



RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE
R13D0077



DÉRAILLEMENT

**COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER NATIONAUX DU
CANADA**
TRAIN DE MARCHANDISES M37231-05
POINT MILLIAIRE 144,4, SUBDIVISION DE SAINT-LAURENT
TRIAGE TASCHEREAU, MONTRÉAL (QUÉBEC)
LE 6 NOVEMBRE 2013

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet 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 R13D0077

Déraillement

Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada
Train de marchandises M37231-05
Point milliaire 144,4, subdivision de Saint-Laurent
Triage Taschereau, Montréal (Québec)
le 6 novembre 2013

Résumé

Le 6 novembre 2013 vers 5 h 5, heure normale de l'Est, alors que le train de marchandises M37231-05 du Canadien National négocie une courbe serrée au triage Taschereau à Montréal (Québec), 10 de ses wagons vides dérailent. Les wagons dérailés et la voie sont endommagés. Il n'y a pas de blessés.

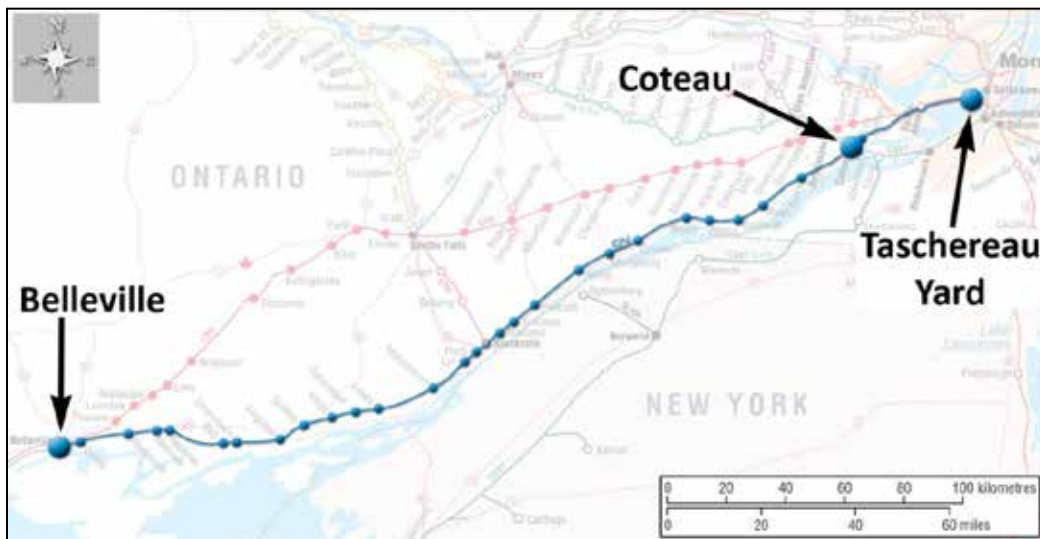
This report is also available in English.

Renseignements de base

L'accident

Le 5 novembre 2013, vers 21 h 30¹, heure normale de l'Est, le train de marchandises M37231-05 du Canadien National (CN) (le train) est parti de Belleville (Ontario) en direction de l'est pour se rendre au triage Taschereau du CN à Montréal (Québec) (figure 1). Le train était constitué de 2 locomotives et de 72 wagons. Il pesait environ 7000 tonnes et mesurait environ 5300 pieds de longueur. L'équipe de train se composait d'un mécanicien de locomotive et d'un chef de train. Les deux membres de l'équipe étaient qualifiés pour leurs postes respectifs et répondaient aux exigences réglementaires en matière de repos et de condition physique.

Figure 1. Lieu du déraillement (Source : Association des chemins de fer du Canada, Atlas des chemins de fer canadiens)



Vers 3 h 50 le 6 novembre 2013, après le garage de 11 wagons à Coteau (Québec), le train s'est remis en route avec 61 wagons placés derrière les locomotives comme suit :

- Les 19 premiers wagons étaient chargés et pesaient chacun plus de 110 tonnes.
- Les wagons suivants, du 20^e au 31^e, étaient vides. Ce lot comprenait 7 wagons couverts et 5 wagons plats à parois de bout et à support central en A de 80 pieds de longueur, qui étaient tous équipés d'appareils amortisseurs en bout de wagon (AAEBW) hydrauliques à longue course.
- Les wagons suivants, du 32^e au 45^e, étaient chargés et pesaient chacun plus de 110 tonnes.
- Ensuite, de la 46^e à la 61^e position, venaient des wagons porte-automobiles à plusieurs étages chargés, qui étaient tous équipés d'AAEBW.

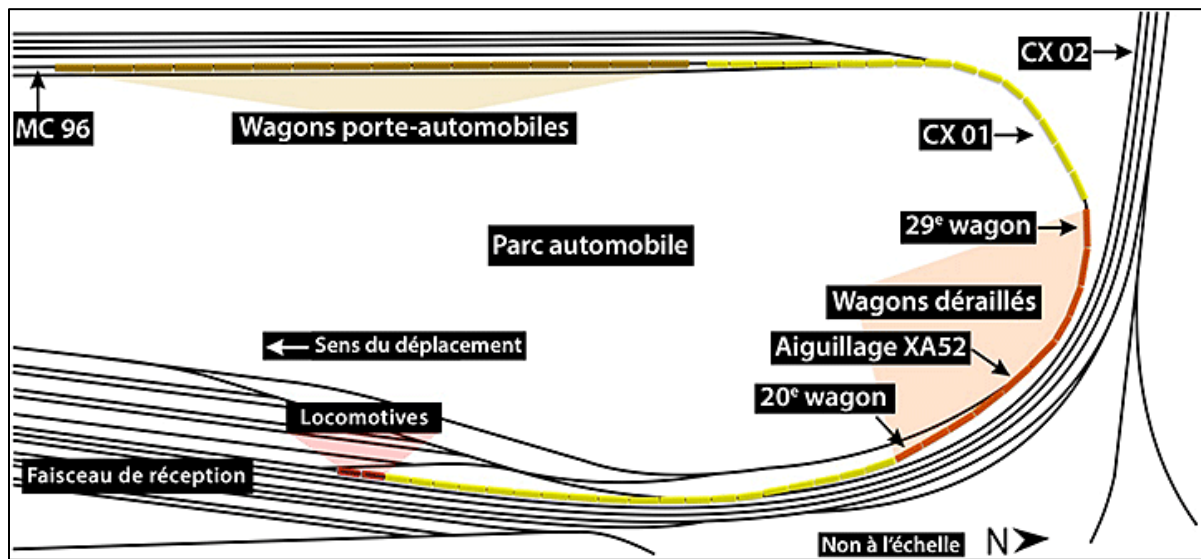
¹ Les heures sont exprimées en heure normale de l'Est.

À 4 h 40, le train est arrivé au triage Taschereau. Les directives du chef de triage étaient de se rendre au parc automobile². Les 16 wagons à la queue du train devaient être garés sur la voie MC96 et les 45 autres devaient être déplacés sur une autre voie.

Près de l'extrémité nord de la voie MC96, le chef de train est descendu du train et s'est placé pour dételer les 16 wagons porte-automobiles en queue du train. Le train s'est ensuite avancé sur la voie CX01 et s'est dirigé vers le faisceau de réception.

Une fois rendu à l'aiguillage de liaison XA52, le mécanicien de locomotive a arrêté le train, est sorti de la cabine et a orienté l'aiguillage de liaison pour la voie CX02. Le mécanicien de locomotive est ensuite retourné à la cabine de locomotive, a avancé le train sur la voie CX02, puis s'est arrêté. Le train occupait alors les voies CX02, CX01 et MC96 (figure 2).

Figure 2. Plan du lieu



Vers 5 h 5, le chef de train a coupé le train et laissé les 16 wagons porte-automobiles de queue sur la voie MC96. Le chef de train a ensuite demandé au mécanicien de locomotive d'avancer. En actionnant le manipulateur, le mécanicien de locomotive se guidait sur des repères visuels pour évaluer l'accélération du train. Les locomotives avaient avancé d'environ 50 pieds lorsqu'un serrage d'urgence des freins déclenché par le train s'est produit et que le train s'est arrêté. Par la suite, l'équipe a déterminé que les wagons de la 20^e à la 29^e position avaient déraillé en pleine courbe de la voie CX01.

Au moment de l'accident, il faisait 5 °C, le ciel était couvert et la vitesse du vent était d'à peu près 6 km/h.

Examen des lieux

L'examen des lieux a établi les faits suivants :

² Zone désignée pour l'entreposage des automobiles et leur transbordement des wagons porte-automobiles à des camions.

- Le 20^e wagon à partir des locomotives (wagon couvert vide) avait déraillé, mais était toujours attelé à l'avant du train. Ce wagon était incliné à un angle de 45 degrés et obstruait une traversée menant à la sortie nord du triage (photo 1).

Photo 1. Lieu du déraillement (vue dans la direction du 29^e wagon)

- Les 9 wagons vides suivants (du 21^e au 29^e) avaient déraillé et étaient renversés sur le côté. Les 24^e à 29^e wagons se trouvaient dans le fossé adjacent à la voie CX01.
- Le 29^e wagon, un wagon plat à parois de bout et à support central en A de 80 pieds de longueur équipé d'AAEBW, qui était vide, s'était séparé de l'arrière du train.
- Les wagons déraillés étaient endommagés et la plupart d'entre eux s'étaient séparés de leurs bogies. Les mâchoires d'attelage et barres de traction ne montraient pas de signes de déformation ni de rotation.
- Les composants des wagons déraillés étaient en bon état avant l'accident.
- L'appareil de manœuvre de l'aiguillage de liaison XA52 a été détruit par le 25^e wagon.
- Il y avait de nombreuses marques de boudin de roue sur le dessus du rail du côté intérieur de la courbe. Le côté extérieur (côté champ) des traverses correspondantes montrait des signes de dommages causés par les roues.
- Les bogies du 29^e wagon se trouvaient à environ 23 pieds en avant des marques sur le dessus du rail. Une grande quantité de ballast entre les deux avait été poussée dans le sens de la marche du train.
- Les bogies du 20^e wagon avaient été traînés latéralement sur environ 3 pieds dans le ballast.

Renseignements consignés

Les tableaux 1 et 2 présentent un sommaire des données du consignateur d'événements de locomotive (CEL) de la locomotive de tête.

Tableau 1. Données du CEL – Après l'arrêt à l'aiguillage de liaison XA52

Mesure	Heure	Distance (pieds)	Vitesse (mi/h)	Manipulateur	Effort de traction	Cylindre de frein (lb/po ²)	Conduite générale (lb/po ²)	Queue de train (lb/po ²)
Train arrêté	04:59:37	1814	0	Ralenti	0	72	89	88
Manipulateur avancé	05:01:59	1814	0	Cran 1	0	66	89	88
Manipulateur avancé	05:02:00	1814	0	Cran 2	0	44	89	88
Manipulateur avancé	05:02:11	1808	<1	Cran 3	42	0	89	88
Manipulateur avancé	05:02:33	1732	3	Cran 4	76	0	89	88

Tableau 2. Données du CEL – Arrêt du train pour dételer les 16 wagons de queue, puis remise en mouvement

Mesure	Heure	Distance (pieds)	Vitesse (mi/h)	Manipulateur	Effort de traction	Cylindre de frein (lb/po ²)	Conduite générale (lb/po ²)	Queue de train (lb/po ²)
Serrage des freins du train	05:04:17	401	10	Ralenti	0	0	82	83
Serrage partiel des freins de locomotive	05:04:27	270	8	Ralenti	0	15	83	83
Serrage complet des freins de locomotive	05:04:46	100	4	Ralenti	0	71	75	81
Desserrage des freins du train	05:04:55	69	0	Ralenti	0	72	76	79
Manipulateur avancé	05:05:05	69	0	Cran 1	0	71	88	77
Manipulateur avancé	05:05:06	69	0	Cran 3	0	57	88	77
Manipulateur avancé	05:05:11	67	<1	Cran 4	38	5	88	77
Manipulateur avancé	05:05:18	54	2	Cran 5	49	0	88	77
Manipulateur rétrogradé	05:05:24	27	2	Cran 4	88	0	88	77
Manipulateur rétrogradé	05:05:30	1	1	Cran 1	0	10	0	0
Manipulateur fermé	05:05:31	0	0	Ralenti	0	26	0	0

Le train M37231

Le train M37231 voyageait chaque jour du triage MacMillan à Toronto (Ontario) au triage Taschereau. Habituellement, ce train transportait des marchandises diverses et comprenait des

wagons porte-automobiles. Il était formé par lotissement selon la destination³. À l'arrivée au triage Taschereau, le train se rendait normalement au parc automobile, où les wagons porte-automobiles étaient garés. Les autres wagons étaient ensuite déplacés et garés à un autre endroit dans le triage.

Le matin de l'événement, le train est parti de Belleville avec 72 wagons, dont 11 ont été garés à Coteau. Il s'est ensuite rendu au triage Taschereau avec 61 wagons, y compris un lot de 12 wagons vides, tous munis d'AAEBW, placés ensemble aux positions 20 à 31 derrière les locomotives. Parmi ces wagons, les 23^e à 25^e ainsi que les 28^e et 29^e étaient des wagons plats à parois de bout et à support central en A de 80 pieds de longueur (annexes A et B).

Le triage Taschereau

Le triage Taschereau, qui se trouve au point milliaire 144,4 de la subdivision de Saint-Laurent du CN, est le principal triage du CN dans la région de Montréal. Ce triage comprend des installations de manœuvre et de formation de trains de marchandises, d'exploitation intermodale, de même que des ateliers de réparation, un parc automobile et des installations de transbordement pour les marchandises en vrac.

La configuration du triage Taschereau est la suivante :

- Les voies sont principalement orientées dans la direction nord-sud.
- Le triage englobe approximativement 110 milles de voies et est équipé d'environ 460 aiguillages.
- Sa capacité maximale est de 4000 wagons.
- Environ 25 trains y arrivent et en partent chaque jour, pour un total de quelque 190 000 wagons transportés par année.
- Les mouvements des trains dans le triage sont régis par la règle 105⁴ du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REF) et ne doivent pas dépasser 15 mi/h.

Renseignements sur la voie

La voie CX01 est en forme de U et comprend une courbe serrée de 15,75 degrés (figure 2). Il y a 5 autres voies (CX02 à CX06) de configuration similaire qui sont adjacentes à la voie CX01 et parallèles à celle-ci sur une partie de la courbe. La voie CX01 relie les voies du parc automobile à celles du faisceau de réception. Le train M37231 l'empruntait chaque jour lorsqu'on devait garer des wagons porte-automobiles. D'autres mouvements de triage et de locomotives manœuvres-ligne passent aussi par la voie CX01, de sorte que le trafic ferroviaire annuel total sur cette voie représente environ 2 millions de tonnes brutes.

³ Les wagons dont la destination est la même sont réunis en lots dans le train sans égard à la répartition de la charge du train.

⁴ Règle 105 du REF : Sous réserve de l'indication des signaux, un mouvement qui utilise une voie non principale doit circuler à vitesse RÉDUITE et être prêt à s'arrêter avant la fin de la voie ou du signal rouge prescrit à la règle 40.1.

Au moment de l'événement, la voie CX01 était en bon état. Elle était composée de longs rails soudés de 136 livres posés sur des selles à double épaulement de 14 pouces fixées au moyen de 3 crampons chacune. Une traverse sur trois était encadrée d'anticheminants. Le ballast était composé principalement de pierre concassée de ½ pouce à 2 pouces.

Renseignements sur l'équipe

Le mécanicien de locomotive avait 29 ans d'expérience dans l'industrie ferroviaire et travaillait comme mécanicien de locomotive depuis 9 ans. Au cours de l'année précédente, le mécanicien de locomotive avait conduit des trains entre Belleville et le triage Taschereau. Il garait régulièrement des wagons dans le parc automobile et connaissait bien la courbe de la voie CX01. Le chef de train avait 3 ans d'expérience de conduite de train et connaissait bien le triage Taschereau.

La veille de l'événement, soit le 5 novembre 2013 à 2 h 18, les membres de l'équipe avaient été appelés pendant leur plage horaire désignée⁵ pour mener un train de Montréal à Belleville. Ils étaient arrivés à Belleville et avaient quitté le service à 12 h 52. Ils avaient été transportés à un hôtel de Belleville pour se reposer. Environ 7 heures plus tard (vers 20 h), on leur a demandé de ramener le train M37231-05 à Montréal.

Forces en-train

Le jeu d'attelage est l'ampleur du mouvement qui se produit à l'intérieur du train lorsque les appareils amortisseurs sont comprimés (force de compression) ou étirés (force de traction) à mesure que les forces en-train se propagent d'un wagon à l'autre. L'application graduelle de l'effort de traction de la locomotive fait en sorte que le train commence à avancer, un wagon à la fois, à mesure que le jeu d'attelage est repris. Selon le type de wagon et d'appareil amortisseur, le jeu d'attelage peut varier :

- Pour les wagons équipés des appareils amortisseurs standards (appareils de choc et de traction), le jeu est d'environ 6 pouces par wagon.
- Pour les wagons équipés des AAEBW, le jeu peut atteindre 36 pouces par wagon.

Les AAEBW sont conçus pour amortir les forces en-train afin d'éviter autant que possible les dommages au chargement. Toutefois, la présence d'AAEBW peut augmenter considérablement le jeu d'attelage total d'un train.

Lorsqu'un train comprend des lots de wagons équipés d'appareils amortisseurs de ce type, le mécanicien de locomotive doit faire preuve d'une vigilance accrue. S'il ne fait pas attention, une compression ou une extension soudaine de l'attelage pourrait causer une séparation ou un déraillement du train.

Dans ce cas-ci, après que les wagons porte-automobiles ont été dételés du train, le train avait un jeu d'attelage de 50 pieds environ (c.-à-d. que les appareils amortisseurs avaient été compressés en raison de l'utilisation du frein direct de locomotive pour arrêter le train). Par conséquent, lorsque le train s'est mis en mouvement, les locomotives devaient avancer d'environ 35 pieds avant que le 29^e wagon commence à bouger (annexe A).

⁵ Période de temps habituelle pendant laquelle un employé est appelé à prendre son service.

Formation et conduite du train

Selon le manuel sur la composition des trains de l'Association of American Railroads (AAR), les wagons équipés d'AAEBW augmentent le jeu d'attelage total du train et peuvent grandement amplifier les forces en-train. En général, on ne devrait pas placer des lots de wagons vides équipés d'AAEBW devant de grands lots de wagons chargés dotés d'appareils de choc et de traction standards.

Les forces en-train, si elles ne sont pas maîtrisées, peuvent atteindre un niveau suffisant pour provoquer des ruptures de mâchoires d'attelage, des bris d'attelage, des dommages au chargement et des déraillements. Les sociétés ferroviaires ont établi des directives spécifiques de conduite des trains pour en assurer l'exploitation sécuritaire. Le Guide du Mécanicien de Locomotive imprimé 8960 du CN indique notamment :

Article G1.1 – Principes

La SÉCURITÉ est le principe le plus important en ce qui a trait à la conduite des trains. Pour assurer une sécurité maximale, on doit réduire au minimum les efforts exercés dans le train ainsi que ceux mis en jeu entre le train et la voie.

[...]

Article G1.2 – Politique

[...] Pour conduire les trains conformément aux principes de sécurité, de service et d'utilisation des actifs du CN, [traduction] « le mécanicien de locomotive doit faire appel à ses connaissances, à ses compétences et à son bon jugement professionnel pour conduire son train ».

[...]

Article G2.3 – Utilisation du manipulateur

Le manipulateur doit être manœuvré de manière à assurer un réglage graduel du jeu des attelages et à réduire les efforts dans le train.

Il doit être déplacé un cran à la fois.

Lorsqu'on met le train en marche, on doit éviter de passer à un cran supérieur avant que la valeur indiquée sur l'ampèremètre ou sur l'indicateur d'effort de traction se soit stabilisée ou ait diminué.

[...]

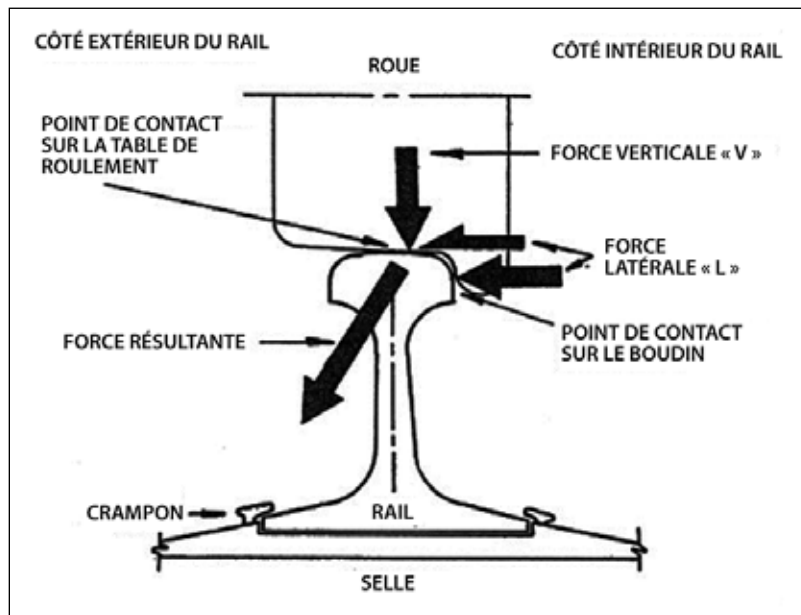
Régler l'effort de traction dans les courbes prononcées de manière à réduire les risques de « mise en ligne droite » par suite d'efforts latéraux excessifs.

Pour réguler l'effort de traction, les mécaniciens de locomotive doivent surveiller l'indicateur d'effort de traction du poste de conduite de la locomotive et ajuster la conduite du train en conséquence.

Forces latérales et verticales

Une combinaison de forces latérales (L) et verticales (V) est présente à l'interface entre la roue et le rail (figure 3). Le rapport entre les forces latérales et verticales (L/V) fournit une indication de la probabilité de déraillement. En présence d'une grande force latérale et d'une force verticale limitée (ce qui est le cas, par exemple, pour un wagon vide), cette grande force latérale aura tendance à pousser le boudin de roue contre la face intérieure du rail, ce qui pourrait faire monter la roue sur le rail et provoquer un déraillement.

Figure 3. Forces à l'interface entre la roue et le rail



Lorsqu'elles tirent un train dans une courbe, les locomotives ont tendance à étirer le train (alignement du groupe de wagons), ce qui pousse les boudins de roue contre le rail du côté intérieur de la courbe. Cette force latérale sur le rail dépend directement de l'effort appliqué par les locomotives, de la déclivité de la voie et de son degré de courbure. Si la force de traction produite par les locomotives est excessive ou s'il y a une extension importante du train, le rapport L/V peut atteindre un niveau critique où les roues d'un wagon montent sur le rail du côté intérieur de la courbe ou le font basculer. Les longs wagons plats à parois de bout et à support central en A vides sont particulièrement vulnérables à ces forces.

Les déraillements par alignement du groupe de wagons sont causés par une grande charge de traction, qui peut être une charge statique ou (plus souvent) une extension dynamique de l'attelage. Les déraillements par alignement du groupe de wagons présentent les caractéristiques suivantes⁶ :

⁶ *Train Accident Cause Finding Manual, Train Accident Prevention & Testing*, Sécurité et réglementation, Chemin de fer Canadien Pacifique, chapitre 11, section 11.2.

- Les déraillements par alignement du groupe de wagons ont lieu dans des courbes, pas dans les tronçons en ligne droite.
- Un alignement du groupe de wagons est souvent associé à l'application d'une puissance excessive en marche avant; souvent, ce sont les wagons de tête d'un train qui dérailent lorsqu'un train qui allait à faible vitesse accélère dans une section où la courbe est prononcée (c'est le SCÉNARIO CLASSIQUE).
- Ce sont généralement des wagons vides ou légèrement chargés, des wagons à long porte-à-faux ou des combinaisons de wagons courts et longs qui dérailent.
- Les wagons dérailés sont tirés par-dessus le rail bas, habituellement en ligne droite, mais il arrive parfois que le rail bas soit renversé et que la roue du côté haut tombe à l'intérieur.
- Il y a de courtes marques de boudin de roue sur le dessus du rail bas ou sur l'âme et le raccord âme-patin, selon que la roue a monté sur le rail ou que le rail s'est renversé.

Mise en mouvement du train

Lorsqu'un train est mis en mouvement, l'indicateur de la locomotive affiche l'effort de traction exercé sur le train. À faible vitesse, le mouvement de la locomotive donne des indices que le mécanicien de locomotive peut utiliser pour déterminer s'il convient d'augmenter la puissance. Lorsque l'effort de traction augmente et que le train se met en mouvement, le mécanicien de locomotive perçoit des vibrations dans la cabine, ainsi que l'extension du train qui reprend son jeu. Comme l'effort de traction des locomotives peut se stabiliser avant que tous les wagons se mettent en mouvement, augmenter encore (inutilement) la puissance pourrait générer de grandes forces en-train. En vérifiant le mouvement du train et l'indicateur d'effort de traction avant d'actionner le manipulateur, un mécanicien de locomotive peut limiter plus efficacement les forces en-train pendant que le train se met en mouvement.

Déraillements antérieurs au triage Taschereau

Depuis l'an 2000, il y a eu 10 déraillements sur les voies CX-01 à CX06, qui ont probablement été causés, au moins en partie, par les forces en-train. Le tableau 3 donne un résumé de ces déraillements.

Tableau 3. Liste des déraillements depuis 2000 sur les voies CX01 à CX06 dans lesquels les forces en-train ont probablement joué un rôle

Numéro d'événement du BST	Date de l'événement	Description de l'événement	Voie
R11D0100	15-12-2011	Pendant des manœuvres, l'équipe a signalé le déraillement de 4 wagons. Tous étaient des wagons plats à parois de bout de 77 pieds de longueur équipés d'AAEBW.	CX06
R10D0069	02-09-2010	Pendant des manœuvres, l'équipe a signalé le déraillement de 7 wagons chargés, dont 5 étaient des wagons plats à parois de bout et à support central en A chargés de 80 pieds de longueur. Chacun de ces 7 wagons était équipé d'AAEBW.	CX06
R09D0093	30-12-2009	Pendant des manœuvres, l'équipe a été informée qu'il y avait des pièces traînantes. L'inspection a révélé que 3 wagons plats à parois de bout et à support central en A chargés avaient déraillé. Chacun de ces wagons était équipé d'AAEBW et mesurait 80 pieds de longueur.	CX06
R09D0019	24-03-2009	L'équipe du train M36231-23 a signalé le déraillement de 8 wagons vides, dont 3 étaient des wagons plats à parois de bout et à support central en A de 80 pieds de longueur équipés d'AAEBW.	CX01
R05D0122	14-09-2005	Pendant des manœuvres, l'équipe a signalé le déraillement de 5 wagons plats à parois de bout et à support central en A mesurant 80 pieds de longueur et équipés d'AAEBW, qui étaient vides.	CX05
R05D0086	09-06-2005	Pendant des manœuvres, l'équipe a signalé le déraillement de 7 wagons plats à parois de bout et à support central en A vides, dont 6 mesuraient 80 pieds de longueur et étaient équipés d'AAEBW.	CX05
R04D0023	15-02-2004	Pendant des manœuvres, l'équipe a signalé le déraillement de 16 wagons. Le déraillement a commencé par un wagon plat à parois de bout et à support central en A de 80 pieds de longueur équipé d'AAEBW, qui était vide.	CX05
R02D0055	24-05-2002	Pendant des manœuvres, l'équipe a signalé le déraillement de 4 wagons plats à parois de bout et à support central en A vides, qui étaient tous équipés d'AAEBW.	CX02
R01D0131	17-12-2001	En avançant, l'équipe a signalé le déraillement de 7 wagons vides, dont 6 étaient des wagons plats à parois de bout et à support central en A de 80 pieds de longueur équipés d'AAEBW.	CX04
R00D0085	03-05-2000	Pendant des manœuvres, l'équipe a signalé le déraillement de 4 wagons plats à parois de bout et à support central en A vides.	CX02

Analyse

Ni l'état du matériel roulant ni celui de la voie ne sont considérés comme des facteurs contributifs au déraillement. L'analyse portera principalement sur les forces en-train dans les instants précédant le déraillement. Nous analyserons également la formation du train et la configuration de la voie CX01.

L'accident

L'accident présente les traits caractéristiques d'un déraillement par alignement du groupe de wagons. Les marques sur le dessus du rail du côté intérieur de la courbe et sur les extrémités correspondantes des traverses suggèrent que les wagons ont monté sur le rail intérieur, ont versé sur le côté et ont été entraînés latéralement vers l'intérieur de la courbe. Le ballast déplacé indique que les wagons ont été tirés vers l'avant après avoir déraillé. La distance parcourue par les wagons déraillés allait en ordre décroissant du 29^e wagon au 20^e. Plus précisément, le 29^e wagon a été traîné sur environ 23 pieds vers l'avant, tandis que pour le 20^e wagon cette distance n'était que de quelque 3 pieds. Ces distances sont celles auxquelles on pourrait s'attendre si le 29^e wagon avait déraillé en premier et avait été traîné vers l'avant avant le serrage d'urgence des freins. Le serrage d'urgence des freins a été déclenché lorsque le 29^e wagon s'est séparé du 30^e.

Avant le déraillement, lorsque chaque wagon du train s'est mis en marche dans la courbe sur la voie CX01, des forces latérales s'exerçaient à chaque boudin de roue sur le rail du côté intérieur de la courbe. Lorsque l'effort de traction des locomotives a augmenté, la force latérale appliquée à chaque boudin de roue a aussi augmenté. Les wagons de la 20^e à la 29^e position, qui se trouvaient en pleine courbe, ont commencé à subir des forces se caractérisant par un rapport L/V élevé. Ce rapport L/V élevé au moment où se produisait une extension du train a causé le déraillement du 29^e wagon, un wagon plat à parois de bout et à support central en A de 80 pieds de longueur équipé d'AAEBW, qui était vide. Comme la locomotive a continué de tirer après que le 29^e wagon a déraillé, les 9 wagons vides en avant de celui-ci (28^e à 20^e) ont déraillé. L'accident s'est produit lorsque les grandes forces L/V se sont exercées à l'interface entre les boudins de roue du 29^e wagon et le rail intérieur en pleine courbe sur la voie CX01 au moment même où le train s'étirait, ce qui a provoqué un déraillement par alignement du groupe de wagons.

Conduite du train

La conduite d'un train a une incidence directe sur l'amplitude des forces en-train. Dans ce cas-ci, après l'arrêt à l'aiguillage de liaison XA52, l'équipe a commandé une faible accélération, portant le manipulateur de la position de ralenti au 4^e cran en 34 secondes à peu près. Cette manipulation graduelle maintenait les forces en-train (c.-à-d. compensation du jeu du train) au plus bas.

Avant de garer les 16 wagons porte-automobiles dans le parc automobile, l'équipe avait utilisé les freins pneumatiques du train et les freins directs de locomotive pour arrêter le train. Les freins directs de locomotive avaient été serrés à fond pendant que le train avançait toujours à 4 mi/h. Ce freinage a causé des forces de compression considérables à la tête du train, de sorte

que le train s'est immobilisé avec les attelages comprimés. Par conséquent, quand il a recommencé à avancer, il aurait fallu que l'accélération soit faible pour éviter une extension soudaine du train et la présence de forces en-train excessives. Idéalement, le mécanicien de locomotive aurait dû actionner le manipulateur graduellement pour reprendre le jeu avant d'appliquer tout l'effort de traction de la locomotive.

Après le garage des wagons porte-automobiles, le mécanicien de locomotive a commencé à faire avancer le train et a rapidement porté le manipulateur au 5^e cran (en 13 secondes environ). Comme d'habitude, il y a eu un court délai entre les manœuvres du manipulateur et la réponse des locomotives; c'est pourquoi l'effort de traction avait initialement du retard sur la position du manipulateur. Pendant cette période, l'indicateur d'effort de traction aurait montré une augmentation soutenue de l'effort de traction de la locomotive. Cependant, le mécanicien de locomotive se fiait uniquement au mouvement de la locomotive pour évaluer l'effort de traction et ne surveillait pas l'indicateur d'effort de traction en actionnant le manipulateur. L'extension du train a donc été brusque, car l'effort de traction était plus grand que celui nécessaire pour mettre le train en mouvement. Cette manœuvre rapide du manipulateur sans surveillance de l'indicateur d'effort de traction a causé une extension importante du train et provoqué le déraillement par alignement du groupe de wagons.

Formation du train

Le train comprenait un lot de wagons vides (légers) en avant d'un lot de wagons chargés. Seul le lot de wagons vides a subi cette extension rapide. De plus, ces wagons vides étaient tous équipés d'AAEBW, qui peuvent accentuer les forces de traction en situation d'extension rapide du train. Le lot comprenait aussi 5 wagons plats à parois de bout et à support central en A de 80 pieds de longueur. L'un d'entre eux a été le premier à dérailler. Ce type de wagon est connu pour sa tendance à dérailler en présence d'un rapport L/V élevé dans les courbes. Avec un lot de wagons vides (légers) placés devant un lot de wagons chargés, le rapport L/V était nettement plus élevé pour les wagons vides que pour les wagons chargés.

Déraillements sur les voies CX01 à CX06

Le Guide du Mécanicien de Locomotive du CN fournit des instructions détaillées sur la manière d'utiliser le manipulateur pour compenser le jeu graduellement tout en limitant au minimum les forces en-train. Ces instructions indiquent aussi qu'il convient de réguler l'effort de traction dans les secteurs où la courbe est prononcée de manière à réduire la probabilité d'alignement du groupe de wagons (« mise en ligne droite ») qui peut se produire en présence de forces latérales excessives.

Depuis 2000, il y a eu 10 déraillements sur les voies CX01 à CX06. Chaque fois, les forces en-train ont probablement joué un rôle. La courbe prononcée de ces voies complique la conduite des trains, particulièrement ceux qui comprennent de longs wagons vides. Lorsque les trains comprennent des lots de longs wagons vides équipés d'AAEBW devant un lot de wagons chargés, il y a un risque accru de déraillement dans les courbes serrées si les forces en-train ne sont pas réduites au minimum.

Faits établis

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. L'accident s'est produit lorsque les grandes forces L/V se sont exercées à l'interface entre les boudins de roue du 29^e wagon et le rail intérieur en pleine courbe sur la voie CX01 au moment même où le train s'étirait, ce qui a provoqué un déraillement par alignement du groupe de wagons.
2. Une manœuvre rapide du manipulateur sans surveillance de l'indicateur d'effort de traction a causé une extension importante du train et provoqué le déraillement par alignement du groupe de wagons.
3. Avec un lot de wagons vides (légers) placés devant un lot de wagons chargés, le rapport L/V était nettement plus élevé pour les wagons vides que pour les wagons chargés.

Faits établis quant aux risques

1. Lorsque les trains comprennent des lots de longs wagons vides équipés d'AAEBW devant un lot de wagons chargés, il y a un risque accru de déraillement dans les courbes serrées si les forces en-train ne sont pas réduites au minimum.

Mesures de sécurité

Mesures de sécurité prises

CN

Pendant les semaines suivant le déraillement, le CN a publié la circulaire n° 2013-014, intitulée *Switching the Automobile pad at Taschereau yard/Manoeuvres au parc Automobile à Triage Taschereau*. Cette circulaire comprenait 2 consignes précises à suivre lorsqu'un train occupe la portion de la voie CX01 présentant une courbe de 15 % :

- S'assurer que les freins du train sont complètement desserrés avant de le mettre en mouvement.
- S'assurer que l'effort de traction indiqué par l'ampèremètre ne dépasse pas 500 A ou 30 000 lb lorsqu'on tire du matériel roulant dans cette courbe.

En outre, le CN continue de vérifier le respect de cette directive en téléchargeant les données de consignateur d'événements de locomotive.

Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 17 décembre 2014. Le rapport a été officiellement publié le 21 janvier 2015.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports (www.bst-tsb.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 – Composition du train après le garage sur la voie MC96

Position	N° d'identification du matériel	Longueur (pieds)	Longueur cumulative (pieds)	Poids (tonnes)	Poids cumulatif (tonnes)	Jeu d'appareil amortisseur (pouces)	Jeu cumulatif (pieds)
	CN 2290	74	74	210		0	0,5
	CN 5681	73	147	197		0	1,0
1	AEX 14175	60	207	129	129	0	1,5
2	AEX 11501	54	261	130	259	0	2,0
3	ICG 766169	60	321	129	388	0	2,5
4	ACFX 40564	64	385	116	504	0	3,0
5	ECUX 860343	64	449	118	622	0	3,5
6	EPAX 945752	64	513	121	743	0	4,0
7	NCIX 6558	66	579	137	880	0	4,5
8	UTCX 54231	68	647	130	1010	0	5,0
9	CSXT 490826	71	718	111	1121	0	5,5
10	GNTX 297462	71	789	128	1249	0	6,0
11	AEX 14144	60	849	128	1377	0	6,5
12	CN 382298	59	908	133	1510	0	7,0
13	CN 396196	59	967	132	1642	0	7,5
14	AEX 14063	60	1027	126	1768	0	8,0
15	AEX 14117	60	1087	129	1897	0	8,5
16	AEX 14171	60	1147	129	2026	0	9,0
17	AEX 14199	60	1207	130	2156	0	9,5
18	CN 396222	59	1266	133	2289	0	10,0
19	BNSF 518799	71	1337	118	2407	0	10,5
20	AOK 354991	67	1404	39	2446	30	11,0
21	DWC 794965	67	1471	39	2485	30	14,0
22	NS 472638	67	1538	38	2523	30	17,0
23	CN 625231	79	1617	31	2554	20	20,0
24	CN 625506	79	1696	31	2585	20	22,2
25	BCOL 730288	79	1775	31	2616	20	24,3
26	TOBX 889260	68	1843	42	2658	30	26,5
27	IC 533196	68	1911	37	2695	30	29,5
28	BCOL 730854	79	1990	32	2727	20	32,5
29	CNA 623051	80	2070	34	2761	20	34,7
30	AOK 354780	67	2137	39	2800	30	36,8

Composition du train après le garage sur la voie MC96 (suite de la page précédente)

Position	N° d'identification du matériel	Longueur (pieds)	Longueur cumulative (pieds)	Poids (tonnes)	Poids cumulatif (tonnes)	Jeu d'appareil amortisseur (pouces)	Jeu cumulatif (pieds)
31	WC 22111	67	2204	39	2839	30	39,8
32	SMW 832755	60	2264	123	2962	0	42,8
33	GATX 18424	59	2323	132	3094	0	43,3
34	KMEX 5015	59	2382	132	3226	0	43,8
35	KMEX 9592	60	2442	131	3357	0	44,3
36	GATX 18433	59	2501	132	3489	0	44,8
37	PROX 39065	67	2568	116	3605	0	45,3
38	PROX 36445	67	2635	115	3720	0	45,8
39	PROX 98610	67	2702	117	3837	0	46,3
40	TEIX 5822	64	2766	130	3967	0	46,8
41	ACFX 36723	64	2830	122	4089	0	47,3
42	WLPX 6720	64	2894	125	4214	0	47,8
43	DOWX 20763	64	2958	129	4343	0	48,3
44	KMEX 5066	59	3017	132	4475	0	48,8
45	CN 414114	55	3072	127	4602	0	49,3

Annexe B – Répartition de la charge du train après le garage sur la voie MC96

