent être utilisés simultanément pour le déplacement des équipements hydrauliques. Le système de commande de la semi-remorque n'est pas muni d'un sélecteur de mode verrouillable permettant d'utiliser qu'un seul mode de commande ou de fonctionnement à la fois. De plus, les leviers ne sont pas positionnés en dehors des zones dangereuses. Ainsi, lors de l'actionnement des leviers, le camionneur est exposé à un contact avec des pièces mobiles.

L'employeur laisse à la discrétion des camionneurs l'utilisation de la télécommande ou des leviers. Le travailleur accidenté utilise toujours la télécommande.

Dans la présente situation, le travailleur accidenté doit effectuer plusieurs tâches à l'intérieur de la semi-remorque :

- Préparer la semi-remorque;
- Effectuer la ronde de sécurité;
- Charger et décharger les porcs;
- Installer et retirer les barrières;
- Etc.

Cependant, aucune de ses tâches ne requiert qu'un travailleur ait en sa possession la télécommande alors qu'il se retrouve à l'intérieur d'une zone dangereuse, notamment sous les planchers mobiles lorsque ceux-ci sont en mouvement.

Que ce soit actionné par la télécommande ou manuellement, le levier du plancher médian mobile ne revient pas la plupart du temps à sa position neutre (position arrêt) automatiquement une fois

relâché. L'accumulation de corrosion entre les boîtiers des ensembles électrohydraulique du distributeur de commande a provoqué leur déformation. Cette déformation a eu comme répercussion une interférence mécanique entre le piston et le cylindre du plancher médian mobile, entraînant ainsi le blocage du piston, du tiroir et du levier. Cette défaillance du distributeur hydraulique a provoqué un accroissement du risque pour le travailleur accidenté.

Selon la norme *Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 1: Principes généraux de conception, ISO 13849*, l'appréciation du risque (l'analyse et l'évaluation du risque) et le processus de réduction du risque pour une machine imposent que les phénomènes dangereux soient éliminés ou réduits selon la hiérarchie de mesures, notamment d'éliminer le phénomène dangereux et réduire le risque par conception ou réduire le risque par protection et possibles mesures de prévention complémentaires.

Lors de l'appréciation du risque de la machine, le concepteur doit décider quelle contribution à la réduction du risque doit fournir la partie du système de commande relative à la sécurité.

Pour chaque fonction de sécurité choisie devant être effectuée par le système de commande, un niveau de performance requis (« *PLr : required performance level* ») doit être déterminé et documenté. La détermination du niveau de performance requis est le résultat de l'appréciation du risque compte tenu de la proportion de la réduction du risque qui est réalisée par les parties du système de commande relatives à la sécurité. Lors de l'appréciation du risque, pour chaque partie de système de commande relative à la sécurité, une analyse des modes de défaillance et de leurs effets doit être réalisée.

Or, aucune appréciation du risque n'a été réalisée à la conception par le fabricant ni avant l'utilisation de la semi-remorque par l'employeur.

Les conséquences d'une défaillance du système de commande de la semi-remorque n'ont pas été évaluées et considérées afin que les travailleurs ne soient pas exposés à un danger. La fiabilité du système de commandes a été compromise par la défaillance du distributeur hydraulique ayant provoqué la descente inopinée du plancher médian mobile.

À la lumière de ce qui précède, le système de commande des planchers mobiles de la semi-remorque ne respecte pas les règles de l'art et la réglementation applicable. Ceci a eu pour effet d'exposer le travailleur au danger d'écrasement occasionné par le déplacement des planchers mobiles.

Cette cause est retenue.

SECTION 5

5 CONCLUSION

5.1 Causes de l'accident

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

- Le camionneur est coincé entre la section surélevée au-dessus de l'attelage et le plancher médian mobile de la semi-remorque lors de la descente inopinée de ce dernier.
- Le système de commande des planchers mobiles de la semi-remorque est déficient et dangereux.

5.2 Autres documents émis lors de l'enquête

À la suite de l'accident de travail, la CNESST a interdit l'utilisation de toutes les télécommandes servant à déplacer les différentes composantes mobiles, notamment les planchers mobiles, les portes et les taquets, pour l'ensemble des semi-remorques destinées au transport d'animaux de l'entreprise (RAP1439216 daté du 11 septembre 2023).

Le 18 septembre 2023, la CNESST a également interdit l'utilisation de la semi-remorque n° 3996 impliquée dans l'accident de travail (RAP1440127).

Dans les rapports RAP1442802 et RAP1447608 émis respectivement les 11 octobre et 16 novembre 2023, la CNESST a exigé à l'employeur qu'une analyse de risques soit effectuée pour les semi-remorques utilisées pour le transport des porcs et que des correctifs soient mis en place afin d'assurer l'utilisation sécuritaire de ces semi-remorques.

Des mesures de réduction du risque ont été mises en place sur la semi-remorque n° 3996. Ainsi, le 21 décembre 2023, la CNESST a autorisé son utilisation. Cette autorisation est consignée au rapport d'intervention RAP1452338.

Ce rapport fait également mention des exigences suivantes pour la semi-remorque n° 3996 :

- L'employeur doit mettre en place des mesures temporaires durant la période requise pour finaliser les correctifs permanents prévus dans l'analyse de risques de la semi-remorque. L'employeur a opté pour la réduction de la vitesse de déplacement des planchers mobiles et des portes guillotines.
- L'employeur doit mettre en place une procédure de travail sécuritaire spécifique à l'utilisation de la semi-remorque.
- L'employeur doit former les travailleurs concernés sur la procédure de travail élaborée.
- L'employeur doit mettre en place des moyens de contrôle pour s'assurer de l'application de la procédure de travail.

L'employeur s'est conformé à ces demandes.

Des correctifs visant la conformité de l'ensemble des semi-remorques destinées au transport des porcs ont été également exigés à la suite d'une analyse de risques effectuée par des ingénieurs.

Un plan d'action relatif à la sécurisation des semi-remorques destinées au transport porcin a été élaboré par l'employeur et est en cours de réalisation.

5.3 Recommandations (ou Suivis de l'enquête)

Afin d'éviter qu'un tel accident ne se reproduise, la CNESST transmettra les conclusions de son enquête aux organismes suivants afin qu'ils sensibilisent leurs membres quant aux risques liés à l'utilisation de remorques dotées de planchers mobiles pour le transport des animaux vivants :

- Les Associations Sectorielles Paritaires (ASP);
- Les gestionnaires de mutuelle de prévention;
- L'Association du Camionnage du Québec (ACQ);
- L'Association des Routiers Professionnels du Québec (ARPQ);
- L'Union des producteurs agricoles (UPA);
- Les Éleveurs de porcs du Québec;
- Les fabricants de remorques pour animaux.

ANNEXE A**Accidenté**

Nom, prénom : A

Sexe : masculin

Âge :

Fonction habituelle :

Fonction lors de l'accident : camionneur

Expérience dans cette fonction :

Ancienneté chez l'employeur :

Syndicat : aucun

ANNEXE B**Liste des personnes interrogées**

Monsieur B [redacted] Ferme Blanchard inc.

Monsieur A [redacted] R. Robitaille & Fils inc.

Monsieur C [redacted] CEP Forensique

Madame D [redacted] Soudure Brault inc.

Monsieur E [redacted] Soudure Brault inc.

Monsieur F [redacted] R. Robitaille & Fils inc.

Madame G [redacted] R. Robitaille & Fils inc.

Monsieur H [redacted] R. Robitaille & Fils inc.

Monsieur I [redacted] CEP Forensique

Monsieur J [redacted] Lotho Transport inc. (camionneur sous-traitant pour R. Robitaille & Fils inc.)

Monsieur K [redacted] CEP Forensique

Monsieur L [redacted] R. Robitaille & Fils inc.

Monsieur M [redacted] R. Robitaille & Fils inc.

Monsieur N [redacted] R. Robitaille & Fils inc.

Monsieur O [redacted] Canimex

Monsieur P [redacted] R. Robitaille & Fils inc.

Monsieur Q [redacted] R. Robitaille & Fils inc.

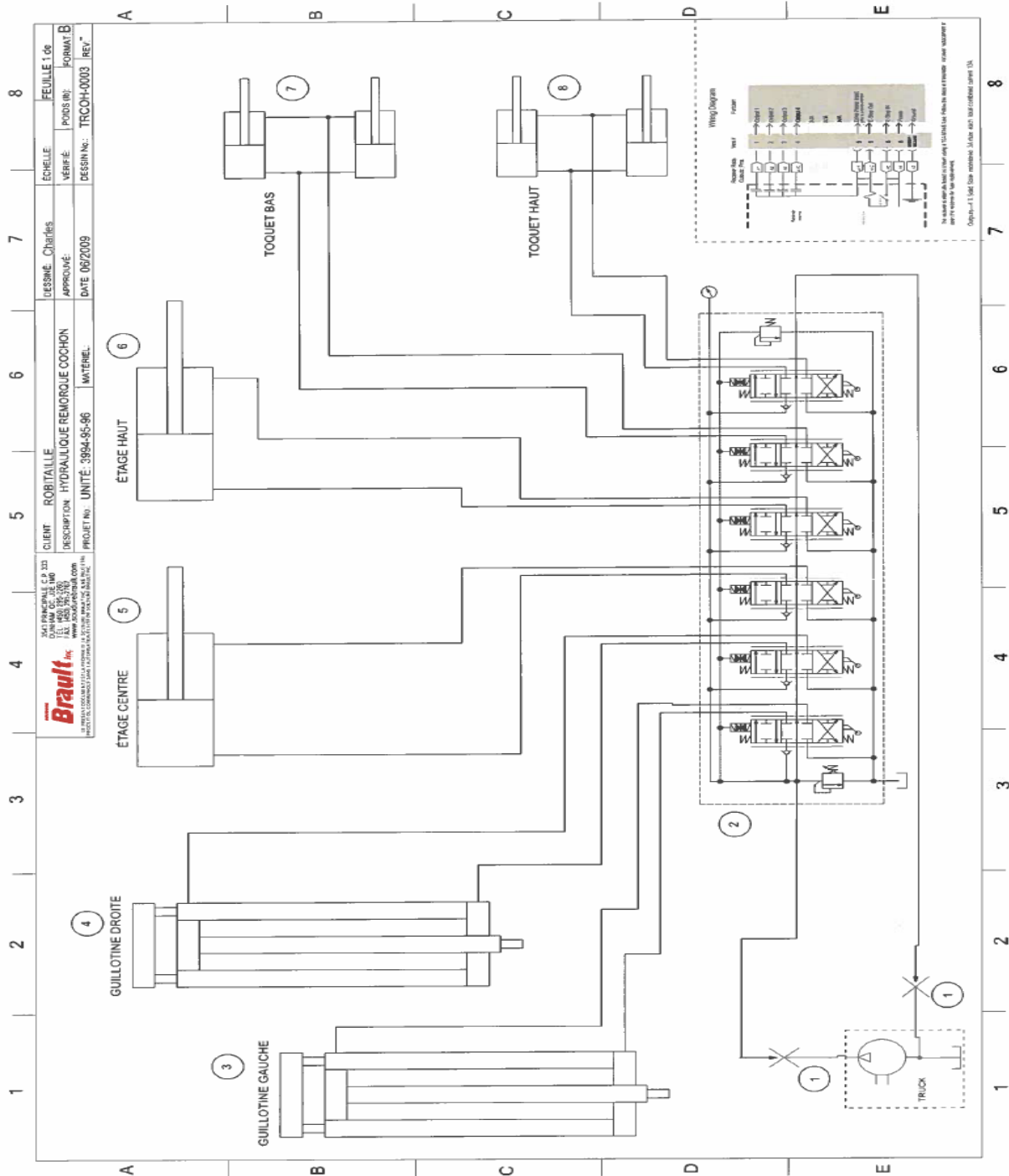
Monsieur R [redacted] R. Robitaille & Fils inc.

Madame S [redacted] R. Robitaille & Fils inc.

Monsieur T [redacted] R. Robitaille & Fils inc.

Des policiers de la Sureté du Québec

**ANNEXE C
Plan hydraulique de la semi-remorque**



Source : Soudure Brault inc.

ANNEXE D

Rapport d'investigation réalisé par CEP Forensique



**RAPPORT
D'INVESTIGATION**



Mécanique

CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique



CNESST – Direction générale de la prévention – inspection et du partenariat
Date de l'accident : 10 septembre 2023
Date du rapport : 13 mai 2024
Votre dossier : s.o.
Notre dossier : 2023-12-0171

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171

PORTÉE ET LIMITES DU MANDAT

Notre analyse et nos conclusions exprimées dans ce rapport reposent sur les faits observés ainsi que l'ensemble des données transmises à ce jour. Nous nous réservons le droit de réviser notre opinion si de nouvelles informations devenaient disponibles.

Nous confirmons que le présent rapport a été préparé dans l'unique but d'éclairer la CNESST ou toute autre partie ayant un intérêt dans ce dossier.

Investigateur :

K



Réviseur :

U



■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171

TABLE DES MATIÈRES

1.	MANDAT	1
2.	DESCRIPTION DE L'ACCIDENT	1
3.	OBSERVATIONS	2
3.1	Examen de la remorque et essais du distributeur hydraulique	2
3.2	Essais et désassemblage partiel du distributeur hydraulique	3
3.3	Désassemblage exhaustif du distributeur hydraulique	4
3.3.1	Leviers et pivots	4
3.3.2	Actionneurs électrohydrauliques	4
3.3.3	Tiroirs	5
3.3.4	Ressorts de rappel	5
4.	ANALYSE TECHNIQUE	6
4.1	Fonctionnement normal du distributeur hydraulique	6
4.2	Cause des résistances et blocages constatés	6
4.3	Déformation des boîtiers et corrosion	7
4.4	Origine et cause de l'importante accumulation de corrosion	7
	CONCLUSIONS	8

ANNEXES

ANNEXE - PHOTOGRAPHIES

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171

1. MANDAT

Le 10 septembre 2023, un travailleur a été gravement blessé lors de la descente inopinée d'un des planchers mobiles d'une remorque de transport de porcs. Lors de leurs vérifications, les enquêteurs de la CNESST auraient noté que certains leviers de commande des planchers mobiles hydrauliques ne revenaient pas à la position neutre après avoir été actionnés. Notre mandat avait comme objectif d'identifier la cause de cette défaillance du distributeur hydraulique.

2. DESCRIPTION DE L'ACCIDENT

Les principales informations qui nous ont été transmises en lien avec l'accident dont il est question dans ce rapport se résument comme suit :

- L'accident est survenu sur une ferme, à Roxton Pond;
- Alors qu'un travailleur de l'entreprise R. Robitaille et Fils s'affairait au chargement de porcs dans une remorque, un des planchers mobiles à commande hydraulique s'est abaissé de façon inopinée;
- Le travailleur a subi des blessures graves à la tête.



Figure 1
Camion et remorque sur les lieux de l'accident (photographie fournie par la CNESST)

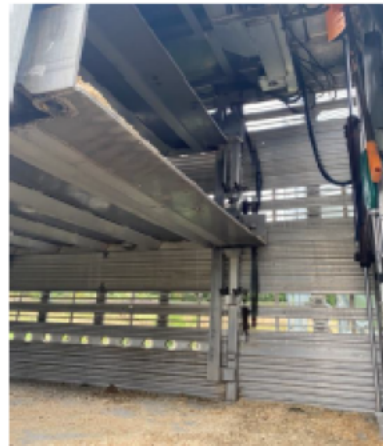


Figure 2
Remorque munie de deux planchers mobiles hydrauliques (photographie fournie par la CNESST)

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171

3. OBSERVATIONS

Une série de photographies prises au cours de notre investigation et accompagnées d'une brève description sont incluses en annexe. Nos démarches d'investigation ont révélé les observations suivantes.

3.1 Examen de la remorque et essais du distributeur hydraulique

Le 18 décembre 2023, nous nous sommes rendus au garage de l'entreprise R. Robitaille et Fils, à Farnham, afin de documenter la remorque impliquée dans l'accident et de tester son distributeur hydraulique avant de prélever ce dernier pour des vérifications subséquentes en atelier. Lors de nos démarches, nous avons fait les observations et constatations suivantes :

- Il s'agissait d'une remorque de transport de porcs en aluminium, fabriquée par l'entreprise Soudure Brault en janvier 2010 et portant le numéro d'identification [REDACTED] (photographies 1 et 2);
- La remorque était munie de deux planchers mobiles à commande hydraulique. À l'aide des commandes hydrauliques, il était possible de relever les deux planchers afin de charger des porcs sur trois « étages » différents (photographies 3 et 4);
- Le distributeur hydraulique était installé à l'intérieur de la remorque, dans une armoire en aluminium. Il était muni de six leviers manuels distincts, chacun pouvant être actionné vers le haut ou vers le bas et revenant normalement automatiquement au neutre dès que relâché (photographies 5 à 7). Les six leviers étaient dédiés aux fonctions suivantes :
 1. Porte « guillotine » gauche;
 2. Porte « guillotine » droite;
 3. Plancher mobile central;
 4. Plancher mobile supérieur;
 5. Supports du plancher mobile central;
 6. Supports du plancher mobile supérieur.
- Les six fonctions du distributeur hydraulique pouvaient aussi être actionnées à distance via une télécommande, laquelle était munie de dix boutons (photographie 8);
- Lors des tests réalisés après avoir pressurisé le système hydraulique à l'aide d'une pompe hydraulique auxiliaire, deux leviers ne fonctionnaient pas de façon adéquate :
 - Le levier n° 2, soit celui associé à la porte « guillotine » de droite, collait et retournait lentement au neutre lorsque relâché;
 - Le levier n° 3, soit celui associé au plancher mobile central, restait coincé et ne retournait pas au neutre lorsque relâché. Conséquemment, le plancher mobile central continuait de s'abaisser même lorsque le levier était relâché (photographies 9 et 10).
- À la suite de nos essais, nous avons désinstallé et prélevé le distributeur hydraulique afin d'effectuer des vérifications additionnelles en atelier (photographies 11 et 12). Nous avons aussi prélevé un échantillon d'huile hydraulique dans l'éventualité où une analyse en laboratoire s'avérerait pertinente.

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171

3.2 Essais et désassemblage partiel du distributeur hydraulique

Après avoir prélevé le distributeur hydraulique, nous avons effectué des essais additionnels avant de procéder au désassemblage des composants associés aux circuits hydrauliques présentant des anomalies. Lors de nos démarches, réalisées le 24 janvier 2024, dans les locaux de Les Ateliers Melim inc. à Montréal, nous avons fait les observations et constatations suivantes :

- Aucune fuite d'air n'a été constatée lors des vérifications effectuées sur un banc d'essai pneumatique. Ces vérifications ont révélé que le levier n° 2 revenait très lentement au neutre et restait parfois bloqué, et que le levier n° 3 restait systématiquement bloqué à la position où il avait été relâché (photographie 13). Notons qu'il s'agit des mêmes leviers que lors de nos vérifications réalisées alors que le distributeur hydraulique était toujours installé dans la remorque;
- Rappelons que, lors de ces vérifications, le distributeur hydraulique a été pressurisé avec de l'air et non pas avec de l'huile. Il appert donc peu probable que les anomalies constatées soient de nature hydraulique et/ou associées à l'huile alimentant le distributeur;
- Les six leviers et leurs pivots n'affichaient aucun signe évident de défaillance (photographies 14 et 15);
- Du côté opposé aux six leviers, le distributeur hydraulique était muni de six actionneurs¹ électrohydrauliques contrôlés par une télécommande (photographie 16). Notons que les actionneurs électrohydrauliques étaient intégrés à des boîtiers rectangulaires en aluminium installés les uns à côté des autres avec un jeu de quelques millimètres entre chaque boîtier;
- Le désassemblage partiel des actionneurs électrohydrauliques a révélé la présence d'une importante accumulation de corrosion de couleur verdâtre entre les différents boîtiers rectangulaires en aluminium. Les parois latérales extérieures de ces boîtiers étaient couvertes de dépôts de corrosion (photographies 17 à 20). En raison de l'importante accumulation de corrosion, les six boîtiers rectangulaires étaient amalgamés les uns aux autres. De fait, il a fallu couper l'accumulation de corrosion à l'aide d'une lame de scie afin de pouvoir désinstaller les boîtiers individuellement (photographies 21 à 24);
- Les actionneurs électrohydrauliques permettaient de pousser ou de tirer les pistons intégrés à l'extrémité des tiroirs, et donc de contrôler la position des tiroirs (photographies 21 à 23). Les cylindres associés à ces pistons étaient usinés en portion inférieure des boîtiers rectangulaires en aluminium (photographie 25);
 - À l'intérieur du cylindre n° 1, nous n'avons noté aucun dommage ni aucune anomalie. À l'intérieur du cylindre n° 2, de légères marques d'abrasion longitudinales et traces d'usure anormale étaient visibles. À l'intérieur du cylindre n° 3, d'importantes marques d'abrasion longitudinales et traces d'usure anormale étaient visibles (photographies 26 à 31).
- De plus, une certaine quantité de particules d'aluminium était accumulée dans l'huile hydraulique résiduelle à l'intérieur des cylindres n°2 et 3, conséquence de l'abrasion localisée des parois des cylindres découlant des mouvements de va-et-vient des pistons (photographie 32).

¹ Un actionneur est un moteur linéaire (un vérin) de nature électrique, pneumatique ou hydraulique permettant de modifier le fonctionnement (commander) d'une machine ou d'un système.

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171

3.3 Désassemblage exhaustif du distributeur hydraulique

Considérant l'absence d'anomalie en lien avec le circuit hydraulique n° 1, la présence d'une résistance affectant le circuit n° 2 et le blocage du circuit n° 3, nous avons effectué un désassemblage exhaustif du distributeur hydraulique afin d'examiner tous les composants associés à ces trois circuits hydrauliques. L'objectif de ces démarches était d'effectuer une analyse comparative et d'identifier la/les cause(s) des anomalies constatées.

3.3.1 Leviers et pivots

Le mouvement des leviers causait le mouvement des pistons des actionneurs électrohydrauliques (photographies 33 et 34). Les trois leviers et les trois pivots étaient assemblés et lubrifiés adéquatement avec de la graisse. Nous n'avons noté aucune interférence anormale, aucun jeu anormal ni aucun signe d'usure (photographies 35 à 38). Le mécanisme du levier n° 2 affichait des traces d'oxydation, mais sans répercussion sur son fonctionnement (photographie 35). De fait, les trois leviers et les trois pivots étaient en bonne condition et aucun élément observé ne permettait d'expliquer la résistance et le blocage précédemment constatés.

3.3.2 Actionneurs électrohydrauliques

Comme indiqué précédemment, les cylindres des actionneurs électrohydrauliques n°s 2 et 3 affichaient des marques d'abrasion et des traces d'usure anormale, plus prononcées dans le cylindre n° 3 que dans le cylindre n° 2 (photographies 39 à 47).

- Ces marques d'abrasion et traces d'usure n'étaient pas réparties uniformément sur toute la circonférence des cylindres. Elles étaient plutôt restreintes au niveau des parois latérales minces des boîtiers en aluminium, dont l'épaisseur a été mesurée à 2,6 millimètres;
- La répartition particulière des marques d'abrasion suggérait une déformation (ovalisation) des cylindres. À l'aide d'une série de mesures résumées dans les tableaux suivants, nous avons d'ailleurs confirmé une légère ovalisation du cylindre n° 2 et une ovalisation prononcée du cylindre n° 3 (photographies 48 à 55) :

Piston	Diamètre (Millimètres)
N° 1	37.90
N° 2	37.91
N° 3	37.91

Cylindre	Diamètre horizontal (Millimètres)	Diamètre vertical (Millimètres)
N° 1	38.01	38.02
N° 2	37.95	38.01
N° 3	37.92	38.00

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171

- Précisons que le diamètre des pistons a été mesuré sur la partie métallique et n'inclut donc pas l'épaisseur du joint d'étanchéité sur toute la circonférence du piston (photographies 48 et 49);
- Les dommages observés et les mesures effectuées témoignent d'une légère interférence entre le piston n° 2 et son cylindre, et d'une interférence prononcée entre le piston n° 3 et son cylindre. En effet, le diamètre de ces pistons était presque identique au diamètre horizontal de leurs cylindres déformés, sans considérer l'épaisseur du joint d'étanchéité en caoutchouc;
- Rappelons que les pistons sont intégrés à une extrémité des tiroirs et que les leviers sont raccordés à l'autre extrémité des tiroirs (photographies 56 à 58). Autrement dit, le mouvement d'un piston cause le mouvement de son tiroir et de son levier, ce qui est d'ailleurs illustré par le fait que les leviers se déplacent même lorsque le distributeur est actionné via la télécommande. De façon réciproque, le mouvement d'un levier cause le mouvement de son tiroir et de son piston.

En nous basant sur nos observations et nos mesures, nous pouvons établir que le blocage et l'absence de retour au neutre du levier n° 3 sont attribuables à une défaillance interne de son actionneur électrohydraulique, plus spécifiquement l'interférence prononcée entre le piston circulaire et le cylindre ovale. En raison de cette interférence, une force de serrage était appliquée sur le piston et cette force était supérieure à la force du ressort de rappel, bloquant ainsi le piston, le tiroir et le levier (éléments mobiles solidaires). Nous pouvons aussi établir qu'un même phénomène, mais d'ampleur moins importante, affectait le retour au neutre des éléments mobiles solidaires du circuit hydraulique n° 2 (piston, tiroir et levier).

3.3.3 Tiroirs

Rappelons que les tiroirs sont les principaux composants d'un distributeur hydraulique. En effet, c'est la position des tiroirs qui détermine dans quel circuit l'huile circulera et avec quel débit. Chaque tiroir est constitué d'une tige en acier dont une extrémité est raccordée au levier et l'autre extrémité est raccordée à l'actionneur électrohydraulique. Des rainures sont usinées dans la portion centrale de la tige. Le mouvement de translation du tiroir permet d'aligner ces rainures avec les différents orifices de la chambre de distribution, et donc de distribuer l'huile dans différents circuits hydrauliques.

Les trois tiroirs étaient assemblés adéquatement, sans interférence anormale et sans jeu anormal. Pendant et après le désassemblage, nous n'avons noté aucun dommage ni aucun signe d'usure; les trois tiroirs étaient couverts d'un film d'huile et en bonne condition (photographies 59 à 64). Sans les leviers et sans les actionneurs électrohydrauliques, les tiroirs coulissaient sans difficulté dans le bloc du distributeur hydraulique. De fait, aucun élément observé ne permettait d'expliquer la résistance et le blocage précédemment constatés.

3.3.4 Ressorts de rappel

Chaque tiroir était muni d'un ressort de rappel. Rappelons que le rôle de ce ressort est de ramener le tiroir à la position de neutre après que son levier (ou son bouton de télécommande) ait été relâché. Nous n'avons noté aucune interférence anormale, aucun jeu anormal ni aucun signe d'usure. Les trois ressorts de rappel étaient lubrifiés adéquatement avec de la graisse et en bonne condition (photographies 65 à 68). De fait, les trois ressorts de rappel fonctionnaient adéquatement et aucun élément observé ne permettait d'expliquer la résistance et le blocage précédemment constatés.

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171

4. ANALYSE TECHNIQUE

Sur la base des observations énoncées précédemment, la présente section expose notre analyse en lien avec la défaillance du distributeur hydraulique.

4.1 Fonctionnement normal du distributeur hydraulique

Comme indiqué à la section 3.1, le distributeur hydraulique contrôle six fonctions différentes. De façon simplifiée, chaque fonction est contrôlée par un tiroir qui se déplace dans une chambre de distribution. Le débit et la direction du fluide hydraulique varient en fonction de la position du tiroir dans la chambre. Deux dispositifs permettent de contrôler la position de chaque tiroir :

- Un levier est raccordé à une extrémité de chaque tiroir. Ce levier permet de tirer et de pousser le tiroir manuellement et de façon mécanique;
- Un actionneur électrohydraulique est raccordé à l'autre extrémité de chaque tiroir. Cet actionneur permet de tirer et de pousser le tiroir électriquement via une télécommande. De façon simplifiée, chaque actionneur est muni de deux orifices de distribution d'huile, soit un situé devant la tête du piston et l'autre situé derrière la tête du piston. Des solénoïdes électriques contrôlent le débit d'huile dans ces orifices, permettant ainsi de tirer ou de pousser le piston et donc le tiroir;
- Précisons que, pour chaque fonction ou circuit hydraulique, le levier, le tiroir et le piston de l'actionneur électrohydraulique constituent les seuls éléments mobiles et qu'ils sont tous solidaires;
- Dès que le levier (ou le bouton de la télécommande) est relâché, des ressorts de rappel permettent le retour automatique du tiroir en position neutre (ou fermée), interrompant ainsi le débit d'huile.

4.2 Cause des résistances et blocages constatés

Lors de nos démarches, les seules anomalies que nous avons constatées étaient en lien avec les boîtiers en aluminium des actionneurs électrohydrauliques. Nous avons observé des marques d'abrasion et des traces d'usure importante, mais seulement au niveau des parois latérales minces des boîtiers en aluminium et non pas sur toute la circonférence des cylindres. La répartition particulière de ces dommages et nos mesures témoignent d'une ovalisation des cylindres et d'une interférence mécanique avec leurs pistons circulaires. En raison de cette interférence, une force de serrage était appliquée sur les pistons et cette force était supérieure à la force des ressorts de rappel, bloquant ainsi les pistons, les tiroirs et les leviers (éléments mobiles solidaires). Nous pouvons préciser que le même phénomène, mais d'ampleur différente, affectait le retour au neutre des composants des circuits n° 2 et n° 3 (pistons, tiroirs et leviers).

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171

4.3 Déformation des boîtiers et corrosion

Précisons que les dommages observés à l'intérieur des cylindres sont strictement situés au niveau des parois latérales minces des boîtiers, soit précisément au niveau de l'importante accumulation de corrosion à l'extérieur des boîtiers. Par conséquent, nous sommes d'opinion qu'il existe un lien entre la déformation des cylindres et la corrosion accumulée sur les parois latérales des différents boîtiers et donc la pression exercée sur ces parois par l'accumulation de corrosion ne pouvant pas s'échapper. Rappelons que nous avons dû couper les accumulations de corrosion avec une lame de scie afin de séparer les différents boîtiers. Notons par ailleurs que :

- Le boîtier le plus affecté (n° 3) était situé au milieu des autres boîtiers, et donc celui assujéti à la plus grande pression externe liée à l'accumulation de corrosion entre les boîtiers des deux côtés. Autrement dit, le boîtier n° 3 est « pris en étau » entre ses voisins;
- De façon similaire, le boîtier avec des déformations légèrement moins importantes (n° 2) était situé près de l'extrémité et donc assujéti à une pression externe moins importante.
- Finalement, le boîtier non affecté (n° 1) était situé à l'extrémité du distributeur et donc assujéti à une faible pression externe.

Précisons que le phénomène de corrosion ou d'oxydation de l'aluminium et un phénomène pouvant être comparé à la corrosion de l'acier. L'oxyde d'aluminium (dépôts verdâtres) provient des parois des boîtiers et l'oxydation a donc réduit l'épaisseur de ces parois déjà minces, tout comme la rouille sur la carrosserie d'un véhicule provient de la tôle en acier et la corrosion diminue l'épaisseur de cette tôle.

En bref, il appert donc probable que l'importante accumulation de corrosion, sans possibilité de s'échapper, ait exercé une pression sur les parois latérales minces et ait déformé ces dernières, causant l'ovalisation des cylindres, l'interférence avec les pistons et le blocage des composants mobiles solidaires (pistons, tiroirs et leviers).

4.4 Origine et cause de l'importante accumulation de corrosion

Il semble probable que plusieurs facteurs aient contribué à l'accumulation de corrosion constatée. Cependant, en l'absence d'analyses spécifiques à ce sujet, nous ne sommes actuellement pas en mesure de prendre position de façon objective et définitive à ce sujet.

Nous pouvons néanmoins indiquer que les facteurs suivants ont possiblement contribué au phénomène de corrosion :

- Exposition de la remorque à la pluie et à la neige et donc exposition du distributeur à l'humidité;
- Exposition du distributeur au calcium et aux sels de déglçage;
- Méthode de lavage/nettoyage de la remorque;
- Acidité ou alcalinité des produits de nettoyage utilisés;
- Vapeurs produites par le lisier de porc (NH₃ et H₂S, entre autres);
- Corrosion galvanique liée à l'assemblage de boîtiers en aluminium sur un distributeur en acier.

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171

CONCLUSIONS

À la lumière de nos constatations, de notre analyse et de notre investigation, voici nos conclusions en lien avec la cause de la défaillance du distributeur hydraulique :

- Le blocage des leviers n^{os} 2 et 3 (contrôlant respectivement la porte « guillotine » droite et le plancher mobile du centre) est attribuable à une interférence mécanique entre les pistons et les cylindres de leurs actionneurs électrohydrauliques;
- Ces interférences mécaniques sont attribuables à une déformation (ovalisation) des cylindres découlant d'une déformation des parois latérales minces des boîtiers des actionneurs électrohydrauliques;
- L'importante accumulation de corrosion entre les boîtiers des actionneurs électrohydrauliques, au niveau de leurs parois latérales minces, constitue selon nous le principal facteur ayant contribué à la déformation des boîtiers et donc à la défaillance du distributeur hydraulique.

 Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
Notre dossier : 2023-12-0171

ANNEXE – PHOTOGRAPHIES

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 1
Remorque de transport de porcs impliquée dans l'accident

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



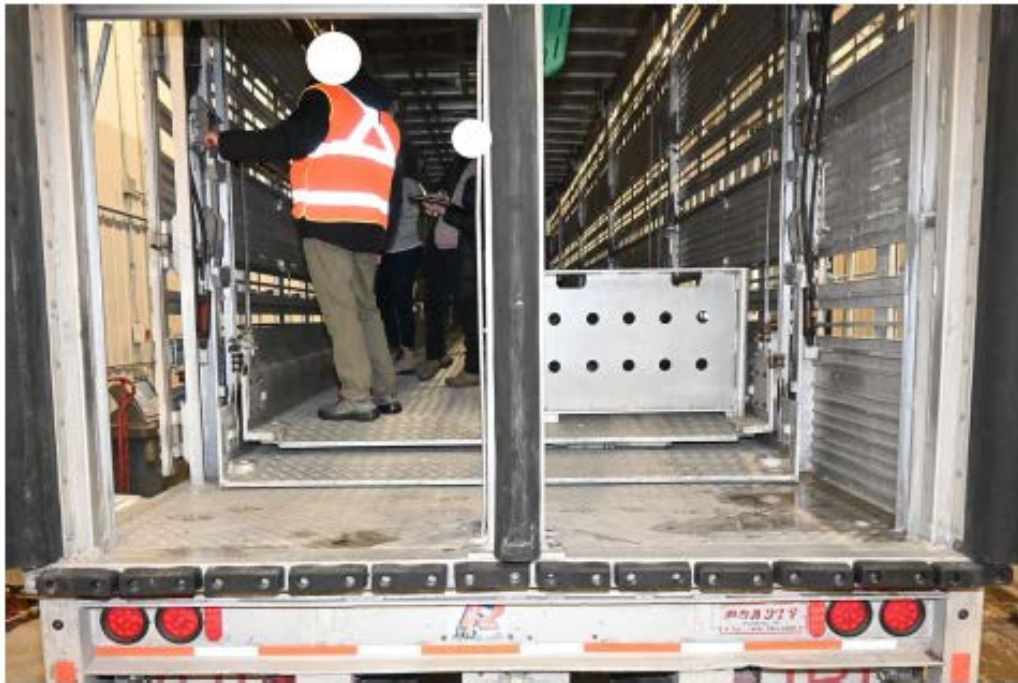
Photographie 2
Remorque de transport de porcs impliquée dans l'accident

☐ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 3
Remorque munie de deux planchers mobiles à commande hydraulique

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



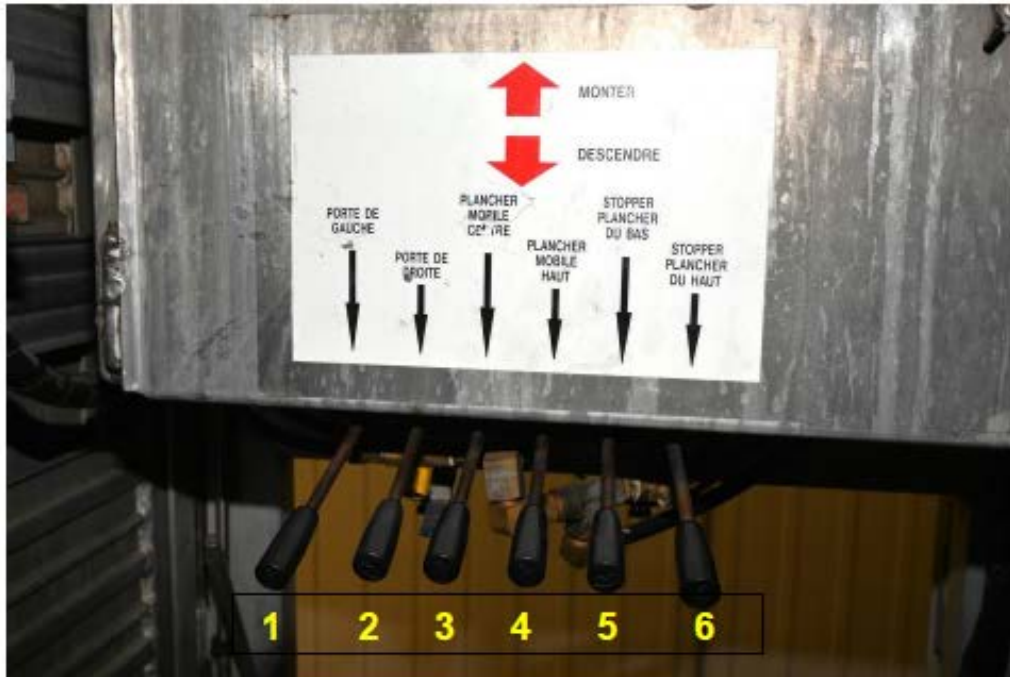
Photographie 4
Remorque munie de deux planchers mobiles à commande hydraulique

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 5
Distributeur hydraulique installé à l'intérieur d'une armoire en aluminium et muni de six leviers manuels distincts

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 6
Identification des fonctions des six leviers manuels

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 7
Distributeur hydraulique installé à l'intérieur d'une armoire en aluminium et muni de six leviers manuels distincts

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 8
Télécommande qui permettait d'actionner le distributeur hydraulique à distance

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 9

Le levier n° 3 (« Plancher mobile central ») restait bloqué et ne revenait pas à la position neutre une fois relâché

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 10
Le levier n° 3 (« Plancher mobile central ») restait bloqué et ne revenait pas à la position neutre une fois relâché

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 11
Désinstallation et prélèvement du distributeur hydraulique

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 12
Désinstallation et prélèvement du distributeur hydraulique

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 13
Vérifications sur banc d'essai : les leviers n° 2 et 3 restaient bloqués et ne revenaient pas à la position neutre une fois relâchés

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 14
Désassemblage des leviers manuels

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 15
Le mécanisme des leviers n^o 2 et 3 étaient adéquatement graissés

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 16
Six actionneurs électrohydrauliques installés du côté opposé aux leviers manuels

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 17
Désassemblage afin de permettre la désinstallation des actionneurs électrohydrauliques

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 18
Importante accumulation de corrosion entre les boîtiers en aluminium des actionneurs

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 19
Importante accumulation de corrosion entre les boîtiers en aluminium des actionneurs

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 20
Les parois latérales des boîtiers en aluminium semblaient avoir été déformées par l'accumulation de corrosion

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



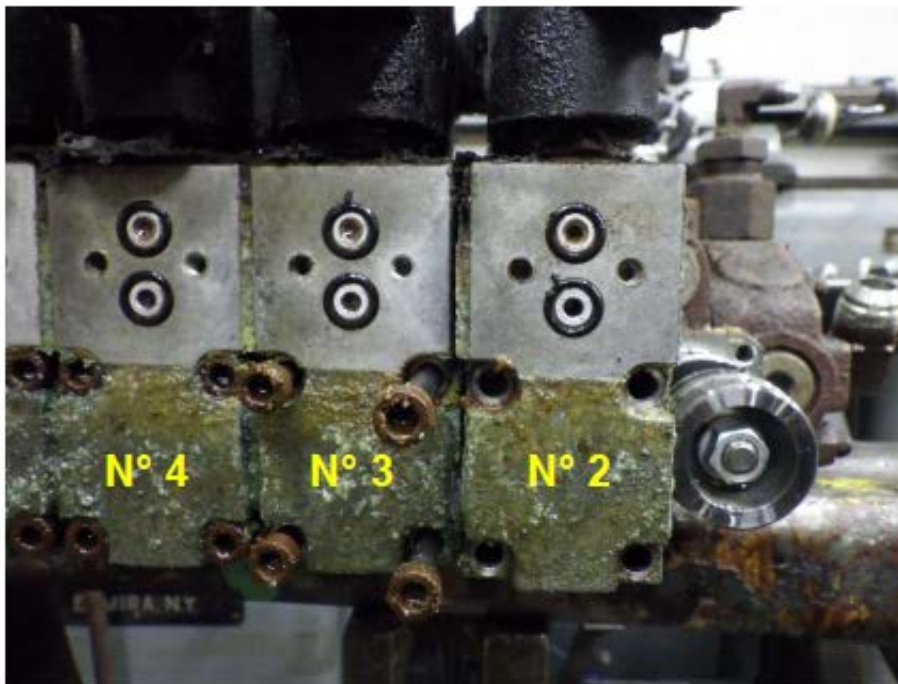
Photographie 21
Nous avons dû couper l'accumulation de corrosion à l'aide d'une lame de scie afin désinstaller les boîtiers individuellement

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 22
Piston de l'actionneur électrohydraulique permettant de tirer et de pousser le tiroir du distributeur

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 23
Importante accumulation de corrosion entre les différents boîtiers des actionneurs

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



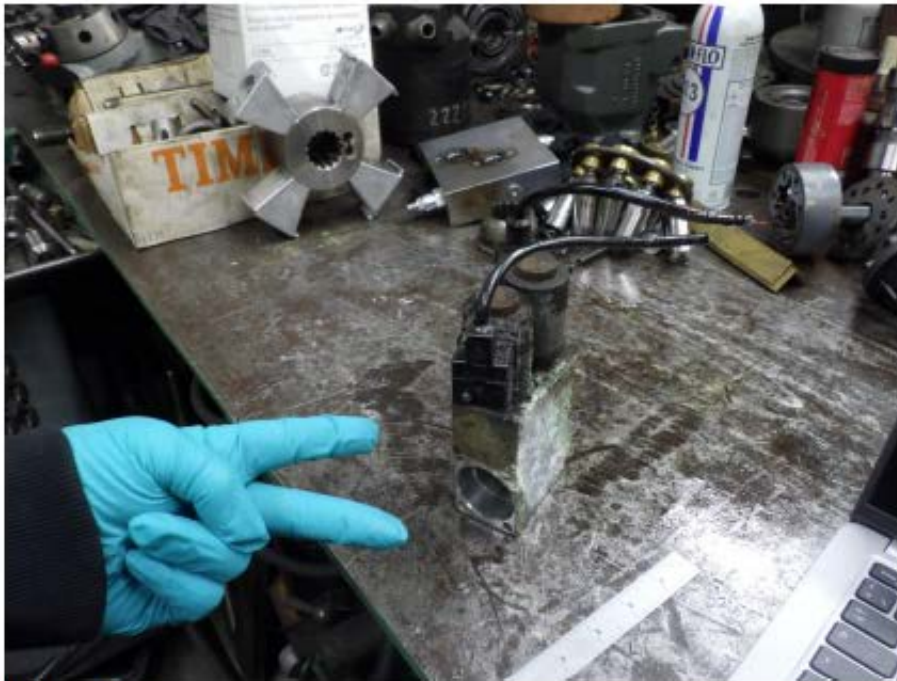
Photographie 24
Importante accumulation de corrosion sur les parois latérales des différents boîtiers (n° 2 illustré)

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 25
Au niveau du cylindre, les parois latérales des boîtiers étaient plutôt minces (n° 2 illustré)

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



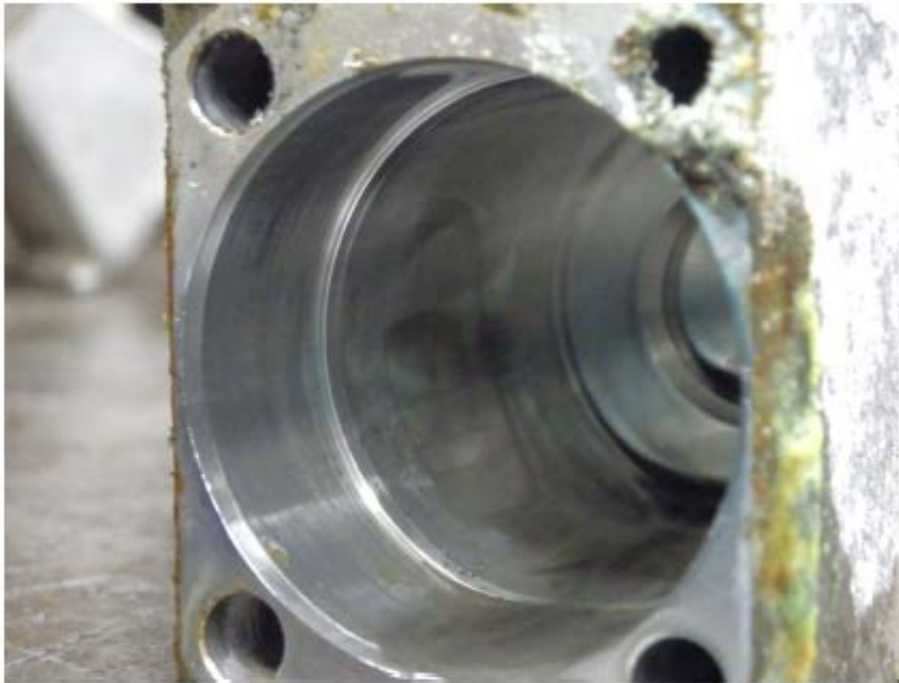
Photographie 26
Examen du cylindre de l'actionneur électrohydraulique n° 2

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



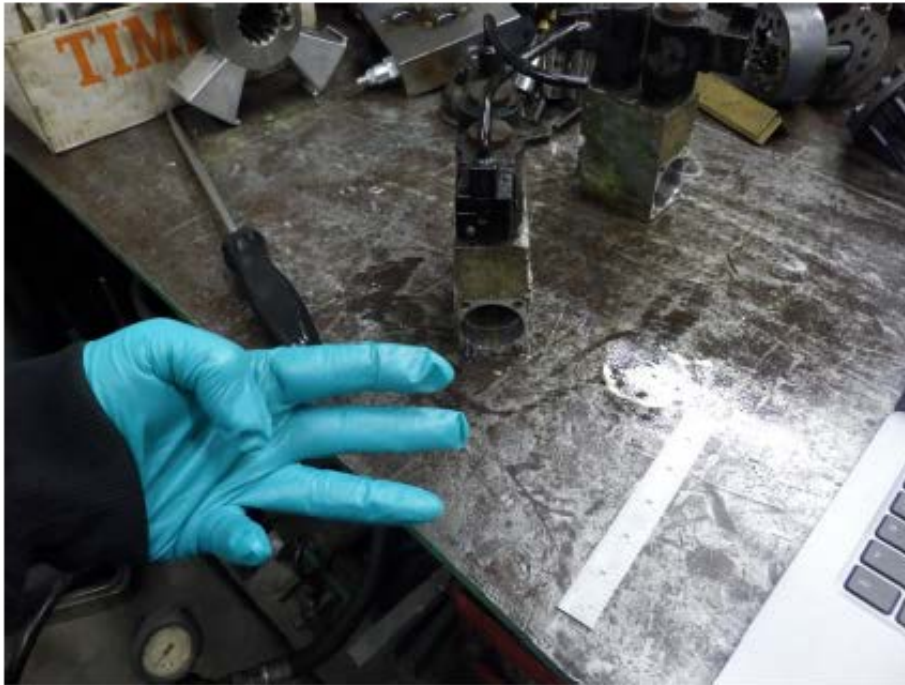
Photographie 27
Importantes marques d'abrasion et traces d'usure localisées au niveau des parois minces (n° 2)

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 28
Importantes marques d'abrasion et traces d'usure localisées au niveau des parois minces (n° 2)

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



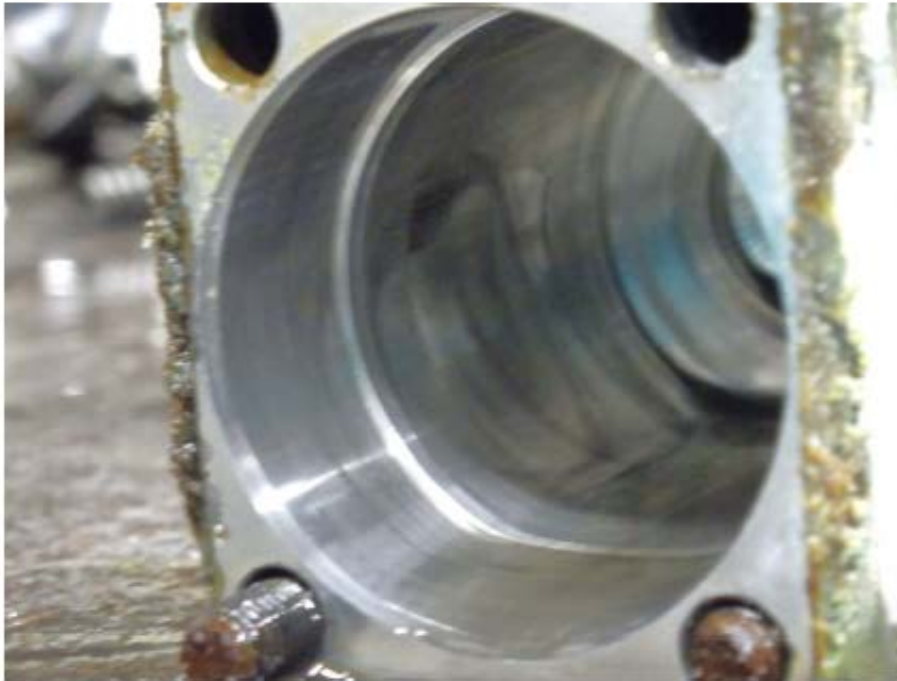
Photographie 29
Examen du cylindre de l'actionneur électrohydraulique (n° 3)

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 30
Importantes marques d'abrasion et traces d'usure localisées au niveau des parois minces (n° 3)

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 31
Importantes marques d'abrasion et traces d'usure localisées au niveau des parois minces (n° 3)

■ ■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ ■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 32
Particules d'aluminium dans l'huile résiduelle à l'intérieur du cylindre n° 2

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 33
Les leviers fonctionnaient adéquatement

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 34
Mouvement du levier causant un mouvement du piston

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 35
Trois leviers et trois pivots sans signe d'anomalie

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 36
Trois leviers et trois pivots sans signe d'anomalie

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 37
Pivot du levier n° 3

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 38
Pivot du levier n° 3

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 39
Boîtiers des six actionneurs électrohydrauliques

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 40
Pistons des actionneurs électrohydrauliques n° 1 à 3

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 41
Cylindre intégré au boîtier de l'actionneur électrohydraulique (n° 1)

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 42
Aucun dommage ni aucune marque à l'intérieur du cylindre n° 1

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 43
Aucun dommage ni aucune marque à l'intérieur du cylindre n° 1

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 44
Marques d'abrasion et traces d'usure au niveau des parois latérales minces (n° 2)

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 45
Marques d'abrasion et traces d'usure au niveau des parois latérales minces (n° 2)

☐■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 46
Marques d'abrasion et traces d'usure au niveau des parois latérales minces (n° 3)

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 47
Marques d'abrasion et traces d'usure au niveau des parois latérales minces (n° 3)

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 48
Piston n° 2 avec un joint d'étanchéité sur toute sa circonférence

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 49
Mesure du diamètre du piston n° 2

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 50
Mesure du diamètre du piston n° 3

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 51
Mesure du diamètre horizontal du cylindre n° 1

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 52
Mesure du diamètre vertical du cylindre n° 2

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 53
Mesure du diamètre horizontal du cylindre n° 2

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 54
Mesure du diamètre vertical du cylindre n° 3

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 55
Mesure du diamètre horizontal du cylindre n° 3

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 56
Les pistons étaient intégrés aux tiroirs

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 57
Le piston, le tiroir et le levier sont solidaires (n° 3 illustré)

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 58
Le piston, le tiroir (ainsi que son ressort de rappel) et le levier sont solidaires (n° 3 illustré)

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 59
Tiroir n° 1 sans dommage et sans marques d'abrasion

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 60
Tiroir n° 1 sans dommage et sans marques d'abrasion

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 61
Tiroir n° 2 sans dommage et sans marques d'abrasion

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 62
Tiroir n° 2 sans dommage et sans marques d'abrasion

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 63
Tiroir n° 3 sans dommage et sans marques d'abrasion

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 64
Tiroir n° 3 sans dommage et sans marques d'abrasion

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 65
Ressort de rappel n° 2 sans anomalie et adéquatement lubrifié

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 66
Ressort de rappel n° 2 sans anomalie et adéquatement lubrifié

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 67
Ressort de rappel n° 3 sans anomalie et adéquatement lubrifié

■ Référence : CNESST – Farnham – Bloc distributeur hydraulique
■ Notre dossier : 2023-12-0171



Photographie 68
Ressort de rappel n° 3 sans anomalie et adéquatement lubrifié

**MONCTON**

725, rue Champlain, bureau 900
Dieppe (Nouveau-Brunswick) E1A 1P6
506 801-8869

MONTRÉAL

2705, rue Michelin
Laval (Québec) H7L 5X6
450 686-0240

QUÉBEC

1345, boulevard Louis-XIV
Québec (Québec) G2L 1M4
418 622-4480

OTTAWA

15 Capella Court, unité 130
Ottawa (Ontario) K2E 7X1
613 234-1668

OSHAWA

1103, rue Wentworth Ouest, bureau 3
Oshawa (Ontario) L1J 8P7
905 404-0237

TORONTO

170, avenue Université, 3e étage
Toronto (Ontario) M5H 3B3
647 483-0118

WATERLOO

180 Northfield Drive West, bureau 4
Waterloo (Ontario) N2L 0C7
226 476-0152

EDMONTON

9932 - 81^{re} Avenue NW, bureau 101
Edmonton (Alberta) T6E 1W6
780 420-1551

CALGARY

2435 - 42nd Avenue NE
Calgary (Alberta) T2E 8A3
403 230-2344

VANCOUVER

2221, rue Manitoba
Vancouver (CB) V5Y 3A3
604 879-3585



ANNEXE E

Rapport d'expertise du Réseau d'Expertise en Prévention-Inspection de la CNESST



RAPPORT D'EXPERTISE

Analyse du système de commande des planchers mobile de la remorque #3996

Dossier : R Robitaille & Fils Inc.-Roxton Pond (DPI4372528)

Rapport présenté à

*Roxana Alina Bindea , Inspectrice, DPI Centre-Sud
Chantal Courmoyer , Inspectrice, DPI Centre-Sud*

Préparé par

V

DGRSE

8 mai 2024

Table des matières

1. Mise en contexte
2. Description du mandat
3. Méthodologie
4. Informations recueillies
 - 4.1. Description du fonctionnement des planchers mobiles dans la remorque
 - 4.2. Description du système de commande des planchers mobiles
 - 4.3. Observations
 - 4.4. Lois, règlements et normes applicables
5. Analyse
6. Conclusion

1. Mise en contexte

Le 10 septembre 2023, un travailleur s'affaire à charger des porcs dans la remorque # 3996, portant le numéro de série : [REDACTÉ]. La remorque, attachée au camion Kenworth Maska T680, est dotée de deux planchers mobiles mus par un système hydraulique constitué de deux vérins hydrauliques tirant des câbles en acier auxquels sont suspendus les planchers mobiles. À un moment donné, le plancher mobile inférieur descend alors que le travailleur se trouve en dessous. Au bout de sa course, le plancher coince et écrase la tête du travailleur lui infligeant de graves blessures.

2. Description du mandat

La portée du présent document se limite à la description et l'analyse du système de commande des planchers mobiles de la remorque en lien avec l'accident survenu le 10 septembre 2023 à 9h30 à la Ferme Blanchard sise au 244, 5e rang de Milton, Roxton Ponds. Le document comporte également un avis quant à la nécessité de l'implication d'un ingénieur dans la conception de ce type de systèmes.

3. Méthodologie

La présente analyse repose essentiellement sur les éléments suivants :

- Des essais effectués le 18 septembre 2023 sur la remorque #3996 fabriquée par Soudure Brault. Les essais en question visaient à observer le fonctionnement du système des planchers mobiles pour y déceler des anomalies éventuelles ou des dysfonctionnements susceptibles d'avoir un lien avec l'accident.
- La revue de la réglementation et des règles de l'art applicables aux systèmes hydrauliques.

4. Informations recueillies

4.1 Description du fonctionnement des planchers mobiles dans la remorque

Les deux planchers mobiles (*Figure 1*) sont suspendus chacun à un vérin hydraulique au moyen de câbles d'acier (*Figure 3*). Une fois les planchers positionnés pour le transport, deux séries de taquets doivent être déployés au moyen de deux vérins hydrauliques (*Figure 2*) pour supporter les planchers lors du transport. Il est à noter que les taquets ne se déploient pas automatiquement une fois les planchers mobiles positionnés pour le transport. L'opérateur doit d'abord amener le plancher mobile à sa position de transport pour ensuite déployer les taquets pour le sécuriser.



Les vérins des planchers et des taquets sont commandés indistinctement par des leviers (*Figure 4*) situés à l'arrière de la remorque ou par une télécommande (*Figure 5*) que l'opérateur peut accrocher à son cou au moyen d'un cordon.

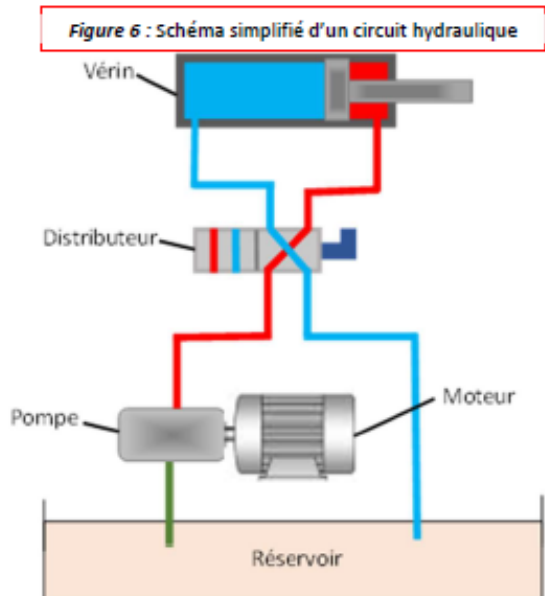


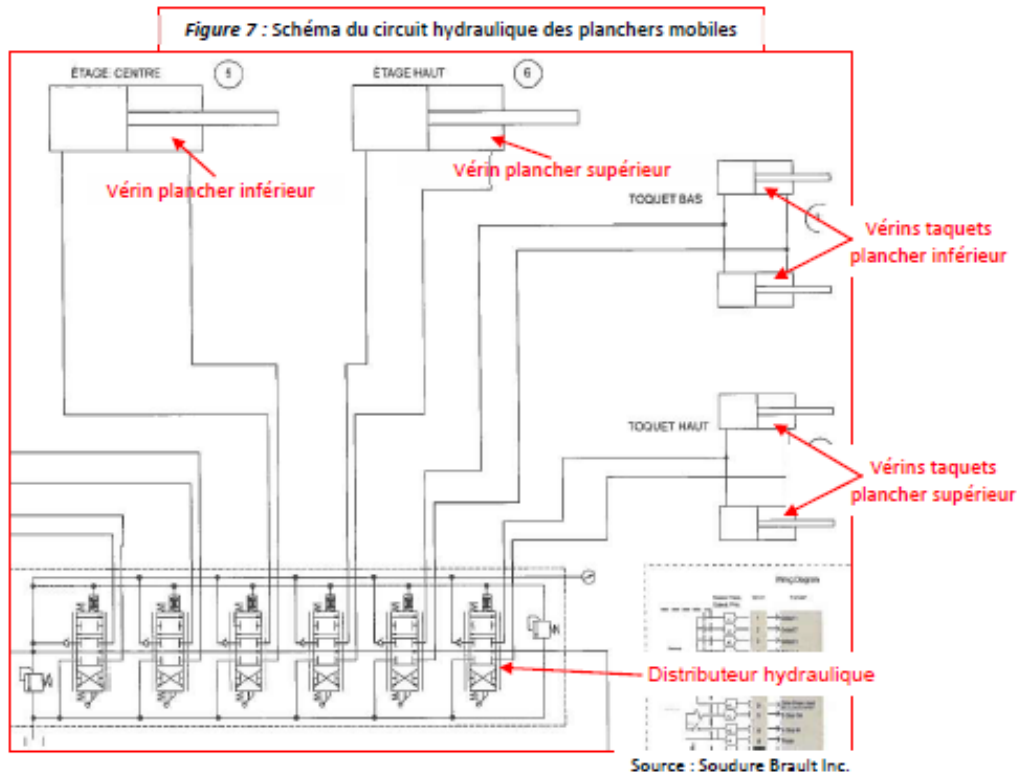


4.2 Description du système de commande des planchers mobiles

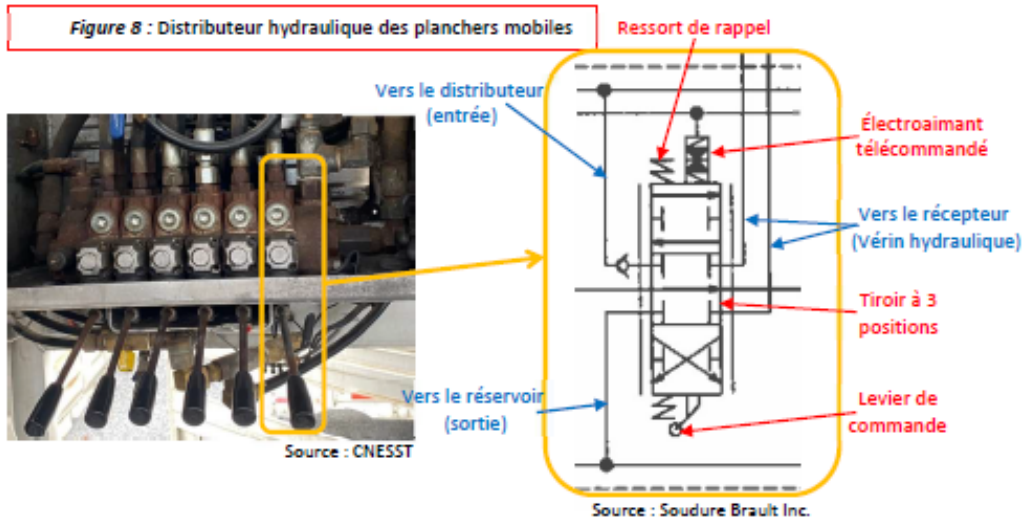
De façon générale, tel qu'illustré sur la (Figure 6), un circuit hydraulique se compose :

- d'un réservoir.
- d'une ou plusieurs pompes qui assurent la mise en pression et la circulation d'un fluide incompressible (huile).
- d'organes de commande (distributeur hydraulique).
- d'organes récepteurs (vérin, moteur hydraulique).
- de la tuyauterie qui relie entre eux les différents éléments du circuit.





Tel qu'illustré sur la (Figure 8), le déplacement du tiroir dans le distributeur est piloté indistinctement, soit par l'actionnement manuel du levier ou par l'électroaimant télécommandé.



4.3 Observations

- Lors d'une intervention le 18 septembre 2023, le système des planchers mobiles a fait l'objet de divers tests visant à en évaluer le fonctionnement. Ces tests ont permis de constater notamment que la descente du plancher mobile inférieur (étage centre), initiée par le levier de commande se poursuit même lorsque le levier est relâché. Il en est de même lorsque la descente de ce plancher est initiée par la télécommande. Celui-ci continue sa course vers le bas même si la télécommande est relâchée. Cela révèle une défaillance du système de commandes du plancher mobiles puisque les leviers ou la télécommande constituent normalement des dispositifs de commande à action maintenue.
- L'opérateur doit effectuer certaines tâches à l'intérieur de la remorque avant, pendant et après le chargement et le déchargement des porcs, notamment l'épandage de sciure de bois, l'installation de barrières et le nettoyage. Ces tâches exigent de déplacer les planchers mobiles à quelques reprises. Toutefois, aucune des tâches de l'opérateur ne requiert que celui-ci se positionne en dessous des planchers mobiles pendant leur déplacement.
- Lors de l'accident, la télécommande se trouvait à proximité du travailleur. Un porc se trouvait également coincé par le plancher mobile à côté du travailleur.

4.4 Lois, règlements et normes applicables

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

187. Dispositifs de commande : Les dispositifs de commande doivent être conçus, installés et entretenus de façon à éviter la mise en marche ou l'arrêt accidentel de la machine.

188. Mode de commande spécifique : Lorsque des travaux sur une machine, notamment pour son réglage, sa maintenance ou son inspection, nécessitent de déplacer ou de retirer un protecteur ou de neutraliser un dispositif de protection et que la machine ou une partie de celle-ci doit pouvoir être mise en marche à cette fin, la sécurité des travailleurs doit être assurée en utilisant un mode de commande spécifique qui :

1° rend inopérant tout autre mode de commande;

2° n'autorise le fonctionnement des éléments présentant un risque pour la santé et la sécurité des travailleurs que par l'actionnement continu d'un dispositif de validation, d'un dispositif de commande bimanuelle ou d'un dispositif de commande nécessitant un actionnement maintenu;

3° n'autorise le fonctionnement des éléments présentant un risque pour la santé et la sécurité des travailleurs que dans des conditions de risque réduit, notamment à vitesse, puissance ou effort réduit ou au fonctionnement pas à pas, tel qu'au moyen d'un dispositif de commande de marche par à-coups;

4° empêche qu'une action volontaire ou involontaire sur les capteurs de la machine déclenche une fonction présentant un risque pour la santé et la sécurité des travailleurs.

189. Sélection des modes de commande et de fonctionnement : Lorsqu'une machine peut être utilisée selon plusieurs modes de commande ou de fonctionnement, notamment pour permettre le réglage, la maintenance ou l'inspection, elle doit être munie d'un sélecteur de mode verrouillable dans chaque position ou d'un autre moyen de sélection limitant l'utilisation de certains modes de commande ou de fonctionnement de la machine à certaines catégories d'opérateurs.

Lorsque la machine est munie d'un sélecteur de mode, chaque position de celui-ci doit être clairement identifiable et ne doit permettre qu'un seul mode de commande ou de fonctionnement à la fois.

190. Partie du système de commande relative à la sécurité : La partie d'un système de commande relative à la sécurité doit être conçue, fabriquée et installée selon les règles de l'art telles que les normes Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 1 : Principes généraux de conception, ISO 13849 et Sécurité des machines : Sécurité fonctionnelle des systèmes de commande électriques, électroniques et électroniques programmables relatifs à la sécurité, CEI 62061.

Elle doit, entre autres, pouvoir résister aux contraintes auxquelles elle peut être soumise de manière à éviter toute situation pouvant engendrer un risque pour la sécurité des travailleurs notamment lors d'une défaillance du matériel ou du logiciel du système de commande, d'une erreur affectant la logique de ce système ou d'une erreur humaine raisonnablement prévisible au cours du fonctionnement.

CSA Z432-2016 : Protection des machines

7.21.2 Dispositif de commande nécessitant une action maintenue

Un dispositif de commande nécessitant une action maintenue ne doit permettre le mouvement des machines que si le dispositif de commande est actionné. Le dispositif de commande doit revenir automatiquement à la position correspondant à l'arrêt lorsqu'il est relâché. Lorsque la machine fonctionne à vitesse lente, cette vitesse doit être aussi faible que possible.

Un dispositif de commande bimanuelle peut être utilisé comme dispositif de commande nécessitant une action maintenue.

Un dispositif de commande nécessitant une action maintenue ne doit être utilisé pour télécommander une machine que s'il n'est pas pratique d'installer des protecteurs efficaces et lorsqu'il n'y a pas de risque de blessure attribuable à la surcourse de pièces dangereuses une fois le dispositif de commande relâché. Si le dispositif de commande nécessitant une action maintenue est un bouton, ce bouton doit être placé de sorte que le phénomène dangereux ne puisse être atteint par l'opérateur.

6.2.11.8 Principes relatifs à la commande manuelle

Ces principes sont les suivants.

- a) Les organes de service doivent être conçus et disposés conformément aux principes ergonomiques qui leur sont applicables, énoncés en 6.2.8, point f).
- b) Une commande d'arrêt doit être disposée à proximité de chaque commande de mise en marche. Lorsque la fonction «marche/arrêt» est assurée par une commande nécessitant une action maintenue, un dispositif de commande d'arrêt séparé doit être prévu lorsqu'un risque peut résulter de la cessation accidentelle de l'aptitude de la commande nécessitant une action maintenue à délivrer un ordre d'arrêt lorsqu'on lâche l'organe de service.
- c) Les organes de service doivent être placés hors d'atteinte de personnes se tenant dans des zones dangereuses (voir la CEI 61310-3), à l'exception de ceux, tels que les commandes d'arrêt d'urgence ou les pendants d'apprentissage, dont la présence est nécessaire dans la zone dangereuse.
- d) Autant que possible, les dispositifs de commande et les postes de commande doivent être placés de façon que l'opérateur puisse observer la zone de travail ou la zone dangereuse.
 - 1) Le conducteur d'une machine mobile à conducteur porté doit pouvoir actionner depuis le poste de conduite tous les dispositifs de commande nécessaires pour faire fonctionner la machine, sauf dans le cas des fonctions qui peuvent être commandées de façon plus sûre depuis une autre position.
 - 2) Sur les machines destinées au levage de personnes, les commandes de montée, de descente et éventuellement de déplacement de l'habitacle doivent, en règle générale, être disposées dans l'habitacle. Si la sécurité exige que ces commandes soient placées à l'extérieur de l'habitacle, l'opérateur se trouvant dans cet habitacle doit disposer de moyens lui permettant d'empêcher tout mouvement dangereux.
- e) S'il est possible de commander la mise en marche du même élément dangereux au moyen de plusieurs commandes, le circuit de commande doit être conçu de sorte qu'une seule commande soit efficace à un moment donné. Cela s'applique en particulier aux machines qui peuvent être commandées manuellement au moyen, entre autres, d'un dispositif portatif (pendant d'apprentissage, par exemple), avec lequel il se peut que l'opérateur accède à des zones dangereuses.
- f) Les organes de service doivent être conçus ou protégés pour que leur effet, si un risque peut en résulter, ne puisse se produire sans qu'ils soient actionnés intentionnellement (voir l'ISO 9355-1, l'ISO 9355-3 et l'ISO 447).

🔧 NF EN ISO 4413-2011 : Transmissions hydrauliques - Règles générales et exigences de sécurité relatives aux systèmes et leurs composants

5.1.1 Lors de la conception de systèmes hydrauliques destinés à des machines, toutes les opérations et utilisations prévues des systèmes doivent être prises en considération. Une appréciation du risque, par exemple conforme à l'ISO 14121-1, doit être effectuée afin de déterminer les risques prévisibles associés aux systèmes lorsqu'ils sont utilisés comme prévu. Les mauvais usages raisonnablement prévisibles ne doivent pas engendrer de phénomènes dangereux. Les risques identifiés doivent être éliminés par la conception et, si cela s'avère impossible, des moyens de protection (de préférence) ou des avertissements (en second lieu) contre ces risques doivent être incorporés, conformément à la hiérarchie établie dans l'ISO 12100.

5.1.2 Les systèmes de commande doivent être conçus conformément à l'appréciation du risque. Cette exigence est satisfaite lorsque l'ISO 13849-1 est utilisée.

5.4.5.3 Filtration et conditionnement du fluide

5.4.5.3.1 Filtration

Une filtration doit être prévue pour maintenir le niveau de propreté requis pour le fluide hydraulique (voir 5.4.5.1.3), exprimé conformément à l'ISO 4406. Si le niveau de propreté requis ne peut pas être atteint avec un système de filtrage principal (c'est-à-dire le filtre de la conduite sous pression ou de la conduite de retour), un système de filtrage séparé hors ligne peut être utilisé.

5.4.5.3.2.2 Maintenance

Tous les ensembles de filtration doivent être équipés d'un dispositif indiquant quand le filtre nécessite une intervention d'entretien. L'indication doit être clairement visible par l'opérateur ou le personnel de maintenance; voir 5.4.8.5. Lorsque cette exigence n'est pas réalisable, le remplacement programmé du filtre doit être indiqué dans le manuel de l'opérateur; voir 7.3.1.1 i) et q).

5.4.7 Systèmes de commande

5.4.7.1 Mouvements incontrôlés

Les systèmes de commande doivent être conçus pour empêcher tout mouvement incontrôlé dangereux et toute séquence incorrecte des actionneurs. Cela s'applique à toutes les phases du fonctionnement.

✚ Extraits de la Loi sur les ingénieurs :

1.1. L'exercice de l'ingénierie consiste, quelle que soit la phase du cycle de vie d'un ouvrage, à exercer une activité à caractère scientifique d'analyse, de conception, de réalisation, de modification, d'exploitation ou de conseil appliquée aux structures et aux matériaux ainsi qu'aux procédés et aux systèmes qui extraient, utilisent, échangent, transforment, transportent ou emmagasinent de l'énergie, de l'information ou de la matière dans le but d'offrir un milieu fiable, sécuritaire et durable.

...

2. Dans le cadre de l'exercice de l'ingénierie, sont réservées à l'ingénieur, lorsqu'elles se rapportent à un ouvrage visé à l'article 3, les activités professionnelles suivantes:

1° déterminer les concepts, les paramètres, les équations ou les modèles qui, à partir de modèles issus de principes d'ingénierie, permettent d'anticiper le comportement des structures, des matériaux, des procédés ou des systèmes;

...

5° préparer, modifier, signer et sceller un plan, un devis, un rapport, un calcul, une étude, un dessin, un manuel d'opération ou d'entretien, un plan de déclassement ou un cahier des charges;

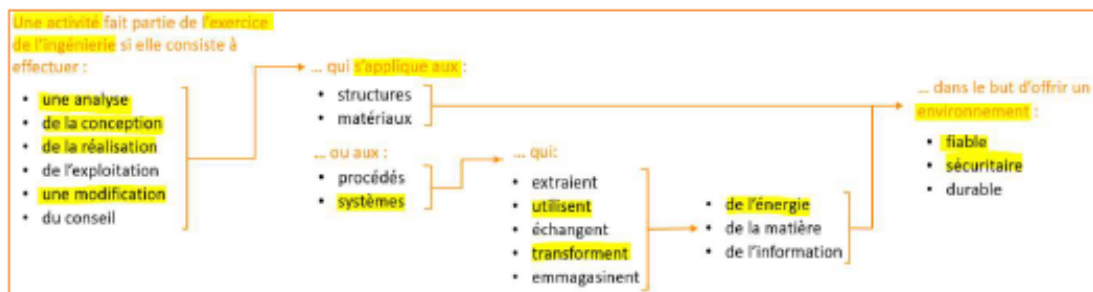
3. Les activités réservées à l'ingénieur en vertu du premier alinéa de l'article 2 se rapportent aux ouvrages suivants:

...

3° un système de génération, d'accumulation, de transmission, d'utilisation ou de distribution d'énergie sous forme électrique, mécanique ou thermique, tel un

équipement industriel ou un système de pompage servant au traitement des eaux, à l'exclusion d'un système dont le dysfonctionnement ne présente pas de risque pour la sécurité des personnes et d'un système destiné à l'usage d'une seule unité d'habitation.

Dans un document explicatif, l'OIQ (Ordre des Ingénieurs du Québec) propose le logigramme suivant pour déterminer si une activité fait partie de l'exercice de l'ingénierie.



Source : [Exercice de l'ingénierie et activités réservées à l'ingénieur \(oiq.qc.ca\)](http://www.oiq.qc.ca) (Consulté le 24-04-2024)

5. Analyse

Au regard de la réglementation applicable et des règles de l'art, la conception du système de planchers mobiles présente plusieurs lacunes. En voici les éléments saillants :

- Le système de commande des planchers mobiles comporte une télécommande qui permet à l'opérateur de commander le déplacement des planchers depuis le dessous des planchers à l'intérieur de la remorque. Ce faisant, il peut se retrouver à l'intérieur de la zone dangereuse occasionné par le déplacement des planchers mobiles sans que cela ne réponde à un quelconque impératif d'opération, de réglage, ou d'entretien. En effet, aucune des tâches de l'opérateur ne requiert que celui-ci se positionne en dessous des planchers lorsqu'ils sont en mouvement. L'utilisation d'une télécommande ne se justifie pas dans ces circonstances.
- Les boutons de la télécommande ne sont pas affleurants ou protégés, par exemple par des collerettes, de façon à éviter la mise en mouvement involontaire ou accidentelle des planchers mobiles. Par ailleurs, l'identification des boutons de commande peut prêter à confusion car le sens du déplacement n'y est pas indiqué.
- Le déplacement des planchers mobiles peut être commandé indistinctement par les leviers situés à l'arrière de la remorque ou par la télécommande. Or, lorsqu'une machine peut être utilisée selon plusieurs modes de commande ou de fonctionnement, elle doit être munie d'un sélecteur de mode verrouillable qui ne permet qu'un seul mode de commande ou de fonctionnement à la fois.
- La défaillance du distributeur hydraulique a provoqué un accroissement du risque puisque le mouvement du plancher mobile se poursuit même lorsque les commandes sont relâchées. Les conséquences d'une telle défaillance n'ont pas été anticipées lors de la conception. À cet égard, la fiabilité du système commandant le

mouvement des planchers mobiles est discutable et ne respecte pas les règles de l'art, notamment les normes applicables telle que norme *ISO 13849 - Sécurité des machines : parties des systèmes de commande relatives à la sécurité*.

- Le circuit hydraulique ne comporte pas de système de filtrage pour maintenir le niveau de propreté requis pour le fluide hydraulique (l'huile). La contamination de l'huile par des particules solides peut avoir pour effet de rayer l'intérieur des cylindres où se déplacent les tiroirs, ce qui peut occasionner de la friction et l'usure des distributeurs.
- Les taquets ne se déploient pas automatiquement une fois les planchers mobiles positionnés pour le transport. Normalement, l'opérateur doit d'abord amener le plancher mobile à sa position de transport pour ensuite déployer les taquets pour le sécuriser.
- Suivant le logigramme de la figure précédente, il apparaît clairement que la modification de la remorque pour y incorporer des plancher mobiles actionnés au moyen d'un système hydraulique fait partie de l'exercice de l'ingénierie.

6. Conclusion

Considérant les éléments d'analyse mentionnés précédemment, la conception du système de commande des planchers mobiles installés dans la remorque ne respecte pas les règles de l'art et représente un danger pour les travailleurs devant l'utiliser.

ANNEXE F**Références bibliographiques**

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Protection des machines*, 3^e édition, Toronto, CSA, 2017, 180 p. (CSA Z432-16).

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION, COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION et ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION. *Transmissions hydrauliques : règles générales et exigences de sécurité relatives aux systèmes et leurs composants*, La Plaine Saint-Denis, France, AFNOR, 2011, 49 p. (NF EN ISO 4413:2011).

MP FILTRI. *Manuel d'information sur la propreté des fluides : guide d'analyse et comparaison de membranes*, Concorde, Ontario, MP Filtri, 2021, 28 p. [<https://www.mpfiltri.fr/FilesProdotti/HANDBKFR.pdf>].

OFFICE QUÉBÉCOIS DE LA LANGUE FRANÇAISE. *Grand dictionnaire terminologique : col-de-cygne*, [En ligne], 2023. [<https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/8363390/col-de-cygne>] (Consulté le 16 mai 2024).

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION. *Sécurité des machines : parties des systèmes de commande relatives à la sécurité. Partie 1, principes généraux de conception*, 3^e édition, Genève, ISO, 2015, 94 p. (ISO 13849-1:2015).

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION. *Transmissions hydrauliques : fluides : méthode de codification du niveau de pollution par particules solides*, Genève, ISO, 1987, 4 p. (ISO 4406 :1987).

QUÉBEC. *Loi sur la santé et la sécurité du travail, RLRQ, chapitre S-2.1, à jour au 26 mars 2024*, [En ligne], 2024. [<https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/s-2.1>] (Consulté le 16 mai 2024).

QUÉBEC. *Loi sur les ingénieurs, RLRQ, chapitre I-9, à jour au 26 mars 2024*, [En ligne], 2024. [<https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/I-9/>] (Consulté le 16 mai 2024).

QUÉBEC. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail, RLRQ, chapitre S-2.1, r. 13, à jour au 1^{er} janvier 2024*, [En ligne], 2024. [<https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/s-2.1,%20r.%2013>] (Consulté le 16 mai 2024).