



**RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE**  
**R07D0009**



**DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE**  
**DU TRAIN DE MARCHANDISES M-31031-10**  
**EXPLOITÉ PAR LE CANADIEN NATIONAL**  
**AU POINT MILLIAIRE 99,13**  
**DE LA SUBDIVISION DRUMMONDVILLE**  
**À DRUMMONDVILLE (QUÉBEC)**  
**LE 12 FÉVRIER 2007**

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le seul 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

### Déraillement en voie principale

du train de marchandises M-31031-10  
exploité par le Canadien National  
au point milliaire 99,13 de la  
subdivision Drummondville  
à Drummondville (Québec)  
le 12 février 2007

Rapport numéro R07D0009

### *Sommaire*

Le 12 février 2007 à 9 h 8, heure normale de l'Est, 8 wagons du train de marchandises M-31031-10 du Canadien National ont déraillé au point milliaire 99,13 de la subdivision Drummondville, près de Drummondville (Québec). Un des wagons déraillés était un wagon-citerne à basse pression vide qui avait transporté du carburant d'aviation (UN 1863). Il n'y a pas eu de déversement et personne n'a été blessé. La voie a été endommagée sur une distance d'environ 850 pieds.

*This report is also available in English.*

## *Autres renseignements de base*

### *L'accident*

Le 12 février 2007, le train de marchandises M-31031-10 du Canadien National (CN) (le train) part de Montréal (Québec) et se dirige vers l'est à destination de Joffre (Québec). Le train se compose de 5 locomotives et de 105 wagons (80 chargés et 25 vides). Il mesure 7006 pieds et pèse 10 815 tonnes. L'équipe d'exploitation est formée d'un mécanicien et d'un chef de train. Les membres de l'équipe satisfont aux exigences en matière de condition physique et de repos et répondent aux exigences de leurs postes respectifs.

Le train, parti de Montréal, roule sans incident jusqu'à ce qu'il approche de Drummondville (Québec) (voir la figure 1). À 9 h 8 min 29 s, heure normale de l'Est<sup>1</sup>, tandis que le train circule à une vitesse de 31 mi/h avec la manette des gaz à la position 8, un serrage d'urgence intempestif (SUI) de la conduite générale se déclenche au point milliaire 98,80. Au point milliaire 98,72, la pression dans les cylindres de frein de la locomotive étant à 67 livres au pouce carré (lb/po<sup>2</sup>), le mécanicien purge la commande du frein direct à 9 h 8 min 42 s. Quatre secondes plus tard, le train accélère de 8 mi/h à 10 mi/h, après quoi il ralentit de nouveau. Le train s'immobilise à 9 h 9 min 1 s, la locomotive de tête se trouvant au point milliaire 98,69, un peu après le passage à niveau public automatisé de la rue Notre-Dame. L'équipe du train suit les consignes d'urgence, inspecte le train et constate que huit wagons viennent de dérailler.

---

<sup>1</sup> Toutes les heures sont exprimées en heure normale de l'Est (temps universel coordonné moins cinq heures).

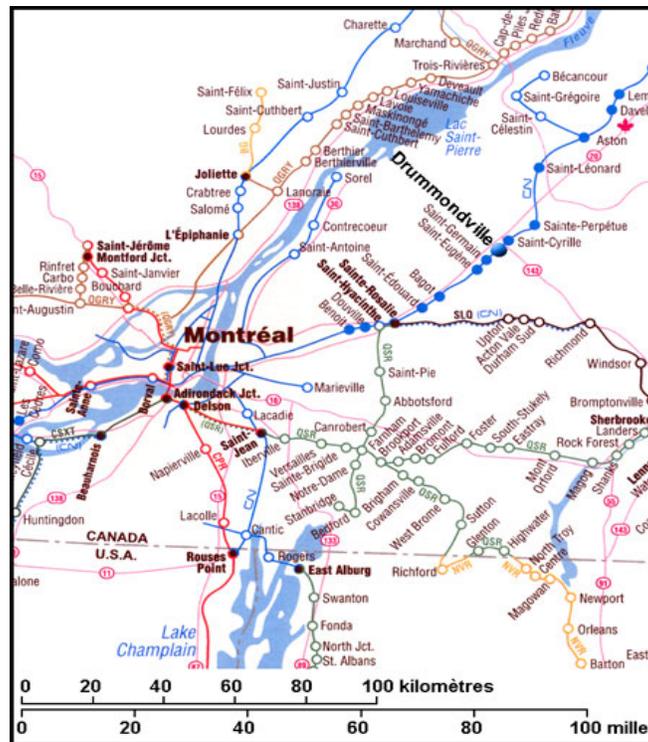


Figure 1. Secteur où le déraillement s'est produit, à Drummondville (Québec) (Source : Association des chemins de fer du Canada, *Atlas des chemins de fer canadiens*)

Au moment du déraillement, il faisait environ  $-12^{\circ}\text{C}$  et le vent soufflait du nord-ouest à une vitesse de 22 km/h.

### *Examen des lieux*

Les wagons sont tous restés sur leurs roues après avoir déraillé et ils ont subi des dommages minimes. Les wagons se sont mis en portefeuille le long de la voie principale et ont déraillé en deux groupes. Le 30<sup>e</sup> wagon (CGTX 30583), un wagon-citerne vide de 59 pieds de longueur, et le 31<sup>e</sup> wagon (ETTX 701262), un wagon porte-automobiles chargé mesurant 93 pieds de longueur, se sont séparés et ont déraillé au point milliaire 99,13. Des marques de boudin de roue ont été observées sur le champignon du rail sud entre les deux wagons. L'arrière du 30<sup>e</sup> wagon a déraillé au sud de la voie alors que les roues sud du bogie avant du 31<sup>e</sup> wagon sont tombées entre les rails, près de l'aiguillage ouest de la voie d'évitement Drummondville, au point milliaire 99,20 (voir la figure 2).

Les wagons du second groupe (du 39<sup>e</sup> au 44<sup>e</sup>), des wagons porte-automobiles chargés de 93 pieds de longueur, ont déraillé au point milliaire 99,24. Chacun de ces wagons s'est immobilisé en travers de la voie après que les rails se sont renversés sous le poids des wagons. Le déraillement a causé des dommages à l'aiguillage ouest de la voie d'évitement Drummondville et à un tronçon d'environ 850 pieds de la voie principale. L'examen des wagons déraillés, effectué après le déraillement, n'a révélé aucun défaut antérieur au déraillement.

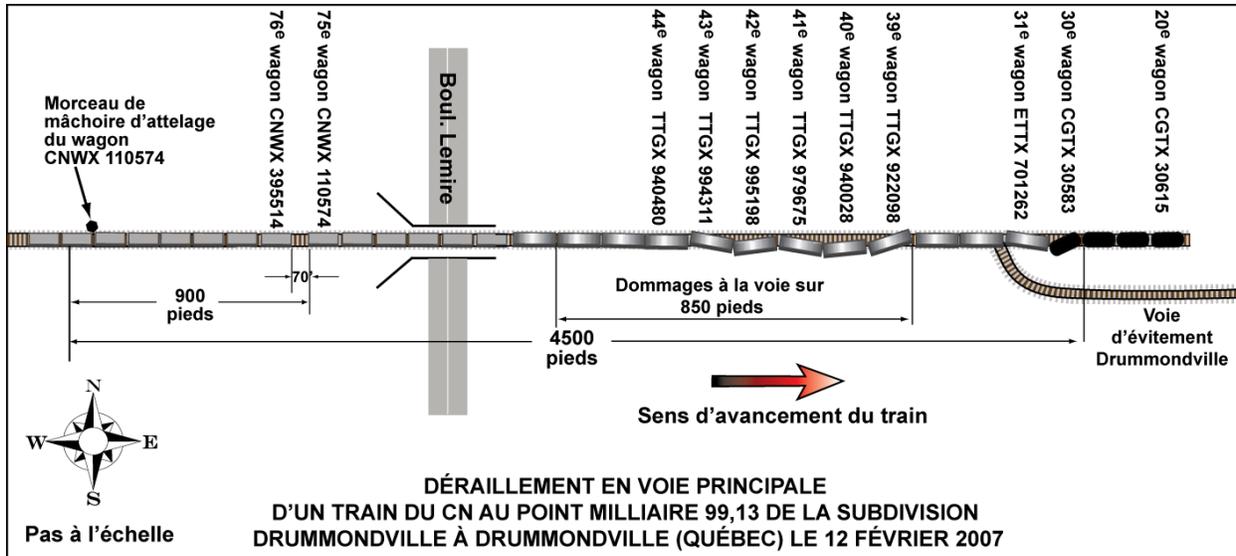


Figure 2. Diagramme montrant le secteur où le déraillement s'est produit

Le train s'est séparé entre le 75<sup>e</sup> wagon (CNWX 110574) et le 76<sup>e</sup> wagon (CNWX 395514). Une mâchoire d'attelage brisée a été trouvée à l'arrière du 75<sup>e</sup> wagon, au bout A de celui-ci, et le morceau restant de la mâchoire a été localisé sur le sol à 900 pieds à l'ouest du wagon. Les dispositifs de traction de la plupart des wagons placés en tête du train étaient complètement comprimés et les têtes d'attelage étaient appuyées contre les plaques de choc.

Après le déraillement, l'équipe a essayé sans succès de mettre sous pression la conduite générale de la partie avant du train qui n'avait pas déraillé. Une inspection ultérieure a révélé que le robinet d'isolement et attrape-poussière (le robinet) du 20<sup>e</sup> wagon (CGTX 30615) était brisé. On a envoyé la mâchoire d'attelage brisée et le robinet au Laboratoire technique du BST pour qu'ils fassent l'objet d'analyses plus poussées.

### Renseignements sur la voie

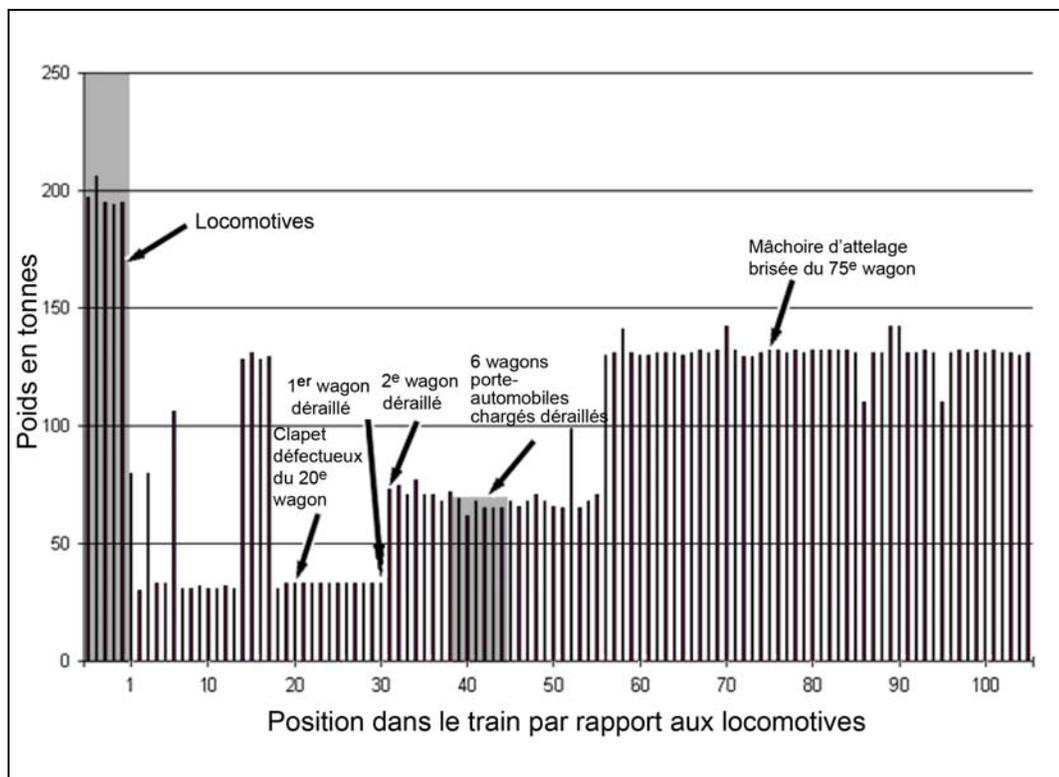
Dans la subdivision Drummondville, la voie principale simple est orientée dans l'axe est-ouest et va de Saint-Romuald (point milliaire 4,4) à Sainte-Rosalie (Québec) (point milliaire 125,1). Dans le secteur où le déraillement est survenu, le mouvement des trains est régi par le système de commande centralisée de la circulation, en vertu du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada*, et est surveillé par un contrôleur de la circulation ferroviaire du CN, posté à Montréal. Il s'agit d'une voie de catégorie 5<sup>2</sup> sur laquelle la vitesse maximale permise est de 80 mi/h pour les trains de marchandises et de 100 mi/h pour les trains de voyageurs, et sur laquelle un ordre permanent de marche au ralenti (maximum de 30 mi/h) est en vigueur entre les points milliaires 97,5 et 99,0, ce qui correspond au centre-ville de Drummondville. Le trafic, soit 10 trains de voyageurs et 14 trains de marchandises par jour, représente un tonnage annuel total de quelque 39 millions de tonnes.

<sup>2</sup> *Règlement sur la sécurité de la voie (RSV), partie II, section A.*

Dans le secteur où le déraillement s'est produit, la voie est en alignement droit. À partir du point milliaire 99,30, la voie gravit en direction est une pente de 0,40 % jusqu'au point milliaire 98,90, après quoi elle gravit une pente de 0,80 % jusqu'au point milliaire 98,60. La voie était en bon état. Elle était faite de longs rails soudés de 136 livres, fabriqués en 1997, qui reposaient sur des selles de 14 pouces à double épaulement. À chaque selle de rail, le rail était fixé par deux crampons à des traverses n° 1 faites de bois dur traité. Il y avait en moyenne 59 traverses par 100 pieds de voie, et la voie était encadrée par des anticheminants à toutes les deux traverses. Le ballast était constitué de pierre concassée, les cases étaient garnies et les épaulements avaient 12 pouces de largeur. La voie était inspectée conformément aux exigences de la réglementation et à celles de la compagnie; aucun défaut n'a été signalé dans le secteur du déraillement.

### *Formation du train et forces exercées dans le train*

Lors de la formation du train, on a placé en tête un groupe de 30 wagons (23 vides et 7 chargés), suivi d'une rame de 25 wagons porte-automobiles chargés qui étaient munis d'amortisseurs hydrauliques en bout de wagon ayant une course de 10 pouces, puis, à la queue du train, on a placé une rame de 50 wagons de céréales lourdement chargés qui étaient munis d'appareils de traction conventionnels (voir la figure 3).



**Figure 3.** Répartition du tonnage du train

Dans le *Train Make-Up Manual*<sup>3</sup> (manuel relatif à la formation des trains) de l'Association of American Railroads (AAR), on lit que le jeu des attelages est plus grand sur les wagons munis d'amortisseurs hydrauliques en bout de wagon et que ces wagons peuvent occasionner une forte augmentation des forces exercées dans le train. Plus précisément, le manuel indique qu'on ne devrait pas placer des rames de plusieurs wagons munis d'amortisseurs hydrauliques en bout de wagon devant des rames de plusieurs wagons chargés qui sont équipés d'appareils de traction conventionnels.

Au CN, on utilise la méthode du lotissement en fonction de la destination pour décider de la formation des trains. On place les rames de wagons dans le train de façon à accélérer leur placement ou leur ramassage le long de l'itinéraire du train. Pour planifier plus facilement la formation du train, le CN se sert d'un système informatisé qui signale les dérogations au *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* approuvé par Transports Canada ou aux Instructions générales d'exploitation (IGE) du CN. Bien que les IGE du CN imposent certaines restrictions quant au placement et au tonnage remorqué dans le cas de certains types de matériel roulant, elles n'en imposent pas pour ce qui est du placement de la plupart des wagons de marchandises vides.

À titre de comparaison, une autre grande compagnie ferroviaire canadienne a mis au point et appliqué un système de formation des trains qui vise à atténuer le plus possible les effets des forces exercées dans le train. Il s'agit d'un système informatisé qui inclut des instructions sur les limites imposées au tonnage remorqué dans le cas de wagons particuliers. Les limites varient en fonction du type de wagon, de la longueur du wagon, de son poids (contenu plus poids à vide), de la longueur des wagons adjacents et de la courbure et de la pente des voies sur lesquelles le wagon va rouler. Le système tient aussi compte de la présence de wagons munis d'amortisseurs hydrauliques en bout de wagon et de groupes de traction télécommandés. Le système veut que, dans la mesure du possible, on forme les trains de marchandises en veillant à placer les wagons chargés le plus près possible des locomotives. Pour la formation de trains mixtes conventionnels, on interdit de placer des rames de wagons lourds en queue de train, à moins que les rames de wagons placés en avant de ceux-ci soient aussi lourdes. Les wagons légers (vides) ou les rames de wagons légers doivent être placés le plus près possible de la queue du train, sauf si les wagons placés derrière eux sont aussi relativement légers.

La Federal Railroad Administration (FRA) a mené des études<sup>4</sup> portant sur l'évaluation du fonctionnement des freins à air des trains de marchandises. Les études ont démontré qu'au moment d'un serrage d'urgence des freins, les forces de compression des attelages générées lorsqu'un train est composé de wagons vides à l'avant et de wagons chargés à l'arrière sont beaucoup plus élevées que si son poids était réparti plus uniformément.

---

<sup>3</sup> Association of American Railroads, Research and Test Department (service de recherche et d'essais), rapport R-802, *Train Make-Up Manual*, janvier 1992 (en anglais seulement).

<sup>4</sup> DOT/FRA/ORD-84-16, *Freight Train Brake System Safety Study*, novembre 1984; Association of American Railroads, rapport R-185, *Track Train Dynamics to Improve Freight Train Performance, "TTD Guidelines for Optimum Train Handling, Train Makeup, and Track Considerations,"* novembre 1979 (en anglais seulement).

Pour limiter les forces qui s'exercent dans le train pendant un freinage d'urgence, les mécaniciens du CN apprennent pendant leur formation à purger le frein direct lorsqu'un SUI se produit. Toutefois, la décision de purger le frein direct est laissée à la discrétion du mécanicien, car il peut y avoir des situations, par exemple quand le train descend une pente ou approche d'un passage à niveau, où il est préférable de laisser le frein direct en fonction. Le CN a équipé la moitié de son parc de locomotives de grande ligne (dont la locomotive de tête en cause dans cet événement, CN 5766) du dispositif Trainlink-ES, lequel commande automatiquement un freinage synchronisé à partir de la tête et de la queue du train de façon à prévenir la compression des attelages pendant le freinage. Pour les locomotives dépourvues du système Trainlink-ES, le CN demande aux mécaniciens de commander un freinage d'urgence à partir de la locomotive et de la queue du train en plaçant le robinet de mécanicien à la position de serrage d'urgence et en actionnant l'interrupteur à bascule de freinage d'urgence sur le pupitre de commande de la locomotive.

### *Analyse des forces de compression des attelages*

Une analyse des forces de compression des attelages<sup>5</sup> a été menée afin de connaître l'ampleur des forces de compression des attelages qui ont été générées pendant le SUI et de constituer d'autres scénarios. À partir des renseignements tirés du bulletin de composition du train et des données chronologiques du consignateur d'événements de locomotive, et en supposant que le SUI a résulté de la séparation du train entre les 75<sup>e</sup> et 76<sup>e</sup> wagons, on a pu faire les observations suivantes :

- Des forces de compression des attelages de 311 000 livres (311 kips) ont été enregistrées à l'arrière des locomotives. Une force maximale de compression des attelages de 444 kips a été obtenue entre les deux premiers wagons déraillés (le 30<sup>e</sup> et le 31<sup>e</sup>) un peu avant que le frein direct de locomotive soit purgé.
- Si le frein direct avait été purgé à l'intérieur des délais de réaction moyens d'un opérateur humain (de deux à quatre secondes), la force maximale de compression des attelages qui aurait été enregistrée entre les 30<sup>e</sup> et 31<sup>e</sup> wagons aurait été de 119 kips.
- Si, au moment de la formation du train, on avait placé les wagons chargés à l'avant du train et les wagons vides à la queue, la force maximale de compression des attelages qui aurait été enregistrée aurait été de 311 kips.

### *Examen de la mâchoire d'attelage et du robinet défectueux*

L'examen des dossiers d'entretien du wagon CNWX 110574 a révélé que la mâchoire d'attelage avait été installée par un atelier autre qu'un atelier du CN, en septembre 2005. Les marques de moulage originales (AAR 553 E50 BE 06 05) indiquaient qu'il s'agissait d'une mâchoire d'attelage de type E, faite d'acier de nuance E, qui avait été fabriquée en juin 2005 par la

---

<sup>5</sup> Rapport LP 023/2007 du Laboratoire technique du BST

Siderúrgica Nacional (Sidena) du Mexique. Le CN n'a jamais acheté de mâchoires d'attelage auprès de ce fabricant, et la Sidena ne fournit plus ces composantes à l'industrie ferroviaire. L'examen de la mâchoire d'attelage brisée<sup>6</sup> a permis de faire les observations suivantes :

- La surface de rupture avait les apparences d'une rupture récente consécutive à une surcharge. On n'a pas observé de dommages dus au frottement, de corrosion ou de particularités inhabituelles. On a relevé deux petites surfaces affectées par une fatigue préexistante, mesurant environ 1/4 de pouce de longueur sur 1/8 de pouce de profondeur et 1/2 pouce de longueur sur 1/8 de pouce de profondeur, le long du rebord de la surface de rupture. Des marques en chevron pointaient vers les petites surfaces affectées par la fatigue et indiquaient qu'elles étaient le point d'origine de la rupture.
- L'indice de dureté Brinell (BHN) qui a été mesuré, soit 170, était de beaucoup inférieur aux exigences de l'AAR pour les mâchoires d'attelage faites d'acier de nuance E, soit un indice BHN de 241 à 291. L'indice BHN mesuré correspond à une limite de rupture estimée de 81 000 lb/po<sup>2</sup>, laquelle est très inférieure aux exigences de l'AAR, soit 120 000 lb/po<sup>2</sup>.
- À la température de -12 °C qu'on observait le jour de l'événement, l'essai de résilience Charpy a donné une valeur de 5,5 pieds-livres, ce qui est de beaucoup inférieur aux exigences de l'AAR, c'est-à-dire 20 pieds-livres à -40 °C. En outre, l'acier de la mâchoire d'attelage n'était pas trempé, et n'était donc pas conforme aux spécifications de l'AAR.

Le robinet, fabriqué par la New York Air Brake, a été installé lors de la construction du wagon CGTX 30615, en 2000. Les dossiers du BST et de l'industrie ne renferment aucune défaillance similaire qui aurait affecté des robinets. L'examen du robinet (rapport LP 021/2007) n'a mis en évidence aucun défaut de fabrication. La surface de rupture montrait une fissure affectée par une forte corrosion, qui touchait environ 20 % de la section transversale de la paroi de la pièce moulée. Sur le reste de la surface de rupture, on a relevé des indices d'une rupture récente consécutive à une surcharge. La rupture a pris naissance dans le bourrelet de séparation du moule, qui montrait une surface dont le fini était rugueux et qui se situait dans une partie du coude qui était affectée par des contraintes cycliques dues au fléchissement de la structure du wagon en service normal. Les particularités et l'emplacement de la fissure correspondaient à celles d'une rupture par fatigue.

## *Analyse*

La voie ferrée était en bon état; on considère donc que son état n'a pas été un facteur de causalité. Le déraillement s'est produit à la suite d'un SUI. Les dommages qui ont été observés sur les lieux de l'accident, y compris la rupture du robinet, concordaient avec des dommages causés par de fortes contraintes de compression des attelages. Par conséquent, l'analyse

---

<sup>6</sup> Rapport LP 021/2007 du Laboratoire technique du BST

s'intéressera surtout à la localisation et à la source du SUI, aux forces de compression des attelages dans le train, aux pratiques de formation et de conduite des trains et à la rupture de la mâchoire d'attelage et du robinet.

### *L'accident*

Le train a parcouru 580 pieds entre le moment où la chute de pression de freinage causée par le SUI est parvenue à la locomotive de tête et le moment de l'arrêt complet du train. Toutefois, la mâchoire d'attelage brisée du 75<sup>e</sup> wagon (CNWX 110574) a été trouvée environ 900 pieds derrière l'endroit où le wagon s'est arrêté. On en déduit que la mâchoire d'attelage s'est brisée avant que le SUI se déclenche. À la suite de la rupture de la mâchoire d'attelage, une séparation s'est produite entre les 75<sup>e</sup> et 76<sup>e</sup> wagons, ce qui a entraîné la séparation des boyaux des freins à air et le SUI.

Les wagons du train se sont mis en portefeuille et ont déraillé à deux endroits. La position des wagons déraillés, les marques de boudin de roue sur le champignon du rail sud entre les 30<sup>e</sup> et 31<sup>e</sup> wagons, les rails qui se sont renversés sous les 39<sup>e</sup> à 44<sup>e</sup> wagons et le fait que les appareils de choc et de traction des wagons de tête aient été complètement comprimés indiquent que le SUI a été suivi d'une forte compression des attelages.

Avant le SUI, la manette des gaz était à la position 8 et les attelages du train étaient complètement étirés (en traction). Au moment du SUI, les freins d'urgence se sont serrés à partir du 75<sup>e</sup> wagon en direction des locomotives et à partir du 76<sup>e</sup> wagon en direction de la queue du train. Initialement, la tête du train a continué d'être en traction, mais dès que la chute de pression est parvenue à la locomotive de tête, le frein direct des locomotives s'est serré et est resté engagé pendant 13 secondes avant qu'on le purge. Les wagons qui suivaient ont continué de pousser sur les locomotives et ont généré des contraintes excessives de compression des attelages, lesquelles ont occasionné des efforts latéraux considérables au point d'interface entre les roues et les rails et ont entraîné le déraillement des huit wagons. Les 30<sup>e</sup> et 31<sup>e</sup> wagons ont déraillé après que leurs roues ont chevauché le rail, alors que les 39<sup>e</sup> à 44<sup>e</sup> wagons ont déraillé après que les rails se sont renversés sous leur poids.

### *Gestion des forces exercées dans le train durant un freinage d'urgence*

Le lotissement en fonction de la destination constitue une pratique acceptée dans l'industrie. Il a comme principaux avantages d'accroître l'efficacité de l'exploitation et de simplifier la prestation des services pour le transporteur. Bien que cette méthode de formation des trains ne soit pas dangereuse en soi, elle ne tient pas compte de la répartition du poids dans le train, ce qui peut occasionner l'apparition de forces considérables dans le train, forces qui doivent être limitées afin d'éviter des accidents. Le CN a pris des mesures positives de gestion des forces exercées dans le train en équipant environ la moitié de son parc de locomotives de grande ligne du dispositif Trainlink-ES et en donnant à ses mécaniciens une formation disant que, pendant un freinage d'urgence, ils doivent actionner le dispositif de freinage d'urgence en queue de train ainsi que purger le frein direct. Toutefois, comme le montre cet événement, il existe encore des lacunes dans les méthodes de limitation des forces dans le train.

Les pratiques de formation des trains et la longueur des trains influent sur l'importance des forces dans le train. Quand, au moment de la formation du train, on place les wagons légers en tête du train et les wagons lourds à la queue, la décélération se fera plus tôt et plus rapidement à l'avant qu'à l'arrière, surtout si le frein direct des locomotives est serré en continu. Les wagons lourds placés en queue de train, du fait de la vitesse acquise, poussent alors contre les wagons de l'avant, qui ont commencé à ralentir, et ils génèrent des forces considérables de compression des attelages. Le jeu des attelages et les forces de compression des attelages sont encore plus accentués lorsque le train est long et que certains de ses wagons sont munis d'amortisseurs hydrauliques en bout de wagon ayant une longue course. Le train présentait toutes ces caractéristiques. Bien qu'on ait respecté les exigences du CN et celles de la réglementation au moment de la formation du train, le train n'avait pas une configuration qui permettait de réduire au minimum les forces dans le train.

Lors du déraillement, le frein direct des locomotives est resté engagé pendant 13 secondes avant qu'il soit purgé. Dans ces conditions, une force de compression des attelages de l'ordre de 311 kips s'est exercée directement à l'arrière des locomotives, et une force maximale de compression de 444 kips s'est exercée entre les deux premiers wagons déraillés (le 30<sup>e</sup> et le 31<sup>e</sup>). L'analyse a démontré que le niveau des forces de compression des attelages et le risque de déraillement auraient été grandement réduits si l'on avait purgé le frein direct plus tôt.

Cependant, il existait d'autres façons de réduire au minimum l'amplitude de ces forces. Si l'on avait procédé à l'inverse au moment de la formation du train, c'est-à-dire en plaçant les wagons chargés à l'avant et les wagons vides à l'arrière, la force maximale de compression des attelages qui se serait exercée immédiatement derrière les locomotives aurait été de 311 kips. Comme la même force n'était pas suffisante pour faire dérailler des wagons vides placés à cet endroit lors du déraillement, elle aurait été encore moins susceptible de faire dérailler des wagons chargés. Donc, si l'on avait procédé à l'inverse au moment de former le train, de façon à réduire au minimum les forces dans le train, on aurait peut-être évité que le train déraile, et ce même si le frein direct a été serré pendant 13 secondes.

Le fait de purger le frein direct durant un freinage d'urgence permet de réduire au minimum les forces de compression des attelages qui s'exercent dans le train, mais il comporte certaines limitations. Lorsque survient un freinage d'urgence, le mécanicien doit réagir rapidement et doit exécuter une série de tâches dont les délais d'exécution sont critiques. Comme les situations d'urgence diffèrent les unes des autres, il faut décider chaque fois de la façon dont on se servira du frein direct. Le mécanicien doit tenir compte du profil de la voie, de la vitesse et de la composition du train, ainsi que d'autres dangers potentiels comme la présence de passages à niveau et la circulation routière. Comme la décision de purger le frein direct de locomotive pendant un freinage d'urgence dépend de chaque situation ainsi que du processus de décision et de la réaction des opérateurs humains, elle n'est pas toujours appliquée de façon uniforme, de sorte qu'on ne peut pas considérer qu'elle est un moyen efficace de limitation des forces dans le train.

Une autre grande compagnie ferroviaire du Canada, reconnaissant les risques associés aux configurations indésirables des trains, a mis en œuvre un système de formation des trains qui, tout en réduisant au minimum les effets des forces dans le train, tient compte jusqu'à un certain point des besoins découlant du lotissement en fonction de la destination. Un tel système réduit au minimum les forces dans le train, atténue les lacunes associées à la purge du frein direct et

réduit les risques de déraillement. En comparaison, le système de lotissement du CN en fonction de la destination ne tenait pas compte de la répartition du poids dans le train et pouvait occasionner l'apparition de forces considérables dans le train et un risque de déraillement tout aussi grand.

### *Rupture de la mâchoire d'attelage et du robinet*

Le matériau de la mâchoire d'attelage avait une faible ténacité à la température qui régnait lors de l'accident (-12 °C), et il avait une dureté et une résistance à la traction qui étaient inférieures à la norme. On n'a pas trempé le métal lors du procédé de fabrication, ce qui fait que les propriétés mécaniques de l'acier ne respectaient pas les normes. Alors que la fracture a pris naissance dans une zone affectée par de petites fissures de fatigue, l'absence de frottement abrasif en surface ou de corrosion indique que la rupture a été soudaine. Comme aucun événement inhabituel n'a affecté la conduite du train avant l'accident et comme la surface de rupture montrait des particularités qui correspondaient à une rupture récente consécutive à une surcharge, la mâchoire d'attelage du 75<sup>e</sup> wagon s'est rompue dans des conditions normales de service en raison d'un matériau dont les propriétés mécaniques n'étaient pas conformes aux normes, l'acier ayant fait l'objet d'un traitement thermique inapproprié lors du procédé de fabrication.

Le robinet a été soumis à des contraintes cycliques attribuables au fléchissement de la structure du wagon pendant le service normal. Un tel fléchissement aurait tendance à induire des efforts de traction dans le secteur du point d'origine de la fracture. L'apparence et l'emplacement de la fissure, de même que la présence d'anomalies à la surface des pièces moulées au point d'origine de la fracture, donnent à penser qu'une rupture par fatigue s'est produite. La présence de la fissure a eu pour effet d'amincir la paroi de la pièce coulée, de sorte que l'effort nécessaire pour causer une rupture était réduit. Bien que la rupture finale du robinet ait vraisemblablement été causée par une surcharge résultant des forces de compression des attelages, il semble que la fissure ait résulté de la fatigue du métal. Toutefois, cette rupture n'a pas été un facteur contributif du déraillement; d'ailleurs, les dossiers ne renferment aucune défaillance qui aurait affecté des robinets d'isolement et attrape-poussière, ce qui porte à croire que la rupture du robinet a été un événement isolé et qu'elle ne dénote aucun risque systémique.

### *Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs*

1. Le train s'est séparé et un serrage d'urgence intempestif des freins du train s'est déclenché lorsqu'une mâchoire d'attelage du 75<sup>e</sup> wagon s'est rompue.
2. La mâchoire d'attelage du 75<sup>e</sup> wagon s'est rompue dans des conditions normales de service en raison d'un matériau dont les propriétés mécaniques n'étaient pas conformes aux normes, l'acier ayant fait l'objet d'un traitement thermique inapproprié lors du procédé de fabrication.
3. À cause de la configuration du train, le temps qu'on a pris pour purger le frein direct de locomotive tandis que les wagons exerçaient une poussée à l'arrière du groupe de traction a occasionné des forces excessives dans le train et a fait en sorte que les huit wagons déraillent.

4. Bien que la formation du train ait été conforme aux exigences du Canadien National (CN) et à celles de la réglementation, le train n'était pas configuré de façon que les forces exercées dans le train soient réduites au minimum.

### *Faits établis quant aux risques*

1. Comme la décision de purger le frein direct de locomotive pendant un freinage d'urgence dépend de chaque situation ainsi que du processus de décision et de la réaction des opérateurs humains, on ne peut pas toujours considérer qu'elle est un moyen efficace de limitation des forces exercées dans le train.
2. Le système de lotissement du CN en fonction de la destination ne tenait pas compte de la répartition du poids dans le train et pouvait occasionner l'apparition de forces considérables dans le train et un risque de déraillement tout aussi grand.

### *Autres faits établis*

1. Bien que la fissure ait vraisemblablement résulté de la fatigue du métal, la rupture finale du robinet d'isolement et attrape-poussière a été causée par une surcharge résultant des forces de compression des attelages.
2. Les dossiers ne renferment aucune défaillance qui aurait affecté des robinets d'isolement et attrape-poussière, ce qui porte à croire que la rupture du robinet a été un événement isolé et qu'elle ne dénote aucun risque systémique.

### *Mesures de sécurité prises*

Le 23 octobre 2007, le BST a adressé la lettre d'information sur la sécurité ferroviaire 17/07 à Transports Canada. La lettre précisait que les propriétés mécaniques des mâchoires d'attelage faites en acier de nuance E et fabriquées par la Siderúrgica Nacional (Sidena) n'étaient pas conformes aux normes, et qu'il n'existait aucune exigence concernant l'enregistrement de l'information relative à la fabrication des mâchoires d'attelage.

Transports Canada a signalé que ni le Canadien National (CN) ni le Chemin de fer Canadien Pacifique n'achetaient des mâchoires d'attelage faites en acier de nuance E et fabriquées par Sidena, et a noté que la réglementation relative aux mâchoires d'attelage relevait de l'Association of American Railroads (AAR). Transports Canada entend assurer un suivi sur cette question.

Transports Canada assure un suivi auprès du CN afin de vérifier si d'autres composantes mécaniques sont fabriquées dans d'autres pays selon les normes de l'AAR.

*Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 30 juillet 2008.*

*Visitez le site Web du BST ([www.bst.gc.ca](http://www.bst.gc.ca)) pour plus d'information sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également des liens vers d'autres organismes de sécurité et des sites connexes.*