

Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

**RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE
R14T0160**



DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE

**CHEMIN DE FER CANADIEN NATIONAL
TRAIN DE MARCHANDISES M-310-31-09
POINT MILLIAIRE 127,52, SUBDIVISION KINGSTON
BROCKVILLE (ONTARIO)
10 JUILLET 2014**

Canada

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur le présent événement dans le but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

Rapport d'enquête ferroviaire R14T0160

Déraillement en voie principale Chemin de fer Canadien National Train de marchandises M-310-31-09 Point milliaire 127,52, subdivision Kingston Brockville (Ontario) 10 juillet 2014

Résumé

Le 10 juillet 2014, vers 4 h 10, heure avancée de l'Est, roulant en direction est à 60 milles à l'heure, le train de marchandises M-310-31-09 du Canadien National a déraillé avec 26 de ses wagons à l'approche de Brockville (Ontario), au point milliaire 127,52 de la subdivision Kingston. Les wagons déraillés comprenaient 13 wagons-citernes de résidus ayant contenu, comme dernier chargement, du carburant aviation (UN1863). Une petite quantité de produit s'est déversée. Il n'y a eu aucun blessé.

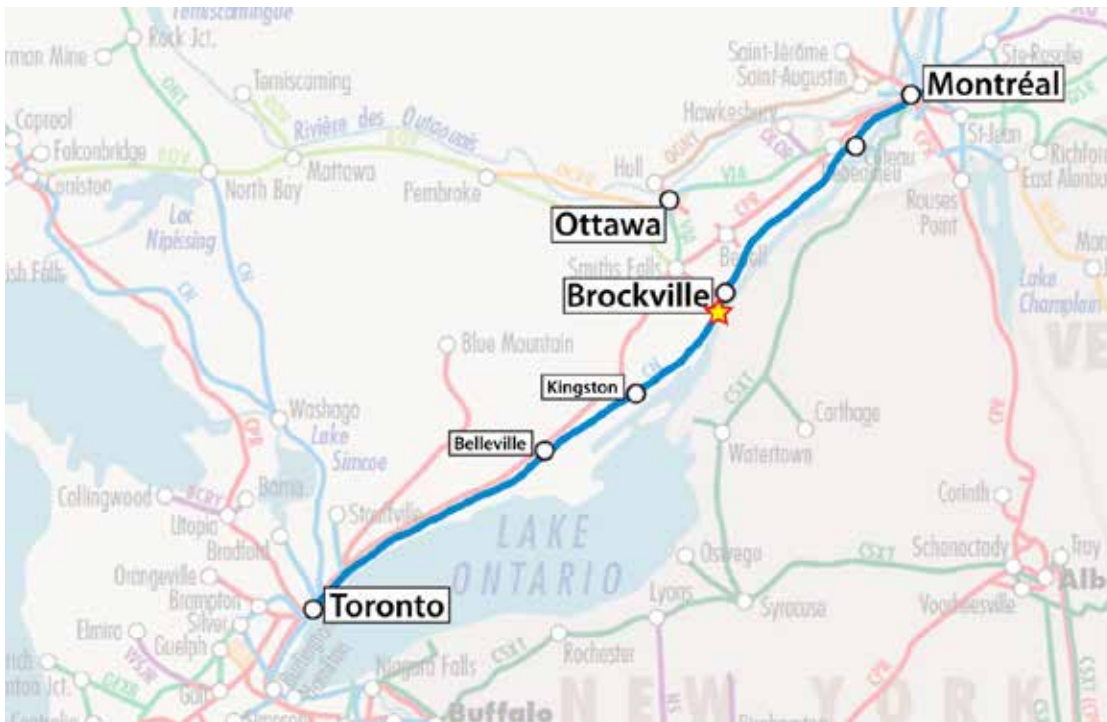
This report is also available in English.

Renseignements de base

L'accident

Le 9 juillet 2014, vers 22 h 5¹, le train de marchandises M-310-31-09 (le train) du Canadien National (CN) a quitté le triage MacMillan de Toronto (Ontario) à destination de Montréal (Québec) (figure 1). Le train comptait 2 locomotives de tête et 68 wagons (29 chargés, 23 vides et 16 wagons-citernes de résidus). Il pesait environ 4664 tonnes et avait une longueur de quelque 4808 pieds. Avant le départ, un inspecteur de wagons autorisé a procédé à une inspection du train et à un essai du frein à air numéro 1.

Figure 1. Lieu du déraillement (source : Association des chemins de fer du Canada, *Atlas des chemins de fer canadiens*, avec annotations du BST)



Après son départ, le train a fait route sur la subdivision Kingston et s'est arrêté à Belleville (Ontario), au point milliaire 219,50, pour une relève de l'équipe. Les membres de l'équipe de relève, à savoir un chef de train et un mécanicien de locomotive, étaient tous deux qualifiés pour occuper leurs postes respectifs, connaissaient bien le territoire et satisfaisaient aux exigences établies en matière de repos et de condition physique.

Le 10 juillet 2014, vers 2 h 15, le train a quitté Belleville. L'équipe de train descendante en a assuré alors la surveillance au défilé. Vers 4 h 10, au moment où le train approchait de Brockville (point milliaire 126,60) sur la voie sud à une vitesse d'environ 60 mi/h, le

¹ Les heures sont exprimées en heure avancée de l'Est.

mécanicien de locomotive a actionné légèrement le frein rhéostatique (FR) des locomotives². Peu après, le train est passé en freinage d'urgence intempestif et a déraillé.

La tête du train s'est immobilisée au point milliaire 126,54. L'équipe de train a suivi les procédures en cas d'urgence et a fait une inspection du train. L'inspection a révélé que les 23 premiers wagons étaient demeurés attelés aux locomotives de tête, tandis que les 26 wagons suivants, du 24^e au 49^e, avaient quitté les rails. Des 26 wagons déraillés, 13 étaient des wagons-citernes contenant des résidus de marchandises dangereuses; ils avaient transporté en dernier du carburant aviation (UN 1863). Dix de ces wagons-citernes étaient penchés ou renversés, et les 3 autres étaient restés sur leurs roues. Une petite quantité de produit s'était déversée. Il n'y a pas eu de blessés.

Entre Toronto et Brockville, le train avait franchi 16 postes d'inspection en voie, dont 15 étaient équipés de détecteurs de roues chaudes, de roulements chauds et de pièces traînantes, et 1 était équipé d'un détecteur de défauts de roue. Aucun de ces détecteurs n'avait déclenché une alarme relativement au train.

Au moment du déraillement, la température était d'environ 10 °C, et il ne pleuvait pas. La veille du déraillement, la température maximale avait été d'environ 23 °C, et il n'y avait eu aucune précipitation.

Examen des lieux

La première marque sur la voie était située au point milliaire 127,52, quelque 6 pieds à l'ouest de l'aiguille de la liaison vers l'est permettant de passer sur la voie principale nord. À cet endroit, on a observé une marque de chevauchement du rail sur le côté intérieur du rail sud. À l'emplacement de la marque, le nivellement transversal présentait un creux (variation) de ½ pouce sur une longueur approximative de 4 pieds (figure 2), ce qui respecte la norme établie par le *Règlement concernant la sécurité de la voie* (RSV) approuvé par Transports Canada³.

² Le frein rhéostatique est un système électrique de freinage de locomotive qui transforme les moteurs de traction en génératrices pour freiner les essieux moteurs. L'utilisation du frein rhéostatique engendre des forces de compression à l'intérieur du train.

³ La Partie II, section C, article 6 du *Règlement concernant la sécurité de la voie* (RSV) de Transports Canada (entré en vigueur le 25 mai 2012) stipule que, pour une voie de catégorie 4, « l'écart par rapport au plan horizontal en tout point d'une voie en tangente, ou la valeur du nivellement transversal en situation de dévers inversé sur une voie qui n'est pas en tangente, ne peut être supérieur à 1 ¼ pouce ».

Figure 2. Vue vers l'ouest le long de la voie principale sud de la subdivision Kingston au point milliaire 127,52



Sur une distance d'environ 28 pieds, des marques intermittentes de boudin de roue ont été observées sur la surface de roulement du rail sud vers l'est à partir de la marque de chevauchement du rail. Plus à l'est, des marques sur les dispositifs d'attache du rail ont été relevées sur le côté extérieur du rail sud et le côté intérieur du rail nord. La plupart des wagons déraillés se sont immobilisés dans un empilement qui commençait à quelque 500 pieds à l'est de la marque de chevauchement du rail.

À partir de la marque de chevauchement du rail et en se dirigeant vers l'ouest, on a pris des mesures sans charge⁴ de l'écartement⁵ et du nivellement transversal de la voie à des intervalles de 15 1/2 pieds (tableau 1).

⁴ Mesures statiques prises sans l'application d'une charge de wagon simulée.

⁵ L'écartement est mesuré entre les champignons de rail à angle droit avec les rails dans un plan de 5/8 pouce sous le sommet du champignon. L'écartement normal d'une voie ferrée est de 56 1/2 pouces.

Tableau 1. Mesures de la voie dans les environs du déraillement

Emplacement des mesures (en pieds à l'ouest de la marque de chevauchement du rail)	Écartement (pouces)	Nivellement transversal (pouces)
Marque de chevauchement du rail	56 $\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$
15 $\frac{1}{2}$	56 $\frac{3}{4}$	$\frac{1}{16}$
31	56 $\frac{3}{4}$	$\frac{3}{16}$
46 $\frac{1}{2}$	56 $\frac{7}{8}$	$\frac{1}{8}$
62	56 $\frac{5}{8}$	$\frac{1}{4}$
77 $\frac{1}{2}$	56 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$
93	56 $\frac{1}{2}$	$\frac{5}{16}$
108 $\frac{1}{2}$	56 $\frac{7}{8}$	$\frac{1}{2}$
124	56 $\frac{7}{16}$	$\frac{1}{4}$
139 $\frac{1}{2}$	56 $\frac{1}{2}$	$\frac{5}{16}$

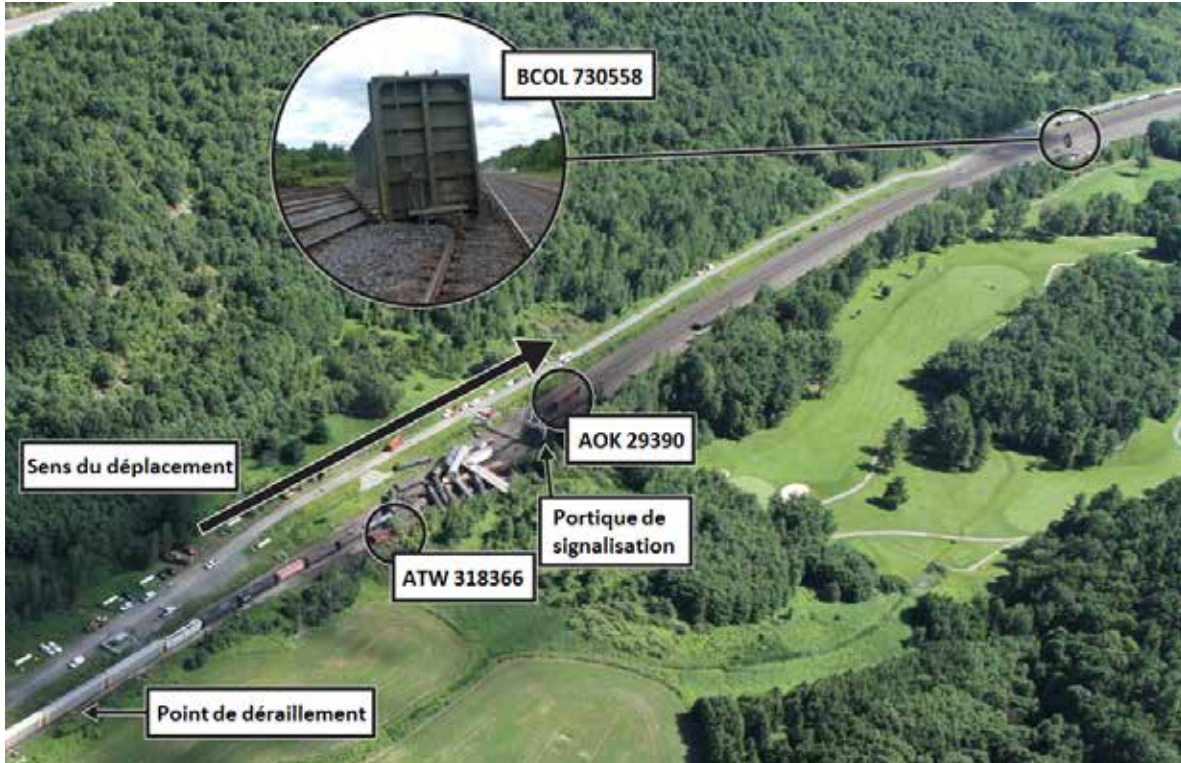
Les 3 premiers wagons déraillés, soit les 24^e, 25^e et 26^e depuis la tête du train, étaient des wagons plats à parois de bout et à support central en A d'une longueur d'environ 80 pieds. La partie avant du train avait traîné le premier wagon déraillé (BCOL 730558) qui s'est immobilisé au point milliaire 126,90. Le wagon suivant (ATW 318366) s'est arrêté sur le côté, juste à l'ouest du portique de signalisation et de l'empilement principal de wagons. Le troisième wagon déraillé (AOK 29390) s'est immobilisé à l'est du portique de signalisation (point milliaire 127,36), de biais par rapport à la voie principale sud (figure 3).

Les 5 wagons suivants, soit du 27^e au 31^e depuis la tête du train, étaient des wagons-trémies couverts chargés. Trois de ces wagons se sont arrêtés juste à l'est du portique de signalisation et les 2 autres, juste à l'ouest. Les autres wagons, c.-à-d., les 13 wagons-citernes déraillés contenant des résidus de marchandises dangereuses (du 37^e au 49^e à partir de la tête du train), se sont arrêtés dans diverses positions dans les environs de l'empilement principal de wagons.

La plupart des bogies et des essieux montés des wagons déraillés s'étaient séparés des caisses. En conséquence, il n'a pas été possible de reconnaître les bogies et les essieux montés qui allaient ensemble sur chaque wagon.

Quelque 350 pieds de voie ont été détruits sur les voies principales nord et sud. Encore plus à l'est du portique de signalisation, la voie principale sud et une voie de triage ont été endommagées sur une distance d'environ 2450 pieds.

Figure 3. Site du déraillement vu vers le nord-est



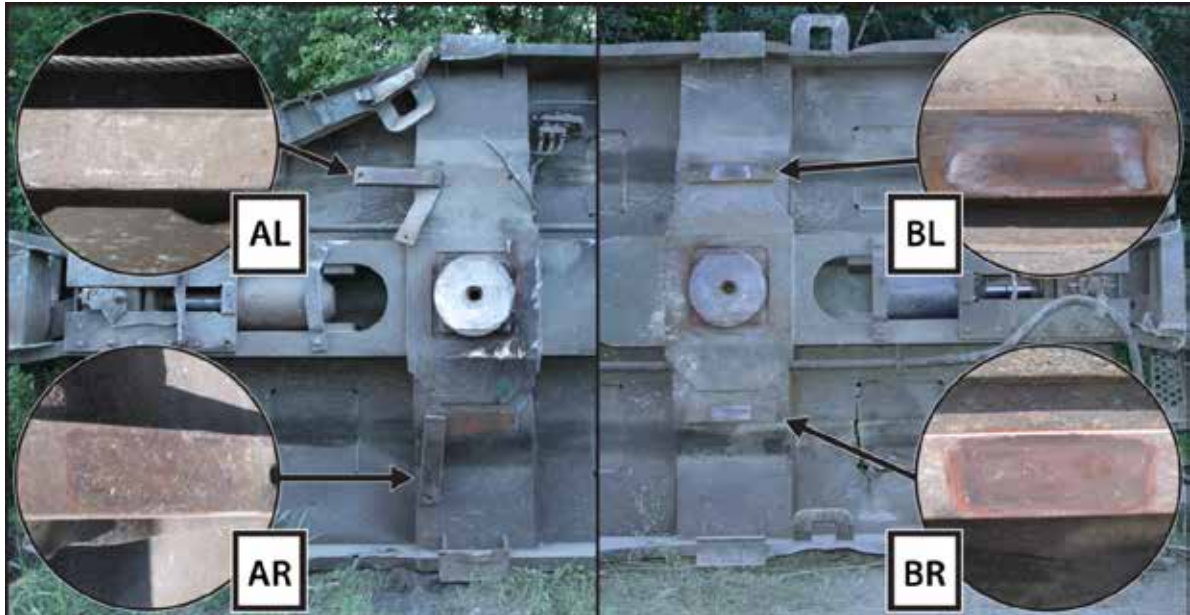
D'après l'examen des 3 premiers wagons déraillés, le glissoir de caisse⁶ à la position AL⁷ du wagon BCOL 730558 ne montrait aucun signe de contact avec le capuchon du glissoir à contact permanent (CCSB) et il y avait seulement des signes ténus de contact avec le glissoir de caisse à la position AR. Les bouchons correspondants du CCSB au bout A n'ont pu être repérés dans les débris. Les glissoirs de caisse au bout B présentait des signes d'usure (figure 4). Bien que le bogie au bout B soit demeuré avec le wagon, il manquait les éléments du CCSB.

Un examen du châssis des 2 wagons suivants (des wagons plats à parois de bout et à support central en A vides) a révélé que les glissoirs de caisse présentait des marques d'usure indiquant qu'il y avait eu contact entre eux et les CCSB.

⁶ Plaques d'usure fixées sur le dessous des caisses de wagon et entrant en contact avec les glissoirs à contact permanent montés sur la traverse danseuse.

⁷ La terminologie relative aux wagons utilise la lettre B pour désigner la partie du wagon où se trouve le volant du frein à main. L'extrémité opposée constitue le bout A. Depuis une position au bout B, la lettre L désigne le côté gauche du wagon et la lettre R, le côté droit.

Figure 4. Glissoirs de caisse du wagon BCOL 730558



Renseignements consignés

Les données du consignateur d'événements ont été examinées. On a fait les constatations suivantes :

- Durant environ 5 minutes avant le déraillement, le train a roulé à des vitesses variant entre 53 et 63 mi/h.
- À 4 h 9 min 29 s, le frein rhéostatique a été actionné à un moment où le train roulait à 59 mi/h.
- À 4 h 9 min 32 s, la vitesse a augmenté pour passer à 60 mi/h.
- À 4 h 9 min 45 s, le train a fait l'objet d'un freinage d'urgence; il a alors roulé à la vitesse de 60 mi/h.
- À 4 h 10 min 52 s, la tête du train s'est immobilisée au point milliaire 126,54.

Renseignements sur la subdivision et la voie

La subdivision Kingston du CN s'étend vers l'ouest du point milliaire 10,30 à Dorval Est, à Montréal, jusqu'au point milliaire 313,87, près de Toronto. Les mouvements de train sont régis par la commande centralisée de la circulation, conformément au *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada*, et surveillés par un contrôleur de la circulation ferroviaire à Montréal (du point milliaire 10,30 au point milliaire 127,40) et un autre à Toronto (du point milliaire 127,40 au point milliaire 333,80). Dans la subdivision, la voie est principalement de catégorie 5, sur laquelle la vitesse maximale autorisée par le RSV est de 65 mi/h pour les trains de marchandises. Cependant, cette vitesse est de 60 mi/h entre les points milliaires 124,00 et 127,50, où la voie est de catégorie 4.

Dans les environs du déraillement, la voie sud de la subdivision Kingston est composée de longs rails soudés de 136 livres fabriqués en 2007 et installés en conformité avec les exigences du RSV. Le rail était posé sur des selles à double épaulement de 14 pouces, fixé sur des traverses en bois numéro 1 avec 8 crampons par traverse et encadré d'anticheminants toutes les deux traverses. Le ballast était fait de roche concassée. Les banquettes avaient une largeur de 12 à 24 pouces, et les cases étaient garnies. De la terre avait contaminé le ballast et la plateforme. À l'approche du point de déraillement depuis l'ouest, la voie est surtout en alignement droit, avec une courbe en S peu accentuée entre les points milliaires 128,1 et 127,7. La voie descend graduellement une pente dont la déclivité (maximale) atteint 1,12 % jusqu'au point milliaire 127,43, puis gravit une rampe dont la déclivité (maximale) atteint 0,75 % jusqu'à son entrée dans le triage de Brockville.

La voie était inspectée régulièrement, conformément au RSV. La dernière inspection visuelle remontait au 8 juillet 2014, et le dernier contrôle des rails par ultrasons au 30 juin 2014. Aucune anomalie n'avait été relevée dans les environs du déraillement. Le plus récent contrôle de l'état géométrique de la voie avait eu lieu le 3 mai 2014. Un défaut Warp 31 en courbe de raccordement⁸ a été repéré au point milliaire 127,57 et réparé par la suite, avant l'accident.

Wagon plat à parois de bout et à support central en A BCOL 730558

Les wagons plats à parois de bout et à support central en A mesurent environ 80 pieds de longueur et sont relativement légers lorsqu'ils sont vides. Ces wagons sont munis à chaque bout d'une paroi qui empêche le déplacement des chargements et, en leur centre, d'une poutre intégrée à la longrine centrale pour arrimer les chargements. Ces wagons, moins rigides en torsion que les autres types de wagons, sont plus sujets à un mouvement de galop excessif des bogies.

Le wagon plat à parois de bout et à support central en A BCOL 730558 appartenait au CN. Il avait été construit en 1994 par Trenton Works Inc. et était censé rester en service pendant 50 ans (photo 1).

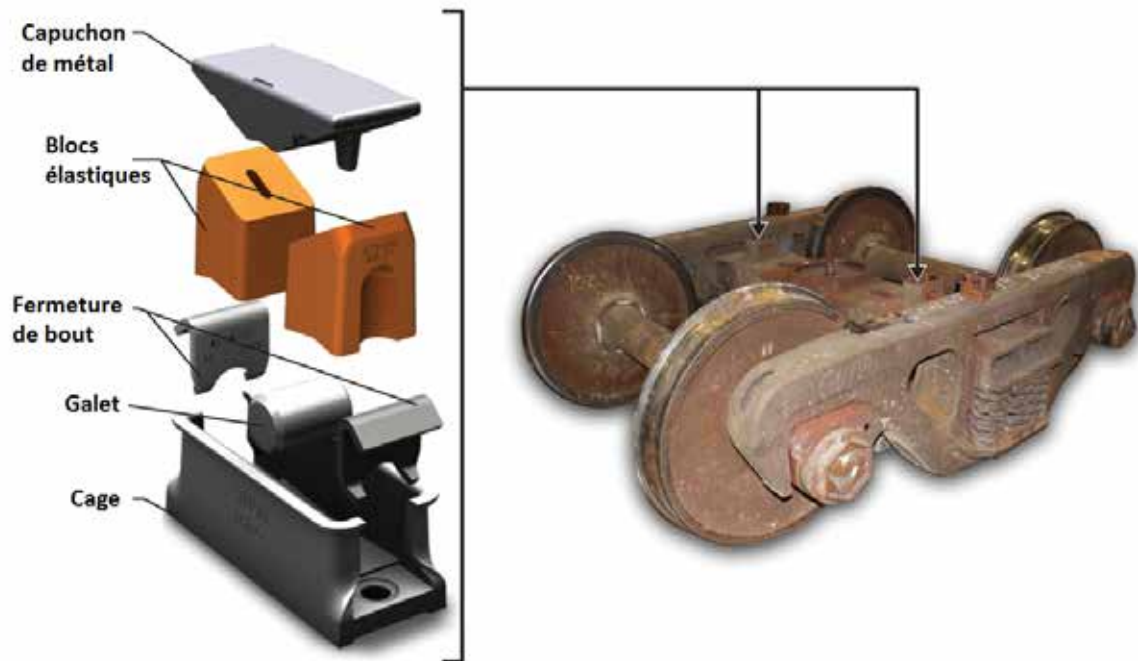
⁸ La Partie II, section C, article 6 du *Règlement concernant la sécurité de la voie* (RSV) de Transports Canada (entré en vigueur le 25 mai 2012) définit un défaut Warp 31, pour une courbe de raccordement, comme étant une différence de nivellement transversal supérieure à $\frac{3}{4}$ pouce entre deux points séparés de moins de 31 pieds.

Photo 1. Premier wagon déraillé, le wagon plat à parois de bout et à support central en A BCOL 730558



Le wagon était équipé de bogies Barber S2 standard équipés de CCSB Stucki à course normale. Bien qu'il existe plusieurs modèles différents de CCSB, celui-ci comprend 2 éléments élastiques (c.-à-d., des blocs), un galet, un capuchon de métal et une cage (figure 5).

Figure 5. Glissoir à contact permanent similaire à celui installé sur le wagon BCOL 730558 (source : A. Stucki Company, *Product Guide*, avec modifications et annotations du BST)



Les registres de réparation du matériel remorqué indiquent que, le 18 juin 2007, le wagon a été conduit à l'atelier du CN à Memphis, au Tennessee, pour y subir des réparations à des

patins stabilisateurs brisés au bout A. Rien n'indique que des composants du CCSB aient été inspectés ou remplacés à ce moment-là. Le 3 juillet 2014, le wagon se trouvait sur une voie d'atelier du triage MacMillan du CN à Toronto, où il a fait l'objet de plusieurs réparations, dont la pose d'une cale-support en fer à son bout B pour régler la hauteur. Rien n'indique qu'on ait alors vérifié le dégagement et la hauteur des glissoirs.

Mouvement de galop des bogies

Le galop désigne l'oscillation de l'essieu monté d'un rail à l'autre, produite par la réaction dynamique du bogie du wagon dans son déplacement le long de la voie ferrée. Tous les essieux montés sont l'objet d'un tel mouvement, jusqu'à ce que la pente conique de la table de roulement des roues repose de façon optimale sur les rails. Dans certaines conditions, le galop peut devenir excessif; il en résulte un contact violent entre le boudin de la roue et le champignon du rail, un soulèvement de la roue et, dans certains cas, un déraillement.

En général, le galop devient de plus en plus prononcé quand des wagons légèrement chargés ou des wagons vides d'une longueur d'au moins 50 pieds se déplacent à des vitesses supérieures à 45 mi/h sur une voie sèche en alignement composée de longs rails soudés. Certaines conditions en voie très près les unes des autres, tels qu'un sous-écartement et de multiples mini-perturbations du nivellement transversal, peuvent amorcer un galop excessif. Cependant, un mouvement de galop excessif peut aussi se produire sur une voie en bon état.

Pour les wagons dont les roues sont usées, le galop s'amorce normalement à une vitesse approximative de 45 à 50 mi/h. Pour les wagons dont les roues sont neuves, le mouvement de galop s'amorce à une vitesse approximative de 55 à 60 mi/h. En outre, le galop peut être plus prononcé sur les bogies possédant une faible rigidité au gauchissement. Certains modèles de bogie plus anciens, tel le Barber S2, présentent une faible rigidité au gauchissement et sont sujets au galop. Bien que l'usure des éléments de bogie et des roues puisse intensifier le phénomène, le galop peut se produire également sur des wagons où ces éléments sont en bon état.

Au fil des ans, l'industrie ferroviaire est devenue plus consciente du phénomène de galop. Depuis les années 1990, pour combattre la tendance au galop des bogies aux vitesses élevées, les constructeurs ont intégré des CCSB aux wagons. Le type de CCSB qui avaient été installés au départ est connu comme CCSB à course normale.

En 2002, le *Manual of Standards and Recommended Practices* de l'Association of American Railroads (AAR) adoptait la spécification M-976 (Truck Performance for Rail Cars), qui énonçait des exigences sur l'amélioration de la tenue des bogies. La spécification M-976 comportait des exigences d'essai relatives à la maîtrise du galop et imposait aux bogies des limites d'accélération latérale. Les bogies des wagons de marchandises construits selon cette norme présentent une meilleure rigidité au gauchissement et sont moins sujets à un galop excessif. De plus, les wagons construits depuis 2004 doivent être équipés de CCSB à course normale, ce qui leur procure un amortissement plus efficace et réduit le risque de galop excessif.

Le galop des bogies peut provoquer une oscillation latérale de la caisse. Le mouvement latéral du bogie pendant son galop amène les extrémités de la caisse à pivoter autour de leurs centres de gravité. Comme le galop des deux bogies ne se produit pas à l'unisson, une force de torsion peut se développer dans le sens de la longueur du wagon. Cette force se comporte à la manière d'un ressort au cours du mouvement de galop du bogie le long de la voie. Certains wagons, dont le wagon plat à parois de bout et à support central en A, avec une caisse souple en torsion et une grande paroi à chaque extrémité, sont plus sujets à cette charge similaire à un ressort. Une telle force de torsion peut contribuer au délestage des roues. Dans des cas extrêmes, le galop des bogies et le délestage des roues peuvent entraîner le boudin des roues à monter sur le côté intérieur du rail et faire ainsi dérailler le bogie. Les creux dans le rail, un sous-écartement et une force latérale causée par le freinage rhéostatique⁹ peuvent aussi contribuer à un chevauchement du rail par les roues. Quand un déraillement survient à la suite d'un mouvement de galop, le rail présente parfois de longues marques de boudin le long de sa surface de roulement.

Glissoirs à contact permanent

Les CCSB sont fixés à la traverse danseuse sous le glissoir de caisse, et celui-ci sur le dessous de la caisse du wagon. Le capuchon d'un CCSB peut servir de surface d'appui avec laquelle le glissoir de caisse est en contact permanent. Les éléments élastiques sous le capuchon fournissent la force verticale (précharge) qui maintient le capuchon en contact permanent avec le glissoir de caisse. Le capuchon d'un CCSB se déplace verticalement pour permettre un roulis de la caisse par rapport au bogie. Les CCSB augmentent la résistance du bogie à la rotation en interposant une charge entre le bogie et le glissoir de caisse, ce qui minimise le galop du bogie. Les CCSB limitent aussi l'oscillation latérale de la caisse du wagon¹⁰.

Un problème connu relatif au CCSB est de concevoir un élément élastique doté des caractéristiques adaptées aux charges et aux contraintes à long terme auxquelles donne lieu l'utilisation du wagon. Les éléments élastiques sont sujets à des dommages thermiques résultant de la chaleur produite à l'interface entre le capuchon du glissoir de traverse danseuse et le glissoir de caisse. En 2007, *Technology Digest* publiait une étude sur les processus d'inspection et de maintenance des CCSB; on y faisait remarquer que les éléments élastiques usés, fondus ou déformés réduisent la précharge et, ainsi, diminuent la résistance du bogie à la rotation¹¹.

Une étude de 2014 du Centre de technologie des transports effectuée pour le compte du CN tirait la conclusion suivante [traduction] : « il a été démontré que la diminution de la

⁹ Rapport du Laboratoire d'ingénierie du BST LP 128/2004.

¹⁰ D. Iler, « Understanding the Benefits of Long Travel Constant Contact Side Bearings », Proceedings of JRC06 Joint Rail Conference of ASME Rail Transportation Division and Land Transportation Division of the IEEE Vehicular Technology Society, Atlanta (4-6 avril 2006).

¹¹ Harry Tournay, Russel Walker et Sam Chapman, « Inspection and Maintenance of Poorly Performing Cars Identified by Hunting Detectors », *Technology Digest*, TD-07-005 (avril 2007).

précharge en présence de glissoirs à course normale augmente le risque de déraillement en raison du délestage des roues sur une voie dont le nivellement transversal est perturbé ».

Exigences d'inspection et de réparation des CCSB

Le *Règlement concernant l'inspection et la sécurité des wagons de marchandises*, approuvé par Transports Canada (TC), exige que tous les wagons fassent l'objet d'une vérification de sécurité (visuelle) de la part d'un inspecteur accrédité de matériel remorqué, notamment, entre autres endroits, là où les trains sont formés. Si ce n'est pas possible, la vérification de sécurité doit avoir lieu en cours de route. Ce règlement exige aussi le retrait du service d'un wagon dont 1 CCSB ne fait pas contact¹².

Pour se conformer au règlement, le CN fournit à ses inspecteurs de wagons autorisés un matériel didactique sur la manière de procéder à l'inspection visuelle d'un train. Dans le cadre de ces inspections, les inspecteurs sont chargés de veiller à ce que tous les composants des CCSB soient en place et en bon état, et qu'ils ne soient pas desserrés, déformés, brisés ou manquants. L'inspecteur de wagons doit aussi vérifier le contact entre chaque CCSB et le glissoir de caisse correspondant. Cependant, une inspection visuelle ne permet pas d'évaluer la force de précharge exercée par les CCSB. Comme tel, un CCSB peut être en contact avec le glissoir de caisse sans fournir un appui efficace.

En plus du *Règlement concernant l'inspection et la sécurité des wagons de marchandises*, les chemins de fer utilisent le *Field Manual of the AAR Interchange Rules*¹³ (ci-après le « règlement d'échange ») pour réparer un matériel roulant ferroviaire. En 2007, la règle 62 du règlement d'échange exigeait que l'on remplace les éléments élastiques des CCSB chaque fois que des réparations sont effectuées sur les patins stabilisateurs, les guides de longeron ou le logement des patins en raison de l'usure, entre autres conditions.

L'étude de 2007 de *Technology Digest* indiquait que, même dans les situations où le capuchon de métal est en contact avec le glissoir de caisse, une observation visuelle s'est révélée inefficace pour déterminer si les CCSB exerçaient une force de précharge suffisante. De plus, l'étude mentionnait que [traduction] « certains composants et assemblages devraient être remplacés ou réparés même si, individuellement, ils peuvent être encore utilisables en vertu des normes et des règles actuelles »¹⁴.

Depuis 2014, le règlement d'échange (2014) contient la disposition suivante : [traduction]

- les CCSB peuvent être retirés du service en tout temps si leur élément élastique présente des dommages thermiques (règle 62 A 1. d.) ou si la mesure de la hauteur

¹² Transports Canada, *Règlement concernant l'inspection et la sécurité des wagons de marchandises* (9 décembre 2014), Partie II, alinéa 13.1c).

¹³ Association of American Railroads (AAR), *2014 Field Manual of the AAR Interchange Rules* (entré en vigueur le 1^{er} janvier 2014).

¹⁴ Harry Tournay, Russel Walker et Sam Chapman, « Inspection and Maintenance of Poorly Performing Cars Identified by Hunting Detectors », *Technology Digest*, TD-07-005 (avril 2007).

des glissoirs selon la méthode de la « somme des paires »¹⁵ est inférieure à 9 ¾ pouces ou supérieure à 10 ½ pouces [(règle 62 A1. h. (1)].

- Quand le wagon se trouve sur une voie d'atelier ou de réparation, les CCSB ne sont plus utilisables si leur élément élastique présente des dommages (règle 62 A2. b)¹⁶ ou si la hauteur d'un seul CCSB est inférieure à 4 15/16 pouces ou supérieure à 5 3/16 pouces [(règle 62 A2. a. (1)] (figure 6).
- Les éléments élastiques endommagés devraient être remplacés¹⁷.
- L'élément élastique devrait être remplacé si un détecteur de mouvement de galop des bogies (DMGB)¹⁸ signale le bogie comme devant être retiré du service (règle 46 B7. c.).

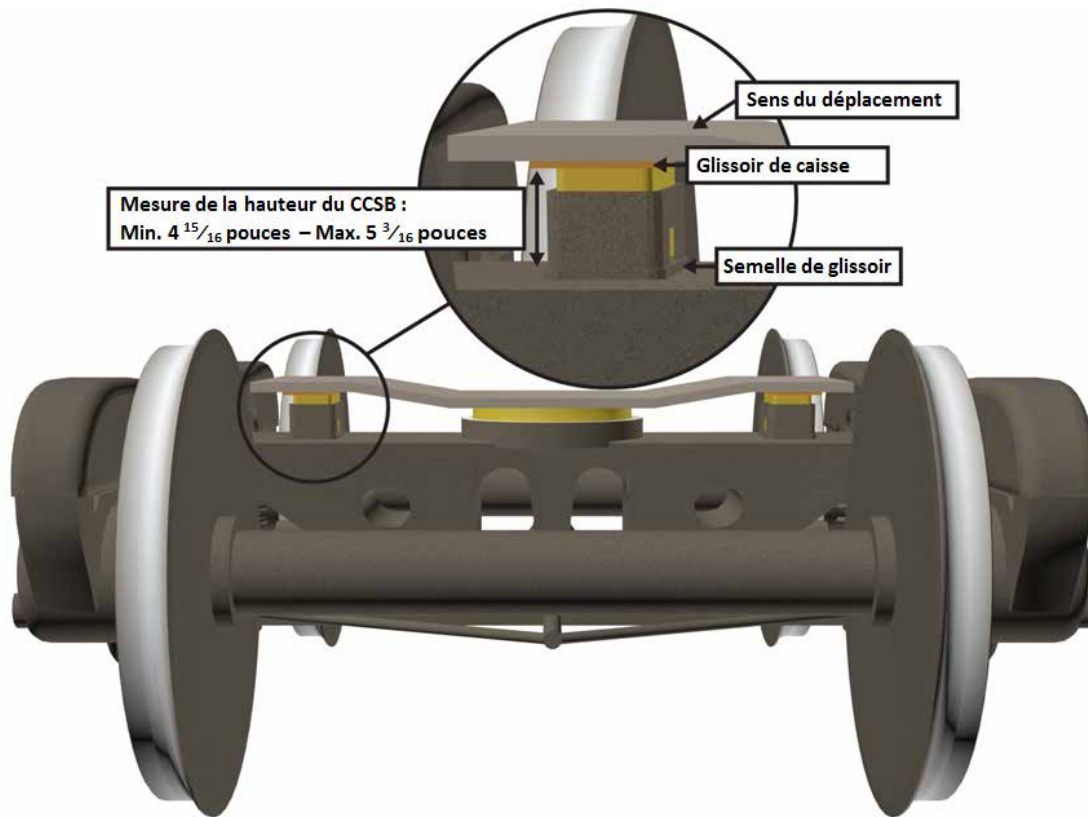
¹⁵ La somme des paires désigne la hauteur cumulative de deux CCSB, soit sur le même bogie, soit aux extrémités diagonalement opposées du wagon. La mesure de la hauteur désigne la distance entre la semelle de glissoir et le glissoir de caisse.

¹⁶ Des éléments en élastomère brisés ou fractionnés présentant au moins 2 fissures verticales, chacune d'une longueur supérieure à ½ pouce ou 1 fissure verticale d'une longueur supérieure à 1 pouce ou une séparation horizontale à l'interface bicouche qui dépasse 50 % de la coupe transversale.

¹⁷ La règle n'exigeait pas que les CCSB exercent une force de précharge minimale précise.

¹⁸ Si les patins stabilisateurs doivent être retirés du service et remplacés, mais qu'un DMGB ne signale pas un bogie comme devant l'être, les éléments élastiques ne sont pas nécessairement remplacés.

Figure 6. Mesure de la hauteur d'un seul CCSB



Détecteurs de mouvement de galop des bogies

Les DMGB reconnaissent les wagons en situation de galop en mesurant l'angle d'attaque de la roue ainsi que les forces latérales et verticales exercées par chaque essieu monté dans un train. En fonction des mesures des DMGB, le détecteur attribue à chaque bogie une valeur indice absolue de galop; plus le mouvement de galop est prononcé, plus la valeur est élevée. On peut se servir des DMGB pour évaluer indirectement l'efficacité des CCSB, y compris des éléments élastiques. Un galop excessif se produit en général quand de longs wagons vides se déplacent à des vitesses supérieures à 45-50 mi/h; l'efficacité des DMGB est optimale dans ces conditions.

La règle 46 A1.e. du règlement d'échange (2014) précise qu'un bogie devient inutilisable s'il reçoit, pour un mouvement de galop, une valeur indice absolue supérieure ou égale à 0,50, ou 2 valeurs indices absolues supérieures ou égales à 0,35 au cours d'une période de 12 mois. Dans ces deux situations, il faut acheminer le wagon vers un atelier de réparation et réparer ou remplacer le bogie. Les propriétaires de wagons doivent également être mis au courant quand un wagon reçoit une valeur indice absolue de galop supérieure ou égale à 0,20, de façon à pouvoir faire face à tous les problèmes qui risquent d'en découler.

Comme les wagons peuvent être échangés entre les chemins de fer (c.-à-d., utilisés sur la voie d'un autre chemin de fer), l'AAR a développé le Railinc's Equipment Health Management System (EHMS), un système de base de données centralisé ayant pour but de faciliter, pour les propriétaires et exploitants de wagons, la notification des alertes visant leurs wagons, y

compris les alertes signalées par les DMGB d'un autre chemin de fer. En 2014, environ 80 DMGB étaient installés sur le réseau ferroviaire dans toute l'Amérique du Nord. Le CN est abonné au service EHMS et reçoit les alertes en question.

Au CN, les DMGB sont intégrés aux sites des détecteurs de défauts de roue, mais seulement aux endroits où un galop est susceptible de se produire (p. ex., sur une voie en alignement où les vitesses sont supérieures à 50 mi/h). Au moment du déraillement, le CN comptait 1 DMGB sur son réseau ferroviaire canadien. Ce DMGB était installé au point milliaire 29,2 de la subdivision Kingston aux Cèdres (Québec), quelque 88 milles à l'est du site du déraillement. De plus, comme cela avait été prévu, 3 autres détecteurs de défauts de roue ont été mis à niveau depuis l'accident de façon à intégrer un DMGB, aux endroits suivants :

- Clarke (Ontario) – point milliaire 290,50 de la subdivision Kingston;
- Shontz (Alberta) – point milliaire 219,00 de la subdivision Wainwright;
- Ste. Anne (Manitoba) – point milliaire 127,00 de la subdivision Sprague.

Tous les DMGB ont été programmés pour fournir des alertes immédiates au contrôleur de la circulation ferroviaire – Mécanique (CCFM) quand les relevés des « valeurs indices de galop » sont supérieurs à 0,35, de façon à permettre la mise en place des limitations de vitesse.

Un examen des données de l'EHMS pour le wagon BCOL 730558 a montré qu'il avait franchi 12 DMGB entre août 2013 et juillet 2014. Lors de 6 de ces événements, le wagon était vide et la valeur indice absolue de galop la plus élevée enregistrée pour le bogie du bout A était de 0,036, sur les rails du Burlington Northern Santa Fe Railroad le 7 octobre 2013 (annexe A). La valeur indice absolue de galop la plus récente enregistrée pour le bogie du bout A était de 0,03 sur le chemin de fer CSX Transportation le 11 juin 2014, le wagon étant vide.

Autres événements relevés par le BST impliquant un mouvement de galop de bogie

En 1991, le BST a enquêté sur un déraillement de 11 wagons près de Coteau (Québec) (Rapport d'enquête ferroviaire R91D0045 du BST). L'enquête a déterminé qu'un galop prononcé de bogies, la désynchronisation de la caisse et l'oscillation des bogies au franchissement d'un creux dans le rail étaient des facteurs qui avaient contribué au déraillement. En conséquence, le Bureau a fait les 2 recommandations suivantes :

Le ministère des Transports s'assure que les limitations de vitesse appropriées sont en vigueur pour tous les wagons plats à parois de bout et les wagons-tombereaux longs vides qui ne sont pas pourvus de glisseurs de traverse danseuse à contact continu.

Recommandation R93-08 du BST

Le ministère des Transports évalue le besoin de limiter la vitesse d'autres genres de wagons dans le but de réduire les risques de déraillement associés au mouvement de galop des bogies.

Recommandation R93-09 du BST

Pour donner suite aux recommandations, le CN et le Canadien Pacifique (CP) ont imposé des limitations de vitesse (50 mi/h) aux trains comportant des wagons plats à parois de bout et des wagons-tombereaux découverts. De plus, le Centre de développement des transports, de concert avec les fournisseurs de l'industrie et les chemins de fer, a mené des recherches sur la tenue des bogies de wagon et sur le développement d'un prototype présentant une meilleure performance à des vitesses élevées. Le prototype a été testé au Canada, puis soumis à d'autres essais et activités de développement aux installations d'essai de l'AAR à Pueblo, au Colorado.

À la suite d'un autre déraillement impliquant un galop de bogie, le BST a émis l'Avis de sécurité ferroviaire (ASF) 04/96. L'ASF y suggérait, du fait que le galop d'un bogie est lié à une vitesse élevée et, par conséquent, pose un risque plus élevé de conséquences en cas de déraillement, que TC puisse souhaiter revoir les limitations (de vitesse) de marche pour tous les wagons-tombereaux découverts vides dans la mesure où elles ont un lien avec le galop des bogies. TC a répondu que le CN et le CP imposaient de nouvelles limitations de vitesse à d'autres types de wagons sujets à un galop des bogies et que l'AAR poursuivait ses travaux de recherche sur de nouveaux modèles de bogies et de CCSB.

Le BST a mené des enquêtes sur d'autres déraillements impliquant un mouvement de galop de bogie : R95W0117, R96T0231, R96H0021 et R04Q0006. Chacun de ces déraillements a été imputé à un chevauchement du rail et à un soulèvement de roue provoqué par un mouvement de galop impliquant des wagons vides qui roulaient à près de 50 mi/h ou plus; certains de ces wagons présentaient une usure des bogies, et d'autres avaient fait l'objet de certaines déviations dans la voie.

Dans le cadre de son enquête sur le déraillement de 2014 dans la subdivision Montmagny (Rapport d'enquête ferroviaire R04Q0006 du BST), le Conseil national de recherches du Canada avait mené une étude sur la stabilité aux vitesses élevées en utilisant le programme NUCARS (New and Untried Car Analytic Regime Simulation)¹⁹. Bien que l'étude se soit concentrée sur le galop des bogies de wagons-tombereaux vides, elle a confirmé la relation entre un galop excessif, un mauvais entretien des bogies se traduisant par leur résistance réduite au gauchissement et des vitesses de wagon supérieures à 45 mi/h. Le Laboratoire d'ingénierie du BST a aussi examiné l'effet du freinage rhéostatique sur le galop des bogies et le soulèvement des roues. Il a été déterminé que, du point de vue du galop des bogies, un freinage rhéostatique limité n'avait qu'un effet minime sur la performance d'un wagon. Cependant, le freinage rhéostatique peut augmenter le risque de chevauchement du rail ou

¹⁹ L'industrie a élaboré le programme New and Untried Car Analytic Regime Simulation pour évaluer et comparer de nouveaux modèles de wagons et réaliser une analyse des défaillances, notamment à partir d'études sur les déraillements.

de déplacement de roue quand l'une d'elles est déjà délestée, ce qui peut entraîner un déraillement²⁰.

Examen des wagons-citernes de catégorie 111

Les 13 wagons-citernes déraillés étaient des wagons de service général construits entre 2000 et 2009 selon la spécification 111A100W1 (catégorie 111) du département des Transports (DOT) des États-Unis (É.-U.). Les documents d'expédition désignaient ces wagons comme des wagons de résidus ayant contenu en dernier du carburant aviation (UN 1863), un liquide inflammable de la classe 3 et du groupe d'emballage (GE) III.

Les wagons-citernes respectaient les normes de conception en vigueur au moment de leur construction. Chaque wagon-citerne était équipé d'un robinet de déchargement par le bas, d'une protection contre les discontinuités inférieures²¹, d'un manchon des raccords supérieurs, d'un trou d'homme à charnière et boulonné ainsi que d'un dispositif de décharge de la pression. Certains wagons-citernes étaient également équipés d'une protection des raccords supérieurs. Aucun des wagons-citernes n'était muni de boucliers protecteurs, d'une enveloppe extérieure ou d'une protection thermique. La coque des citernes était construite en acier non normalisé d'une épaisseur de $\frac{7}{16}$ pouce. Les têtes de citerne étaient faites d'acier non normalisé d'une épaisseur de $\frac{7}{16}$ ou de $\frac{15}{32}$ pouce.

L'examen a permis de faire les constatations suivantes :

- Deux wagons-citernes ont subi des perforations à la tête et un wagon a subi une perforation de la coque; les perforations étaient situées dans la moitié inférieure de la tête.
- Sur deux wagons-citernes, les raccords supérieurs (robinets de vapeur) avaient été cisailés au cours du déraillement. Ces wagons-citernes n'étaient pas équipés d'une protection des raccords supérieurs²², et il n'était pas exigé qu'ils le soient.
- Sur 7 des wagons-citernes, le manchon du robinet de déchargement par le bas (RDB) s'était cisailé au niveau de la bride de fixation, comme le voulait sa conception, mettant à découvert le tournant sphérique du RDB. Sur 2 de ces wagons-citernes, le tournant sphérique du RDB était partiellement ouvert par suite des dommages attribuables aux chocs subis par l'assemblage de la poignée.

²⁰ Rapport LP 128/2004 du Laboratoire d'ingénierie du BST

²¹ Les dispositions relatives à la protection des discontinuités inférieures en vigueur au moment de la construction du wagon-citerne stipulaient que les poignées des robinets de déchargement par le bas (sauf si elles sont rangées séparément) devaient être conçues de manière à se déformer ou à se détacher à l'impact, ou la poignée dans la position fermée devait être située au-dessus de la surface inférieure du dispositif de protection contre le glissement.

²² Pour les wagons commandés après le 1^{er} juillet 2010, l'Association of American Railroads a mis en application des exigences relatives à la protection des raccords supérieurs des wagons non pressurisés de catégorie 111 utilisés pour transporter des matières des groupes d'emballage I et II.

Des défaillances similaires de wagons-citernes ont été observées dans d'autres déraillements impliquant des wagons de catégorie 111, y à Lac-Mégantic et à White River (rapports d'enquête ferroviaire R13D0054 et R13T0060 du BST).

Réaction de l'industrie et de l'organisme de réglementation aux rejets des wagons-citernes de catégorie 111

Depuis avril 2013, un certain nombre d'événements sont survenus au Canada et aux États-Unis au cours desquels du produit s'est échappé de wagons-citernes de catégorie 111 à la suite d'une collision, d'un choc ou d'un incendie (annexe B). Ces événements mettent en lumière la vulnérabilité des wagons-citernes de catégorie 111 aux dommages d'accident et au rejet de produit. Avec quelque 228 000 wagons-citernes de catégorie 111 actuellement en service en Amérique du Nord (juin 2015), dont plus de 141 000 utilisés pour transporter des marchandises dangereuses, ces types de rejet continuent de se produire lors de déraillements.

En 2011, l'AAR a modifié ses normes sur les wagons-citernes pour y inclure un certain nombre d'améliorations qui devaient être apportées à tous les wagons-citernes de catégorie 111 construits après le 1^{er} octobre 2011 en vue du transport de pétrole brut et d'éthanol des groupes d'emballage I ou II²³. Ces améliorations comprenaient la construction de wagons-citernes aux normes des wagons de 286 000 livres, la protection du matériel de service sur le dessus de la coque, l'utilisation de limiteurs de pression réenclenchables, l'utilisation d'acier normalisé pour la coque et les têtes de citerne, une épaisseur minimale accrue de l'acier pour tous les wagons-citernes dépourvus d'enveloppe extérieure et non isolés et des demi-boucliers protecteurs d'une épaisseur d'au moins ½ pouce.

En 2012, après l'enquête sur l'accident de Cherry Valley, dans l'Illinois²⁴, le National Transportation Safety Board (NTSB) des États-Unis a fait les recommandations ci-après à la Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration :

[Traduction] Exiger que tous les robinets de déchargement par le bas utilisés sur les wagons-citernes non pressurisés, nouveaux ou existants, soient conçus pour rester fermés lors d'accidents où le robinet et le levier de manœuvre subissent des forces d'impact.

Recommandation R-12-6 du NTSB

²³ Le document Casualty Prevention Circular No. CPC-1232 de l'AAR (publié le 31 août 2011) porte sur les wagons construits pour le transport de matières des groupes d'emballage I et II répondant aux appellations réglementaires de « pétrole brut », d'« alcools, N.S.A. » (éthanol dénaturé) et de « mélange d'éthanol et d'essence » dans les groupes d'emballages I et II.

²⁴ Rapport d'accident NTSB/RAR-12-01 du National Transportation Safety Board (NTSB) des États-Unis, intitulé *Derailment of CN Freight Train U70691-18 With Subsequent Hazardous Materials Release and Fire, Cherry Valley, Illinois, 19 juin 2009* (Washington, DC : 2012).

Dans le cadre de son enquête sur l'accident de Lac-Mégantic, le BST a souligné les vulnérabilités des wagons-citernes de catégorie 111 et fait les recommandations suivantes :

Le ministère des Transports et la Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration exigent que tous les wagons-citernes de catégorie 111 affectés au transport de liquides inflammables soient conformes à des normes de protection renforcées qui réduisent considérablement le risque de déversement de produit lorsque ces wagons sont mis en cause dans des accidents.

Recommandation R14-01 du BST

Le 23 avril 2014, TC a annoncé le retrait graduel sur trois ans des wagons-citernes de catégorie 111 plus anciens et moins résistants aux collisions. Le 2 juillet 2014, la norme TP 14877 a été adoptée par renvoi dans le *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses*, harmonisant ainsi la réglementation fédérale avec la norme CPC-1232 de l'AAR (2011).

Liste de surveillance du BST

Le transport par rail des liquides inflammables constitue un enjeu dans la Liste de surveillance 2014.

La Liste de surveillance renferme les enjeux qui font courir les plus grands risques au réseau de transport du Canada; le BST la publie pour attirer l'attention de l'industrie et des organismes de réglementation sur les problèmes qui nécessitent une intervention immédiate.

En novembre 2014, le BST a ajouté à sa Liste de surveillance le transport par rail des liquides inflammables. Le BST y réitérait le fait que les liquides inflammables doivent être transportés dans des wagons-citernes plus robustes afin de réduire la probabilité de déversement de marchandises dangereuses en cas d'accident. De plus, le BST pressait les compagnies ferroviaires de procéder à la planification et à l'analyse des itinéraires, et effectuer des évaluations des risques pour veiller à ce que les mesures de contrôle des risques soient efficaces.

Le 1^{er} mai 2015, TC a annoncé le *Règlement modifiant le Règlement sur le transport des marchandises dangereuses (wagons-citernes TC-117)*, qui est entré en vigueur au moment de sa publication dans la *Gazette du Canada*, Partie II. Ce règlement détaille une nouvelle norme visant les wagons-citernes (TC-117), des exigences en matière de rattrapage et un calendrier de mise en œuvre relativement à la modernisation du parc canadien de wagons-citernes utilisés pour le transport de liquides inflammables. Le nouveau wagon-citerne TC-117 sera construit en acier plus épais et comprendra une enveloppe extérieure, une protection thermique, un bouclier protecteur complet, une protection des raccords supérieurs et un nouveau robinet de déchargement par le bas (annexe C). Le règlement établit les exigences normatives et de performance pour la modification en rattrapage d'un wagon-citerne, ainsi que le calendrier de mise à niveau des wagons-citernes de catégorie 111 servant au transport de liquides inflammables de la classe 3.

Le 1^{er} mai 2015, le DOT des États-Unis annonçait aussi sa nouvelle norme visant les wagons-citernes (DOT-117), des exigences en matière de rattrapage et un calendrier de mise en œuvre. Ces normes et ces échéances s'harmonisaient généralement avec celles de TC.

Compte tenu des annonces de TC et du DOT détaillant les exigences et les calendriers visant les nouveaux wagons-citernes, le Bureau a réévalué la réponse de TC à la recommandation R14-01 et lui attribue une intention satisfaisante.

Cependant, le Bureau a constaté que, même si une gestion active des risques est assurée au cours de la période de transition, le risque demeurera élevé tant que des liquides inflammables ne seront pas transportés dans des wagons-citernes de construction suffisamment robuste pour éviter une défaillance catastrophique en cas d'accident. En conséquence, le Bureau a demandé à TC de s'assurer que les mesures de gestion des risques durant la période de la transition sont gérées de façon efficace.

Rapports de laboratoire du BST

Le BST a achevé le rapport de laboratoire suivant dans le cadre de la présente enquête :

- LP164/2014 – Field Examination of Tank Cars [Examen sur le terrain des wagons-citernes]

Analyse

Un examen de la conduite du train et de l'état de la voie n'a révélé ni action ni condition qui, en elle-même, aurait mené au déraillement. L'analyse se concentre sur l'état du matériel roulant, les facteurs en présence qui auraient pu être à l'origine du galop excessif des bogies, l'inspection des glisseurs à contact permanent (CCSB) et la performance des wagons-citernes de catégorie 111.

L'accident

Le mouvement de galop de bogie désigne l'oscillation latérale de l'essieu monté d'un rail à l'autre pendant son déplacement le long de la voie ferrée. Tous les essieux montés sont l'objet d'un tel mouvement, jusqu'à ce que la pente conique de la table de roulement des roues repose de façon optimale sur les rails. Cependant, il existe un certain nombre de conditions qui sont connues pour amorcer un galop excessif et qui peuvent entraîner un contact violent entre le boudin de roue et le champignon du rail, un soulèvement des roues et un déraillement.

Bon nombre des conditions connues pour amorcer un galop excessif étaient présentes dans le présent événement. Par exemple, des wagons vides (c.-à-d., légers) d'une longueur supérieure à 50 pieds, conçus avec une faible rigidité de torsion et équipés de bogies à faible résistance au gauchissement, étaient utilisés à une vitesse de 60 mi/h sur une voie sèche en alignement composée de longs rails soudés. De plus, dans les environs du déraillement, la voie présentait de légères perturbations du nivellement transversal et une zone à léger sous-écartement. La longue marque de boudin de roue observée le long de la surface de roulement du rail était aussi compatible avec un mouvement de galop des bogies. En conséquence, le déraillement a probablement résulté d'un galop excessif de bogie au bout A du wagon plat à parois de bout et à support central en A BCOL 730558.

Le wagon BCOL 730558 était un wagon vide d'une longueur de 80 pieds à parois de bout et à support central en A. Son équipement d'origine au moment de la construction (1994) comprenait des bogies Barber S2 et des CCSB à course normale. Certains modèles de bogie, tel le Barber S2, présentent une faible rigidité au gauchissement et sont sujets au galop. L'examen du châssis du wagon a révélé que les CCSB au bogie arrière du bout A avaient sans doute perdu la plus grande partie de leur force de précharge et n'assuraient plus un amortissement efficace, puisqu'ils ne faisaient pas plein contact avec les glisseurs de caisse correspondants au bout A. Cette situation suggère que les CCSB étaient usés au-delà de leur limite de réforme, ou l'avaient presque atteinte. Les facteurs qui ont joué dans le galop excessif de bogie du wagon BCOL 730558 sont le type de wagon, la vitesse du train, l'état d'usure des CCSB du bogie au bout A et un type de bogie à faible rigidité au gauchissement.

La marque de chevauchement du rail sur la voie, observée sur le côté intérieur du rail sud au point milliaire 127,52, a été reconnue comme le point de déraillement (PDD) initial. Il y avait un léger sous-écartement à quelque 124 pieds à l'ouest du PDD. À partir de ce point en direction est, des mesures en voie, sans charge, de l'écartement et du nivellement transversal jusqu'au PDD ont permis de reconnaître un certain nombre d'anomalies en voie non

critiques qui sont également connues pour induire un galop de bogie excessif. Le léger sous-écartement non critique et les multiples perturbations du nivellement transversal dans le rail sud ont sans doute contribué au développement d'un galop excessif.

Dans les environs du déraillement, la voie présente une pente dont la déclivité est d'environ 1 % vers l'est jusqu'au point milliaire 127,4, puis une rampe jusqu'au triage de Brockville. Le PDD était situé au point milliaire 127,52, alors que les locomotives de tête et les 23 premiers wagons se sont immobilisés au point milliaire 126,54. Les autres wagons en queue du train qui n'ont pas été impliqués dans le déraillement se trouvaient à l'ouest du PDD. En conséquence, lorsque le train approchait du triage de Brockville, alors que son frein rhéostatique était actionné, la queue du train se trouvait dans la pente, et la tête, dans la rampe de la voie.

Le galop excessif du bogie arrière du wagon BCOL 730558 a intensifié l'oscillation naturelle de la caisse. Cette condition peut amorcer un délestage des roues et provoquer un chevauchement du rail ou un soulèvement de roue. Bien que l'utilisation du frein rhéostatique ait probablement eu un effet minime sur le caractère prononcé du galop du bogie, le tassement des wagons de queue qui en a découlé a pu engendrer des forces longitudinales dans le train qui se sont transformées en une légère charge latérale, ce qui a provoqué un déplacement des roues à un moment où le wagon se trouvait déjà en mode de délestage à cause de l'oscillation de sa caisse. Au moment où le wagon BCOL 730558 passait sur un creux du rail sud, une roue du bogie arrière au bout A a probablement exercé une force latérale sur le rail sud en raison de la compression du jeu des attelages dans le train au moment où le wagon se délestait à cause de l'oscillation de sa caisse, ce qui a entraîné le soulèvement de roue et le chevauchement du rail.

Réparation et inspection des glissoirs de traverse danseuse à contact permanent

Les wagons plats à parois de bout et à support central en A sont connus pour leur galop excessif dans certaines conditions. En conséquence, on a installé des CCSB pour réduire la probabilité d'un galop de bogie prononcé.

En 2007, la règle 62 du règlement d'échange exigeait le remplacement des éléments élastiques des CCSB chaque fois que des réparations étaient effectuées sur les patins stabilisateurs. Bien que les registres de 2007 indiquent que le Canadien National (CN) ait réparé les patins stabilisateurs au bout A du wagon BCOL 730558, aucun élément des CCSB n'avait été remplacé à ce moment-là, à l'encontre de la règle 62. Les éléments élastiques des CCSB n'ont pas été remplacés en 2007, conformément aux exigences, mais ont plutôt été laissés en service et se sont probablement détériorés au point de ne plus fournir un amortissement efficace.

En 2014, une réparation par le CN sur le wagon BCOL 730558 une semaine avant le déraillement a fourni une occasion d'inspecter et de mesurer les CCSB. Cependant, rien n'indique qu'une telle démarche a eu lieu. L'absence d'inspection et de mesure des glissoirs

de traverse danseuse à contact permanent au cours de cette réparation a constitué une occasion manquée d'évaluer l'état des CCSB du bout A et peut avoir contribué à l'accident.

Les chemins de fer surveillent sans cesse l'état de leurs parcs de matériel remorqué en cours de service, de façon à s'assurer que les CCSB se comportent comme prévu. Les inspections visuelles, réalisées par des inspecteurs accrédités de matériel remorqué, sont efficaces pour repérer les CCSB endommagés ou brisés sur les wagons en service, et y remédier.

Cependant, il n'existe aucune méthode pour évaluer visuellement la force exercée par le CCSB contre la caisse du wagon. S'il est impossible de repérer les CCSB exerçant une force de précharge inadéquate et un amortissement inefficace, les wagons dont les bogies sont sujets à un galop excessif demeureront en service, augmentant ainsi le risque de chevauchement du rail ou de soulèvement des roues.

Installation de détecteurs de mouvement de galop des bogies

Les chemins de fer ont commencé à installer des détecteurs de mouvement de galop des bogies (DMGB) pour surveiller les wagons en service sur cet aspect de leur comportement. À la fin de 2014, il y avait environ 80 de ces détecteurs en place sur les réseaux nord-américains, dont 4 sur celui du CN – 3 d'entre eux ayant été installés depuis l'événement. En général, la mise en place de cette technologie axée sur la performance des bogies a été une amélioration positive pour la sécurité, puisqu'elle permet la détection des bogies à risque dont une inspection visuelle seule ne réussit pas toujours à déterminer l'état critique. Mais la technologie se révèle plus pertinente et fiable quand il s'agit de surveiller des wagons déchargés ou légèrement chargés se déplaçant à des vitesses supérieures à 50 mi/h.

Le premier wagon à dérailler, le BCOL 730558, avait franchi 12 DMGB entre août 2013 et juillet 2014 (le dernier relevé remontait au 11 juin 2014), mais il était vide seulement au cours de 6 de ces contrôles. Dans chaque cas, aucune valeur indice absolue critique n'avait été enregistrée relativement au galop des bogies. Cependant, les CCSB au bout A étaient probablement détériorés, parce qu'ils n'amortissaient plus le wagon avec efficacité.

Comme les DMGB évaluent le bogie dans son ensemble, il est difficile de détecter la détérioration d'un seul composant du bogie (ou d'un groupe partiel de composants). Bien que les DMGB ne détectent pas toujours les wagons à risque élevé de galop excessif, la technologie procure un moyen supplémentaire d'évaluer le bon état mécanique des wagons en service et, par conséquent, se révèle utile pour améliorer la sécurité.

Wagons-citernes

Les dommages subis par les wagons-citernes de catégorie 111 étaient compatibles avec les défaillances observées par le BST dans le cadre d'autres enquêtes. Même si les wagons-citernes endommagés ne contenaient que des quantités résiduelles de produit et que, par conséquent, une petite quantité de produit seulement a été perdue, il existe toujours un potentiel d'impacts environnementaux catastrophiques et de pertes de vie. Les dommages observés au cours du présent déraillement mettent en lumière les vulnérabilités des wagons-citernes de catégorie 111 et renforcent le besoin de meilleures normes de conception pour les wagons-citernes.

Dans le sillage du déraillement catastrophique à Lac-Mégantic en 2013, Transports Canada (TC) a amélioré les exigences relatives à la conception des wagons-citernes de catégorie 111. En mai 2015, TC et la Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration des États-Unis ont établi une nouvelle norme visant les wagons-citernes, des exigences en matière de rattrapage et un calendrier de mise en œuvre pour la modernisation des parcs de wagons-citernes destinés au transport des liquides inflammables. Si les nouvelles normes relatives aux wagons-citernes ne sont pas mises en œuvre en temps opportun, il y a un risque accru de perte de produit quand des wagons-citernes transportant des liquides inflammables sont impliqués dans un déraillement.

Faits établis

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Le déraillement a probablement résulté d'un galop excessif de bogie au bout A du wagon plat à parois de bout et à support central en A BCOL 730558.
2. Les facteurs qui ont joué dans le galop excessif de bogie du wagon BCOL 730558 sont le type de wagon, la vitesse du train, l'état d'usure des CCSB du bogie au bout A et un type de bogie à faible rigidité au gauchissement.
3. Le léger sous-écartement non critique et les multiples perturbations du nivellement transversal dans le rail sud ont sans doute contribué au développement d'un galop excessif.
4. Lorsque le wagon BCOL 730558 est passé sur un creux dans le rail sud, une roue du bogie arrière au bout A a probablement exercé sur ce rail une force latérale résultant de la compression du jeu des attelages dans le train à un moment où le wagon se délestait à cause de l'oscillation de sa caisse; cette situation a entraîné un soulèvement de roue et un chevauchement du rail.
5. Au cours d'une réparation effectuée en 2007 sur les patins stabilisateurs du bout A du wagon BCOL 730558, les éléments élastiques des glisseurs à contact permanent n'ont pas été remplacés conformément aux exigences, mais ont plutôt été laissés en service et se sont probablement détériorés au point de ne plus procurer un amortissement efficace.
6. L'absence d'inspection et de mesure des glisseurs de traverse danseuse à contact permanent en 2014 au cours d'une réparation effectuée par le Canadien National sur le wagon BCOL 730558 a constitué une occasion manquée d'évaluer l'état des glisseurs à contact permanent du bout A et peut avoir contribué à l'accident.

Faits établis quant aux risques

1. Si on ne peut détecter les glisseurs à contact permanent qui exercent une force de précharge inadéquate et un amortissement inefficace, les wagons dont les bogies sont sujets à un galop excessif demeureront en service, augmentant ainsi le risque de chevauchement du rail et de soulèvement de roue.
2. Si les nouvelles normes relatives aux wagons-citernes ne sont pas mises en œuvre en temps opportun, il y a un risque accru de perte de produit quand des wagons-citernes transportant des liquides inflammables sont impliqués dans un déraillement.

Autres faits établis

1. Même si les détecteurs de mouvement de galop des bogies ne repèrent pas toujours les wagons à risque élevé de galop excessif des bogies, la technologie fournit de fait un moyen supplémentaire d'évaluer le bon état mécanique des wagons en service et, par conséquent, se révèle utile pour améliorer la sécurité.

Mesures de sécurité

Mesures de sécurité prises

Avis de sécurité ferroviaire 09/14 du BST

Le 14 août 2014, le BST a émis l'Avis de sécurité ferroviaire 09/14, dans lequel il suggère que, compte tenu des conséquences potentielles d'un galop excessif des bogies, Transports Canada pourrait souhaiter s'assurer que les chemins de fer en exercice au Canada disposent de mesures appropriées pour limiter la vitesse des trains quand ceux-ci comptent des wagons plats vides à parois de bout et à support central en A.

Autant le Canadien National (CN) que le Canadien Pacifique ont répondu en réintroduisant des limitations de vitesse à 45 milles à l'heure pour tous les wagons plats vides à parois de bout et à support central en A.

Canadien National

En août 2014, le CN s'est servi de données fournies par les détecteurs de mouvement de galop des bogies en Amérique du Nord afin d'évaluer le risque de galop excessif pour différents types de wagons. Il a conclu que les wagons plats à support central en A des séries BCOL 730 et GTW 623 présentent le risque le plus élevé. Le CN a lancé un programme ciblant les wagons de ces deux séries en vue de les mettre à niveau en les équipant de glissoirs à contact permanent et à course longue.

En juillet 2015, quelque 2100 wagons avaient été mis à niveau, et environ 140 autres devaient l'être. Cette initiative a permis de supprimer la limitation de vitesse.

Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet événement. En conséquence, le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 23 octobre 2015. Le rapport a été officiellement publié le 5 novembre 2015.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports (www.bst.gc.ca) pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également la Liste de surveillance, qui énumère les problèmes de sécurité dans les transports qui posent les plus grands risques pour les Canadiens. Dans chaque cas, le BST a constaté que les mesures prises à ce jour sont inadéquates, et que le secteur et les organismes de réglementation doivent adopter d'autres mesures concrètes pour éliminer ces risques.

Annexes

Annexe A – Relevés des détecteurs de mouvement de galop des bogies du wagon BCOL 730558

Numéro	Date	Chemin de fer	Chargé ou vide	Relevé du bout A	Relevé du bout B
1	3 août 2013	UP	Chargé	0,01	0,02
2	22 septembre 2013	BNSF	Chargé	0,022	0,024
3	4 octobre 2013	BNSF	Vide	0,016	0,016
4	7 octobre 2013	BNSF	Vide	0,036	0,076
5	9 novembre 2013	NS	Chargé	0,006	-0,026
6	11 novembre 2013	CSXT	Chargé	-0,01	-0,03
7	16 novembre 2013	CSXT	Vide	0,03	0,01
8	16 novembre 2013	NS	Vide	0,03	0,022
9	22 avril 2014	UP	Chargé	0,01	0,01
10	2 mai 2014	UP	Vide	0,05	0,03
11	2 juin 2014	CSXT	Chargé	0,03	0,01
12	11 juin 2014	CSXT	Vide	0,03	-0,03

Légende :

UP Union Pacific
 BNSF Burlington Northern Santa Fe
 NS Norfolk Southern
 CSXT CSX Transportation

Annexe B – Événement avec rejet de produit de wagons-citernes de la catégorie 111

N°	Date	Emplacement	Nombre de wagons-citernes de catégorie 111 en cause	Nombre de wagons ayant déversé du produit	Produit déversé	Numéro de l'événement du BST
1	7 mars 2015	Gogama (Ont.)	39	32 (préliminaire)	Pétrole brut	R15H0021
2	5 mars 2015	Galena, Ill. (É.-U.)	21	12	Pétrole brut	
3	16 février 2015	Mt. Carbon, V.-O. (É.-U.)	28	17	Pétrole brut	
4	14 février 2015	Gogama (Ont.)	29	17 (préliminaire)	Pétrole brut	R15H0013
5	2 octobre 2014	Clair (Sask.)	6	2	Distillats de pétrole	R14W0256
6	30 avril 2014	Lynchburg, Virg. (É.-U.)	15	3	Pétrole brut	
7	7 janvier 2014	Plaster Rock (N.-B.)	5	2	Pétrole brut, méthanol	R14M0002
8	30 décembre 2013	Casselton, D.N. (É.-U.)	21	13	Pétrole brut	
9	9 novembre 2013	Aliceville, Alab. (É.-U.)	25	23	Pétrole brut	
10	6 juillet 2013	Lac-Mégantic (Qc)	63	59	Pétrole brut	R13D0054
11	21 mai 2013	Jansen (Sask.)	5	1	Pétrole brut	R13W0145
12	3 avril 2013	White River (Ont.)	12	3	Pétrole brut, huile de canola (marchandise non dangereuse)	R13T0060

Annexe C – Tableau comparatif des caractéristiques des wagons-citernes TC/DOT-111 et TC-117

Spécifications	Anciens wagons-citernes TC/DOT-111	Wagons TC/DOT-111/TP14877 construits depuis 2011 selon la norme publiée dans la Partie II de la Gazette du Canada le 2 juillet 2014	TC-117
1. Boucliers thermiques	Non	Demi-boucliers	Boucliers complets
2. Protection des raccords supérieurs	En option	Obligatoire	Obligatoire
3. Protection thermique (enveloppe extérieure)	En option	En option	Obligatoire
4. Épaisseur de l'acier	11,1 mm (7/16 pouce)	12,7 mm (1/2 pouce) pour wagons sans enveloppe extérieure 11,1 mm (7/16 pouce) pour wagons avec enveloppe extérieure	14,3 mm (9/16 pouce)
5. Système de freinage pneumatique à commande électronique	Non	Non	Non*
6. Normes de performance pour les robinets de déchargement par le bas	Non	Non	Oui

* Transports Canada a fait part de son intention, au terme de consultations, d'envisager l'inclusion de dispositions sur le freinage, tels des freins pneumatiques à commande électronique, dans le règlement d'exploitation ferroviaire plutôt que dans la nouvelle norme TC-117 visant les wagons-citernes.