

**EN004144**

# **RAPPORT D'ENQUÊTE**

**Accident mortel sur l'autoroute Métropolitaine impliquant quatre  
véhicules lourds survenu le 9 août 2016**

**Version dépersonnalisée**

**Direction régionale de Montréal de la prévention et de l'inspection**

**Inspecteurs :**

\_\_\_\_\_  
**Alain Lajoie, inspecteur**

\_\_\_\_\_  
**Simon Boily, inspecteur**

**Date du rapport : 21 juin 2017**

**Rapport distribué à :**

- Monsieur [ A ] , [ ... ], Entreprise Gestion Georges & Robert inc.
- Madame [ B ], [ ... ], Bombardier inc. Canadair (usine #3)
- Monsieur [ C ], [ ... ], Syndicat des machinistes, section locale 712
- Monsieur [ D ], [ ... ], Syndicat des machinistes, section locale 712
- Madame Stéphanie Gamache, coroner
- Docteur Richard Massé, directeur de santé publique

## TABLE DES MATIÈRES

<b><u>1</u></b>	<b><u>RÉSUMÉ DU RAPPORT</u></b>	<b><u>1</u></b>
<b><u>2</u></b>	<b><u>ORGANISATION DU TRAVAIL</u></b>	<b><u>3</u></b>
2.1	<b>ENTREPRISE GESTION GEORGES &amp; ROBERT INC.</b>	<b>3</b>
2.1.1	STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT	3
2.1.2	ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	3
2.1.2.1	Mécanismes de participation	3
2.1.2.2	Gestion de la santé et de la sécurité	4
2.2	<b>BOMBARDIER INC. CANADAIR (USINE #3)</b>	<b>4</b>
2.2.1	STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT	4
2.2.2	ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	5
2.2.2.1	Mécanismes de participation	5
2.2.2.2	Gestion de la santé et de la sécurité	6
<b><u>3</u></b>	<b><u>DESCRIPTION DU TRAVAIL</u></b>	<b><u>7</u></b>
3.1	DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	7
3.2	DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	7
<b><u>4</u></b>	<b><u>ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE</u></b>	<b><u>9</u></b>
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	9
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	10
4.2.1	INFORMATIONS RELATIVES À LA FORMATION DES CAMIONNEURS IMPLIQUÉS DANS L'ACCIDENT :	10
4.2.1.1	Informations relatives au conducteur du camion de EGGR	10
4.2.1.2	Informations relatives au conducteur de Bombardier	10
4.2.2	INFORMATIONS RELATIVES AUX DIFFÉRENTS CAMIONS IMPLIQUÉS DANS L'ACCIDENT	10
4.2.2.1	Informations relatives au camion de EGGR	11
4.2.2.2	Informations relatives au camion de Givesco	11
4.2.2.3	Informations relatives au camion d'Interglobe	12
4.2.2.4	Informations relatives au camion-citerne #3452 de Bombardier	13
4.2.3	INFORMATIONS RELATIVES AUX POSITIONS DES VÉHICULES QUELQUES INSTANTS AVANT L'ACCIDENT	14
4.2.3.1	Informations relatives aux distances séparant les véhicules à la hauteur de Christophe-Colomb	16
4.2.3.2	Informations relatives à la distance totale d'arrêt	18
4.2.3.3	Informations relatives aux méthodes de conduites préventives enseignées	20
4.2.4	INFORMATIONS RELATIVES AUX CONSÉQUENCES DE L'IMPACT	21
4.2.5	INFORMATIONS RELATIVES AU DISPOSITIF QUI A DÉCLENCHÉ LE SYSTÈME DE FREINAGE SUR LE CAMION-CITERNE DE BOMBARDIER	23
4.2.5.1	Localisation de l'interrupteur en cause	23

	4.2.5.2 Fonctionnement de l'interrupteur	24
	4.2.5.3 Les mécanismes de verrouillage du rideau métallique	26
4.2.6	INFORMATIONS RELATIVES AUX NORMES APPLICABLES AUX CAMIONS-CITERNES SERVANT À L'AVITAILLEMENT	32
4.2.7	INFORMATIONS RELATIVES À L'EXPERTISE EFFECTUÉE SUR LE CAMION-CITERNE	33
4.2.8	INFORMATIONS RELATIVES À UN AUTRE CAMION-CITERNE APPARTENANT À BOMBARDIER	34
4.2.9	INFORMATIONS RELATIVES AUX OBLIGATIONS D'UN PROPRIÉTAIRE D'UN VÉHICULE LOURD CONCERNANT LES PROGRAMMES D'INSPECTION	34
	4.2.9.1 Programmes de maintenance de EGGR	35
	4.2.9.2 Programmes de maintenance de Bombardier	35
4.2.10	INFORMATIONS RELATIVES AUX PANNES SIMILAIRES SURVENUES AVANT L'ACCIDENT	36
<b>4.3</b>	<b>ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES</b>	<b>38</b>
4.3.1	LA DISTANCE SÉPARANT LE CAMION DE EGGR DU CAMION PLATEFORME DE GIVESCO EST INSUFFISANTE POUR PERMETTRE AU CHAUFFEUR D'ÉVITER LA COLLISION	38
4.3.2	LE TRACTEUR DU CAMION DE EGGR PREND FEU À LA SUITE DE L'IMPACT.	38
4.3.3	LE CAMION-CITERNE DE BOMBARDIER S'ARRÊTE DE FAÇON INTEMPESTIVE À LA SUITE DU DÉCLENCHEMENT INOPINÉ DU DISPOSITIF D'INTERVERROUILLAGE INSTALLÉ AU NIVEAU DU RIDEAU MÉTALLIQUE.	39
4.3.4	BOMBARDIER N'ASSURE PAS UN SUIVI ADÉQUAT DES ARRÊTS INTEMPESTIFS SURVENUS EN 2016 AVEC SES CAMIONS-CITERNES.	39
<b>5</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>41</b>
5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	41
5.2	AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE	41
5.3	RECOMMANDATIONS	41
 <b>ANNEXES</b>		
ANNEXE A :	Liste des accidentés ou Accidenté	42
ANNEXE B :	Liste des témoins et des autres personnes rencontrées	43
ANNEXE C :	Informations détaillées concernant les camions impliqués dans l'accident	45
ANNEXE D :	Fonctionnement du dispositif d'interverrouillage et des dispositifs de verrouillage du rideau métallique	50
ANNEXE E :	Normes en référence	57
ANNEXE F :	Rapport d'expertise : Estimation de la distance de freinage d'un ensemble tracteur remorque	64
ANNEXE G :	Rapport d'expertise Prolad : Expertise sur le déclenchement inopiné d'un dispositif de sécurité agissant sur le système de freinage d'un camion-citerne de l'entreprise Bombardier	65
ANNEXE H :	Références bibliographiques	66

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

Le 9 août 2016, un camionneur de la compagnie Entreprise Gestion Georges & Robert inc. (EGGR) se déplace sur l'autoroute 40 en direction ouest au volant d'un tracteur avec remorque-citerne. Vers 15 h 55, un camion-citerne appartenant à Bombardier s'immobilise de façon abrupte sur la voie centrale à la hauteur de la rue Lajeunesse. Un camion cube de la compagnie Interglobe réussit à s'immobiliser juste derrière le camion-citerne de Bombardier, sans le percuter. Un camion avec remorque-plateforme de la compagnie Givesco freine et percute l'arrière du camion cube de la compagnie Interglobe qui le précède. Le tracteur avec remorque-citerne de EGGR percute la remorque-plateforme de Givesco immobilisée devant lui, laissant son conducteur coincé dans la cabine qui prend feu.

En raison de la nature et de la gravité de l'événement, la CNESST, dans sa démarche d'enquête, considère l'accident dans sa globalité. Afin de dresser un portrait juste des causes, les quatre entreprises impliquées sont examinées. Selon les informations recueillies dans le cadre de l'enquête, deux d'entre elles ont joué un rôle prépondérant et de ce fait, font l'objet du présent rapport : EGGR et Bombardier.

**Conséquences**

Le chauffeur du camion EGGR décède de ses blessures par brûlure.



Source : caméra MTMDET

**Abrégé des causes**

- La distance séparant le camion de EGGR du camion plateforme de Givesco est insuffisante pour permettre au chauffeur d'éviter la collision;
- Le tracteur du camion de EGGR prend feu à la suite de l'impact;
- Le camion-citerne de Bombardier s'arrête de façon intempestive à la suite du déclenchement inopiné du dispositif d'interverrouillage installé au niveau du rideau métallique;

- Bombardier n'assure pas un suivi adéquat des arrêts intempestifs survenus en 2016 avec ses camions-citernes.

### **Mesures correctives**

Suite à l'accident, la CNESST a interdit l'utilisation de deux camions-citernes appartenant à Bombardier sur les voies publiques pour s'assurer de leur conformité aux normes et règles de l'art. Celles-ci prévoient, entre autres, la présence de dispositifs de sécurité pour prévenir le freinage intempestif. L'interdiction a été levée sur l'un des camions-citernes, une fois sa conformité aux normes validée. Une dérogation a été émise afin que les travailleurs soient formés sur les dispositifs d'interverrouillage, ainsi que sur le dispositif de sécurité présent dans la cabine du deuxième camion-citerne et permettant de prévenir un freinage intempestif lorsque ce dernier est en déplacement.

*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 Entreprise Gestion Georges & Robert inc.****2.1.1 Structure générale de l'établissement**

EGGR est spécialisée dans le transport et la distribution de produits pétroliers, ainsi que dans le transport de marchandises en tout genre. L'établissement, situé au 45, rue Arboit à l'Assomption, emploie environ 33 camionneurs, trois mécaniciens et deux employés de bureau, tous non syndiqués.

Les activités de cette entreprise, enregistrée à la CNESST, sont divisées en deux secteurs d'activité. La première activité concerne le transport de mazout et relève du secteur commerce, alors que la seconde concerne le transport de marchandises et relève du secteur transport routier de marchandises. Sauf en de rares occasions, les activités de transport de mazout sont limitées au territoire du Québec, alors que les activités de transport de marchandises sont effectuées dans plusieurs provinces. Pour ces raisons, l'entreprise est considérée de juridiction fédérale, bien qu'elle soit enregistrée à la CNESST.

L'organigramme suivant présente la structure organisationnelle de l'entreprise.

[ ... ]

La totalité des contrats de transport de carburant provient de la firme Pepco. Parmi la flotte de 28 camions, 10 unités font du transport de produits pétroliers, alors que 18 unités font du transport de marchandises.

**2.1.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail****2.1.2.1 Mécanismes de participation**

Aucun mécanisme n'est en place pour favoriser la participation des travailleurs.

### 2.1.2.2 Gestion de la santé et de la sécurité

L'employeur a une politique santé sécurité. Il assure un contrôle au niveau du respect des règles de sécurité établies par lui ou exigées par ses clients, notamment en ce qui a trait au port d'équipement de protection individuelle. Tous les comportements jugés non conformes sont suivis d'un avis disciplinaire et, au besoin, une formation d'appoint est donnée au travailleur fautif.

L'employeur utilise les informations provenant des dispositifs de géopositionnement par satellites (GPS) des véhicules durant les quarts de travail pour surveiller les activités des camionneurs. Les informations transmises par les GPS lui permettent notamment de voir si un camionneur fait un excès de vitesse. Dans un tel cas, un avis disciplinaire est émis.

L'employeur a accès à des caméras de surveillance pour la cour arrière, ainsi que sur le site du Canadien National (CN). L'employeur effectue de la surveillance sans préavis lorsqu'il se retrouve près d'un site de livraison, mais ne garde pas de trace écrite de ces interventions.

Les fiches d'inspection avant les départs sont vérifiées et toute anomalie est adressée.

Lorsqu'un travailleur est pris en défaut, un rappel est effectué auprès des autres travailleurs. Au besoin, une communication écrite est remise avec la paie.

En ce qui concerne la formation, l'employeur s'assure que tout camionneur désirant faire le transport de produits pétroliers suit préalablement les formations requises par le CN (Rampe de chargement), par Valéro (Rampe de chargement) et par l'Institut canadien des produits pétroliers (ICPP). À l'embauche, le nouveau conducteur est formé par compagnonnage pour les premières livraisons. Ensuite, il effectue les livraisons sous surveillance, avant d'être autorisé à livrer seul.

Dès qu'une nouvelle formation ou une mise à jour est exigée par un fournisseur, l'employeur s'assure de former le personnel.

## 2.2 Bombardier inc. Canadair (usine #3)

### 2.2.1 Structure générale de l'établissement

L'entreprise Bombardier est spécialisée dans la fabrication d'équipements de transport. Son siège social se situe au 800, boulevard René-Lévesque Ouest, 29<sup>e</sup> étage, à Montréal.

L'établissement concerné par l'accident est l'usine d'assemblage pour les avions de la série Challenger, située au 500, boulevard Côte-Vertu Ouest, à Dorval. L'établissement fait partie du secteur d'activité 008 — Fabrication d'équipements de transport. On y compte environ 2100 travailleurs, dont 1100 sont représentés par le Syndicat des machinistes,

section locale 712, de l'Association internationale des machinistes et des travailleurs et travailleuses de l'aérospatiale.

L'organigramme suivant présente la structure organisationnelle de l'entreprise.

[ ... ]

Les activités de travail se déroulent sur trois quarts de travail.

## **2.2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail**

### **2.2.2.1 Mécanismes de participation**

Bombardier a mis en place plusieurs comités de santé et de sécurité. Certains, comme le comité paritaire, couvrent plusieurs établissements, alors que d'autres, comme le comité Challenger et les comités SST locaux, couvrent uniquement l'usine #3. La fréquence des rencontres des divers comités de santé et de sécurité varie d'une à deux rencontres par mois.

Les travailleurs sont impliqués dans le processus d'enquête faisant suite aux accidents de travail survenus dans l'établissement.

Les travailleurs sont représentés par deux représentants à la prévention.

#### **2.2.2.2 Gestion de la santé et de la sécurité**

L'employeur a un programme de prévention pour l'année 2016. Ce dernier a été développé à partir d'un inventaire des risques dans le milieu de travail, identifiés à l'aide d'un questionnaire.

L'employeur a mis en place un programme d'accueil pour les nouveaux travailleurs.

L'employeur a mis en place un programme de formation pour les travailleurs. Des formations de base en santé et sécurité sont données à tous les travailleurs et des formations spécifiques sont données en fonction des tâches à effectuer.

L'employeur a mis en place un programme de maintenance pour plusieurs des équipements qu'il utilise, dont le camion-citerne #3452, impliqué dans l'accident.

L'employeur a mis en place plusieurs moyens de communication afin d'informer les travailleurs des règles de sécurité à respecter et pour les sensibiliser à l'importance de travailler de façon sécuritaire. Des bons de maintenance contiennent notamment une section qui précise les directives de sécurité à respecter en fonction du travail à effectuer. De plus, les travailleurs sont informés des accidents de travail survenus dans l'établissement.

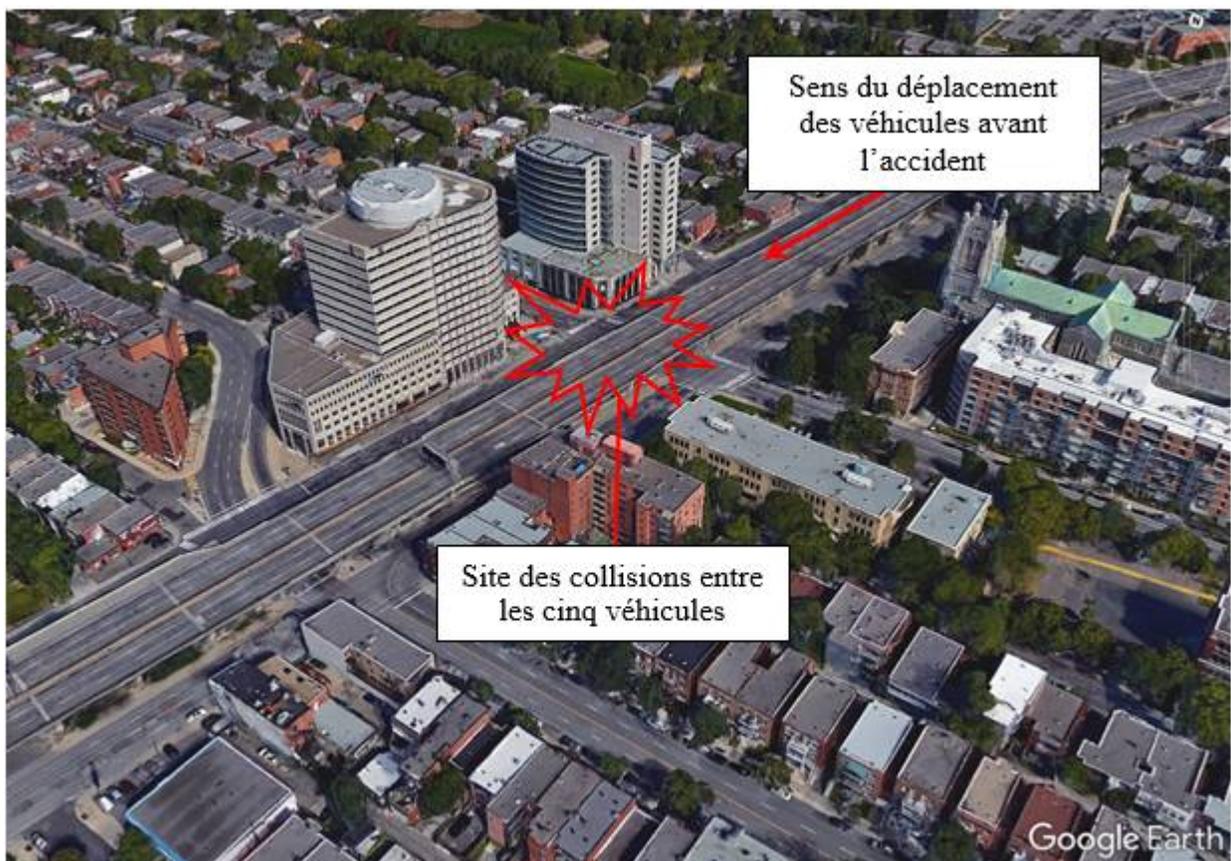
## SECTION 3

### 3 DESCRIPTION DU TRAVAIL

#### 3.1 Description du lieu de travail

L'accident est survenu sur l'autoroute Métropolitaine, dans la voie du centre en direction ouest, à la hauteur de la rue Lajeunesse. À cet endroit, l'autoroute est surélevée et comporte des joints d'expansion. Trois voies de circulation en direction ouest et trois voies de circulation en direction est s'y retrouvent, toutes deux séparées par un muret de béton.

Site de l'accident



Source : Google Earth (précision CNESST)

La limite de vitesse sur cette portion de l'autoroute Métropolitaine est de 70 km/h.

#### 3.2 Description du travail à effectuer

Au moment de l'accident, le conducteur du tracteur avec remorque-citerne de EGGR se déplace vers la ville de La Sarre, située en Abitibi-Témiscamingue, pour une livraison de carburant chez un client. L'itinéraire emprunté est d'abord l'autoroute 40, pour ensuite aller rejoindre l'autoroute 15 et se diriger éventuellement vers La Sarre.

Le conducteur du camion-citerne de la compagnie Bombardier, quant à lui, se dirige vers le 500, boulevard Côte-Vertu Ouest, après avoir livré du carburant pour calibrer la pompe d'un autre camion-citerne appartenant également à Bombardier et laissé en réparation chez Certiflo, situé à Pointe-aux-Trembles.

## SECTION 4

### 4 ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE

#### 4.1 Chronologie de l'accident

Le jour de l'accident, le tracteur avec remorque-citerne de EGGR se déplace en direction du client Les Pétroles Carufel, situé à La Sarre. Alors qu'il se déplace sur l'autoroute Métropolitaine, le camion avec remorque-plateforme de la compagnie Givesco, qui le précède, freine brusquement et percute un autre camion devant lui. Le camion de EGGR percute l'arrière de la remorque-plateforme du camion Givesco alors immobilisé devant lui.

Une caméra du Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports (MTMDET), située à environ 825 mètres (m) du site de l'accident, permet d'apprécier la distance en secondes qui sépare le premier du dernier véhicule. Cette distance est estimée à huit secondes. Les cinq phases suivantes reconstituent la séquence de l'accident :

Phase 1 : Alors qu'il se déplace sur la voie centrale de l'autoroute Métropolitaine, le système de frein d'urgence du camion-citerne de Bombardier s'enclenche de façon intempestive. Le véhicule ralentit jusqu'à son immobilisation complète à la hauteur de la rue Lajeunesse. Pendant la décélération du camion-citerne, le chauffeur tente de changer de voie à sa droite, mais ne peut procéder dû à la présence de véhicules. Le camion-citerne s'immobilise donc complètement sur la voie centrale.

Phase 2 : Alors que le camion-citerne devant lui se met à ralentir, le chauffeur du camion cube d'Interglobe constate la tentative infructueuse du conducteur du camion-citerne de changer de voie vers la droite. Il observe que de la fumée sort du train arrière du camion-citerne sans toutefois voir les roues arrière se bloquer. Il applique les freins abruptement et immobilise le camion cube à environ 1,2 m derrière le camion-citerne de Bombardier.

Phase 3 : Le chauffeur du camion avec remorque-plateforme de la compagnie Givesco roule sur la voie centrale et constate devant lui le camion cube d'Interglobe avec les phares d'arrêt allumés. Le chauffeur commence à appliquer les freins en pensant que le camion devant lui ne fait que ralentir. Il constate alors que le camion cube est immobilisé sur la voie centrale. Il tente de changer de voie vers la gauche, mais percute l'arrière d'une voiture de marque Honda Civic. Il freine et emboutit finalement l'arrière du camion cube d'Interglobe situé devant lui avant de s'immobiliser complètement.

Phase 4 : Le conducteur de la Honda Civic observe le camion cube d'Interglobe s'immobiliser sur la voie centrale, alors qu'il circule dans la voie de gauche au côté du camion avec remorque-plateforme de Givesco. Lorsqu'il constate que ce dernier applique les freins et commence à dévier vers lui, il accélère en espérant éviter le contact. Il sent alors le tracteur du camion Givesco frapper l'arrière de son véhicule. Il perd le contrôle et emboutit le camion cube d'Interglobe sur le côté du conducteur.

Phase 5 : Le chauffeur du tracteur avec remorque-citerne de EGGR percute de plein fouet l'arrière de la remorque-plateforme du camion de Givesco. Sous la force de l'impact, le pivot d'attelage se

sépare de la sellette du tracteur et la remorque-citerne vient écraser l'arrière de l'habitacle du tracteur. L'impact avec la remorque-plateforme du camion de Givesco endommage la partie avant du tracteur du camion de EGGR. Suite à l'impact, un liquide combustible s'écoule du tracteur vers le sol. Le liquide combustible prend feu et enflamme la cabine, alors que M. [ E ] demeure piégé à l'intérieur. Il décède de ses blessures avant l'intervention des pompiers.

## 4.2 Constatations et informations recueillies

### 4.2.1 Informations relatives à la formation des camionneurs impliqués dans l'accident :

Tous les camionneurs impliqués dans l'accident étaient autorisés à conduire leur véhicule. En effet, leur permis confirme l'autorisation de conduire la classe de véhicule impliquée dans l'accident.

#### 4.2.1.1 Informations relatives au conducteur du camion de EGGR

- Le camionneur est embauché le [ ... ]. Son expérience de travail comme camionneur précise qu'il conduisait des camions [ ... ]. [ ... ], il conduisait des tracteurs avec remorque-citerne.
- Le camionneur a suivi sa formation au Centre de formation du transport routier (CFTR). Il a également suivi des formations spécifiques au transport de produits pétroliers, dont celles pour la rampe de chargement de Valéro et du CN, ainsi qu'une formation par l'Institut canadien des produits pétroliers (ICPP).

#### 4.2.1.2 Informations relatives au conducteur de Bombardier

- Le travailleur occupe le poste de chauffeur opérateur [ ... ].
- Il est autorisé à conduire plusieurs véhicules, dont les camions-citernes pour l'avitaillement.
- Il conduit le camion-citerne impliqué dans l'accident [ ... ].

### 4.2.2 Informations relatives aux différents camions impliqués dans l'accident<sup>1</sup>

Parmi les quatre camions impliqués dans l'accident, deux transportaient un produit dangereux (carburant avionique et mazout). Le camion de EGGR transportait 47 319 de produit 1201 qui est un mazout léger no 2 pour système de chauffage à l'huile. Ce liquide est un combustible de classe 2 selon la classification NFPA 30 et a une température d'auto-ignition de 225° Celsius. Quant au camion-citerne de Bombardier, la citerne contenait environ 1696 litres de carburant pour avions Jet A1.

<sup>1</sup> Des informations plus détaillées relatives aux différents camions impliqués dans l'accident peuvent être consultées à l'annexe C.

#### 4.2.2.1 Informations relatives au camion de EGGR

- Le camion est de type tracteur avec remorque-citerne. La photo suivante montre un tracteur avec une remorque-citerne similaire à celui impliqué dans l'accident.



Source : EGGR

- Le tracteur est du fabricant Freightliner, modèle Colombia 2007. Le système de freinage est pneumatique. Le tracteur pèse 8409 kg et a une longueur de 8,13 m.
- La remorque-citerne est du fabricant Tremcar, modèle Quad 2014 d'une capacité de 57 000 litres. Le système de freinage est pneumatique. La remorque-citerne a une longueur de 14,97 m et pèse 8165 kg lorsqu'elle est vide.
- Le poids du carburant dans la remorque-citerne est de 39 464 kg.
- Au total, le poids du tracteur et de la remorque-citerne avec le diesel est de 56 038 kg.
- Une fois le tracteur attelé à la remorque-citerne, le véhicule est d'une longueur totale de 20,8 m.
- Le tracteur était muni d'un système GPS qui transmettait sa localisation et sa vitesse toutes les deux minutes. Il s'est écoulé 45 secondes entre la dernière donnée et l'arrêt du fonctionnement du GPS au moment de l'accident.

#### 4.2.2.2 Informations relatives au camion de Givesco

- Le camion est de type tracteur avec une remorque-plateforme. La photo suivante montre un tracteur avec une remorque-plateforme ressemblant à celui impliqué dans l'accident, sans toutefois être un modèle identique.



Source : CNESST

- Au moment de l'accident, la remorque-plateforme transportait des poches de mélange pour mortier, pesant chacune 1450 kg. Un chariot élévateur Moffett modèle M8 était également sur la remorque-plateforme. Le poids total du chargement, incluant le chariot élévateur, était de 26 063 kg.
- Le tracteur, fabriqué en 2014, est du fabricant Freightliner, modèle Cascadia 125 DC.
- La remorque-plateforme, fabriquée en 2005, est du fabricant Manac, modèle 10342.
- Une fois le tracteur attelé à la remorque-plateforme, le véhicule est d'une longueur totale de 17,7 m.

#### 4.2.2.3 Informations relatives au camion d'Interglobe

- Le camion d'Interglobe est un modèle cube à deux essieux (roues doubles sur l'essieu arrière). La photo suivante montre un camion similaire à celui impliqué dans l'accident.



Source : Interglobe

- Au moment de l'accident, le camion cube ne transportait aucune charge.
- Le camion, fabriqué en 2007, est de marque Freightliner, modèle M2 106.
- Le camion a une longueur de 9,14 m et pèse au total 6440 kg.

#### 4.2.2.4 Informations relatives au camion-citerne #3452 de Bombardier

- Le véhicule est de type camion-citerne. La photo suivante montre qu'il s'agit d'un tracteur avec châssis sur lequel une citerne a été installée.



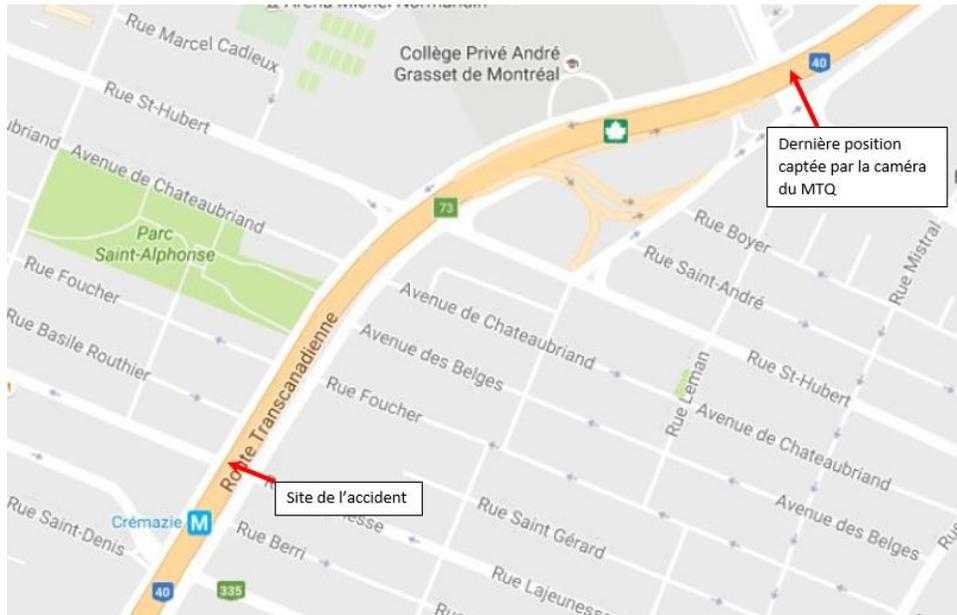
Source : CNESST

- La citerne du fabricant Fruehauf est un modèle RT 0299 avec une capacité de 15 142 litres. Au moment de l'accident, il y a environ 1696 litres de carburant pour avions Jet A1 dans le camion-citerne, représentant un poids d'environ 1424 kg.
- Le camion-citerne a été acquis originalement par les Forces armées canadiennes en 1970. En 1996, Bombardier en fait l'acquisition et procède alors à une modification. La citerne d'origine, du fabricant Fruehauf, est installée sur un nouveau châssis et camion du fabricant Freightliner, modèle MCV. Ces travaux sont effectués par la compagnie Techno-Citerne inc.
- Le système de freinage est pneumatique. Le camion-citerne est d'une longueur de 9,8 m et pèse 9736 kg lorsqu'il est vide.
- Le poids total du camion-citerne avec le carburant est de 11 161 kg.
- Ce camion-citerne avitaille les avions de Bombardier qui effectuent des vols tests sur le site de l'aéroport.
- Le camion-citerne est toutefois appelé à se déplacer sur les routes publiques, incluant les autoroutes, pour se rendre aux sites de certains fournisseurs de services à des fins d'inspections et d'entretiens, afin de respecter les obligations réglementaires et normatives.
- Dans le cadre de son entente de services avec le fournisseur Certiflo, le déplacement du camion du site de l'usine #3 au site de Certiflo est pris en charge par ce dernier, qui sous-traite cette activité à la firme Transport GT.
- Le jour de l'accident, le camion-citerne #3452 était en déplacement vers le site de Certiflo afin d'amener et de transférer du carburant dans le second camion-citerne de Bombardier déjà présent sur le site (Innotech). Le carburant était nécessaire pour compléter la calibration de la nouvelle pompe à carburant installée sur le camion-citerne Innotech. Afin de compléter cette opération, un chauffeur ayant les qualifications pour opérer la pompe et effectuer le transfert de carburant était nécessaire. C'est donc un mécanicien chauffeur de Bombardier qui conduisait le camion-citerne #3452.

#### **4.2.3 Informations relatives aux positions des véhicules quelques instants avant l'accident**

Les caméras du réseau routier du Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification des Transports (MTMDET) n'ont pas capté la séquence de l'accident. Toutefois, une caméra située à environ 825 m avant le site de l'accident a enregistré la position des quatre véhicules. Considérant que les véhicules circulaient à environ 70 km/h selon les dernières données GPS et les témoignages, l'accident s'est produit environ 42 secondes après leur passage devant cette caméra.

Position de la caméra et du site de l'accident



Source : Google Maps (précision CNESST)

Les images suivantes montrent la séquence des véhicules à la hauteur de la rue Christophe-Colomb.

Arrivée du camion-citerne de Bombardier



Source : caméra MTMDET (précision CNESST)

Position des trois camions



Source : caméra MTMDET (précision CNESST)

#### 4.2.3.1 Informations relatives aux distances séparant les véhicules à la hauteur de Christophe-Colomb

La position des véhicules a peu varié entre le passage devant la caméra et le lieu de l'accident en fonction des faits suivants :

- Le chauffeur de Givesco confirme qu'il se déplaçait environ à 70-75 km/h et que la circulation était fluide juste avant l'accident;
- La dernière vitesse enregistrée par le GPS du tracteur avec la remorque-plateforme de Givesco avant l'accident est de 65 km/h.
- Le chauffeur du camion cube d'Interglobe confirme que la circulation était fluide juste avant l'accident. Il précise avoir noté que sa vitesse était d'environ 50 km/h, mais il avait déjà amorcé un freinage brusque pour éviter d'entrer en collision avec le camion-citerne de Bombardier. Il estime qu'environ quatre à cinq longueurs de son camion le séparaient du camion-citerne de Bombardier.
- Le chauffeur du camion-citerne de Bombardier confirme que la circulation était fluide et qu'il se déplaçait aux environs de 75-80 km/h. Les essais routiers effectués dans le cadre de l'expertise ont toutefois permis de constater que l'odomètre du camion-citerne surestime sa vitesse réelle.
- Le chauffeur de la voiture Honda confirme que la circulation était fluide avant l'accident et estime qu'il se déplaçait environ à 70-75 km/h.

- Les données GPS du camion de EGGR indiquent que le camion se déplaçait environ à 67 km/h, 45 secondes avant l'impact, soit environ 837 m avant l'accident.
- Une analyse des images captées par la caméra du MTMDET, située à l'intersection de l'autoroute Métropolitaine et Christophe-Colomb, permet d'estimer le temps et la distance séparant chacun des camions. Les distances sont d'abord présentées en temps, puis transposées en longueurs de camions pour illustrer la distance les séparant. Le repère utilisé est le joint d'expansion visible au centre de l'image (flèche rouge). Pour estimer le temps entre chaque véhicule, la séquence vidéo est avancée jusqu'au moment où l'arrière du véhicule précédant arrive au niveau du joint d'expansion. Le temps est alors enregistré.

Position du camion-citerne de Bombardier



Position du camion cube Interglobe



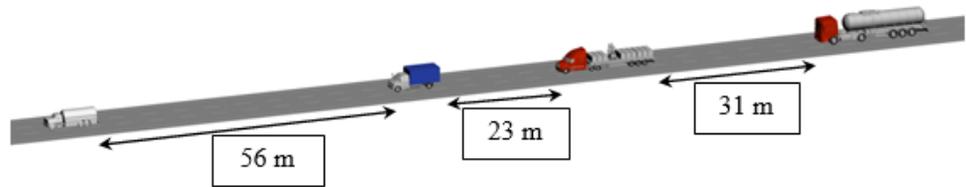
Source : Caméra MTMDET (précision CNESST)

Ensuite, la bande vidéo est avancée image par image jusqu'à l'arrivée de la partie avant du camion suivant sur le même point de repère. Le temps de passage est noté, puis soustrait au premier temps de passage, ce qui permet d'obtenir l'intervalle de temps entre les deux véhicules.

Le logiciel utilisé pour visionner la séquence vidéo affiche le temps avec une précision au millième de seconde. Toutefois, lorsque le mode image par image est utilisé, chaque saut d'image représente 66 millièmes de seconde. À une vitesse moyenne de 70 km/h, chaque image représente une distance de déplacement du véhicule d'environ 1,1 m, ce qui définit la marge d'erreur de cette méthode.

L'illustration suivante montre à l'échelle la position des camions et la distance les séparant au moment du passage devant la caméra.

Distance séparant les quatre camions



Source : CNESST

Le tableau suivant présente l'intervalle de temps, la distance séparant chacun des camions et la conversion de ces valeurs en longueurs de camion.

Camions comparés	Temps (secondes)	Distance (mètres)	Longueurs de camion
Camion-citerne Bombardier et camion cube d'Interglobe	2,9	56	6,1
Camion cube d'Interglobe et camion avec remorque plateforme de Givesco	1,2	23	1,3
Camion avec remorque plateforme de Givesco et camion avec remorque-citerne EGGR	1,6	31	1,5

#### 4.2.3.2 Informations relatives à la distance totale d'arrêt

Pour calculer la distance totale d'arrêt, la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) tient compte des critères suivants :

- Le temps de perception
- Le temps de réaction
- Le temps de réponse du système de freinage
- La distance de freinage

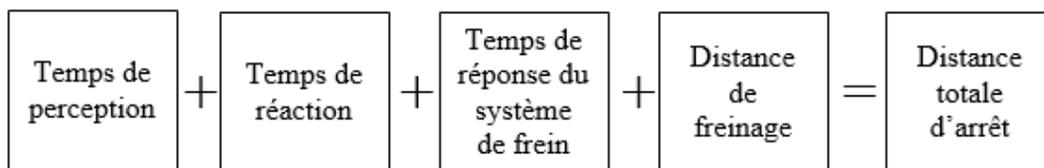
**Temps de Perception :** Le temps de perception est le temps requis par le camionneur pour percevoir qu'un véhicule est immobilisé sur la route. Il est représenté par une valeur constante, soit  $\frac{3}{4}$  de seconde.

**Temps de Réaction :** Il s'agit du temps entre le moment où le camionneur perçoit un problème sur la route devant lui et déplace ses pieds pour appliquer les freins. Il est représenté par une valeur constante, soit  $\frac{3}{4}$  de seconde.

**Temps de réponse du système de freinage :** Le système de frein des véhicules lourds impliqué dans l'accident fonctionne à l'air pneumatique. Lorsqu'on appuie sur la pédale des freins, le système pneumatique réagit avec un certain délai qui est représenté par une valeur constante de  $\frac{1}{2}$  seconde, selon le guide traitant de la conduite d'un véhicule lourd de la SAAQ.

Distance de freinage : Il s'agit de la distance que le véhicule parcourt à partir du moment où les freins sont appliqués. Plusieurs éléments peuvent influencer la distance de freinage, tels que l'état de la surface de la route (sèche, mouillée, glacée), l'état des pneus, le type de freins (tambour, disque, ABS), l'état et la température des freins et finalement, le poids total du véhicule.

En somme la distance totale d'arrêt se calcule ainsi :



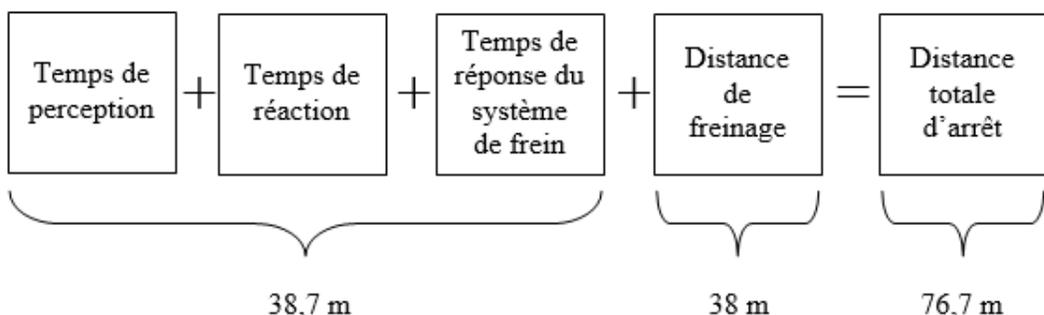
Un véhicule qui se déplace à 70 km/h parcourra les distances suivantes, peu importe le type et son poids :

- Perception du danger : 14,5 m
- Réaction : 14,5 m
- Délai du système de freinage : 9,7 m

Le camion de EGGR aurait donc parcouru une distance de 38,7 m avant que les freins soient appliqués et que le camion commence à décélérer. Cette distance représente presque l'équivalent de deux fois la longueur du tracteur avec sa remorque-citerne (2 X 20,8 m).

À la valeur de 38,7 m, il faut ajouter la distance de freinage. Dans des conditions idéales, la distance de freinage est principalement influencée par le poids et la vitesse du véhicule. Selon le rapport d'expertise (annexe F), la distance de freinage théorique estimée pour le camion de EGGR, en considérant son poids et les conditions routières, oscillerait aux environs de 38 m, soit près de deux fois la longueur du tracteur avec sa citerne.

La distance totale d'arrêt théorique pour le camion de EGGR se déplaçant à 70 km/h est donc de 76,7 m, soit 3,7 fois la longueur du tracteur avec la remorque-citerne.

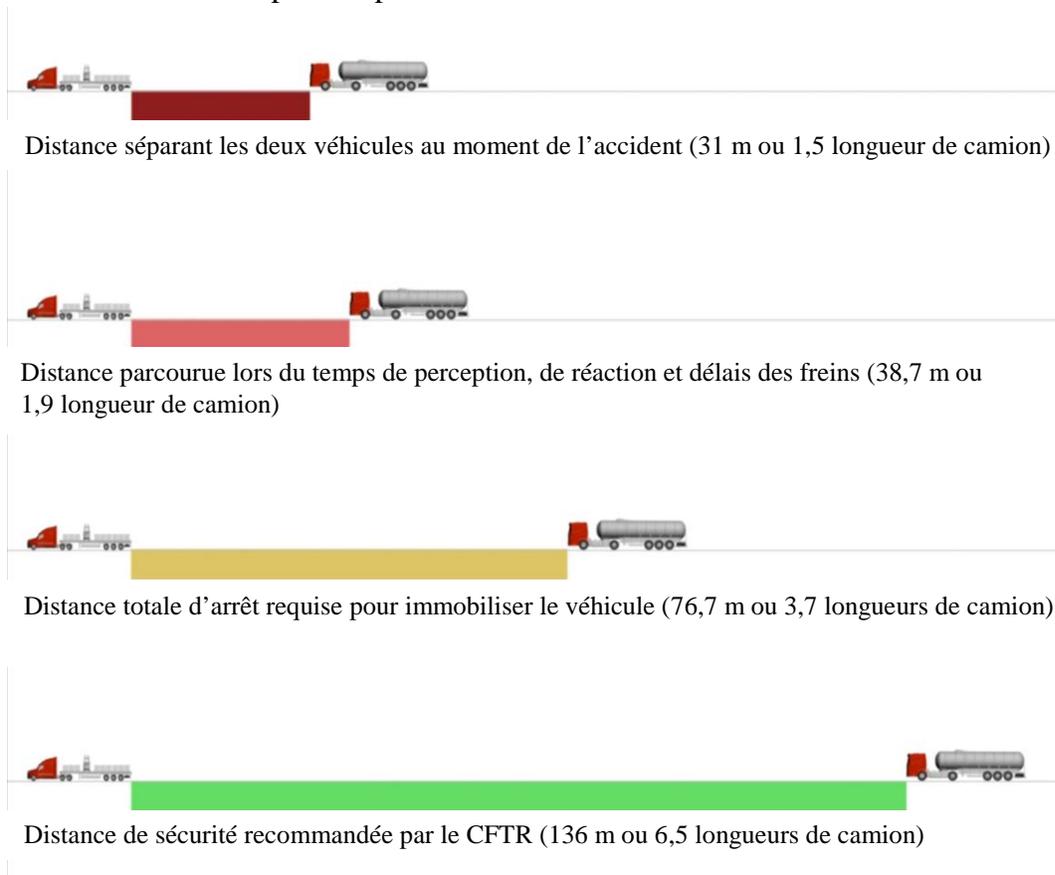


### 4.2.3.3 Informations relatives aux méthodes de conduites préventives enseignées

Le Centre de formation du transport routier (CFTR) enseigne qu'une distance de sécurité doit être égale à la longueur totale du camion divisée par trois, afin d'immobiliser un véhicule dans des circonstances imprévues<sup>2</sup>. Cette distance est transposée en seconde et représente le temps qui doit séparer deux véhicules. Ainsi, pour le camion de EGGR, dont la longueur est d'environ 20,8 m, la distance de sécurité recommandée est de 7 secondes. Cette distance de sécurité peut augmenter selon les conditions de la route et la vitesse de déplacement.

Dans le cadre d'un déplacement à 70 km/h, la règle du CFTR est appliquée, une distance de 136 m devrait séparer le véhicule qui le précède pour respecter le 7 secondes recommandé.

L'illustration suivante montre un comparatif à l'échelle des distances séparant le camion de EGGR du camion de Givesco au moment de l'accident et selon les critères à considérer pour respecter la distance de sécurité.



<sup>2</sup> Selon le guide *Conduire un véhicule lourd* rédigé par la SAAQ

Il faut souligner que la relation est dynamique entre les deux camions parce qu'ils sont en mouvement. Lorsque le camion de Givesco commence à freiner, il poursuit son déplacement. Ainsi, lorsque le camion de EGGR amorce sa phase de perception, il bénéficie d'une distance supérieure à celle qu'il aurait eue si le camion de Givesco était arrêté complètement.

#### 4.2.4 Informations relatives aux conséquences de l'impact

La comparaison entre les images du camion-citerne avant et après l'accident permet de mesurer la force de l'impact. Les photos suivantes montrent un comparatif de la position de la remorque-citerne avec le tracteur en temps normal et la position de la remorque-citerne avec le tracteur après impact.



Source : EGGR (photo inversée pour faciliter la comparaison) (précision CNESST)



Source : Youtube (Pitonosaure) (précision CNESST)

- L'extrémité de la remorque-citerne, normalement située devant l'attelage, est maintenant située derrière le train avant du tracteur (flèche n°1). Aucune expertise n'a été effectuée pour déterminer si la remorque-citerne s'est détachée suite au bris du pivot d'attelage ou suite à un bris de la sellette;

- La cabine du tracteur a complètement été emboutie par la remorque-citerne qui s'est détachée du système d'ancrage. La flèche n°2 montre la position normale de l'arrière de la cabine avant l'impact;
- Le poste de conduite a été déplacé au-dessus des roues avant du tracteur. La flèche n°3 montre la position du début de la portière avant l'impact.
- Une séquence vidéo prise par un citoyen permet de constater qu'un liquide combustible se répand sous la cabine du chauffeur et forme une trainée sur le pavé qui se déplace vers le camion de Givisco. Les deux photos tirées de la bande vidéo montrent l'avancement de la coulisse de liquide inflammable sur le pavé.
- Dans le cadre de son enquête, la Sûreté du Québec a confirmé que le cellulaire du conducteur de la remorque-citerne n'a pas été utilisé au moment de l'accident.



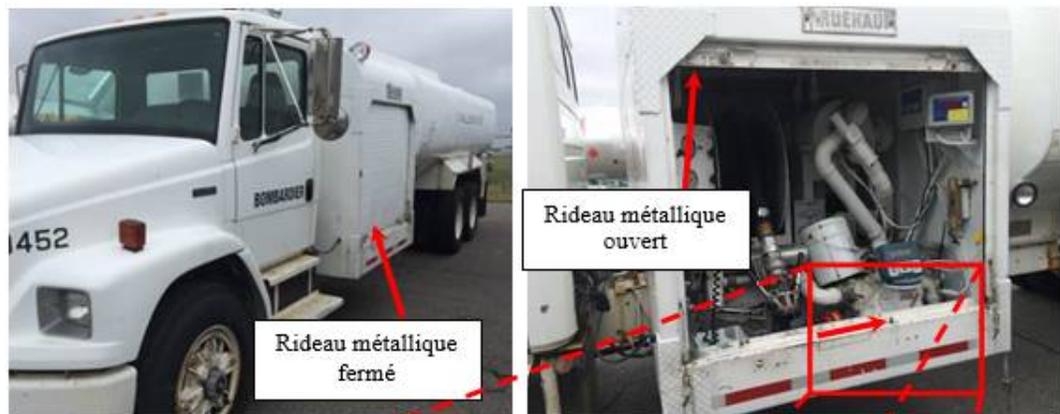
Source : Youtube ([ F ]) (précision CNESST)

- Étant donné l'intensité du feu et l'état des composantes du camion après l'événement, il n'a pas été possible d'identifier la source à l'origine de l'écoulement du liquide inflammable.
- Le diesel est un produit inflammable qui peut prendre feu s'il est exposé à une source d'ignition dont la température est supérieure à 177 °C.
- Un témoin qui suivait le camion de EGGR a rapporté avoir observé des étincelles sur le tracteur du camion de EGGR après l'impact.
- La chaleur générée par une étincelle peut être de l'ordre de 800 °C et atteindre les 3000 °C.
- La séquence vidéo prise par un citoyen montre que le feu prend naissance sous le tracteur.

#### 4.2.5 Informations relatives au dispositif qui a déclenché le système de freinage sur le camion-citerne de Bombardier<sup>3</sup>

##### 4.2.5.1 Localisation de l'interrupteur en cause

Le camion-citerne #3452 est muni de dispositifs d'interverrouillage pouvant appliquer les freins lorsqu'ils sont activés. C'est le dispositif d'interverrouillage installé à la base du cadre du rideau métallique du côté conducteur qui a provoqué l'arrêt intempestif du camion le jour de l'accident.



Source : CNESST

Source : CNESST



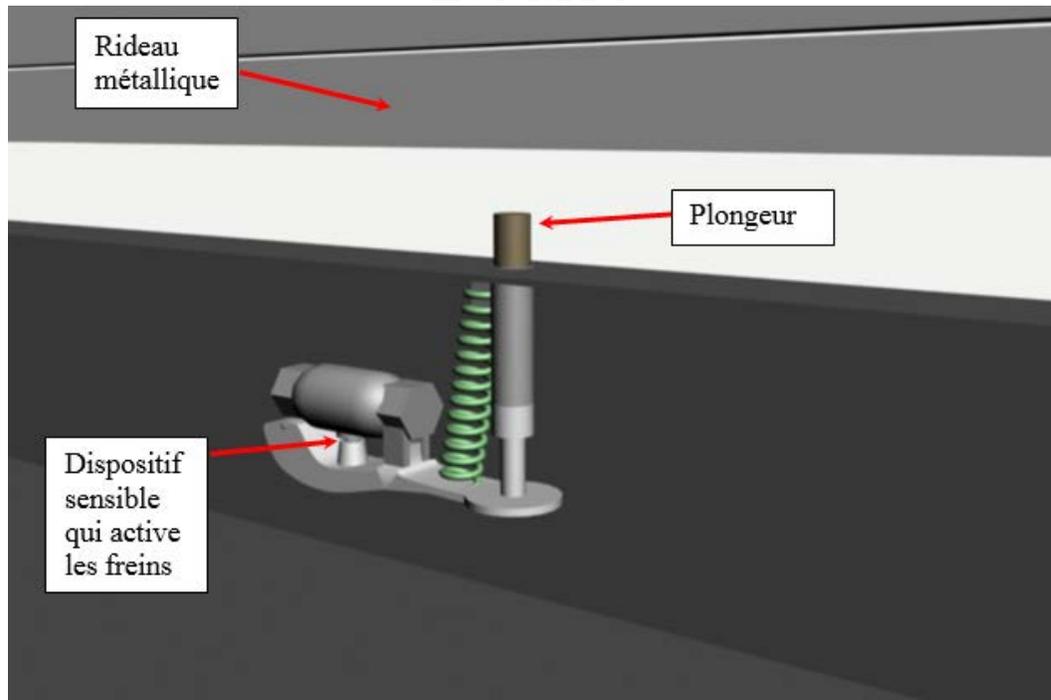
Source : CNESST

<sup>3</sup> Une description plus détaillée du dispositif et de son fonctionnement est disponible à l'annexe D.

#### 4.2.5.2 Fonctionnement de l'interrupteur<sup>4</sup>

Le dispositif d'interverrouillage est de type mécanique et fonctionne selon le principe suivant : lorsque le rideau est ouvert, le dispositif active les freins (illustration n° 1). Lorsque le rideau métallique est fermé, il abaisse le plongeur (tige rigide) qui désactive le système de freinage et permet le déplacement du camion-citerne (illustration n° 2). Lorsque le rideau s'ouvre, le plongeur se soulève et active le système de freinage (illustration n° 3).

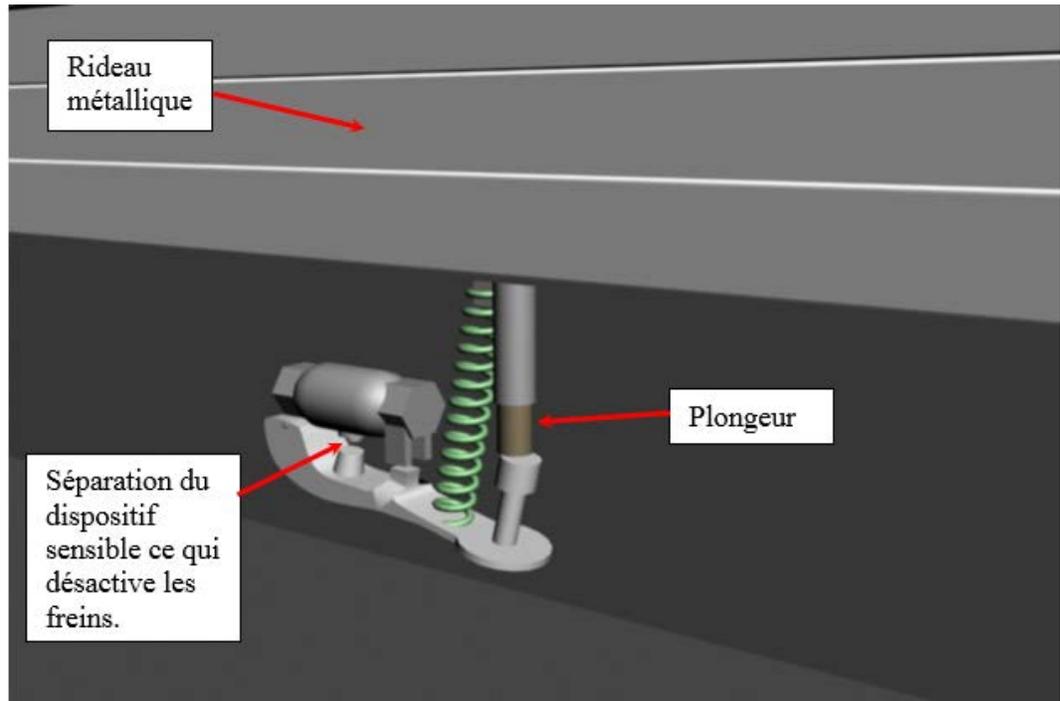
Illustration n° 1



Source : CNESST

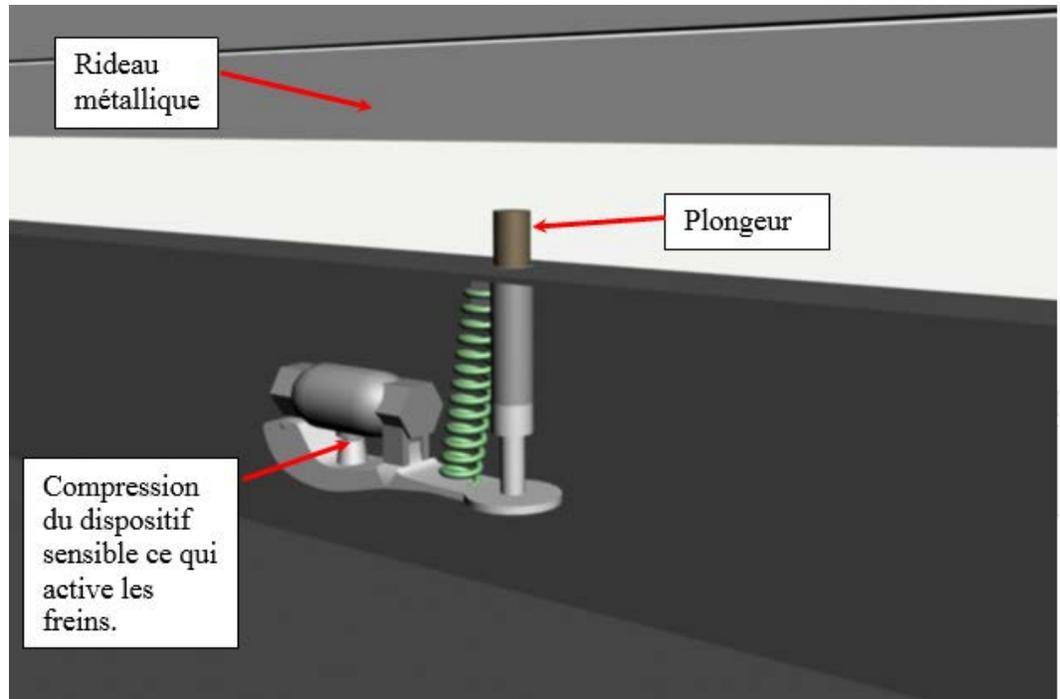
<sup>4</sup> Séquence animée montrant le fonctionnement du dispositif d'interverrouillage : <http://www.centredoc.cnesst.gouv.qc.ca/pdf/Enquete/ad04144b.mp4>

Illustration n° 2



Source : CNESST

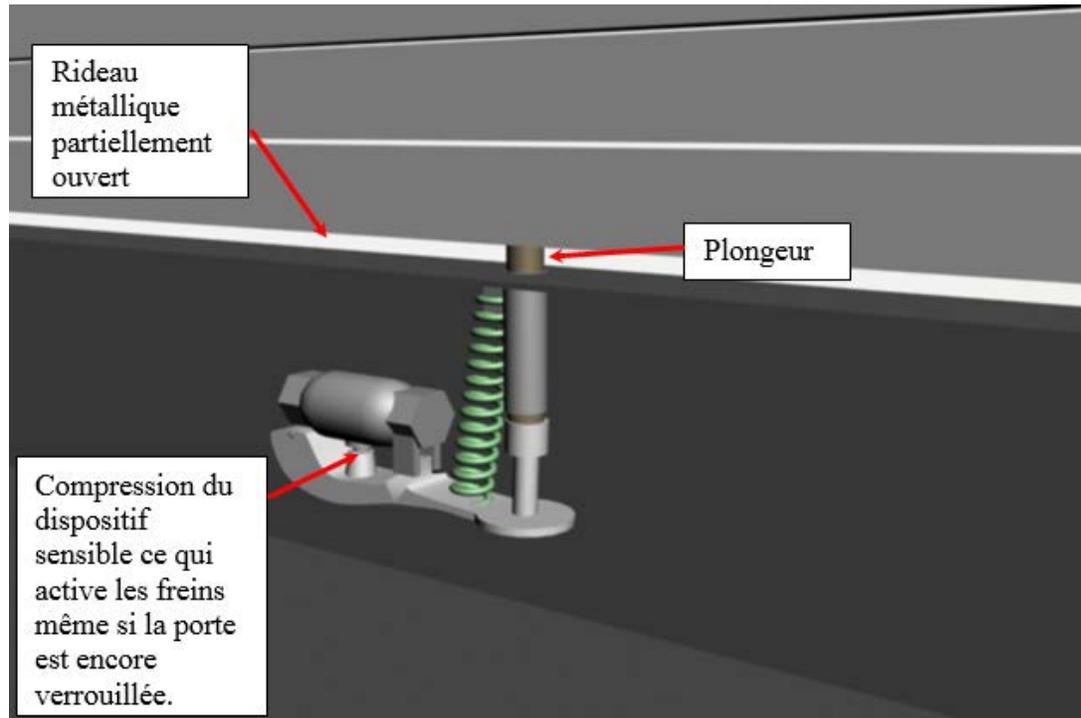
Illustration n° 3



Source : CNESST

Le plongeur s'élève sur une distance totale de 23 mm lorsque le rideau est complètement ouvert. Toutefois, le dispositif d'interverrouillage n'a pas besoin de s'élever complètement pour activer les freins. La commande de frein est activée lorsque le plongeur s'élève d'environ 10,44 mm (illustration n° 4)<sup>5</sup>.

Illustration n° 4



Source : CNESST

#### 4.2.5.3 Les mécanismes de verrouillage du rideau métallique

Le rideau métallique est retenu par deux mécanismes de verrouillage. Chaque mécanisme, situé de part et d'autre à la base du cadre du rideau métallique, nécessite deux actions pour être déverrouillé.

<sup>5</sup> Séquence animée montrant le fonctionnement du dispositif d'interverrouillage : <http://www.centredoc.cnesst.gouv.qc.ca/pdf/Enquete/ad04144c.mp4>

Localisation des deux mécanismes de verrouillage sur le rideau métallique



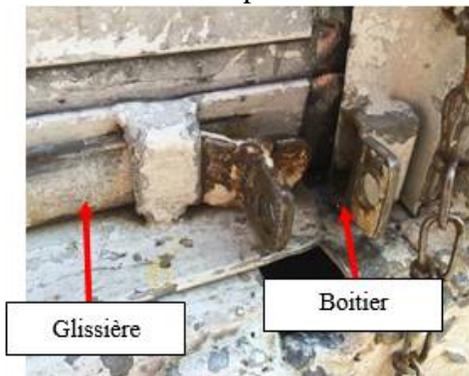
Source : CNESST



Source : CNESST

Le premier mécanisme de verrouillage est un loquet à glissière combiné avec un verrou pivotant. Cette glissière s'insère dans un boitier, ce qui permet de verrouiller le rideau.

Glissière en position ouverte



Glissière

Boîtier

Source : CNESST

Glissière en position verrouillée



Glissière verrouillée

Source : CNESST

Une fois la glissière insérée dans le boîtier (photos ci-haut), le verrou pivotant (photos ici-bas) s'abaisse afin d'empêcher tout mouvement de la glissière pendant les déplacements du véhicule. Pour ouvrir ce mécanisme de blocage, il faut d'abord soulever le verrou pivotant et tirer la glissière vers le centre du rideau<sup>6</sup>.

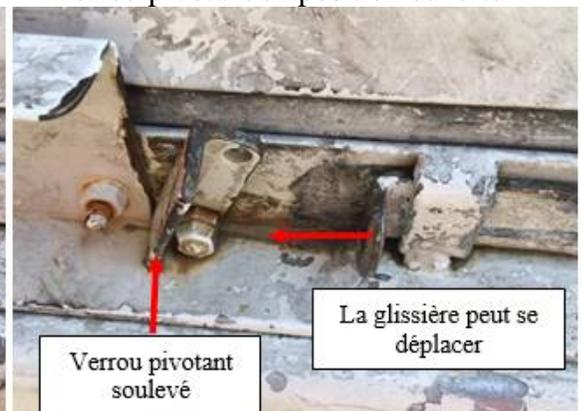
Verrou pivotant en position fermée



Verrou pivotant abaissé. Il empêche tout mouvement de la glissière.

Source : CNESST

Verrou pivotant en position ouverte



Verrou pivotant soulevé

La glissière peut se déplacer

Source : CNESST

<sup>6</sup> Séquence animée montrant le fonctionnement du mécanisme de verrouillage de la glissière : <http://www.centredoc.cnesst.gouv.qc.ca/pdf/Enquete/ad04144d.mp4>

Liberté de mouvement du verrou pivotant



Source : CNESST

Les boulons retenant les verrous pivotants dans leur axe ne sont pas serrés. Ils peuvent donc se soulever pendant le déplacement du camion-citerne (voir photo suivante). Dans cette position, ils ne peuvent plus maintenir les glissières verrouillées dans leur boîtier. Les glissières se déplacent donc et permettent l'ouverture partielle du rideau comme on le voit sur la photo suivante.

Photo d'un verrou pivotant par-dessus la glissière



Source : CNESST

Le deuxième mécanisme de verrouillage nécessite également deux actions. Ce dispositif est constitué d'une goupille qui est insérée (1<sup>re</sup> action) dans un orifice au bout de la glissière et du boîtier<sup>7</sup>. Ensuite, l'anneau de sécurité est basculé sur la goupille (2<sup>e</sup> action) ce qui l'empêche de se désengager. Ce dispositif n'est pas d'origine et a été installé par Bombardier<sup>8</sup>.

Goupille insérée



Source : CNESST

Goupille sécurisée



Source : CNESST

À la base du rideau, une cavité (usure) s'est formée par le frottement répété de la tête du plongeur de l'interrupteur.

Usure causée par le frottement de la tête du plongeur



Source : CNESST

Le rideau métallique est muni d'un système de ressorts qui facilite son ouverture vers le haut. Lorsque la porte est fermée et retenue par l'un ou les deux dispositifs de verrouillage, ce ressort applique une force qui tend à ouvrir le rideau vers le haut.

<sup>7</sup> Séquence animée montrant le fonctionnement du mécanisme de verrouillage de la goupille : <http://www.centredoc.cnesst.gouv.qc.ca/pdf/Enquete/ad04144e.mp4>

<sup>8</sup> À défaut de pouvoir retracer un camion-citerne similaire sur le sol canadien, il n'a pas été possible de valider comment fonctionnait le mécanisme d'origine.

L'effet du ressort combiné avec l'usure sous la base du rideau permet au plongeur de s'élever de 6,41 mm, même si les deux mécanismes de verrouillage du rideau métallique sont en place.

Lorsque le rideau n'est retenu que par la goupille, le déplacement du plongeur atteint 12,15 mm. Comme le plongeur déclenche le signal dès qu'il s'élève de 10,44 mm, cette situation entraîne l'activation des freins d'urgence<sup>9</sup> (serrage des quatre freins de stationnement) et ce, que le véhicule soit à l'arrêt ou en mouvement. Le plongeur a donc besoin de s'élever de seulement 4,03 mm pour déclencher le signal d'arrêt.

Position du rideau lorsque retenu par les glissières



Source : CNESST

Position du rideau lorsque retenu seulement par les goupilles



Source : CNESST

Rideau retenu par les glissières



Source : CNESST

Rideau retenu par les goupilles



Source : CNESST

<sup>9</sup> Séquence animée montrant le déclenchement intempestif du dispositif d'interverrouillage alors que la goupille retient toujours le rideau : <http://www.centredoc.cnesst.gouv.qc.ca/pdf/Enquete/ad04144a.mp4>

#### 4.2.6 Informations relatives aux normes applicables aux camions-citernes servant à l'avitaillement<sup>10</sup>

Le camion-citerne de Bombardier est un véhicule spécifiquement conçu pour l'avitaillement. Sa fabrication, ses conditions d'utilisation et son inspection sont encadrées par diverses normes citant les règles de l'art à respecter. Les normes suivantes s'appliquent aux camions-citernes servant à l'avitaillement :

- CSA B836 2014 Entreposage, manutention et distribution des carburants d'aviation dans les aéroports
- EN 12312-5 2005 Matériel au sol pour aéronefs — Exigences particulières — Partie 5 : matériels d'avitaillement en carburant
- JIG — 1 2012 Aviation Fuel Quality Control and Operating Procedures
- ARP 5818 2003 Aircraft Refueling Vehicle Design and Performance Requirements
- ARP 5918 2006 Standard Test Criteria for Aircraft Refuelers
- NFPA 407 2012 Standard for aircraft Fuel Servicing

##### Principaux faits à retenir de ces normes

- Les normes CSA B836, EN 12312-5, JIG-1, SAE ARP5818 et NFPA 407 prescrivent l'installation de dispositifs d'interverrouillage qui activent les freins de stationnement du camion afin d'éviter tout mouvement de celui-ci dès qu'un accessoire est déployé, ouvert ou utilisé.
- Les normes EN 12312-5, JIG-1 et SAE ARP5818 exigent la présence d'un avertisseur lumineux et d'une commande de contournement dans le poste de conduite. Ces dispositifs permettent notamment d'aviser le chauffeur que le système de freinage est ou sera activé sous peu, d'empêcher le freinage intempestif pendant que le véhicule est en déplacement et de désactiver le frein lorsque le camion-citerne doit être déplacé en situation d'urgence, même si des équipements sont déployés.
- Les normes EN 12312-5, JIG-1 précisent que lorsqu'un dispositif d'interverrouillage active les freins de stationnement, les feux arrière d'avertissement de freinage doivent s'allumer.
- Les normes EN 12312-5, JIG-1 et SAE ARP5818 exigent que les dispositifs de contournement soient tenus sous scellé afin de contrôler et documenter les conditions qui ont mené à leur utilisation.
- Les normes CSA B836 et JIG-1 prescrivent une inspection quotidienne de l'un des dispositifs d'interverrouillage et une inspection hebdomadaire de tous les dispositifs d'interverrouillage.
- La norme EN 12312-5 prescrit qu'une inspection des dispositifs d'interverrouillage agissant sur le système de frein soit effectuée selon les recommandations de la norme EN 1915.
- La norme SAE ARP5818 prescrit que les dispositifs interverrouillage doivent faire l'objet de vérifications pour valider leur fonctionnement et performance.

<sup>10</sup> Les passages reliés à la présence des dispositifs d'interverrouillage, des dispositifs de sécurité et du programme d'inspection des normes sont présentés en annexe E.

- La norme CSA B836 prescrit une formation de base et de recyclage périodique sur les dispositifs de sécurité au personnel autorisé à utiliser le camion-citerne.
- La norme EN 12312-5 est la seule qui précise que les camions-citernes pour l'avitaillement ne doivent pas circuler sur les voies publiques, sauf lorsqu'il s'agit d'un déplacement pour l'entretien.

#### 4.2.7 Informations relatives à l'expertise effectuée sur le camion-citerne<sup>11</sup>

Une expertise a été effectuée sur le camion-citerne de Bombardier et le dispositif d'interverrouillage qui a entraîné son arrêt intempestif.

L'expertise confirme les faits suivants :

- Le camion-citerne, manufacturé en 1996 à partir d'une citerne recyclée de 1965, n'était pas tenu, au moment de sa construction, de se conformer aux normes actuellement en vigueur portant sur les modes d'activation et les composantes nécessaires du système d'interverrouillage.
- L'analyse du camion confirme l'absence d'un avertisseur lumineux et d'un bouton de contournement scellé dans le poste de conduite.
- Les essais dynamiques en circuit fermé confirment que l'activation du système d'interverrouillage entraîne une application progressive des freins.
- L'activation du dispositif d'interverrouillage enclenche un freinage progressif sans activer les feux arrière d'avertissement de freinage. Cette condition entraîne un effet de surprise pour les véhicules qui suivent le camion-citerne.
- Lors des essais routiers, il a été constaté que l'indicateur de vitesse sous-estime la vitesse réelle du camion. Pour se déplacer à 70 km/h, l'odomètre du camion devait indiquer 90 km/h.
- Lors d'une simulation pour tenter de recréer les circonstances de l'accident, le camion-citerne effectue des allers-retours entre le site de Bombardier et le site de Certiflo (boulevard Tricentenaire). Le premier trajet n'a pas donné de résultat. Lors du deuxième essai, la vitesse de déplacement du camion est ajustée pour être représentative d'une vitesse de 70 km/h. Lors du trajet de retour, en raison de la congestion, le camion-citerne effectue un demi-tour à la hauteur du boulevard St-Laurent. Lors de cette manœuvre, les verrous des deux glissières sont hors position et les glissières commencent à s'ouvrir. Juste avant d'arriver à la hauteur du boulevard Tricentenaire, le déclenchement du système d'interverrouillage est activé. L'examen révèle que les deux glissières sont ouvertes et que seules les goupilles de sécurité retiennent le rideau. Ce résultat permet de confirmer que le déclenchement inopiné du système d'interverrouillage peut survenir même si le rideau a correctement été fermé avant le départ.
- Les vibrations et chocs liés à l'opération du camion-citerne sur la route sont suffisants pour permettre aux verrous pivotants de s'ouvrir et permettre aux glissières de quitter leur position de fermeture. Les goupilles de sécurité à elles seules ne permettent pas de maintenir le rideau suffisamment abaissé pour prévenir le déclenchement intempestif du système de freinage.

<sup>11</sup> Ce rapport est présenté à l'annexe G.

- L'usure généralisée du mécanisme de fermeture et le mauvais serrage des boulons des pivots provoquent des jeux excessifs qui permettent aux pivots et glissières de se déplacer sous l'effet des chocs et vibrations.
- L'usure causée à la base du rideau par le frottement de la tête du plongeur n'est pas un facteur de l'accident. Des essais en éliminant cette usure n'ont pas empêché de constater un déclenchement intempestif du système de freinage.
- Les essais routiers confirment que le déclenchement inopiné du système d'interverrouillage se produit lorsque le véhicule est utilisé sur le réseau routier.
- L'ouverture du premier mécanisme de verrouillage, constitué des verrous pivotants et des glissières, suffit pour déclencher le freinage du camion.

#### **4.2.8 Informations relatives à un autre camion-citerne appartenant à Bombardier**

- Bombardier possède, depuis 2013, un autre camion-citerne fabriqué par Innocar.
- Comparativement au camion-citerne #3452, ce camion est muni d'un indicateur lumineux qui clignote pendant 10 secondes dès qu'un dispositif d'interverrouillage est activé. Le chauffeur est alors avisé qu'un dispositif d'interverrouillage s'est déclenché et qu'il a 10 secondes pour immobiliser le camion.
- Un bouton de contournement peut être utilisé si le chauffeur considère dangereux d'immobiliser le camion-citerne. Ce bouton annule la fonction de freinage du dispositif d'interverrouillage une fois activé par l'interrupteur.
- Selon le fabricant Innocar, le bouton de contournement doit être maintenu sous scellé. Un registre doit être tenu pour enregistrer chaque utilisation et un suivi doit être fait pour connaître les circonstances qui ont conduit à l'utilisation du bouton de contournement.

#### **4.2.9 Informations relatives aux obligations d'un propriétaire d'un véhicule lourd concernant les programmes d'inspection**

- Transport Canada voit à l'élaboration et la mise à jour du Règlement sur le transport des marchandises dangereuses. Pour le volet provincial, le MTMDET voit à l'application et au respect du Règlement sur le transport des matières dangereuses.
- La partie 5 du Règlement sur le transport des marchandises dangereuses traite des contenants servant au transport des matières dangereuses, ce qui inclut les camions-citernes. Cette section précise que les contenants doivent être conformes à la norme CSA B620.
- La norme CSA B620 porte sur la conception, la construction, la certification, l'assemblage, les modifications, les réparations, la mise à l'essai, l'examen et les réépreuves périodiques, l'entretien et le marquage de ces citernes.
- Tout propriétaire de camion-citerne est tenu à des obligations concernant la certification, l'entretien et l'inspection du véhicule selon les exigences de la norme CSA B620.
- L'inspection et la certification de la portion « citerne » du camion sont généralement prises en charge par des firmes spécialisées. Chaque firme développe sa propre liste d'inspection « maison » approuvée par Transport Canada. Cette liste peut être bonifiée pour répondre à d'autres exigences particulières.

- Les mandataires de la SAAQ effectuent une inspection annuelle axée sur les aspects mécaniques du camion. Les dispositifs d'interverrouillage dont la fonction est d'appliquer les freins de stationnement du camion-citerne ne sont pas ciblés par cette inspection.
- La norme CSA B620 ne traite pas de la présence de dispositifs d'interverrouillage dont la fonction est d'appliquer les freins de stationnement du camion-citerne et des mesures additionnelles de sécurité à rencontrer lorsqu'ils sont présents.
- Les listes d'entretien des entreprises chargées de l'inspection du camion-citerne #3452 depuis 2013 (Remtec, Camouest, Certiflo) ne prévoient pas :
  - une vérification de la présence des dispositifs de sécurité dans le poste de conduite, comme le recommandent les normes JIG-1, SAE 5818, SAE 5918 et EN 12312-5 et;
  - une vérification du bon fonctionnement des dispositifs d'interverrouillage qui appliquent les freins de stationnement, tel que le recommandent les normes CSA B836, JIG-1, SAE 5818, SAE 5918 et EN 12312-5. Toutefois, les normes adressent cette responsabilité aux propriétaires ou gestionnaires du véhicule.

#### **4.2.9.1 Programmes de maintenance de EGGR**

Le tracteur et la remorque-citerne faisaient partie d'un programme d'entretien qui se définit comme suit :

- Inspection préventive effectuée à tous les changements d'huile par un mécanicien à l'interne. Ce programme de maintenance fait en sorte que l'employeur répond à une norme trois fois plus élevée que celle exigée par la SAAQ. Un bon de travail est rédigé pour chaque réparation effectuée sur un équipement. De plus, chaque pièce de remplacement est d'origine.
- Inspection annuelle complète par un mandataire de la SAAQ.
- Une entreprise en sous-traitance procède à la vérification des pneus de tous les équipements roulants sur une base hebdomadaire.
- Inspection avant-départ : chaque camionneur est tenu de remplir la fiche d'inspection d'avant-départ et de la remettre au personnel de bureau.
- En plus des obligations normatives prescrites pour l'entretien, la citerne fait l'objet d'un programme d'entretien préventif aux six mois par un mécanicien à l'interne.

#### **4.2.9.2 Programmes de maintenance de Bombardier**

Le camion-citerne #3452 fait partie d'un programme d'entretien qui se définit comme suit :

- un programme d'inspection complet de la citerne aux cinq ans exécuté par Certiflo;
- un programme annuel à la SAAQ, effectué chez Certiflo pour la citerne et chez CamOuest pour la mécanique, ainsi qu'une certification annuelle avec Équipement National Énergie inc.. Auparavant, l'entretien était assuré par les firmes Remtec et Techmobile;

- un programme interne aux six mois fait par les mécaniciens de véhicules de Bombardier;
- un programme mensuel à l'interne;
- un programme appelé « Daily Inspection » à l'interne; et
- une inspection visuelle pour toute sortie sur la voie publique.

Les grilles d'inspection ont été préparées afin de respecter les composantes à inspecter et la fréquence recommandée par le fabricant. Elles incluent une vérification du bon fonctionnement des systèmes de sécurité, mais ne détaillent pas les points qui doivent être inspectés. Selon l'ingénieur d'usine, la chargée de projet et les mécaniciens font une vérification du fonctionnement des dispositifs d'interverrouillage en appuyant sur l'interrupteur. Cette action produit un son généré par le système pneumatique qui sert d'indicateur que les freins de stationnement sont possiblement activés, sans toutefois le confirmer.

Un mécanicien confirme valider le fonctionnement des freins de stationnement lorsqu'un interrupteur est activé. Cette même personne confirme ne pas vérifier l'état des verrous pivotants lors de ses inspections.

#### **4.2.10 Informations relatives aux pannes similaires survenues avant l'accident**

Les entretiens avec un chauffeur de Bombardier et des chauffeurs de GT Transport ont permis de confirmer que des arrêts intempestifs causés par le dispositif d'interverrouillage sont survenus par le passé.

- Un chauffeur de Bombardier rapporte qu'il y a 2 ou 3 ans, lors d'un déplacement en direction du site Stuart-Graham avec le camion-citerne #3452 sur l'autoroute Côte-de-Liesse, celui-ci s'est mis à ralentir de façon intempestive jusqu'à une immobilisation complète dans la voie de droite. Après avoir refermé la porte-rideau située du côté conducteur, il a repris la route. La situation a été rapportée à son superviseur à l'époque.
- Le jour de l'accident survenu le 9 août 2016, il s'agissait seulement du deuxième déplacement du camion-citerne #3452 du site de l'usine #3 de Bombardier au site de Certiflo, situé à Pointe-aux-Trembles. Lors du déplacement précédent, le 26 janvier 2016, le camion-citerne #3452 est pris en charge par un chauffeur de la compagnie GT Transport. Il quitte l'établissement du 500, boulevard Côte-Vertu avec le camion-citerne #3452 pour se diriger vers le site de Certiflo puisque le camion doit subir une réparation reliée à la citerne (sonde de trop-plein défectueuse). Alors que le camion-citerne se déplace sur la voie du centre de l'autoroute Métropolitaine à la hauteur de la rue Saint-Denis, celui-ci se met à ralentir de façon intempestive et s'immobilise complètement sur une distance d'environ 60 m. Le chauffeur réussit à joindre au téléphone un mécanicien chez Bombardier. Ce dernier précise que la cause de la panne est possiblement en lien avec une valve sur la porte-rideau du côté conducteur. Le chauffeur ouvre la porte-rideau et, face aux nombreux équipements qui s'y trouvent, informe l'agent de police qu'il est préférable de procéder au remorquage.
- Le camion-citerne est remorqué sur le site de Certiflo où une inspection du camion permet de constater que la porte-rideau est légèrement ouverte. Une fois la porte-rideau

refermée, un test routier dans les rues du quartier confirme que le camion est fonctionnel.

- Le remorqueur de la compagnie Remorquage Météor confirme avoir été témoin d'un appel fait par le chauffeur de GT Transport à une personne chez Bombardier et de la tentative infructueuse de trouver la cause de la panne du camion-citerne #3452.
- Bombardier est informé que le camion-citerne a subi une panne et la facture est envoyée par voie électronique à Bombardier le 27 janvier 2016. Quelques minutes plus tard, Bombardier retourne un courriel en précisant d'ajouter les coûts du remorquage à la facture des travaux.
- Le 29 janvier 2016, après avoir procédé aux réparations sur la pompe, un autre chauffeur de la compagnie GT Transport est responsable de déplacer le camion du site de Certiflo (12455 April, Pointe-aux-Trembles) au site de Bombardier (500 Côte-Vertu Ouest). Avant de quitter les lieux, et à la demande de [ ... ], le chauffeur de GT Transport s'informe auprès de Certiflo si la cause de la panne a été identifiée et réglée. Le chauffeur est informé que la panne est en lien avec l'interrupteur sur la porte-rideau côté conducteur et que la situation s'est réglée en refermant la porte.
- Alors qu'il est en déplacement sur la voie du centre de l'autoroute Métropolitaine, à la hauteur de Christophe-Colomb, le camion-citerne #3452 se met à ralentir de façon intempestive jusqu'à l'immobilisation complète. Le chauffeur de GT Transport, informé de la présence des dispositifs d'interverrouillage sur le rideau métallique, sort et déplace le rideau métallique, mais ne réussit pas à redémarrer le camion. Au deuxième essai, il réussit à démarrer le camion-citerne et prend immédiatement la voie d'accès de crainte que la situation survienne de nouveau.
- De cet endroit jusqu'au site de Bombardier, le camion-citerne subira deux autres pannes : une première fois au niveau de Marcel-Laurin (après la lumière) et une seconde fois entre Cavendish et Côte-Vertu. À son arrivée au site du 500 Côte-Vertu Ouest, le chauffeur de GT Transport remet les clés du camion-citerne à un employé de Bombardier. Il l'avise des trois pannes qu'il a subies durant le trajet, de la dangerosité de la situation et de l'importance de la régler. Malgré ses démarches, Bombardier rapporte ne pas avoir réussi à retracer la personne qui aurait pris possession des clés et déplacé le camion-citerne. Bombardier considère n'avoir jamais été informé de ces événements.
- Sur sa facture #51190 transmise à Bombardier, Certiflo confirme avoir « effectuer une vérification complète de ce qui peut appliquer les freins en mode rouler (...) » et cible comme cause la plus plausible « la porte du cabinet mal fermée côté chauffeur ». Bombardier n'effectue aucun suivi de cet incident et considère la situation réglée par Certiflo.
- Un autre événement est survenu le 11 mars 2016 avec le camion-citerne Innocar alors qu'un chauffeur de la compagnie GT quitte l'établissement du 500 Côte-Vertu Ouest vers le site de Certiflo. À peine engagé sur le boulevard Côte-Vertu, il constate que le dispositif lumineux s'allume dans le camion. Il active alors le bouton de contournement pour éviter le freinage et immobilise le camion en bordure de la rue. Il sort pour constater qu'une porte latérale est en position ouverte. La situation n'a pas été rapportée de façon claire à Certiflo. En l'absence d'un scellé sur le bouton de contournement et d'une inspection visant à contrôler toute utilisation du bouton de contournement, Bombardier n'a pas détecté qu'il avait été utilisé.

### 4.3 Énoncés et analyse des causes

#### 4.3.1 La distance séparant le camion de EGGR du camion plateforme de Givesco est insuffisante pour permettre au chauffeur d'éviter la collision

La caméra du MTMDET a enregistré la position des véhicules lors de leur passage à la hauteur de Christophe-Colomb. Environ 23 m séparait le camion de Givesco du camion cube d'Interglobe (1,2 seconde) et 31 m séparait le camion Givesco du camion de EGGR (1,6 seconde). Comme tous les témoignages des personnes impliquées confirment que la circulation était fluide, il est réaliste de considérer que ces valeurs ont peu varié de ce point jusqu'au site de l'accident, soit environ 42 secondes plus tard. Selon le guide *Conduire un véhicule lourd*, la distance de sécurité recommandée pour le camion de EGGR se situe aux environs de 136 m, ou 7 secondes. Lors du passage devant la caméra du MTMDET la distance de sécurité séparant le camion de EGGR du camion de Givesco était quatre fois inférieure à celle recommandée.

En tenant compte du temps de perception, du temps de réaction et des délais d'activation du système de freinage, un camion se déplaçant à 70 km/h aura parcouru une distance de 38,7 m avant que les freins s'activent et commencent à ralentir. L'expertise a démontré qu'une distance de 38 m est nécessaire pour immobiliser le camion de EGGR considérant son poids et une vitesse de déplacement de 70 km/h. Cette distance s'ajoute à celle parcourue pendant le temps de perception, de réaction et d'activation des freins pour une distance totale d'arrêt de 76,7 m.

En considérant la distance totale d'arrêt du camion de EGGR (76,7 m) et la distance le séparant du camion de Givesco (31 m), l'accident était inévitable puisque la distance séparant les deux camions n'était pas suffisante pour permettre au chauffeur du camion de EGGR de réagir et d'immobiliser son véhicule pour éviter l'impact.

Cette cause est retenue.

#### 4.3.2 Le tracteur du camion de EGGR prend feu à la suite de l'impact.

Suite à l'impact, un liquide inflammable s'est écoulé sur le pavé. Un témoin a rapporté avoir vu des étincelles. Une étincelle génère suffisamment de chaleur pour agir comme une source d'ignition et enflammer le carburant diesel.

Dans les minutes qui ont suivi, le feu a embrasé le tracteur au complet causant ainsi des blessures mortelles au chauffeur du camion de EGGR.

Cette cause est retenue.

#### **4.3.3 Le camion-citerne de Bombardier s'arrête de façon intempestive à la suite du déclenchement inopiné du dispositif d'interverrouillage installé au niveau du rideau métallique.**

Les boulons retenant les verrous pivotants dans leur axe n'étant pas serrés, ces derniers sont sensibles aux impacts et secousses induits par la route. Ils se déplacent donc durant le transport et ne maintiennent plus les glissières dans le boîtier, ce qui permet l'ouverture partielle du rideau et déclenche le dispositif d'interverrouillage.

Les tests routiers ont permis, à deux reprises, de confirmer que les secousses induites au camion-citerne lorsqu'il se déplace sur l'autoroute 40, notamment les joints d'expansion et l'état de la chaussée sur la voie d'accès dans le secteur du boulevard Marien, sont suffisantes pour provoquer le déplacement des verrous pivotants. Ces tests ont également permis de confirmer que le déclenchement intempestif du dispositif d'interverrouillage n'est pas lié à une mauvaise fermeture initiale du rideau. De plus, les essais ont permis de confirmer que les lumières de feux d'arrêt ne s'activaient pas lors du déclenchement du dispositif d'interverrouillage ce qui a contribué à amplifier l'effet de surprises pour le chauffeur du camion d'Interglobe.

Les joints d'expansion sur la portion élevée de l'autoroute 40 induisent des vibrations de façon constante. La panne survenue le 26 janvier et les trois pannes consécutives survenues le 29 janvier confirment que la problématique était déjà présente en 2016, et ce, jusqu'à l'accident survenu le 9 août. Il s'agissait des trois seuls déplacements sur l'autoroute 40 au cours de l'année 2016 et tous ont mené à des arrêts intempestifs. Les autres déplacements ont été effectués à même le tarmac de l'aéroport où la surface de roulement n'induit pas de secousses.

Quant à la portion usée sous le rideau, les tests routiers menés, après avoir éliminé cette cavité, confirment qu'elle n'a pas joué un rôle dans l'accident, car le système de freinage s'est tout de même déclenché.

Les impacts et les vibrations provenant de la chaussée sont suffisants pour permettre aux verrous pivotants de se soulever ce qui permet aux glissières de se déplacer et sortir de leurs boîtiers. Les glissières n'étant plus maintenues dans le boîtier, seules les goupilles retiennent le rideau. Combinées à l'effet du ressort du rideau, qui cherche à soulever celui-ci, les goupilles ne suffisent pas pour retenir le rideau et empêcher le déclenchement du dispositif d'interverrouillage. Ceci cause l'arrêt intempestif du camion-citerne en déplacement sur l'autoroute.

Cette cause est retenue.

#### **4.3.4 Bombardier n'assure pas un suivi adéquat des arrêts intempestifs survenus en 2016 avec ses camions-citernes.**

Bombardier n'a pas assuré un suivi adéquat des événements impliquant le camion-citerne #3452. Concernant l'arrêt inopiné du camion survenu le 26 janvier 2016 sur l'autoroute Métropolitaine, une discussion a eu lieu entre le chauffeur de la compagnie GT Transport

et un mécanicien de Bombardier pour tenter d'identifier le problème. Une note figure sur la facture de Certiflo envoyée à Bombardier concernant cet arrêt et les vérifications effectuées à cet effet. Bombardier n'a pas fait un suivi de cet événement et s'est limité au rapport de Certiflo. Concernant les trois arrêts inopinés survenus alors que le camion revenait de chez Certiflo le 29 janvier 2016, le chauffeur de GT Transport confirme avoir informé l'employé de Bombardier, à qui il a remis les clés, des trois pannes survenues lors du trajet et que cette situation présentait un danger si elle n'était pas réglée. Les représentants de la compagnie Bombardier affirment ignorer la survenu de ces incidents et ne pas être en mesure de retracer l'employé à qui les clés ont été remises.

Le camion-citerne de Bombardier fabriqué par Innocar est muni d'un dispositif lumineux qui informe le chauffeur de l'activation du dispositif d'interverrouillage. Le chauffeur dispose alors d'un délai de 10 secondes avant le début du freinage. Ce délai permet au chauffeur d'appuyer sur un bouton de contournement pour éviter l'activation du freinage. Ces dispositifs de sécurité ont permis au chauffeur de GT Transport d'immobiliser le camion-citerne de façon sécuritaire lors de l'événement du 11 mars 2016. Toutefois, en l'absence d'un registre, cet événement a échappé à Bombardier.

Les normes EN 12312-5, JIG-1 et ARP5818A précisent l'importance d'avoir un indicateur lumineux dans le poste de conduite pour aviser le chauffeur lorsqu'un dispositif d'interverrouillage s'active. Elles recommandent également la présence d'un bouton de contournement afin de déplacer le véhicule en situation d'urgence. Ce bouton doit être utilisé pour empêcher l'arrêt intempestif pendant le déplacement du camion sur une route publique. Toutes ces normes précisent également que le bouton de contournement doit être tenu sous scellé et faire l'objet d'un registre afin qu'un suivi soit effectué lorsque le bouton est utilisé.

Les dispositifs de sécurité prescrits par les normes pour les camions-citernes servant à l'avitaillement sont connus de Bombardier. La formation dispensée sur ce type d'équipement et son utilisation pour le camion-citerne fabriqué par Innocar en témoignent. La panne survenue le 26 janvier 2016 aurait dû alerter Bombardier de l'importance de mettre en place les dispositifs de sécurité prescrits sur le camion-citerne #3452.

Un suivi adéquat des événements du 26 et 29 janvier, ainsi que du 11 mars 2016 par Bombardier aurait permis de prendre les mesures nécessaires afin de conformer aux normes le camion-citerne #3452.

En n'assurant pas un suivi adéquat des arrêts intempestifs survenus en 2016, Bombardier a laissé une situation dangereuse perdurer dans le temps jusqu'à l'événement du 9 août 2016.

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 :

- La distance séparant le camion de EGGR du camion plateforme de Givesco est insuffisante pour permettre au chauffeur d'éviter la collision;
- Le tracteur du camion de EGGR prend feu suite à l'impact;
- Le camion-citerne de Bombardier s'arrête de façon intempestive suite au déclenchement inopiné du dispositif d'interverrouillage installé au niveau du rideau métallique;
- Bombardier n'assure pas un suivi adéquat des arrêts intempestifs survenus en 2016 avec ses deux camions-citernes.

#### 5.2 Autres documents émis lors de l'enquête

- Dans le rapport RAP1050746, la CNESST a interdit l'utilisation des deux camions-citernes pour l'avitaillement appartenant à Bombardier de circuler sur les voies publiques.
- Dans son rapport RAP 1053390, la CNESST a exigé que les chauffeurs autorisés à déplacer le camion-citerne Innocar soient formés sur l'interprétation des différents signaux du dispositif lumineux et des conditions qui justifient l'utilisation du bouton de contournement. La CNESST a également demandé que le programme de maintenance inclue de façon plus détaillée la vérification du bon fonctionnement des dispositifs d'interverrouillage et des dispositifs de sécurité dans la cabine du camion-citerne Innocar.
- Dans son rapport RAP1156517, la CNESST a levé la saisie du camion-citerne et n'a pas exigé de correctif puisque Bombardier a pris la décision de le remiser pour une période indéterminée.

#### 5.3 Recommandations

- La CNESST ayant constaté la présence de dispositif d'interverrouillage agissant sur les freins sur des camions-citernes servant au transport de marchandises, elle informera le comité de révision de la norme CSA B620.
- La CNESST informera la Société d'assurance automobile du Québec (SAAQ) et la Sûreté du Québec (SQ) des résultats de son enquête.

**ANNEXE A**

## Liste des accidentés ou Accidenté

**ACCIDENTÉ**

**Nom, prénom** : [ E ]

Sexe : Masculin

Âge : [ ... ]

Fonction habituelle : [ ... ]

Fonction lors de l'accident : Camionneur

Expérience dans cette fonction : [ ... ]

Ancienneté chez l'employeur : [ ... ]

Syndicat : [ ... ]

**ANNEXE B**

## Liste des personnes et témoins rencontrés ou contactés

**Bombardier**

Mme [ G ], [ ... ]  
Mme [ H ], [ ... ]  
M. [ I ], [ ... ]  
M. [ J ], [ ... ]  
M. [ K ], [ ... ]  
M. [ L ], [ ... ]  
M. [ M ], [ ... ]  
M. [ C ], [ ... ]  
M. [ D ], [ ... ]  
Mme [ B ], [ ... ]  
M. [ N ], [ ... ]

**Centre de Formation en Transport Routier (CFTR)**

M. Julien Paré, enseignant  
M. Pierre Aubin, enseignant

**Certiflo**

M. [ O ], [ ... ]

**Citerne Girard et Coulombe**

M. [ P ], [ ... ]

**Citoyen**

M. [ Q ], [ ... ]

**Entreprise Gestion Georges et Robert Inc.**

Mme [ R ], [ ... ]  
M. [ S ], [ ... ]  
M. [ T ], [ ... ]

**Givesco**

M. [ U ], [ ... ]  
M. [ V ], [ ... ]

**GT Transport**

M. [ X ], [ ... ]  
M. [ Y ], [ ... ]  
M. [ Z ], [ ... ]

**Interglobe Transport**

M. [ A1 ], [ ... ]

M. [ B1 ], [ ... ]

**Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports**

M. Azzeddine Takir, Centre d'intégré de la gestion et de la circulation

M. Pierre Charbonneau, chef des opérations, Centre intégré de la gestion et de la circulation

**Sûreté du Québec**

Mme Caroline Dufour, enquêteuse

M. Samuel Beaudet, enquêteur

M. Agent Guillaume Coutu, reconstitutionniste d'accident

**Société de l'Assurance Automobile du Québec**

M. Gaétan Bergeron, Ing. Directeur de l'expertise et de la sécurité des véhicules

**Emploi et développement social**

M. Sylvain Renaud, enquêteur principale, coordonnateur technique, Programme du travail, emploi et développement Social Canada

**ANNEXE C**

## Informations détaillées concernant les camions impliqués dans l'accident

**Informations relatives au camion de l'Entreprise Gestion Georges & Robert Inc.**

- Le camion est de type tracteur avec remorque-citerne. La photo suivante montre un tracteur avec une remorque-citerne similaire à celui impliqué dans l'accident.



Source : EGGR

- Le tracteur est du fabricant Freightliner, modèle Colombia 2007. Il est muni de trois essieux. L'essieu à l'avant est directionnel, alors que les deux autres servent à la motricité. Les freins du tracteur sont de type ABS à tambour (8X15) et sont présents sur les trois essieux. Le système de freinage est pneumatique. Le poids du tracteur est de 8409 kg et est d'une longueur de 8.13 m. La sellette est positionnée à 168 cm en retrait par rapport à l'arrière du tracteur.
- La remorque-citerne est du fabricant Tremcar, modèle Quad 2014 d'une capacité de 57 000 litres. Elle est munie de 4 essieux. Les pneus des trois essieux situés à l'arrière de la remorque-citerne sont toujours en contact avec le sol alors que l'essieu central est déployé seulement lorsque le poids de la remorque-citerne dépasse 28 000 kg. Chaque essieu est muni d'une paire de roues et d'un frein de type tambour de chaque côté. Le système de freinage est pneumatique. La remorque-citerne a une longueur de 14,97 m et pèse 8165 kg lorsqu'elle est vide. Le pivot d'attelage est situé à 61 cm en retrait par rapport à l'avant de la remorque-citerne.
- Une fois le tracteur attelé à la remorque-citerne, le véhicule est d'une longueur totale de 20,80 m.
- Au moment de l'accident, la remorque-citerne transportait le produit 1201 qui est un mazout léger no 2 pour système de chauffage à l'huile. Il s'agit d'un produit similaire au diesel à

l'exception d'un colorant ajouté. Ce liquide est un combustible de classe 2 selon la classification NFPA 30 et a une température d'auto-ignition de 225° Celsius. Lors de l'arrêt chez Valero, 47 319 litres de ce produit ont été transvasés dans la remorque-citerne. Le poids du diesel est de 39 464 kg.

- Au total, le poids du tracteur et de la remorque-citerne avec le diesel est de 56 038 kg.
- Le tracteur était muni d'un système GPS qui transmettait sa localisation et sa vitesse toutes les deux minutes. Il s'est écoulé 45 secondes entre la dernière donnée et l'arrêt du fonctionnement du GPS au moment de l'accident.

### Informations relatives au camion de Givisco

- Le camion est de type tracteur avec une remorque-plateforme. La photo suivante montre un tracteur avec une remorque-plateforme ressemblant à celui impliqué dans l'accident sans toutefois être un modèle identique.



Source : CNESST

- Le tracteur est du fabricant Freightliner, modèle Cascadia 125 DC fabriqué en 2014. Il est muni de trois essieux. Celui à l'avant est directionnel, alors que les deux autres servent à la motricité. Les freins ABS du tracteur sont à disque et présents sur les trois essieux. Le système de freinage est pneumatique. Le tracteur a une longueur de 5,8 m et pèse 7865 kg.
- La remorque-plateforme est du fabricant Manac, modèle 10342 fabriqué en 2005. Elle est munie de 3 essieux. Chaque essieu est muni d'une paire de roues et de freins ABS de type tambour de chaque côté. Le système de freinage est pneumatique. La remorque a une longueur de 12,2 m et pèse 6360 kg lorsqu'elle est vide.
- Au moment de l'accident, la remorque-plateforme transportait des poches de mélange pour mortier, pesant chacune 1450 kg. Un chariot élévateur Moffett modèle M8 était également sur la plateforme. Le poids total du chargement, incluant le chariot élévateur, était de 26 063 kg.

- Une fois le tracteur attelé à la remorque-plateforme, le véhicule est d'une longueur totale de 17,7 m.
- Au total, le poids du tracteur et de la remorque-plateforme avec le chargement est de 40288 kg.
- Le tracteur est muni d'un système GPS qui transmet sa localisation et sa vitesse toutes les deux minutes.

**Informations relatives au camion d'Interglobe**

- Le camion d'Interglobe est un modèle cube à deux essieux (roues doubles sur l'essieu arrière). La photo suivante montre un camion similaire à celui impliqué dans l'accident.



Source : Interglobe

- Le camion est de marque Freightliner, modèle M2 106, fabriqué en 2007. Les freins sont de type tambour et présents sur les deux essieux. Le système de frein est pneumatique.
- Le camion a une longueur de 9.14 m et pèse au total 6440 kg. Au moment de l'accident, le camion cube ne transportait aucune charge.

**Informations relatives au camion-citerne #3452 de Bombardier**

- Le véhicule est de type camion-citerne. La photo suivante montre qu'il s'agit d'un tracteur avec châssis sur lequel une citerne a été installée.



Source : CNESST

- Le camion-citerne a été acquis originalement par les forces armées canadiennes en 1970. En 1996, Bombardier en fait l'acquisition et procède alors à une importante modification. La citerne d'origine, du fabricant Fruehauf, est installée sur un nouveau châssis et camion du fabricant Freightliner modèle MCV. Ces travaux sont effectués par la compagnie Techno-Citerne Inc.
- Le véhicule est muni de trois essieux. Celui à l'avant est directionnel, alors que les deux autres servent à la motricité. On retrouve une paire de freins à tambour sur chaque essieu de type ABS. Le système de freinage est pneumatique. Le camion-citerne est d'une longueur de 9,8 m et pèse 9736 kg lorsqu'il est vide.
- La citerne du fabricant Fruehauf est un modèle RT 0299 avec une capacité de 15 142 litres. Au moment de l'accident, il y a environ 1696 litres de carburant pour avions Jet A1 dans le camion-citerne, représentant un poids d'environ 1424 kg. La compagnie Fruehauf, présentement installée en Europe, confirme que ce camion-citerne a probablement été fabriqué par l'usine située aux États-Unis. Cette dernière a toutefois fermé ses portes en 1996 et aucun document n'a été transféré à la division Europe.
- Le poids total du camion-citerne avec le carburant est de 11 161 kg.
- Ce camion-citerne avitaille les avions qui effectuent des vols tests sur le site de l'aéroport.
- Auparavant, les activités concernant le transport de carburant étaient réparties dans plusieurs établissements nécessitant des déplacements sur le réseau routier. Depuis 2016, ce camion-citerne dessert uniquement le site de l'usine #3 et l'usine de finition (BBCM) et les déplacements entre les deux sites se font seulement par le tarmac de l'aéroport. Le camion-citerne est toutefois appelé à se déplacer sur les routes publiques, incluant les autoroutes, afin de se rendre aux sites de certains fournisseurs de services à des fins d'inspections et d'entretiens, afin de respecter les obligations légales.
- Dans le cadre de son entente de services, le déplacement du camion du site de l'usine #3 au site de Certiflo est pris en charge par ce dernier, qui sous-traite cette activité à la firme Transport GT.

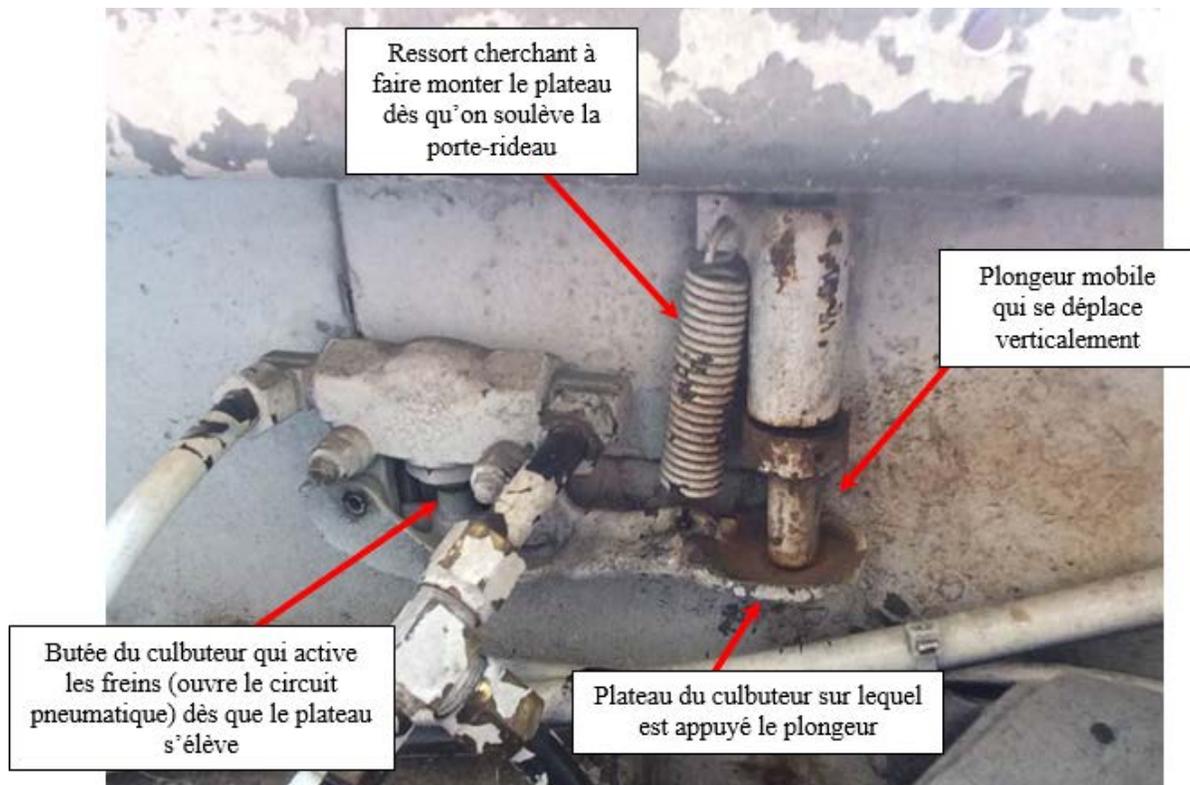
- Le jour de l'accident, le camion-citerne #3452 était en déplacement vers le site de Certiflo afin d'amener et de transférer du carburant dans le second camion-citerne Innotech déjà présent sur le site. Le carburant était nécessaire pour compléter la calibration de la nouvelle pompe à carburant installée sur le camion-citerne Innotech. Afin de compléter cette opération, un chauffeur ayant les qualifications pour opérer la pompe et effectuer le transfert de carburant était nécessaire. C'est donc un mécanicien chauffeur de Bombardier qui conduisait le camion-citerne #3452.

## ANNEXE D

### Fonctionnement du dispositif d'interverrouillage et des dispositifs de verrouillage du rideau métallique

Cette annexe explique en détail le fonctionnement du dispositif d'interverrouillage.

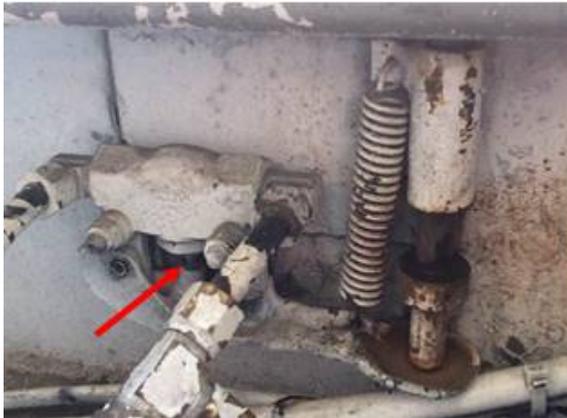
- Le dispositif d'interverrouillage installé à la base du cadre où se situe le rideau métallique est de type mécanique et agit sur le système pneumatique qui alimente les freins de stationnement. Il est constitué d'un plongeur qui se déplace verticalement par l'effet du culbuteur sur lequel il repose. Le plongeur passe au travers une cavité située dans la partie inférieure du cadre et vient s'appuyer contre la base du rideau lorsque celui-ci est fermé.



Source : CNESST

Le culbuteur est sous-tension par l'effet du ressort qui cherche à le pivoter vers le haut et du fait même, pousse le plongeur vers le haut. Si le plongeur est appuyé contre la base du rideau, le culbuteur reste en position abaissé et permet le déplacement du camion-citerne. Dès que le rideau est soulevé, le plongeur glisse dans son axe et permet au culbuteur de s'élever. Le plongeur n'active aucun mécanisme. C'est le mouvement du culbuteur qui, lorsqu'il se soulève, vient actionner le circuit pneumatique par l'entremise d'une butée. Les deux photos suivantes montrent le mouvement du culbuteur et le contact qui se fait près du point de pivot du plateau (flèche rouge).

Rideau fermé



Source : CNESST

Rideau ouvert



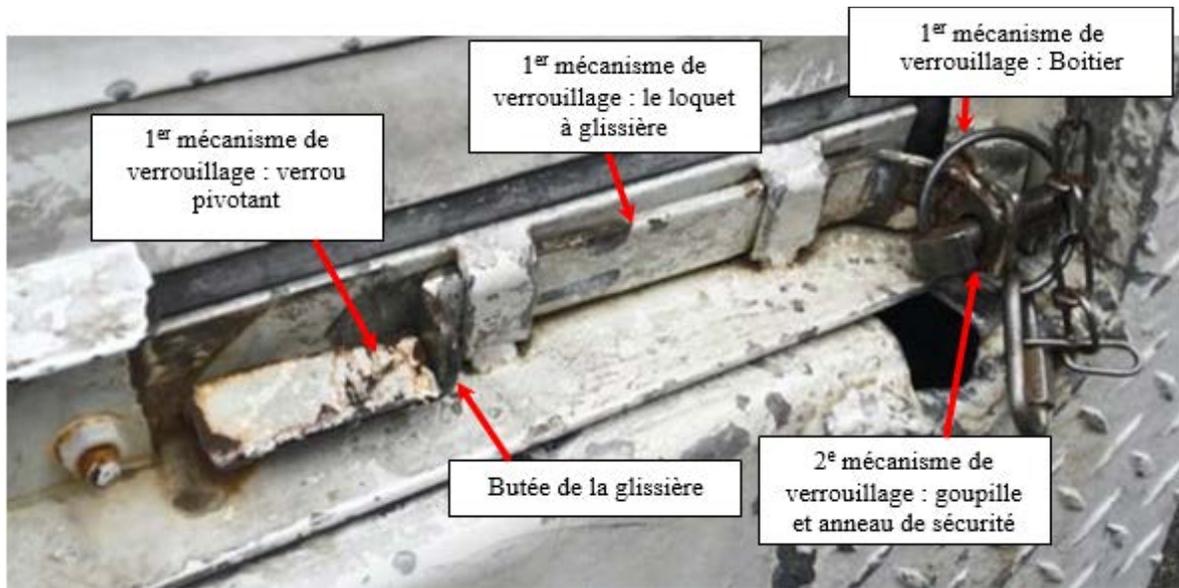
Source : CNESST

- Le plongeur s'élève sur une distance totale de 23 mm lorsque le rideau est complètement soulevé. Toutefois, l'expertise démontre que le dispositif d'interverrouillage active les freins lorsque le plongeur s'élève d'environ 10.44 mm.
- Le rideau métallique est retenu par deux mécanismes de verrouillage. Les deux mécanismes sont à double action et sont situés de chaque côté, à la base du rideau.

Localisation des deux mécanismes de verrouillage sur le rideau métallique



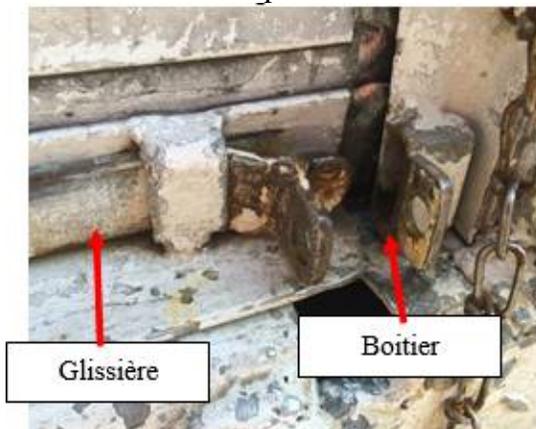
Source : CNESST



Source : CNESST

- Le premier mécanisme de verrouillage est un loquet à glissière combiné avec un verrou pivotant. Cette glissière s'insère dans un boîtier, ce qui permet de verrouiller le rideau. À l'autre extrémité, la glissière est courbée et sert de butée pour le verrou pivotant.

Glissière en position ouverte



Source : CNESST

Glissière en position verrouillée

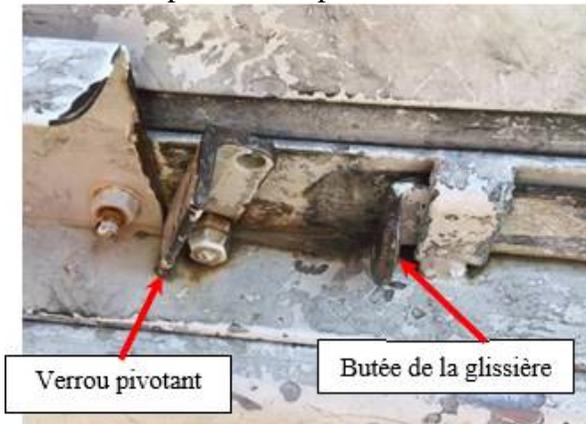


Source : CNESST

Une fois la glissière insérée dans le boîtier (photos ci-haut), le verrou pivotant (photos ici-bas) s'abaisse afin d'empêcher tout mouvement de la glissière pendant les déplacements du véhicule. Pour ouvrir ce mécanisme de blocage, il faut d'abord soulever le verrou pivotant et tirer la glissière vers le centre du rideau<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> Séquence animée montrant le fonctionnement du mécanisme de verrouillage de la glissière : <http://www.centredoc.cnesst.gouv.qc.ca/pdf/Enquete/ad04144d.mp4>

Verrou pivotant en position ouverte



Verrou pivotant

Butée de la glissière

Source : CNESST

Verrou pivotant en position fermée



Verrou pivotant abaissé  
(empêche tout mouvement de la glissière)

Source : CNESST

Liberté de mouvement du verrou pivotant



Le boulon de serrage du  
verrou pivotant

Source : CNESST

- Les boulons retenant les verrous pivotants dans leur axe ne sont pas serrés. Ils peuvent donc se soulever pendant le déplacement du camion-citerne (voir photo suivante). Dans cette position, ils ne peuvent plus maintenir les glissières verrouillées dans leur boîtier. Les glissières se déplacent donc et permettent l'ouverture partielle du rideau comme on le voit sur la photo suivante.

Photo du verrou pivotant par-dessus la glissière



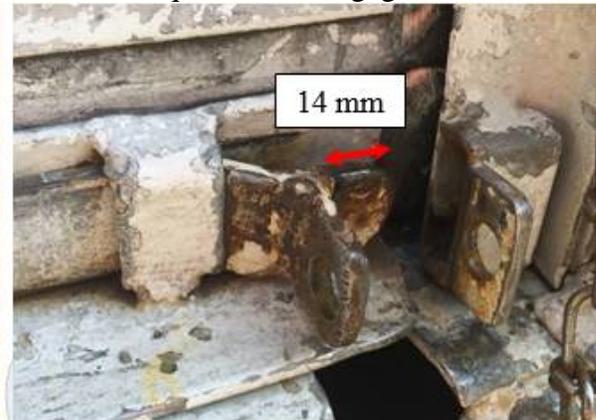
Source : CNESST

- La section de la glissière qui s'insère dans le boîtier pour maintenir le rideau en position fermée mesure 14 mm de longueur. La glissière doit donc se déplacer sur une distance de 14 mm pour se désengager du boîtier et permettre au rideau de s'élever de quelques millimètres.

Glissière en position fermée



Glissière qui s'est désengagée du boîtier



Source : CNESST

- Le deuxième mécanisme de verrouillage nécessite également deux actions. Ce dispositif est constitué d'une goupille qui est insérée (1<sup>re</sup> action) dans un orifice au bout de la glissière et du

boitier<sup>13</sup>. Ensuite, l'anneau de sécurité est basculé sur la goupille (2<sup>e</sup> action) ce qui l'empêche de se désengager. Ce dispositif n'est pas d'origine et a été installé par Bombardier.

Goupille insérée



Source : CNESST

Goupille sécurisée



Source : CNESST

- Selon Bombardier, le 1er mécanisme de verrouillage (glissières et verrous pivotants) est d'origine du fabricant, alors que le 2<sup>e</sup> mécanisme (goupilles de sécurité) serait de conception maison. La date de cette modification n'a pu être retracée, ni les motifs de l'installation des goupilles.
- À la base du rideau, une cavité (usure) s'est formée par le frottement répété de la tête du plongeur de l'interrupteur.

Usure causée par le frottement de la tête du plongeur



Source : CNESST

Le rideau métallique est muni d'un système de ressorts qui facilite son ouverture vers le haut. Lorsque la porte est fermée et retenue par l'un ou les deux dispositifs de verrouillage, ce ressort applique une force qui tend à ouvrir le rideau vers le haut.

L'effet du ressort combiné avec l'usure sous la base du rideau permet au plongeur de s'élever de 6,41 mm, même si les deux mécanismes de verrouillage du rideau métallique sont en place.

<sup>13</sup> Séquence animée montrant le fonctionnement du mécanisme de verrouillage de la goupille : <http://www.centredoc.cnesst.gouv.qc.ca/pdf/Enquete/ad04144e.mp4>

Lorsque le rideau n'est retenu que par la goupille, le déplacement du plongeur atteint 12,15 mm. Comme le plongeur déclenche le signal dès qu'il s'élève de 10,44 mm, cette situation entraîne l'activation des freins d'urgence<sup>14</sup> (serrage des quatre freins de stationnement) et ce, que le véhicule soit à l'arrêt ou en mouvement. Le plongeur a donc besoin de s'élever de seulement 4,03 mm pour déclencher le signal d'arrêt.

Position du rideau lorsque  
retenu par les glissières



Source : CNESST

Position du rideau lorsque  
retenu seulement par les goupilles



Source : CNESST

Rideau retenu par les glissières



Source : CNESST

Rideau retenu par les goupilles



Source : CNESST

<sup>14</sup> Séquence animée montrant le déclenchement intempestif du dispositif d'interverrouillage alors que la goupille retient toujours le rideau : <http://www.centredoc.cnesst.gouv.qc.ca/pdf/Enquete/ad04144a.mp4>

**ANNEXE E**

## Normes en référence

**Exigences de la norme CSA B836 concernant les systèmes d'interverrouillage et inspection  
Édition 2014**

- 4.12.1.7  
*Chaque véhicule-citerne doit comprendre :*
  - g) un verrouillage des freins pour prévenir les mouvements du véhicule-citerne jusqu'à ce que les buses aient été replacées dans leurs logements de rangement;*
  - o) un verrouillage des freins si le véhicule-citerne est équipé d'un raccord de remplissage par le fond, pour prévenir les mouvements du véhicule-citerne jusqu'à ce que le tube flexible de remplissage par le fond ait été débranché;*
- 5.17.3 *Équipement d'avitaillement d'aéronef*  
*Les jours où il est utilisé, l'équipement d'avitaillement d'aéronef doit être inspecté au début de chaque journée de travail. Effectuer une inspection et noter tous les résultats suivants :*
  - h) Vérifier l'état général et l'apparence du véhicule d'avitaillement mobile à la recherche d'avaries qui compromettent la sécurité, d'équipement endommagé ou de fuites de carburant. Rapporter et corriger tout défaut qui nécessite qu'on y remédie immédiatement (p. ex., freins ou pneus défectueux, vitres brisées ou défectueuses, essuie-glaces défectueux, système d'échappement défectueux, dispositifs de sûreté non fonctionnels, ampoules ou lentilles défectueuses ou manquantes, buses à carburant qui fuient ou tubes flexibles en mauvais état). S'il y a des fuites visibles de carburant, mettre le véhicule hors service immédiatement et prendre des mesures correctives pour réparer les fuites.*
  - j) Vérifier le bon fonctionnement des dispositifs de sécurité en mettant à l'essai au moins un des dispositifs pour vérifier s'il est en bon état de fonctionnement.*
- 5.18 *Inspections hebdomadaires*  
*L'équipement d'avitaillement d'aéronef doit être inspecté hebdomadairement. Effectuer une inspection et noter tous les résultats suivants :*
  - b) Vérifier le bon fonctionnement de tous les dispositifs de sécurité.*
- 6.3.1.1  
*Un mode opératoire doit être établi pour permettre l'arrêt sécuritaire des opérations dans une situation d'urgence. Des mesures doivent être prises pour garantir que les activités suivantes auront lieu annuellement :*
  - a) la formation en matière de mesures d'urgence; et*
  - b) l'inspection et la mise à l'essai des avertisseurs, dispositifs de sécurité et commandes associées.*
- 8.2 *Formation générale*  
*La liste qui suit énonce les exigences générales concernant la formation de base et le recyclage périodique et vise les employés de l'exploitant d'avitaillement :*
  - e) avitaillement des aéronefs :*
    - vi) caractéristiques du véhicule-citerne, y compris les dispositifs de sécurité et les mesures d'urgence;*
    - i) formation en vue de la qualification :*

- i) examen écrit ou oral administré par la direction de la société d'avitaillement pour établir une norme de référence constante pour tous les employés du site;*
- ii) la direction ou le superviseur du site a la responsabilité de s'assurer que seuls des employés qualifiés s'occupent de l'avitaillement des aéronefs sans supervision (ceci vaut aussi pour les sous-traitants); et*
- iii) tous les dossiers de formation et de qualification doivent être documentés et conservés dans les dossiers sur le site et mis à la disposition de l'exploitant d'aérodrome pour examen;*

**Exigences de la norme EN 12312-5 concernant les systèmes d'interverrouillage et inspection  
Édition 2005**

**Domaine d'application**

- L'utilisation des AFE sur la voie publique n'est pas prévue sauf exceptions suivantes :
  - transport entre les parcs de réservoirs de stockage et les aérodromes;
  - opérations d'entretien effectué citernes vides.

**5 Exigences et/ou mesures de sécurité**

**5.2 Châssis, Moteur**

- 5.2.15 Tous les AFE (Aircraft Fueling Equipment) doivent être équipés d'un moyen destiné à empêcher les mouvements dès que l'une quelconque des conditions suivantes s'applique (asservissement de freinage):
  - *les flexibles ne sont pas arrimés sur l'AEF;*
  - *un flexible de chargement est connecté à l'AEF;*
  - *le câble de mise à la masse n'est pas arrimé sur l'AEF;*
  - *plates-formes d'avitaillement et dispositifs d'accès ne sont pas entièrement abaissés et/ou arrimés;*
  - *des rambardes repliables ne sont pas entièrement abaissées;*
  - *une prise de force est enclenchée;*
  - *Des portes pivotantes de l'armoire d'avitaillement sont ouvertes;*
  - *l'un ou l'autre élément dépassant momentanément (voir 5.1.2) n'est pas arrimé.*

Note Si le système d'asservissement actionne les freins du véhicule en déplacement, cette action doit être assez progressive pour ne pas constituer un risque pour le conducteur ou les autres personnes à bord. Les feux stop situés à l'arrière doivent alors s'allumer.

*Le système de sécurité correspondant soit être conforme au moins à la catégorie 1 de l'EN 954-1.*

Un avertisseur lumineux jaune à éclats, visible de l'intérieur et de l'extérieur de celle-ci, doit être prévu dans la cabine du conducteur et rester allumé aussi longtemps que tous les éléments protégés par le verrouillage n'ont pas été correctement arrimés, stockés ou abaissés.

Si un dispositif de neutralisation de l'asservissement est installé, il doit être scellé en mode asservissement activé et d'un type qui ne puisse être mis en mode neutralisation

permanente sans indication. Un avertisseur lumineux rouge doit être prévu si une basse pression d'air peut rendre inopérant l'asservissement.

*Une alarme doit être prévue si une basse pression d'air peut rendre inopérant l'asservissement.*

### **7 Vérification des exigences**

- D'une manière générale, on doit vérifier les exigences en accord avec l'article 7 de l'EN 1915— 1:2001. E5) Voir aussi pour vérification les détails correspondants aux EN 1915-3 et EN1915-4. 011

On doit vérifier ce qui suit par essais fonctionnels, et mesures (selon le cas) :

- système d'asservissement de freinage (voir 5.2.15);

## **Exigences de la norme JIG — 1 concernant les systèmes d'interverrouillage et inspection Édition 2012**

### **3.1.7 Interlock system**

#### **(a) General**

Ali pressure fuelling vehicles shall be fitted with an interlock system to prevent drive away, roll away and jet blast blow away during fuelling of aircraft. This system shall be activated whenever the vehicle pump or Power Take *Off* (PTO) is engaged and when any of the following components are removed from their normally stowed positions:

- delivery hose pressure couplings;
- overwing fuelling nozzles;
- fuelling cabinet doors;
- fueller tank-top hand rails;
- moveable fuelling platforms;
- hydrant inlet couplers.

Interlock switches are also required on fueller bottom loading connections and are recommended at vehicle bonding cable clip stowage. They are also recommended for fitting to new air-operated driver seats to ensure that the brakes are engaged when the operator is out of the vehicle cab.

The system shall be designed:

- to fail safe (i.e. air operated interlocks apply vehicle brakes if air pressure drops);
- so that no operator action (such as engaging the handbrake) is required to activate the interlock mechanism;
- so that when the vehicle is in motion, if an interlock is activated inadvertently the brakes are applied progressively and brake lights switch on. Alternatively, a system which de-activates the interlocks when the vehicle speed exceeds 10 km/hour (approximately) may be used.

It is also preferred that the electrical circuitry is designed so that the brake lights switch *off* when the vehicle parking brake is applied.

**(b) Interlock Override**

The interlock override allows a vehicle to be moved away from the aircraft in the event of interlock failure. The override switch shall be safety wired and sealed in the interlock operating position. The sealing wire shall be easy to break in an emergency.

**(c) Warning Lights**

The following lights (recommended SOmm diameter) shall be fitted in a prominent position in the vehicle cab:

- an interlock status warning light - amber in colour - which is alight whenever an interlock protected component is removed from its stowed position;
- an emergency override status warning light - red in colour - which is alight whenever the override mechanism is moved from its normal operating position.

The use of LEDs (Light Emitting Diodes) as an alternative to conventional warning lights should be considered because of their reliability and long service life. The lights should be clearly visible from the driving position.

**(d) Alarms**

Audible alarms associated with the above warning lights should be considered. For example, a "bleep" that can be heard within the cab when the interlock status light is on and a louder external alarm to indicate that the interlock system is overridden.

An audible alarm that is activated if the cab door is opened when the handbrake is not engaged should be considered.

**4.4 Interlock system**

Functional testing shall be carried out at least weekly in accordance with written procedures.

Once per week, the complete interlock system shall be tested by attempting to drive the vehicle from standstill while each interlocked component is removed in turn. The interlock override seal shall then be broken and the override function checked to ensure that the vehicle can be moved with a hose coupler removed from stowage. Finally, the override switch shall be reset, resealed and function tested by the removal of one interlocked component. The correct function of the warning lights shall also be observed during the test.

In addition to the complete weekly test, a daily check shall be performed. This daily check consists of removing at least one of the interlocked components and checking that the interlock switch is working.

The presence of intact interlock override seals shall be checked daily to ensure that the system has not been overridden. The reason for breaking interlock override seals shall always be recorded.

Note : Attempting to drive a heavy fueller from standstill while performing the weekly check can damage vehicle components. This check should be performed carefully, particularly for fuellers fitted with an automatic gearbox, where the power sent to the wheels cannot be effectively controlled during the test.

### **Exigences de la norme ARP 5818A concernant les systèmes d'interverrouillage et inspection Édition 2003**

#### **6.3 Quality Control:**

- 6.3.4 The vehicle shall be fully tested to check its operation and performance, and include the following tests as further detailed in ARP5918:
- e. Interlock system operation.

#### **6.6 Minimum Performance Test Criteria:**

- d. Interlock system operation per Section 44.

### **15. Brakes**

- 15.2 The vehicles shall be equipped with a brake interlock system as described in Section 44. The brake interlock system shall operate in a manner so that it applies the vehicle's brakes and prevents the vehicle from movement when it is activated.
- 15.3 In case of emergency, the brake interlock system shall have a provision to override the interlock system and allow the brakes to be released. The interlock override control shall be located on the front left side of the vehicle above the bumper or in another specific location as specified by the Vehicle Purchase Specifications. When the brake interlock override system is activated it shall allow the driver to release the vehicle brakes from inside the cab, operating the same cab-chassis brake release control as provided by the Cab-Chassis OEM.
- 15.4 The braking system shall be equipped with all Cab-Chassis OEM required components and systems. Any modifications to the brake system to install the interlock system shall only be engineered, performed, and certified by the Tanker Vehicle OEM. All brake system controls, monitors, and indicators shall be installed in the cab on the dash, and ready for operation and observation by the driver.

### **41. Identifications and markings**

- 41.2.3 The indicator lights which show the interlock system status, including the interlock override, shall be labeled with instructions indicating what the light means, such as "Interlock System in Override".

**43. Interlock system**

- 43.4 The vehicle interlock system shall be designed in such a way as to prevent moving the vehicle any time an interlock is activated, except when the interlock system is overridden in accordance with Section 44.

**44. Interlock override**

- 44.1 An interlock override device shall be provided for emergency situations and located as specified by the Vehicle Purchase Specifications. This device shall be breakaway wired in the normal position and be properly labeled to prevent accidental activation. Activation of the Override System should be indicated by a light to alert the operator.
  
- 44.3 The interlock override valve shall be properly labeled "Interlock Override" and "Normal" and "Override" positions.

**Exigences de la norme ARP 5918 concernant les systèmes d'interverrouillage et inspection**

*Édition 2006 (Révisé 2011)*

7.4 System Indicators

TABLE 4

Test	Performance Requirements
1. System Indicators:	A. Proper operation of Road/Pump (PTO) indicator. B. Proper operation of Bottom Load indicator. C. Proper operation of Interlock System Activated indicator. D. Proper operation of Interlock System Override indicator. E. Proper operation of Water Sump Control indicator (Normally "On" and "OFF" when the system is activated). F. Proper operation of Primary PCS indicator. G. Proper operation of Secondary PCS indicator. H. Proper operation of Defuel indicator. I. Optional: Proper operation of Platform Raised indicator. J. Optional: Proper operation of Hydrant Coupler/Nozzles Stowed/Unstowed indicator. K. Optional: Proper operation of Overwing Nozzle Stowed/Unstowed indicator.

10.1 Vehicle Interlock System

TABLE 20

Test	Performance Requirements
1. Interlock System Operation:	<p>A. Interlock system shall be activated and automatically apply the vehicle's brakes with any of the following condition(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vehicle is placed into pump mode</li> <li>• Unstowing any hydrant coupler</li> <li>• Unstowing any refueling nozzle</li> <li>• Activating the bottom loading system</li> <li>• Extending any access ladder that is required to be normally stowed</li> <li>• Extending any handrails that are required to be normally stowed</li> <li>• Raising any lift platform</li> <li>• Optional engine shutoff: Vehicle's engine shall stop</li> </ul>
2. Interlock Override:	<p>A. Vehicle's brakes may be released when the Interlock Override system is activated, and override the Interlock System Operation listed in 1A above. If equipped with the optional engine shutoff, the vehicle's engine may also be started when the Interlock Override system is activated.</p> <p>B. Deadman shall be disabled when the interlock override system is activated.</p> <p>C. Indicator showing that the interlock override is activated.</p>

**Exigences de la norme NFPA 407 concernant les systèmes d'interverrouillage et inspection**  
*Édition 2012*

- *4.3.21.5 Aircraft fuel servicing vehicles shall incorporate an integral brake interlock system that prevents the vehicle from being moved until the bottom loading coupler has been disconnected from the vehicle.*

**ANNEXE F**

Rapport d'expertise : Estimation de la distance de freinage  
d'un ensemble tracteur remorque



**RÉSEAU D'EXPERTISE**  
EN PRÉVENTION-INSPECTION

# RAPPORT D'EXPERTISE

## *Estimation de la distance de freinage d'un ensemble tracteur- remorque*

Rapport présenté à

*Alain Lajoie, inspecteur-ergonome*

Préparé par

*Version originale signée  
Jean-Pierre Jobin, ing.  
Conseiller-expert en prévention-inspection*

2017-01-12

**CNESST**

## SOMMAIRE

1. Mise en contexte
2. Description du mandat
3. Informations recueillies
4. Analyse
5. Conclusion
6. Références
7. Annexes
  - Annexe 1 :

## 1. Mise en contexte

Un tracteur avec remorque-citerne circulant sur une voie rapide emboutie un véhicule le précédent entraînant le décès du conducteur du tracteur.

## 2. Description du mandat

Déterminer théoriquement la distance minimale nécessaire pour immobiliser le tracteur avec remorque-citerne.

## 3. Informations obtenues des inspecteurs

- La vitesse estimée de l'ensemble tracteur remorque-citerne est d'environ 70 km/h
- Aucun détail sur l'état et l'ajustement des freins, pneus, etc..

Tracteur :

- Marque freightliner modèle Colomba 2007
- Masse de 8 409 kg
- Freins de type ABS à tambour (15" X 8") sur les trois essieux

Remorque-citerne :

- Fabricant Tremcar, modèle Quad 2014
- Masse à vide 8 165 kg
- 47 319 litres de produit 1201 masse estimé 39 464 kg
- La remorque possède 4 essieux (tous utilisés)

Selon le site du fabricant :

Pétrole-DOT/TC 406- 4 essieux l'ensemble de freins est 16 ½" X 7" FMVSS standard using Haldex system

Essieux Intraax AA-250T

Pneu Aeolus 11R22.5 – 16 ply

- Aucun détail sur l'état du système d'air comprimé, l'ajustement des freins et pneus de la remorque.
- Pour les pneus : rayon moyen 525,8 mm (20,7 ") et rayon sous charge statique 487,7 mm (19,2 ")
- Capacité par essieu de la remorque 11 363 kg (25 000 lb)
- Capacité des essieux de traction 18 182 kg (40 000 lb)
- Capacité de l'axe de direction 6 622 kg (14 568 lb)

Autre information :

- Selon environnement Canada le 9 août 2016 la température vers 16 heures est de 28 °C et c'est ensoleillé.

#### 4. Analyse

Hypothèses :

L'ajustement des freins ainsi que l'état des pneus sont dans les normes.

Les pneus sont gonflés selon les spécifications du manufacturier

Tous les freins sont fonctionnels et optimaux (exempt de graisse, pression d'air disponible au frein, etc.). La pression de service aux freins est de l'ordre de 551,2 kPa (80 lb/ po<sup>2</sup>)

La chaleur générée par les bandes de freins n'influence pas l'efficacité de freinage. (Une utilisation sévère des freins pendant un temps prolongé peut entraîner une perte d'efficacité due à l'augmentation de température des freins. Cette situation est surtout problématique lors de descente avec un fort pourcentage d'inclinaison.) Dans la situation présente, la circulation est fluide et le véhicule est sur une surface horizontale.

La capacité du système de freinage à air comprimé du camion et remorque doit répondre à la norme 121 de transport Canada. Cette limite est basée sur le poids brut maximal par essieux. En condition normale d'utilisation la distance de freinage est limitée soit par la capacité de freinage du tracteur-remorque ou selon la limite du coefficient d'adhérence entre la surface et l'ensemble pneus. La journée du 9 août 2016, la chaussée est sèche.

En prenant comme indiqué à l'annexe, le poids nominal brut par essieu (PNBE) et un ratio force de freinage / PNBE de 0,41 sur l'ensemble tracteur-remorque, la capacité de freinage est de l'ordre de 28 805 kg. Cette capacité de freinage sera utilisée pour la distance minimale nécessaire pour immobiliser le tracteur avec remorque-citerne. La distance est calculée à partir d'une vitesse de 70 km/h à 0 km/h.

Selon les données fournies, la masse de l'ensemble est de 56 038 kg. Le ratio de capacité de freinage associé à cette masse est de l'ordre de 0,51.

Selon le livre « trafic incident » le coefficient d'adhérence théorique entre la surface et l'ensemble des pneus varie entre 0,3 et 0,56. Étant donné que cette variable n'est pas connue, que le but est de connaître la plus courte distance possible et que le ratio de capacité de freinage est à l'intérieur de la plage de coefficient de friction théorique, le ratio de la capacité de freinage de 0,51 sera utilisé.

Ainsi, pour un ratio 0,51, la distance de freinage minimale sera de 38 m tel que calculé.

## **5. Conclusion**

Dans les conditions optimales de freinage décrit à la section 4 de l'ensemble tracteur avec remorque-citerne dont la masse totale est de 56 038 kg circulant à 70 km/h, la distance de freinage minimale pour immobiliser cet ensemble sera d'environ 38 m.

## 6. Références

Rivers, R.W. Traffic accident investigators' and reconstructionists' book of formulae and tables, second edition, USA, Charles C Thomas editeur, 1999, 118 p.

Heusser, Ronald B. Heavy Truck Deceleration Rates as a Function of Brakes Adjustment, National Transportation Safety board, Seattle,USA, 1991, page 91 à 107

Environnement Canada, [http://meteo.gc.ca/canada\\_f.html](http://meteo.gc.ca/canada_f.html)

Site de Tremcar, <http://www.tremcar.com/>

Document de normes techniques n°121, Transport Canada

<http://www.tc.gc.ca/fra/securiteautomobile/tp-tp13136-page17-842.htm>

## Annexe

Tableau III - Forces de freinage

Colonne 1 Forces de freinage/ PNBE	Colonne 2 Pression d'air dans les cylindres des freins de service, en kPa (lb/po <sup>2</sup> )
0,05	137,8 (20)
0,12	206,7 (30)
0,18	275,6 (40)
0,25	344,5 (50)
0,31	413,4 (60)
0,37	482,3 (70)
0,41	551,2 (80)

**Source : Systèmes de freinage à air comprimé (Norme 121)  
transport Canada**

**Ratio de capacité de freinage en fonction de la masse réelle.**

$\Sigma$  *capacité des essieux* X 0,41 / masse réelle = 70 256 kg X 0,41 / 56 038 kg  
**≈ 0,51**

**Distance de freinage**

$$D = S^2/254\mu$$

Où D = distance de freinage en m

S = la vitesse du véhicule en km/h

μ = le ratio de la capacité de freinage

$$D = (70)^2 / (254 \times 0,51) \approx 38 \text{ m}$$

**ANNEXE G**

Rapport d'expertise Prolad

PLE2242  
RAPPORT D'EXPERTISE

EXPERTISE SUR LE DÉCLENCHEMENT INOPINÉ D'UN DISPOSITIF  
DE SÉCURITÉ AGISSANT SUR LE SYSTÈME DE FREINAGE D'UN  
CAMION-CITERNE DE L'ENTREPRISE BOMBARDIER

pour  
Monsieur Alain Lajoie  
Inspecteur - Ergonome  
CNESST - DRIM2

Dossier: Camion-citerne de Bombardier

21 février 2017

Monsieur Alain Lajoie  
Inspecteur - Ergonome  
CNESST - DRIM2  
Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail  
1, Complexe Desjardins, Tour Sud, 30e étage  
Montréal (Québec)  
H5B 1H1

21 février 2017

<p><b>V/Dossier :</b> Camion-citerne de Bombardier <b>N/Dossier :</b> PLE2242 Expertise sur le déclenchement inopiné d'un dispositif de sécurité agissant sur le système de freinage d'un camion-citerne de Bombardier</p>
--

Monsieur Lajoie,

Pour faire suite à notre offre de services et à votre demande, nous avons examiné et réalisé des essais dynamiques sur un camion porteur de marque Freightliner, modèle MCV FL80, 1996, portant le numéro d'identification 1FV6JLAB1SL679078 et le numéro d'unité #3452 (voir Annexe A, photos #1 à #9). Ce camion porteur est équipé d'une citerne de marque Fruehauf Trailer, modèle FUELLER, 1965, portant le numéro d'identification DXF292285 (photos #10 et #11). Ce camion-citerne aurait provoqué une collision mortelle sur l'autoroute 40 en direction Ouest, le 9 août 2016, lorsque ses freins de stationnement se seraient déclenchés de manière inopinée.

L'objectif de notre mandat, effectué les 10 novembre et 13 décembre 2016 sur le site de l'entreprise Bombardier située au 500, Côte-Vertu Ouest à Dorval, ainsi que sur route le 19 janvier 2017, était la caractérisation et la validation de la conformité du système d'inter-verrouillage « interlock », des mécanismes de verrouillage du rideau latéral du côté gauche équipant le camion-citerne, des possibilités d'activation du système d'inter-verrouillage «Interlock» lors du déplacement du véhicule sur route, ainsi que la détermination de la distance de freinage du véhicule en cas de déclenchement inopiné du dispositif. Pour ce faire, en plus de la caractérisation et la validation des différents systèmes, nous avons réalisé des essais en circuit fermé ainsi que des essais du véhicule sur route. Il est à noter que l'ensemble de nos travaux a été effectué en présence de représentants de l'entreprise Bombardier.

## **1.0 CIRCONSTANCES DE L'INCIDENT**

Selon les renseignements que nous avons obtenus, le mardi 9 août 2016, à Montréal, un camion-citerne de marque Freightliner, modèle MCV FL80, 1995, appartenant à l'entreprise Bombardier, était en déplacement sur l'autoroute 40, en direction Ouest, lorsque ses freins d'urgence (freins de stationnement) se seraient déclenchés de façon inopinée, provoquant l'arrêt complet du véhicule dans la voie centrale de circulation. L'arrêt complet du véhicule aurait alors provoqué un carambolage impliquant notamment une collision entre un tracteur remorque-citerne, appartenant à l'entreprise EGGR, et l'arrière d'une semi-remorque tractée par un tracteur routier appartenant à l'entreprise Givesco. Cette collision aura entraîné un violent incendie du tracteur semi-remorque citerne de l'entreprise EGGR transportant du carburant, ainsi que le décès de son conducteur.

## **2.0 CARACTÉRISATIONS DES DISPOSITIFS D'INTER-VERROUILLAGE «INTERLOCK» DU VÉHICULE**

Le camion-citerne possède un système de sécurité d'inter-verrouillage «Interlock» actionnant le système de freinage d'urgence du véhicule pour prévenir son déplacement sous trois conditions. Ces conditions sont les suivantes:

- Lors du remplissage en Kérozène de la citerne;
- Lors de l'avitaillement en Kérozène d'un aéronef à partir de la citerne;
- Lorsque le panneau latéral d'accès à la buse d'avitaillement de la citerne est ouvert.

L'activation du système d'inter-verrouillage «Interlock» s'effectue à l'aide de deux capteurs de position et d'un bouton poussoir.

Le bouton poussoir est activé lorsqu'une conduite de remplissage est raccordée à la buse de remplissage de la citerne (photos #12 et #13).

Les deux capteurs de position sont localisés à l'intérieur du compartiment latéral gauche du véhicule. En premier lieu, à l'intérieur du compartiment, on retrouve les diverses composantes du système d'avitaillement en Kérozène du camion-citerne (photo #38). La buse d'avitaillement du camion-citerne (photo #39) est munie d'un capteur de position permettant l'activation du système d'inter-verrouillage «Interlock» (photo #40). L'accès au compartiment latéral gauche est permis par un rideau métallique à lattes horizontales (photo #14). Ce rideau est doté d'un mécanisme à ressort pour faciliter sa manipulation lors de son ouverture, il a donc tendance à vouloir s'ouvrir (vers le haut) s'il n'est pas fermé et verrouillé. Le second capteur de position du dispositif de sécurité est doté d'un plongeur vertical qui entre en contact avec la base du rideau latéral. Ce plongeur est relié à un culbuteur pneumatique permettant l'activation du système d'inter-verrouillage «Interlock» (photos #27, #28, #41 et #42).

Le rideau latéral est maintenu en position fermée (position abaissée) à l'aide de deux mécanismes localisés à l'avant et à l'arrière (selon l'axe longitudinal du véhicule) du rideau (photos #15 à #26). Ces mécanismes sont chacun dotés d'un loquet à glissière

(A), d'un verrou pivotant de maintien de la glissière en position fermée (B) ainsi que d'une goupille de sécurité avec chaînette (C) (photos #15 à #26). À proximité du centre du rideau, décalé vers l'arrière, se trouve le capteur de position du mécanisme d'interverrouillage «Interlock». L'examen du capteur de position, lorsque les mécanismes de verrouillage du rideau sont en position fermée, révèle qu'il existe un jeu entre le seuil de l'ouverture du compartiment latéral et la base du rideau, le rideau ayant naturellement tendance à vouloir se relever à cause de son mécanisme d'ouverture à ressort. Ceci fait en sorte qu'il y a un déplacement préliminaire vers le haut du capteur de position (photo #29).

Pour des fins de simulation en statique, les verrous pivotants avant et arrière ont été relevées et les loquets à glissière avant et arrière ont été ouverts (photos #30 à #33). Les goupilles de sécurité ont été laissées en place dans leurs positions verrouillées. On observe alors un déplacement du rideau latéral vers le haut et par conséquent, un déplacement du capteur de position lorsque les mécanismes de verrouillage sont partiellement maintenus (photos #34 et #35).

Par ailleurs, on note la présence de traces d'usure prononcées sur la base du rideau latéral (photos #36 et #37) provoquées par le frottement avec la tête du plongeur métallique. Cette usure a été caractérisée à l'aide d'un vernier numérique et la schématisation de nos mesures est illustrée dans la figure #1 ci-dessous :

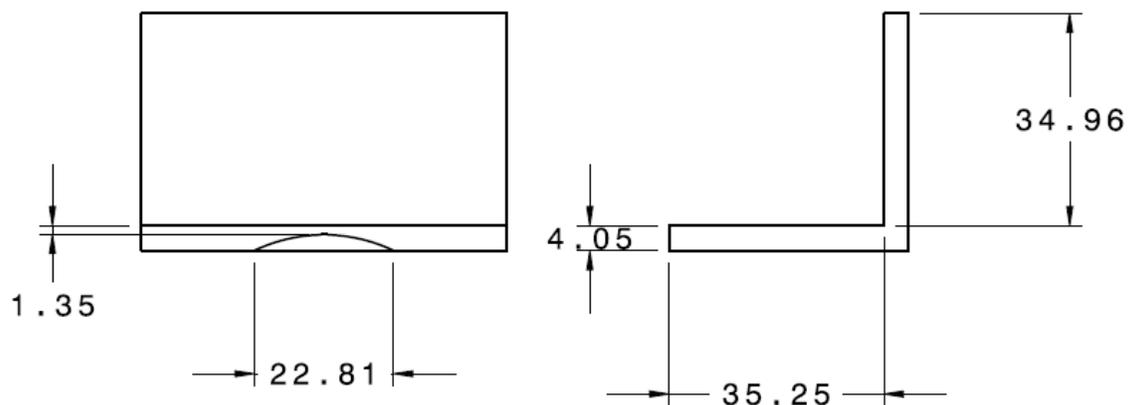


Figure 1 - Schématisation de l'usure de la base du rideau latéral

En plus de la caractérisation de l'usure de la base du rideau latéral, nous avons également caractérisé le déplacement du capteur de position du rideau. La position initiale du capteur a été déterminé à partir d'une position fixe de référence, soit le haut du seuil (cadre) de l'ouverture du compartiment (photo #43). À partir de cette référence, nous avons été en mesure d'établir que le déplacement initial du capteur de position, lorsque tous les mécanismes de verrouillage sont en position, est de 6,41 mm (photo #45). Le déclenchement du système d'inter-verrouillage s'effectue lorsque le capteur de position s'élève à 10,44 mm de la valeur de référence (photo #45). On observe également que lorsque le loquet à glissière arrière est ouvert, malgré la présence de sa goupille de sécurité en place, le déplacement du capteur de position est de 12,15 mm, provoquant ainsi le déclenchement du système (photo #46).

Par ailleurs, nos vérifications ont permis de valider que c'est le serrage des quatre freins de stationnement des essieux arrière du véhicule qui se produit lors de l'activation du système d'inter-verrouillage, ce qui immobilise le véhicule, tant en mode statique (véhicule à l'arrêt) qu'en mode dynamique sur route.

### 3.0 VALIDATION ET CONFORMITÉ DES DISPOSITIFS D'INTER-VERROUILLAGE

Selon les informations que nous avons obtenues, le camion-citerne manufacturé en 1996 à partir d'une citerne recyclée de 1965, n'était pas tenu, au moment de sa construction de se conformer aux normes actuellement en vigueur portant sur les modes d'activation (datant de 2005, 2015 et 2016, voir ci-dessous) et les composantes nécessaires du système d'inter-verrouillage «Interlock».

Notre mandat consistait à examiner les différentes normes applicables (Society of Automotive Engineers SAE, Joint Inspection Group JIG et la norme française NF), soit les normes suivantes:

- ✓ SAE ARP5818A - 2015
- ✓ JIG-1 - 2012
- ✓ NF EN 12312-5 : 2005

Notre analyse révèle que les principaux éléments pertinents liés au dispositif d'inter-verrouillage contenus dans l'ensemble de ces normes sont les suivants :

- La présence à proximité du poste de conduite dans la cabine d'un avertisseur lumineux à éclats de couleur ambré (jaune), lorsque l'activation du système d'inter-verrouillage est imminente, de même qu'à éclats de couleur rouge lorsque l'activation du système a été suspendue manuellement, sont obligatoires.
- En cas d'avertissement d'activation imminente (avertisseur lumineux ambré), alors que sur route, le système d'inter-verrouillage doit pouvoir être temporairement suspendu (*by-passed*) à l'aide d'un interrupteur scellé à portée du conducteur. Un registre d'activation de cet interrupteur manuel doit être maintenu par l'exploitant du véhicule.
- L'activation du système d'inter-verrouillage devrait résulter en une application graduelle du système de freinage afin de ne pas constituer un risque pour le conducteur ou les autres usagers de la route.

Notre examen du camion-citerne révèle l'absence d'un avertisseur lumineux et d'un mécanisme scellé permettant la mise en suspens du système d'inter-verrouillage. Les résultats des essais dynamiques de freinage en circuit fermé (voir section suivante) révèle cependant que l'activation du système d'inter-verrouillage résulte bel et bien en une application graduelle du système de freinage. Tel que mentionné, ce camion-citerne n'est pas tenu de se conformer aux normes précédemment mentionnées. Toutefois, selon nos constatations, l'entreprise propriétaire du véhicule était probablement au fait des normes récentes applicables pour ce type d'équipement. En effet l'entreprise est propriétaire d'un autre camion citerne d'avitaillement pour aéronefs, manufacturé en 2013, qui possède ces dispositifs de sécurité additionnels. Ses employés ont d'ailleurs été formé à l'opération de ce véhicule et des ces dispositifs de sécurité. Il était donc possible pour l'entreprise d'effectuer l'ajout de ces dispositifs sur le camion citerne objet de la présente expertise. Tout indique que ce type de modification sur le véhicule aurait permis d'éviter l'incident mortel au cours duquel sera survenu l'arrêt inopiné du véhicule sur la voie centrale de l'autoroute 40 Ouest.

#### 4.0 ESSAIS EN CIRCUIT FERMÉ

Des essais dynamiques de freinage ont été réalisés le 13 décembre 2016 en circuit fermé sur les terrains de l'usine Challenger de Bombardier, adjacents aux pistes de l'aéroport Trudeau (photo #52). Le conducteur du véhicule, au moment des essais de freinage, était Monsieur C1, chauffeur professionnel possédant ses permis de classes 1 et 3. Le camion-citerne avait été équipé d'un système d'acquisition de données de marque Vericom, modèle VC3000 et portant le numéro d'identification VC308093164. Les essais de freinage étaient réalisés à partir d'une vitesse initiale d'approximativement 30 km/h.

Afin de permettre la reproduction de déclenchement inopiné du système d'inter-verrouillage, ce dernier a été contourné à l'aide de conduites pneumatiques supplémentaires (photos #47 et #48) à l'intérieur du compartiment latéral, ainsi que d'un interrupteur électrique et d'une valve électropneumatique placés dans l'habitacle (photos #49 à #51).

Compte tenu des décélérations très faibles obtenues lors des essais dynamiques de freinage, le système d'acquisition de données n'a pu être en mesure d'obtenir des données stables et valides. Malgré l'absence de ses données, nos essais dynamiques de freinage révèlent que la distance d'arrêt requise lorsque l'activation du système d'inter-verrouillage est activée et que le véhicule se déplace à une vitesse approximative de 30 km/h est d'environ 26.5 mètres. Par conséquent, en fonction de la vitesse du véhicule et de sa distance d'arrêt, on obtient une décélération moyenne de 0,13 g. À des fins de comparaison, l'activation du système de freinage d'urgence (freins de stationnement activés à partir du levier poussoir jaune du tableau de bord), alors que le véhicule se déplace à une vitesse approximative de 30 km/h, provoque une distance d'arrêt de 7.5 mètres. Par conséquent, le système de freinage d'urgence induit alors une décélération moyenne de 0,47 g, soit plus de 3,5 fois la décélération obtenue lors de l'application du système d'inter-verrouillage.

Les essais dynamiques de freinage effectués avec le camion-citerne ont donc permis de déterminer que l'application du système d'inter-verrouillage produit une décélération progressive, considérablement plus faible que l'application du système de freinage d'urgence. Toutefois, même si la décélération est relativement graduelle, il y aura quand

même un effet de surprise pour les autres usagers de la route circulant en amont du véhicule, l'activation du système d'inter-verrouillage, tout comme l'application du système de freinage d'urgence, ne résultant pas en une activation des feux arrière d'avertissement de freinage.

Par ailleurs, lors du déclenchement inopiné du système d'inter-verrouillage sur route, l'opérateur doit corriger la condition d'activation en sortant du véhicule pour aller refermer correctement le rideau du panneau latéral gauche. Lors de nos travaux, nous avons également noté que pour résoudre la situation, il doit ensuite également desserrer, resserrer et desserrer une seconde fois l'interrupteur du frein de stationnement (interrupteur jaune du tableau de bord) afin de libérer définitivement le serrage des freins de stationnement. Le retrait du frein d'urgence, suivant l'activation du système d'inter-verrouillage, requiert donc plusieurs manipulations inhabituelles. Pour un conducteur non familier avec ce véhicule, cette procédure lui sera inconnue et il interprètera ce phénomène comme une panne mécanique.

## 5.0 ESSAIS ROUTIERS

Les essais routiers ont été effectués le 19 janvier 2016 sur le réseau routier Montréalais sur lequel est survenu l'incident mortel. Le conducteur du véhicule, au moment des essais routiers, était Monsieur **D1** chez Transport Jacques Auger. Ce conducteur possède tous les permis requis pour la conduite de ce type de véhicule (incluant les requis TMD pour le transport des matières dangereuse et les carburants liquides). Les essais se sont déroulés entre l'usine Challenger de Bombardier à Dorval vers l'accès le plus direct pour l'autoroute 40 en direction Est, lors de plusieurs trajets aller-retour, sur l'autoroute 40 ou sa voie de service, jusqu'au maximum vers l'est correspondant à l'intersection avec le boulevard Tricentenaire à Pointes-aux-Trembles.

Lors de ces essais, nous avons noté que l'indicateur de vitesse du tableau de bord du véhicule sous estime de manière importante la vitesse réelle du véhicule. À cet effet, nos essais ont révélé que pour atteindre la vitesse minimale prescrite sur l'autoroute 40, soit 70 km/h, l'indicateur de vitesse du véhicule devait atteindre une lecture de l'ordre de 90 km/h. Une variation de près de 30% se produit donc entre la lecture de l'indicateur et la vitesse réelle du véhicule, ce qui représente une anomalie importante.

Afin d'obtenir l'autorisation de la SAAQ de circuler sur le réseau routier, le véhicule a été inspecté par un mandataire autorisé, soit Tech-Mobile (1996) Inc., et 12 défauts mineurs ont été observés. Ces dernières ont été corrigées et le véhicule a pu temporairement être autorisé à circuler. En outre, pour des raisons de sécurité, le serrage des freins de stationnement, par l'activation du système d'inter-verrouillage, a été contourné et remplacé par l'activation d'un manomètre installé dans l'habitacle. Ceci a été réalisé à l'aide de conduites pneumatiques reliant le manomètre au culbuteur pneumatique situé dans le compartiment latéral gauche (photos #53, #54 et #59).

Lors du premier trajet aller-retour, effectué à une vitesse inférieure à la vitesse prescrite (à cause de la mauvaise lecture de l'indicateur du tableau de bord), nous n'avons observé aucun déclenchement inopiné du système d'inter-verrouillage. Par la suite, une vitesse plus élevée de circulation a été utilisée (70 km/h réel). Lors du second trajet en direction Ouest, à la hauteur du boulevard St-Laurent, il est décidé de revenir en direction Est, car la circulation est trop dense en direction Ouest. Un arrêt de routine

effectué à ce moment nous permet de constater que les verrous des deux glissières du rideau sont hors position et que les glissières commencent à s'ouvrir (photos #55 à #58). Par la suite nous reprenons la route sur l'autoroute 40 en direction Est. Une fois dépassé l'emplacement des Galeries d'Anjou, nous quittons l'autoroute pour circuler sur sa voie de service. Alors que nous étions à quelques centaines de mètres de l'intersection avec le boulevard Tricentenaire, le déclenchement du système d'inter-verrouillage s'est produit (photo #59), tel que confirmé à bord par la pression affichée sur le manomètre ajouté. Le véhicule a alors été immobilisé de manière sécuritaire afin de permettre l'examen des verrous de maintien et des loquets à glissière du rideau latéral gauche. Notre examen a révélé que les deux verrous de maintien étaient en position relevé et que les glissières à loquets étaient toutes deux ouvertes (photos #60 à #64). Ceci confirme que le déclenchement inopiné du système d'inter-verrouillage peut survenir même si le rideau a été fermée correctement préalablement au départ sur route du véhicule. Tout indique que les vibrations et chocs liés à l'opération du véhicule sur route sont suffisants pour permettre aux verrous pivotants de maintien de s'ouvrir en pivotant vers le haut, permettant ensuite au loquets de glisser graduellement vers l'intérieur et de se libérer de leur position de fermeture du rideau. Les goupilles de sécurité ne sont alors pas suffisantes pour conserver le rideau suffisamment abaissé permettant au plongeur du mécanisme d'inter-verrouillage de s'élever suffisamment pour faire déclencher le système d'inter-verrouillage en provoquant le freinage inopiné du véhicule. Selon nos constatations, tout indique que s'est l'usure généralisée importante du mécanisme de fermeture du rideau qui est la cause directe de ce phénomène, de même que le mauvais serrage des boulons des pivots des verrous. Cette usure et ces mauvais serrage provoquent des jeux excessifs des mécanismes de fermeture et de leurs verrous et est visible au niveau des loquets à glissière, des pivots boulonnés des verrous ainsi que de l'interface entre ces composantes (jeu important entre les verrous et les têtes de glissières, de chaque côté, en position fermée).

L'absence d'usure au niveau de la base du rideau latéral a ensuite été simulée à l'aide de ruban adhésif toilé de type Duct Tape (photo #65). Après avoir repris la route, alors que le véhicule était sur la rue Sherbrooke, à proximité de l'intersection avec l'avenue Marien, afin de regagner l'autoroute 40 en direction Ouest, le déclenchement inopiné du système d'inter-verrouillage s'est reproduit (photos #66 et #67). Ceci indique que l'usure provoquée par le frottement avec la tête du plongeur du capteur du rideau n'est pas un des facteurs contributifs à l'incident mortel.

Nos essais confirment donc que le déclenchement inopiné du système d'interverrouillage se produit lorsque le véhicule est utilisé sur le réseau routier, notamment sur le même trajet emprunté par le véhicule au moment de l'incident. De plus, nos observations révèlent que l'ouverture seul du loquet à glissière arrière est suffisante pour réaliser le déclenchement du système.

Par ailleurs, nous avons également tenté de simuler un serrage adéquat des verrous pivotants de maintien, sans aucune altération du véhicule ou du couple de serrage des boulons actuels, par l'insertion de rondelles de téflon pour diminuer le jeu des composantes. Malgré ces simulations, le déclenchement inopiné se produisait ensuite très rapidement indiquant que cette simulation spécifique n'était pas représentative d'un serrage adéquat des verrous pivotants.

## 6.0 DISCUSSION

Notre examen du camion-citerne, l'analyse du contenu technique des normes applicables à ce type d'équipement et les résultats de nos essais dynamiques révèlent que le déclenchement inopiné du système d'inter-verrouillage survenu sur le véhicule résulte d'un manque d'entretien du mécanisme de fermeture du rideau du compartiment latéral gauche. En effet, selon nos constatations, tout indique que s'est l'usure généralisée importante du mécanisme de fermeture du rideau qui est la cause directe du déclenchement inopiné sur route du dispositif d'inter-verrouillage. Ce déclenchement entraînant l'activation inattendue des freins de stationnement sans signal d'avertissement des feux de freinage du véhicule, aura surpris les usagers de la route circulant en amont du véhicule. Tout indique que ce ceci aura provoqué l'accident mortel du 9 août 2016.

Par ailleurs, il est à noter que l'ajout de systèmes de sécurité supplémentaires, tels que requis dans les normes actuelles, aurait aussi permis d'éviter le déclenchement inopiné du dispositif d'inter-verrouillage en avisant le conducteur à temps pour lui permettre de neutraliser manuellement le déclenchement. Toutefois, le camion-citerne, au moment de sa construction, n'était pas soumis à l'application de ces normes et par conséquent, son propriétaire n'était pas légalement tenu de se conformer à leur application. Par contre, nous sommes d'avis que le propriétaire de l'équipement était bien au fait des normes applicables sur ce type d'équipement car il possède un autre camion citerne plus récent qui est doté de ces dispositifs additionnels. Il lui était donc possible d'effectuer les modifications additionnelles nécessaires sur l'équipement objet de la présente expertise afin d'assurer la sécurité de son opérateur et des usagers de la route. À cet effet, nous sommes d'avis que l'installation d'un avertisseur lumineux à éclats de couleur ambré, lorsque l'activation du système d'inter-verrouillage est imminente, et à éclats de couleur rouge lorsque le l'activation du système a été suspendue à l'intérieur de l'habitacle, ainsi que d'un mécanisme scellé permettant sa suspension temporaire, aurait permis à l'opérateur, au moment du déclenchement inopiné, de neutraliser le déclenchement et de quitter de manière sécuritaire le réseau routier. En outre, un registre de l'activité du mécanisme scellé aurait pu permettre de conserver un historique des précédents déclenchements inopinés du système qui seraient survenus. Ceci aurait permis de faciliter l'identification des anomalies d'entretien des composantes du système d'inter-verrouillage.

## 7.0 CONCLUSIONS

Notre examen du camion-citerne pour avitaillement d'aéronefs, l'analyse du contenu technique des normes applicables à ce type d'équipement et les résultats de nos essais dynamiques révèlent que le déclenchement inopiné du système d'inter-verrouillage activant les freins de stationnement, ayant selon toute vraisemblance provoqué une collision mortelle, résulte d'un manque d'entretien du mécanisme de fermeture du rideau du compartiment latéral gauche. En effet, selon nos constatations, tout indique que s'est l'usure généralisée importante du mécanisme de fermeture du rideau qui est la cause directe du déclenchement inopiné sur route du dispositif d'inter-verrouillage. Par ailleurs, il est à noter que l'ajout de dispositifs de sécurité supplémentaires, tels qu'exigés dans les normes actuelles, mais non applicables lors de la fabrication initiale du véhicule, aurait probablement permis d'éviter l'accident. Le propriétaire du véhicule n'aura toutefois pas jugé nécessaire de faire modifier ce dernier pour qu'il soit conforme aux normes de sécurité les plus récentes.



---

Nicolas Gauthier, ingénieur jr.

---

Olivier Bellavigna-Ladoux, ingénieur, M. Ing.

P.j.: - Annexe A : Photographies

# **ANNEXE A**

## **PHOTOGRAPHIES**



**Photo 01 :** Vue générale du côté ¾ avant gauche du camion-citerne de marque Freightliner, modèle MCV FL80, 1995, objet de la présente expertise.



**Photo 02 :** Vue générale de l'avant du véhicule.



**Photo 03** : Vue générale du côté  $\frac{3}{4}$  avant droit du véhicule.



**Photo 04** : Vue générale du côté droit du véhicule.



Photo 05 : Vue générale du côté ¾ arrière droit du véhicule.



Photo 06 : Vue générale de l'arrière du véhicule.



**Photo 07 :** Vue générale du côté  $\frac{3}{4}$  arrière gauche du véhicule.



**Photo 08 :** Vue générale du côté gauche du véhicule.

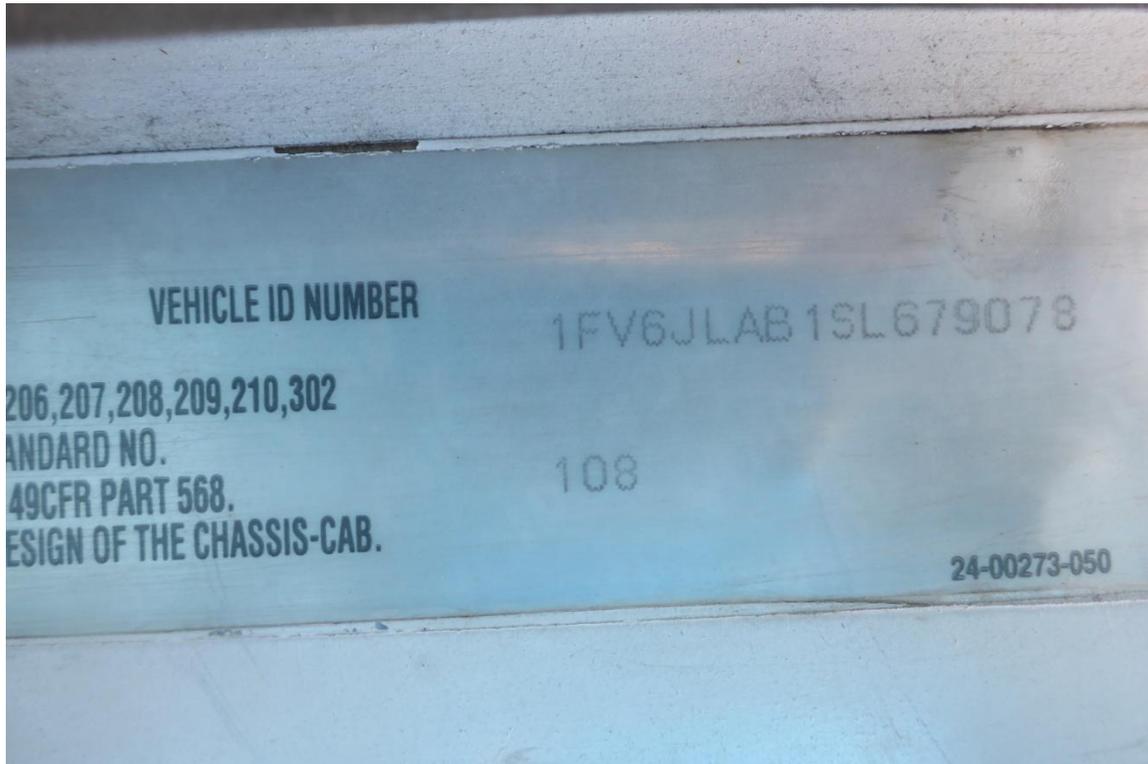


Photo 09 : Vue générale du numéro d'identification du camion porteur.

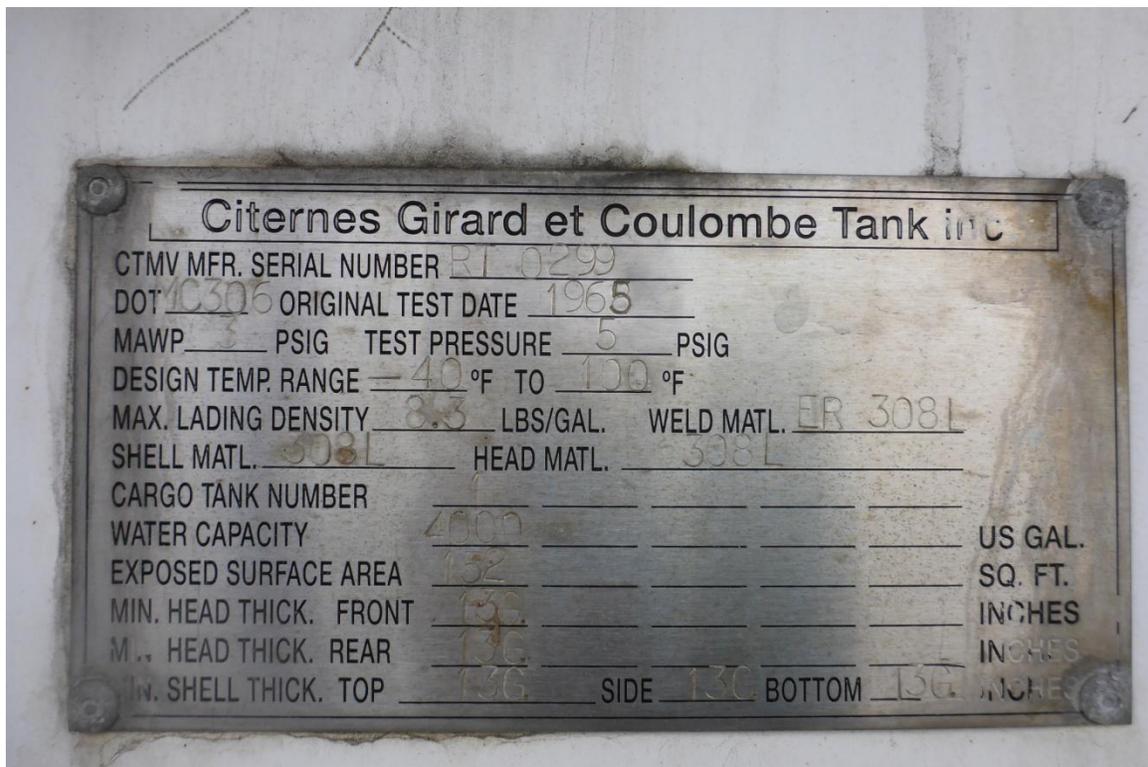


Photo 10 : Vue générale d'une des plaquettes d'identification de la citerne.

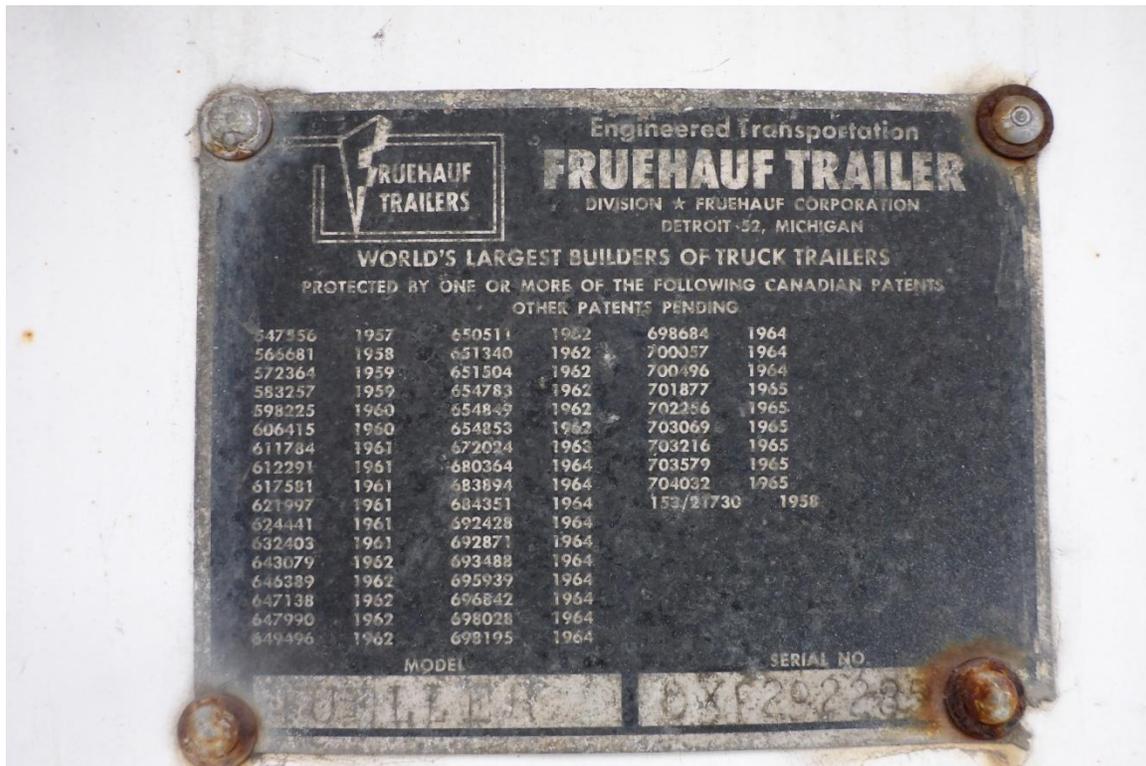


Photo 11 : Vue générale de la seconde plaquette d'identification de la citerne.



Photo 12: Vue générale de la buse de remplissage de la citerne du camion.



**Photo 13 :**Vue générale du bouton poussoir de la buse de remplissage activant le système de sécurité «Interlock».



**Photo 14 :**Vue générale du rideau latéral localisé du côté gauche.



**Photo 15 :**Vue générale du mécanisme de verrouillage avant du rideau latéral, doté d'un loquet à glissière (A) avec verrou pivotant de maintien (B) ainsi que d'une goupille de sécurité avec chaînette (C).



**Photo 16 :**Vue rapprochée de la photo précédente.



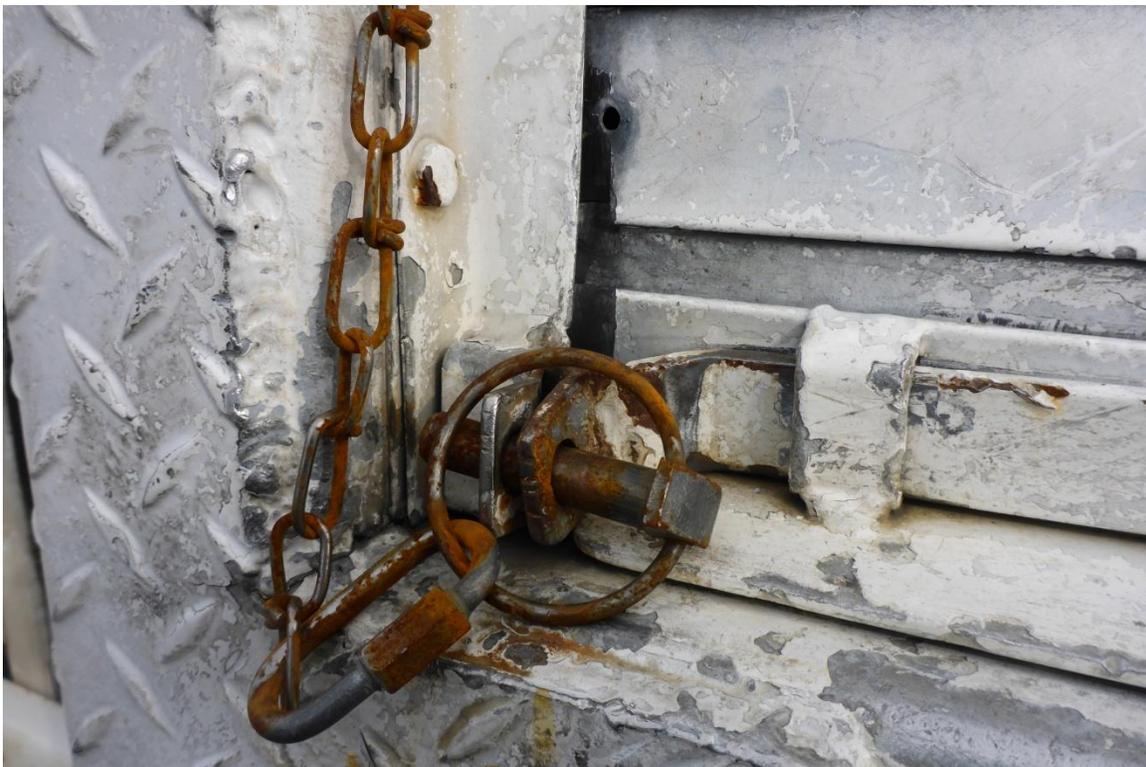
**Photo 17** : Vue générale de face du verrou pivotant de maintien du loquet en position verrouillée.



**Photo 18** : Vue générale du dessus du verrou pivotant de maintien du loquet de la photo précédente.



**Photo 19** : Vue générale du loquet à glissière de gauche en position verrouillée.



**Photo 20** : Vue générale de la goupille de sécurité du loquet avant du rideau latéral.



**Photo 21 :** Vue générale du dessus de la goupille de sécurité de la photo précédente.



**Photo 22 :** Vue générale du mécanisme de verrouillage arrière du rideau latéral.



**Photo 23** : Autre vue générale du mécanisme de verrouillage arrière du rideau latéral, doté lui aussi d'un loquet à glissière (A) avec verrou pivotant de maintien (B) ainsi que d'une goupille de sécurité avec chaînette (C).



**Photo 24** : Vue générale de face du verrou pivotant de maintien du loquet en position verrouillée.



**Photo 25** : Vue générale du dessus du verrou pivotant de maintien du loquet de la photo précédente.



**Photo 26** : Vue générale de la goupille de sécurité du loquet arrière du rideau latéral.



**Photo 27** : Vue générale montrant l'emplacement du capteur de position du culbuteur activant le système de sécurité «Interlock» du rideau latéral.



**Photo 28** : Vue rapprochée de l'emplacement du capteur de position.



**Photo 29** : Vue rapprochée de la photo précédente.



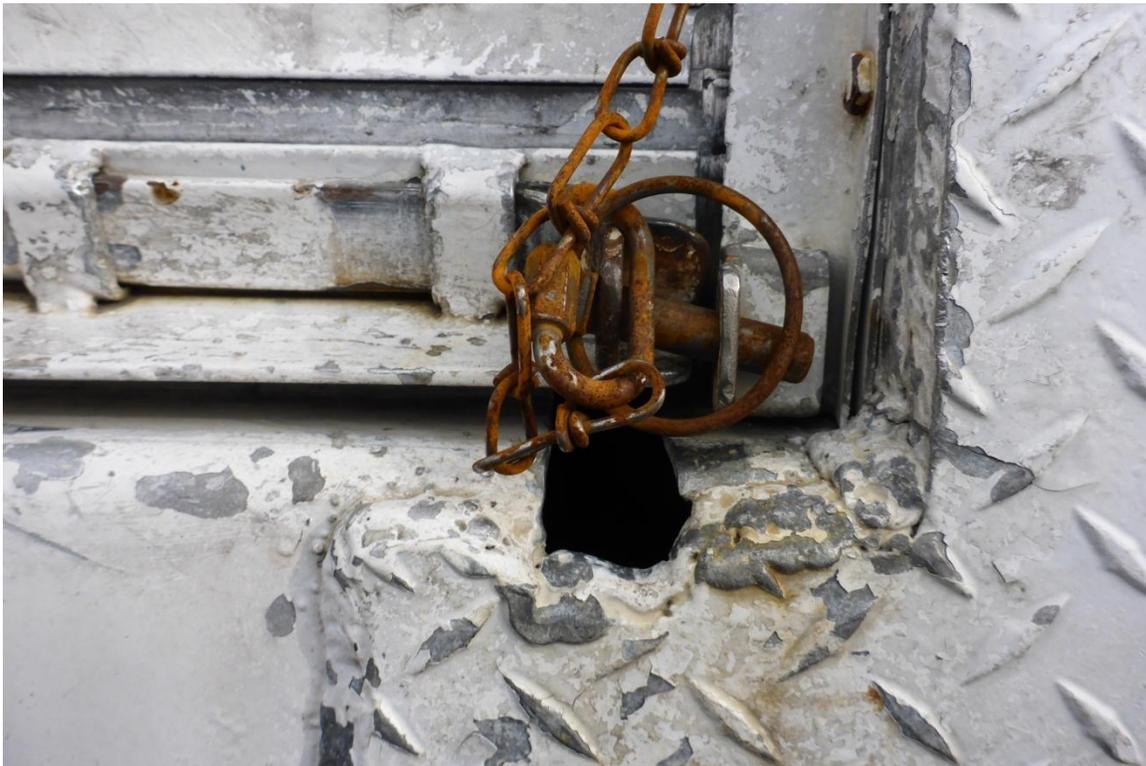
**Photo 30** : Vue générale du mécanisme de verrouillage avant du rideau latéral lorsque le verrou est en position relevée, le loquet à glissière est ouvert et la goupille de sécurité est en place, montrant que le rideau est alors légèrement relevé.



**Photo 31** : Vue rapprochée de la photo précédente.



**Photo 32** : Vue générale du mécanisme de verrouillage arrière du rideau latéral dans les mêmes conditions que celles des deux photos précédentes, montrant également que le rideau est alors en position légèrement relevée.



**Photo 33** : Vue rapprochée de la photo précédente.



**Photo 34** : Vue générale du déplacement du capteur de position du culbuteur lorsque les loquets avant et arrière sont ouverts avec les goupilles de sécurité en place (voir photos précédentes).



**Photo 35** : Vue rapprochée de la photo précédente.



**Photo 36** : Vue rapprochée du faciès d'usure de la base du rideau latéral, à l'emplacement de la tête du plongeur du capteur de position.



Photo 37 : Idem à la photo précédente.



Photo 38 : Vue générale du rideau latéral partiellement ouvert.



**Photo 39** : Vue générale de la buse d'avitaillement du camion-citerne.



**Photo 40** : Vue générale du capteur de position de la buse d'avitaillement activant le système de sécurité «Interlock».



**Photo 41 :** Vue générale du culbuteur et du capteur de position du rideau latéral activant le système de sécurité «Interlock».



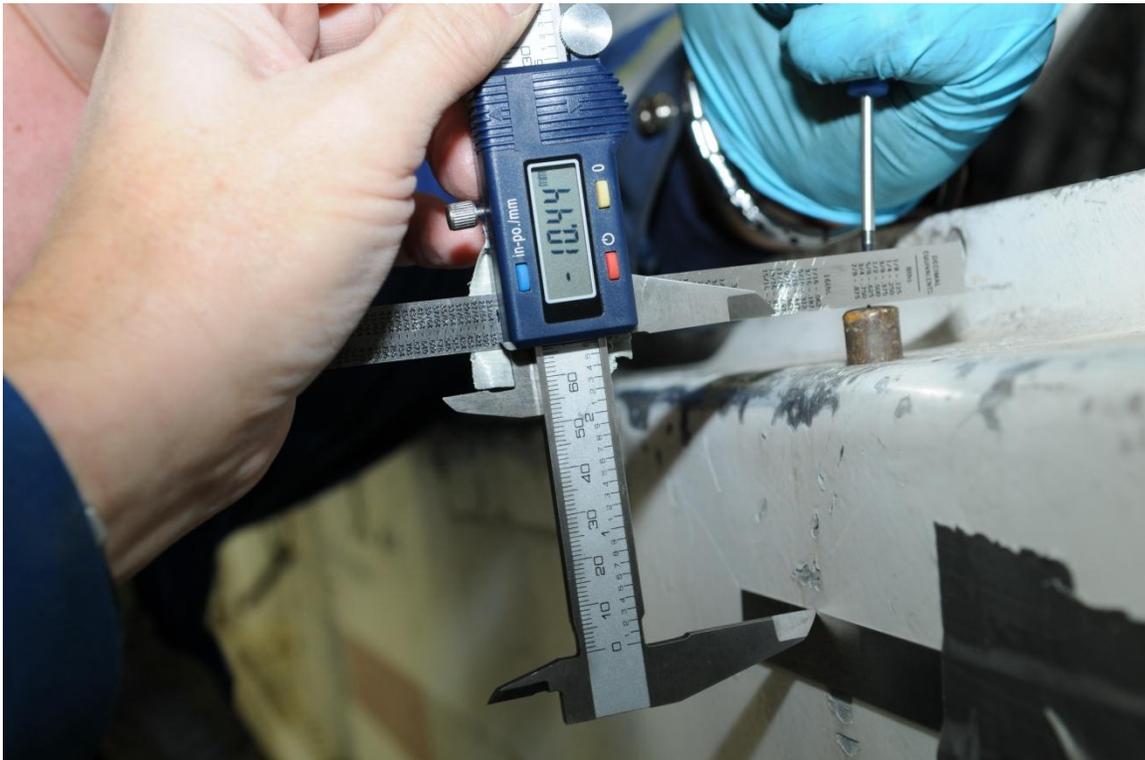
**Photo 42 :** Vue rapprochée de la photo précédente.



**Photo 43** : Vue rapprochée d'une des étapes du mesurage des positions, sous diverses conditions, dont ici la valeur de référence, du capteur (plongeur) du culbuteur activant le système de sécurité «Interlock» du rideau latéral.



**Photo 44** : Vue rapprochée d'une des étapes du mesurage des positions, ici en position initiale, de la tête du plongeur du culbuteur activant le système de sécurité «Interlock» du rideau latéral.



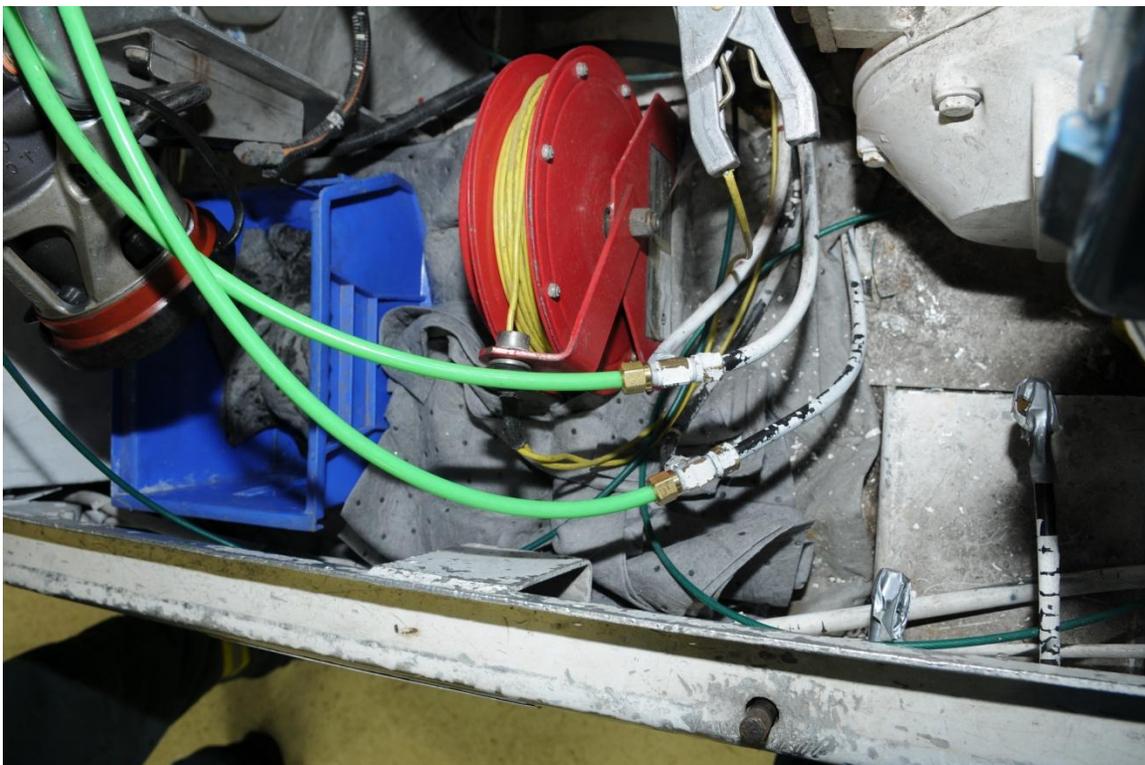
**Photo 45 :** Vue rapprochée d'une des étapes du mesurage des positions, ici en position de déclenchement, de la tête du plongeur du culbuteur activant le système de sécurité «Interlock» du rideau latéral.



**Photo 46 :** Idem à la photo précédente, ici en position avec le loquet arrière ouvert et sa goupille de sécurité en place (voir photos #32 et #33). Le déclenchement survient alors.



**Photo 47 :** Vue générale de l'installation des conduites pneumatiques supplémentaires pour le contournement de la soupape de déclenchement du rideau latéral pour le système d'interverrouillage.



**Photo 48 :** Vue rapprochée de la photographie précédente.



**Photo 49** : Vue générale de l'interrupteur électrique et de la valve électropneumatique à l'intérieur de la cabine du véhicule.



**Photo 50** : Vue rapprochée de l'interrupteur électrique.



**Photo 51** : Vue rapprochée de la valve électropneumatique.



**Photo 52** : Vue générale du véhicule lors des essais en circuit fermé.



**Photo 53 :** Vue générale des modifications sur le culbuteur du système d'interverrouillage afin de réaliser son contournement pour les essais sur route.



**Photo 54 :** Vue générale des conduites pneumatiques et du manomètre installés pour les essais sur route.



**Photo 55** : Vue générale du verrou avant retrouvé en position relevée et avec son loquet à glissière complètement ouvert pendant les essais sur route, lors de l'arrêt de vérification effectué à la hauteur du boulevard St-Laurent.



**Photo 56** : Vue rapprochée de la photo précédente.



**Photo 57** :Vue générale du verrou de maintien arrière, retrouvé en position partiellement relevée pendant les essais sur route, également lors de l'arrêt de vérification effectué à la hauteur du boulevard St-Laurent.



**Photo 58** :Vue rapprochée de la photo précédente.



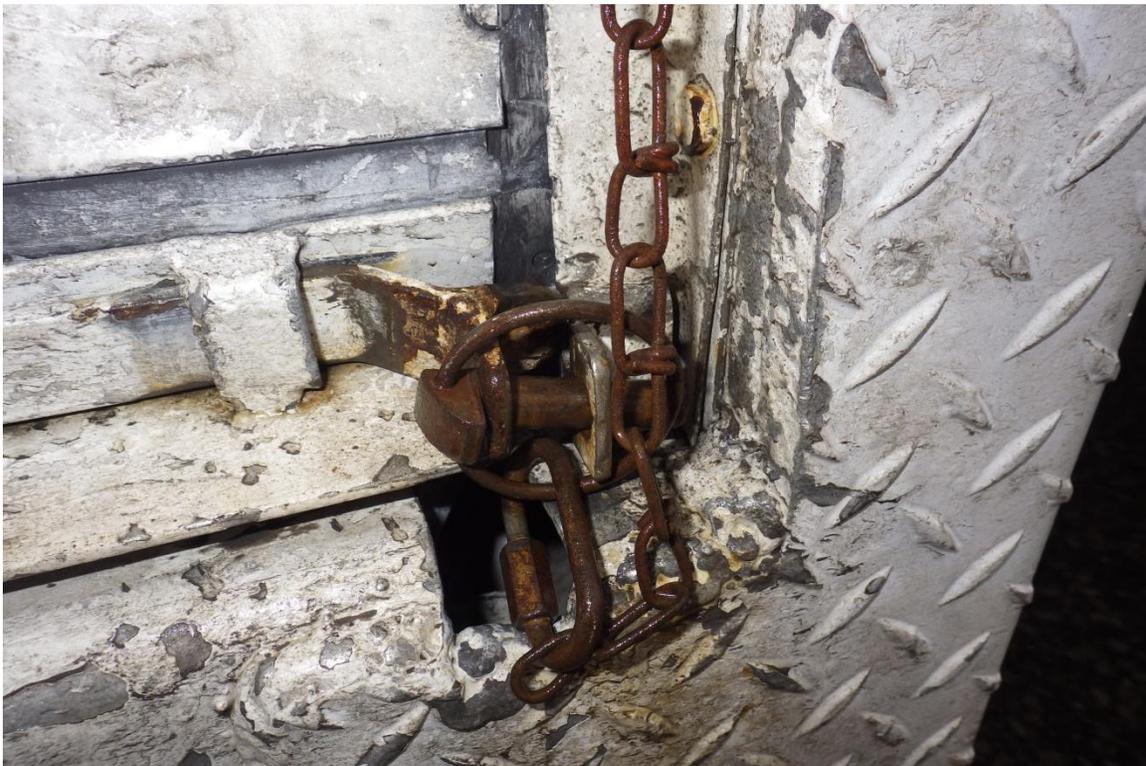
**Photo 59** : Vue rapprochée du manomètre utilisé pour détecter le déclenchement du système d'interverrouillage, montrant la pression soudainement affichée lors de son activation pendant les essais sur route.



**Photo 60** : Vue générale des mécanismes de verrouillage du rideau latéral du côté gauche après le déclenchement inopiné survenu sur la route.



**Photo 61** : Vue rapprochée du verrou de maintien, du loquet à glissière et de la goupille de sécurité et sa chaînette arrière.



**Photo 62** : Vue rapprochée de la photo précédente.



**Photo 63** : Vue rapprochée du verrou de maintien, du loquet à glissière et de la goupille de sécurité et sa chaînette avant.



**Photo 64** : Vue rapprochée de la photo précédente.



**Photo 65 :** Vue rapprochée du ruban utilisé pour simuler l'absence d'usure de la base du rideau latéral.



**Photo 66 :** Vue générale des mécanismes de verrouillage du rideau latéral du côté gauche après le déclenchement inopiné survenu ensuite sur la rue Sherbrooke à Pointe-aux-Trembles.



**Photo 67** :Vue rapprochée de la photographie précédente, montrant le ruban et la position du verrou de maintien arrière.

## ANNEXE H

### Références bibliographiques

- ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Citernes routières et citernes amovibles TC pour le transport des marchandises dangereuses*, 5e édition, Toronto, CSA, 2014, xiii, 169 p. (CSA B620-14).
- ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Entreposage, manutention et distribution des carburants aviation dans les aéroports*, 3e édition, Toronto, CSA, 2014, 142 p. (CSA B836-14).
- CANADA. *Règlement sur le transport des matières dangereuses, DORS/2016-95*, [En ligne], 2016. [<https://www.tc.gc.ca/fra/tmd/clair-tdesm-211.htm>] (Consulté le 13 juin 2017).
- COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION. *Matériel au sol pour avions : exigences particulières. Partie 5, matériels d'avitaillement en carburant*, Bruxelles, CEN, 2005, 40 p. (CEN: EN 12312-5:2005).
- JOINT INSPECTION GROUP. *Aviation fuel quality control and operating standards for into-plane fuelling services*, Cambourne, G.-B., JIG, 2012, 116 p. (JIG 1: Issue 11:2012).
- JOINT INSPECTION GROUP. *Aviation fuel quality control and operating standards for into-plane fuelling services*, Cambourne, G.-B., JIG, 2016, 116 p. (JIG 1: Issue 12:2016).
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. *Standard for aircraft fuel servicing*, Quincy, Mass., NFPA, 2012, 27 p. (NFPA: 407:2012).
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. *Standard for aircraft fuel servicing*, Quincy, Mass., NFPA, 2017, 33 p. (NFPA: 407:2017).
- QUÉBEC. *Règlement sur le transport des matières dangereuses, RLRQ, chapitre C-24.2, r. 43, à jour au 1er mai 2017*, [En ligne], 2017. [<http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/C-24.2,%20r.%2043>] (Consulté le 13 juin 2017).
- SOCIÉTÉ DE L'ASSURANCE AUTOMOBILE DU QUÉBEC. *Conduire un véhicule lourd*, Québec, Publications du Québec, 2016, 495 p.
- SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. *Aircraft refueling vehicle : design and performance requirements*, Warrendale, Penns., SAE, 2015, 46 p. (Aerospace recommended practice / SAE) (SAE: ARP 5818. Rev. A:2015).
- SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. *Design and operation of aircraft refueling tanker vehicles*, Warrendale, Penns., SAE, 2011, 57 p. (Aerospace recommended practice / SAE) (SAE: ARP 5818:2003).
- SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. *Standard test criteria for aircraft refuelers*, Warrendale, Penns., SAE, 2011, 27 p. (Aerospace recommended practice / SAE) (SAE: ARP 5918:2006).