

Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE
R01M0061



ACCIDENT À UN PASSAGE À NIVEAU ET DÉRAILLEMENT

DU TRAIN NUMÉRO M-306-31-05
DU CANADIEN NATIONAL
AU POINT MILLIAIRE 178,67
DE LA SUBDIVISION NAPADOGAN
À DRUMMOND (NOUVEAU-BRUNSWICK)
LE 6 OCTOBRE 2001

Canada

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

Accident à un passage à niveau et déraillement

du train numéro M-306-31-05
du Canadien National
au point milliaire 178,67 de la subdivision
Napadogan
à Drummond (Nouveau-Brunswick)
le 6 octobre 2001

Rapport numéro R01M0061

Résumé

Le 6 octobre 2001, vers 16 h 30, heure avancée de l'Atlantique, le train de marchandises n° M-306-31-05 du Canadien National, qui roulait vers l'est en direction de Moncton (Nouveau-Brunswick), a heurté une automobile à un passage à niveau de ferme situé au point milliaire 178,67 de la subdivision Napadogan, dans le canton de Drummond (Nouveau-Brunswick), et 15 wagons du train ont déraillé. Sept des wagons déraillés étaient des wagons-citernes chargés de gaz de pétrole liquéfiés. Le capot de protection et les raccords supérieurs d'un des wagons-citernes ont été endommagés dans l'accident, causant une fuite de butane. Neufs wagons ont été détruits, et la voie a été détruite sur une distance de quelque 1 000 pieds. Personne n'a été blessé.

This report is also available in English.

© **Ministre des Travaux publics et des Services gouvernementaux 2004**
N° de cat. **TU4-13/2004F**
ISBN **0-662-76606-7**

1.0	Renseignements de base	1
1.1	L'accident	1
1.2	Intervention d'urgence	2
1.3	Renseignements sur les lieux de l'accident	3
1.3.1	Matériel roulant déraillé	3
1.3.2	Wagon-citerne CHAX 225	3
1.3.3	Wagons-citernes sous pression transportant des marchandises dangereuses	4
1.3.4	Voie ferrée	6
1.3.5	Le passage à niveau de ferme	6
1.4	Formation du train 306	7
1.4.1	Exigences du CN relatives à la formation des trains	8
1.5	Freinage d'urgence	9
1.6	Renseignements complémentaires	10
2.0	Analyse	11
2.1	L'accident	11
2.2	Serrage d'urgence des freins à air	11
2.3	Formation du train	11
2.4	Utilisation du frein d'urgence	12
2.5	Protection des wagons-citernes sous pression	13
2.6	Intervention d'urgence	14
3.0	Conclusions	15
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs	15
3.2	Faits établis quant aux risques	15
3.3	Autres faits établis	16

4.0	Mesures de sécurité	17
4.1	Mesures prises	17
4.1.1	Mesures prises par le Canadien National	17
4.1.2	Mesures prises par Transports Canada	17
4.1.3	Mesures prises par l'industrie	18
4.1.4	Intervention d'urgence	18
4.2	Mesures à prendre	19
4.2.1	Sécurité des trains pendant les freinages d'urgence	19
5.0	Annexes	
	Annexe A - Sigles et abréviations	23

Liste des figures

Figure 1	Carte de la subdivision Napadogan	1
Figure 2	Répartition du tonnage	7
Figure 3	Répartition des wagons d'après leur longueur	8

Liste des photos

Photo 1	Vue aérienne des lieux de l'accident	3
Photo 2	Wagon-citerne CHAX 225 endommagé	4
Photo 3	Domages observés sur les raccords supérieurs du wagon CITX 4240	5
Photo 4	Pupitre de commande de locomotive	9

1.0 Renseignements de base

1.1 L'accident

Le 6 octobre 2001, vers 15 h 30, heure avancée de l'Atlantique¹, le train de marchandises n° M-306-31-05 (le train 306) du Canadien National (CN)² part d'Edmundston (Nouveau-Brunswick) à destination de Moncton (Nouveau-Brunswick) (Figure 1). Le train compte 3 locomotives, 60 wagons chargés, 52 wagons vides et 18 wagons de résidus. Il mesure environ 8 700 pieds et pèse quelque 10 000 tonnes. L'équipe du train comprend un mécanicien et un chef de train. Ils répondent tous deux aux exigences en matière de condition physique et de repos. Ils sont qualifiés pour occuper leurs postes respectifs et ils connaissent bien la subdivision.

Alors que le train 306 approche d'un passage à niveau de ferme situé au point milliaire 178,67, le mécanicien constate qu'une automobile venant du nord s'est engagée sur le passage à niveau et s'y arrête. Le mécanicien actionne le sifflet du train et commande un freinage d'urgence quand il s'aperçoit que l'automobile a calé sur le passage à niveau. Les membres de l'équipe se mettent à l'abri en prévision de la collision. La locomotive de tête heurte l'automobile et s'immobilise à quelque 1 070 pieds du passage à niveau. Les trois occupants de l'automobile ne sont pas blessés, ayant eu le temps d'abandonner leur véhicule avant la collision.

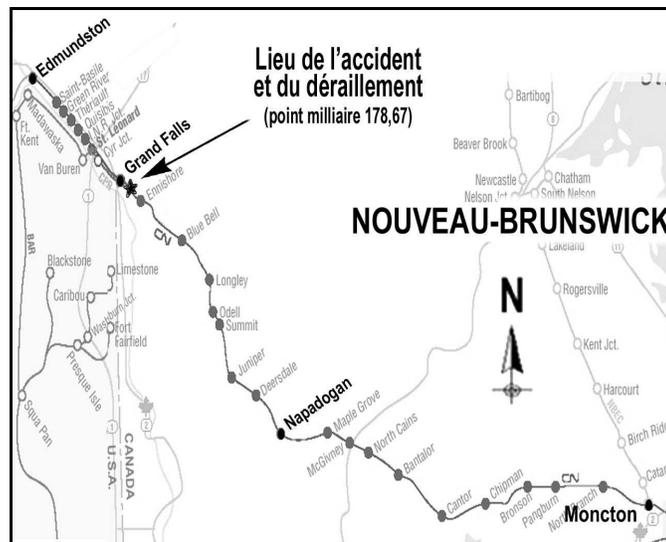


Figure 1. Carte de la subdivision Napadogan
(Source : Atlas de l'Association des chemins de fer du Canada)

¹ Les heures sont exprimées en heure avancée de l'Atlantique (temps universel coordonné [UTC] moins trois heures).

² Voir l'Annexe A pour la signification des sigles et abréviations.

Le consignateur d'événements de la locomotive a révélé que le train roulait à 38 mi/h et que la commande des gaz était à la position n° 8. Le sifflet de la locomotive a été actionné au point milliaire 178,78, à quelque 580 pieds du passage à niveau. Au point milliaire 178,68, à quelque 70 pieds du passage à niveau, le mécanicien a commandé un freinage d'urgence à l'aide du robinet de frein de la locomotive de tête. La vitesse de la locomotive est passée de 38 mi/h à 27 mi/h dans les 14 premières secondes, elle est restée constante pendant 6 secondes, puis a diminué jusqu'à 0 mi/h dans les 14 dernières secondes. L'interrupteur d'urgence à bascule, dont tous les systèmes de contrôle et de freinage en queue (TIBS)³ sont équipés, n'a pas été actionné.

1.2 Intervention d'urgence

L'équipe prend les mesures d'urgence qui s'imposent et communique avec le contrôleur de la circulation ferroviaire pour demander une assistance immédiate. Un superviseur du CN et des pompiers de la localité interviennent sur-le-champ. Les occupants de l'automobile sont transportés à l'hôpital de la localité, où ils sont traités pour stress post-traumatique.

Deux policiers de la localité se rendent sur les lieux immédiatement après l'accident. Un des policiers s'approche de la queue du train au volant de son auto-patrouille, puis s'éloigne des lieux après avoir perçu une forte odeur de gaz. Le policier avait suivi un cours de formation de base sur les marchandises dangereuses. L'équipement de sécurité de son véhicule ne comprenait aucun équipement de protection contre les marchandises dangereuses.

Lors de deux accidents ferroviaires précédents, en l'occurrence un déraillement survenu dans un triage en 2001 près de Red Deer, en Alberta (rapport n° R01E0009 du BST) et un déraillement en voie principale survenu en 1999 près de Britt, en Ontario (rapport n° R99T0256 du BST), des policiers se sont approchés des lieux de l'accident sans être munis d'une tenue de protection contre les marchandises dangereuses et ils ont été exposés à des vapeurs d'ammoniac anhydre. Dans les deux cas, les policiers avaient suivi une formation de base sur les marchandises dangereuses.

Après l'enquête sur le déraillement survenu près de Britt, le Bureau s'est dit préoccupé par le fait que le personnel d'intervention d'urgence des petites localités ne disposent pas toujours des outils, ni de l'équipement de protection ni de la formation qui leur permettraient d'être bien au fait des risques associés aux marchandises dangereuses et de faire face à ces risques.

³ Grâce à l'interrupteur du système TIBS, le conducteur du train peut faire la vidange de la conduite générale à partir de la queue du train.

On a établi un périmètre de sécurité et exercé une surveillance constante des lieux afin d'assurer la sécurité des travailleurs et des résidants. Une équipe de la Corporation en intervention d'urgence pour les gaz de pétrole liquéfiés est venue de Saint John (Nouveau-Brunswick). Les résidants ont été avisés de rester à l'intérieur. Cependant, une évacuation des lieux n'a pas été nécessaire.

1.3 Renseignements sur les lieux de l'accident

1.3.1 Matériel roulant déraillé

L'inspection du train après l'accident a révélé que le 63^e wagon, et les wagons 88 à 101 à partir de la tête du train, avaient déraillé (Photo 1). De nombreux wagons présentaient des marques récentes sur les pylônes de choc moulés et les saillies d'arrêt des têtes d'attelage.



Photo 1. Vue aérienne des lieux de l'accident
(Source : Ressources naturelles Canada)

1.3.2 Wagon-citerne CHAX 225

Le 63^e wagon, CHAX 225, un wagon-citerne de classe 111A, a été déformé vers le haut par les forces de compression, et son bout B⁴ a déraillé au point milliaire 179,35 (Photo 2). Le wagon-citerne était vide et il avait été placé entre des wagons-trémies chargés. Des échantillons prélevés sur le wagon ont été envoyés au Laboratoire technique du BST à des fins d'analyse

⁴ Extrémité du wagon où se trouve le frein à main.

(rapport technique LP 102/01); l'examen n'a révélé aucune réduction notable de la résistance du wagon. Les normes de conception de l'Association of American Railroads (AAR) exigent que les wagons-citernes puissent résister à une force longitudinale d'au moins 1 000 000 livres⁵.



Photo 2. Wagon-citerne CHAX 225 endommagé

Les wagons 88 à 101 ont déraillé dans le raccordement parabolique situé au début d'une courbe vers la droite entre le point milliaire 179,75 et le point milliaire 179,52. Le 88^e wagon est resté sur ses roues. Les wagons 89 à 92 se sont couchés du côté sud de la voie ferrée. Les 93^e et 94^e wagons, deux wagons longs (servant au transport d'automobiles) munis d'amortisseurs hydrauliques en bout de wagon, se sont mis en portefeuille, et six wagons-citernes sous pression, chargés de gaz de pétrole liquéfiés, se sont tamponnés derrière eux. Le bouclier protecteur et la longrine tronquée des wagons-citernes déraillés ont été endommagés.

1.3.3 Wagons-citernes sous pression transportant des marchandises dangereuses

Le 95^e wagon, CITX 4240, un wagon-citerne sous pression de classe 112, s'est couché après avoir heurté le châssis du 94^e wagon. Le capot de protection a été tordu et a endommagé la soupape de vidange (Photo 3), causant une fuite de butane.

⁵ Association of American Railroads, *Manual of Standards and Recommended Practices, Specifications for Tank Cars*, Section 6.2.3.1. (Washington D.C.: Association of American Railroads, janvier 1996).

Le butane (ONU 1075) est un gaz incolore et extrêmement inflammable. Sous forme gazeuse et liquide, le butane est un produit irritant qui peut causer des lésions oculaires, des gelures ou des troubles respiratoires. Il s'agit d'un gaz asphyxiant qui peut exploser en cas d'impact ou de décharge statique. On doit porter une tenue ou un équipement de protection spécial pour entrer dans une zone affectée par une fuite ou un déversement de ce produit.

Des dommages similaires à ceux relevés sur le wagon CITX 4240 ont été observés sur les wagons-citernes qui ont déraillé dans un triage à Red Deer. Lors de ce déraillement, le capot de protection d'un wagon d'ammoniac anhydre a subi des dommages qui ont causé une fuite. Une personne a perdu la vie, 34 personnes ont été hospitalisées et 1 600 résidents ont dû être évacués. Lors d'un autre déraillement survenu le 26 novembre 1998 dans le triage MacMillan, à Concord (Ontario) (rapport n° R98T0292 du BST), un wagon-citerne s'est renversé, et le capot de protection et les robinets du wagon ont été endommagés, causant une petite fuite; il a alors fallu évacuer la cour de triage, et la circulation a été interdite sur une route principale pendant plusieurs heures.



Photo 3. Dommages observés sur les raccords supérieurs du wagon CITX 4240

Les mesures de sécurité prises à la suite des accidents de Red Deer et de Concord concernaient les propriétaires des wagons, Transports Canada, la Federal Railroad Association, et le comité des wagons-citernes de l'AAR. Les mesures prises comprenaient notamment des analyses des contraintes imposées à la structure et dans le secteur du trou d'homme des wagons-citernes, un examen des exigences relatives à la protection des conduites supérieures et un examen des données sur les accidents afin de déterminer la robustesse des couvercles de protection et les dégagements. Les normes sur le transport des marchandises dangereuses ont été rendues publiques en août 2002⁶. Les nouvelles normes n'ont pas resserré les exigences relatives à la protection des raccords supérieurs des wagons-citernes sous pression; toutefois, Transports Canada n'exclut pas la possibilité de modifier les normes une fois que l'étude de l'industrie sera terminée.

⁶ Office des normes générales du Canada (2002). *Norme nationale du Canada CAN/CGSB-43.147-2002 : Construction, modification, qualification, entretien, sélection et utilisation des contenants pour la manutention, la demande de transport ou le transport des marchandises dangereuses par chemin de fer*. Remplace la norme CAN/CGSB-43.147-97. Ottawa.

1.3.4 Voie ferrée

Dans la subdivision Napadogan, la voie principale est simple et va de Pacific Junction (Nouveau-Brunswick), point milliaire 0,0, à Edmundston, point milliaire 219,4. Le mouvement des trains est régi par la commande centralisée de la circulation en vertu du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada*. Un contrôleur de la circulation ferroviaire posté à Montréal (Québec) supervisait le mouvement des trains.

Dans le secteur du déraillement, la vitesse maximale autorisée par l'indicateur était de 45 mi/h pour les trains de marchandises. La voie présentait une pente ascendante ayant une inclinaison de 0,2 à 0,4 % dans le sens de la marche du train. La structure de la voie était faite de longs rails soudés, posés sur des selles de rail à double épaulement reposant sur des traverses de bois dur. Dans les courbes, la voie était faite de rails de 136 livres assujettis à chaque traverse par six crampons, alors que dans les tronçons en alignement droit, elle se composait de rails de 132 livres retenus à chaque traverse par quatre crampons. Il y avait environ 3 120 traverses par mille de voie. Le ballast avait de 12 à 18 pouces d'épaisseur et était constitué de pierres concassées de 1 ½ à 2 pouces de diamètre. Les cases étaient pleines et les banquettes mesuraient 18 pouces de largeur.

La voie répondait aux exigences des *Circulaires sur les méthodes normalisées* du CN et du *Règlement sur la sécurité de la voie* de Transports Canada. Une voiture de contrôle de la géométrie de la voie a contrôlé la voie le 13 juillet 2001 et n'a décelé aucune anomalie. Les rails ont été auscultés le 5 septembre 2001 par une voiture de détection des défauts de rails; cette inspection n'a révélé aucune anomalie. La dernière inspection dans le secteur du déraillement a été faite le 4 octobre 2001 par un superviseur adjoint de la voie à bord d'un véhicule rail-route; cette dernière inspection n'a révélé aucune anomalie.

L'examen des lieux du déraillement a révélé qu'au point milliaire 179,05, la voie était déplacée vers le sud sur une trentaine de pieds à l'intérieur d'une courbe, que le ballast était perturbé et que les crampons du côté intérieur du rail sud étaient soulevés de deux pouces. Au point milliaire 179,75, on a observé des marques de boudin de roue sur les traverses du côté intérieur du rail sud, et sur l'âme du rail nord. Le rail nord était renversé du côté extérieur de la voie.

1.3.5 Le passage à niveau de ferme

Du côté nord, les abords du passage à niveau de ferme étaient constitués d'une surface de gravier qui affleurait le platelage du passage à niveau. Le platelage était en bon état. Dans le quadrant nord-ouest, la visibilité était d'environ 130 mètres (425 pieds) pour un

conducteur immobilisé à 6,5 mètres (20 pieds) de la voie. Dans les autres quadrants, la visibilité était conforme aux exigences minimales de 230 mètres (750 pieds) stipulées dans les normes provisoires relatives aux passages à niveau de construction récente.⁷

1.4 Formation du train 306

La plupart des wagons chargés du train 306 avaient été placés dans la partie arrière du train (Figure 2). Le train comptait plusieurs combinaisons de wagons longs-longs et de wagons longs-courts (Figure 3). Dix des wagons étaient munis d'amortisseurs hydrauliques en bout de wagon. Le train 306 est passé devant une installation du système de détection en voie au point milliaire 200,5, et aucune anomalie n'a été décelée.

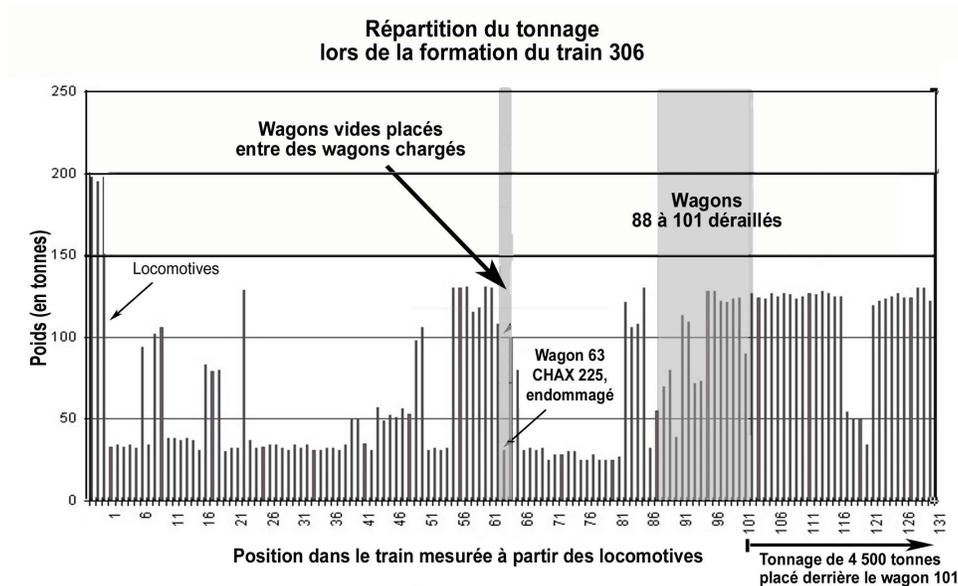


Figure 2. Répartition du tonnage

⁷

Transports Canada (2002), *Normes techniques et exigences concernant l'inspection, les essais et l'entretien des passages à niveau rail-route*, Avant-projet RTD 10, Ottawa.

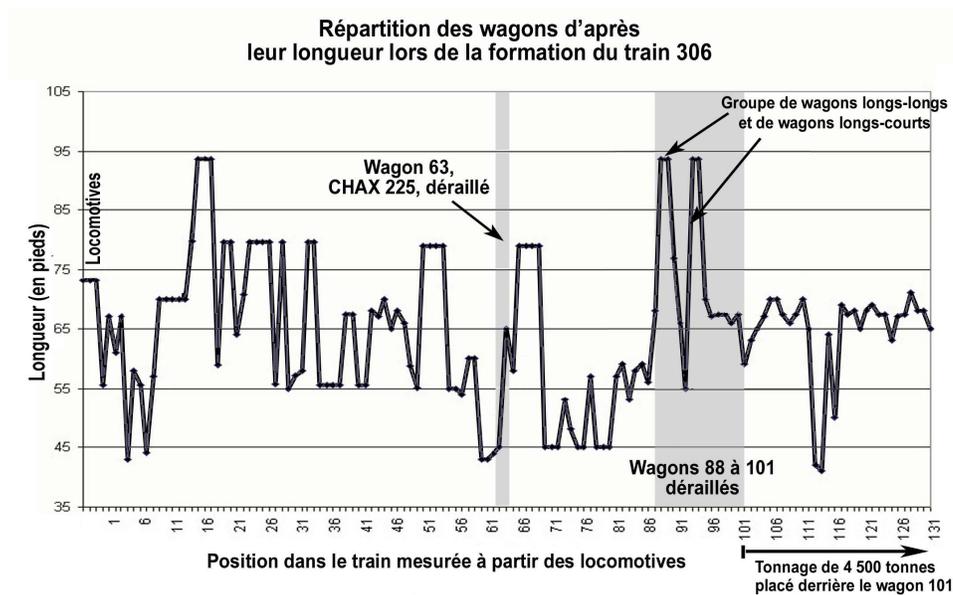


Figure 3. Répartition des wagons d'après leur longueur

1.4.1 Exigences du CN relatives à la formation des trains

Au CN, le système de planification des trains est informatisé. Le système produit aussi les bulletins de composition, les relevés du tonnage, ainsi que les informations sur la facturation et sur les marchandises dangereuses pour chaque train. Il décèle les trains dont la composition n'est pas conforme aux exigences des *Instructions générales d'exploitation* du CN en ce qui concerne les restrictions imposées au matériel roulant et le placement des marchandises dangereuses. Le système est en interface avec des systèmes automatisés d'identification en voie du matériel roulant⁸ qui relèvent en cours de route les manquements aux règles de composition des trains. Comme les *Instructions générales d'exploitation* n'imposent aucune restriction sur la répartition du tonnage à l'intérieur du train, la répartition du poids n'est pas contrôlée au moment de la formation du train.

Les feuilles de train du train 306, et celles d'autres trains exploités en fonction du même plan de service ferroviaire, montrent une certaine uniformité dans la répartition séquentielle des wagons en fonction de leur destination⁹. Elles montrent aussi qu'on place généralement les

⁸ Système automatisé d'identification du matériel roulant. Système composé d'étiquettes d'identité et de détecteurs en voie, qui permet une identification automatique des wagons en Amérique du Nord.

⁹ L'ordre des groupes de wagons correspond à l'ordre de leurs gares de destination.

wagons vides à l'avant du train ou entre deux groupes importants de wagons lourdement chargés. Le CN utilise couramment la répartition séquentielle des wagons en fonction de leur destination pour former d'autres trains de marchandises.

1.5 Freinage d'urgence

On sait que les trains où l'on retrouve des wagons vides à l'avant et des wagons chargés à l'arrière sont soumis à des forces de compression plus importantes pendant les freinages d'urgence, comme le montrent les études sur la dynamique des trains¹⁰.

Les chemins de fer appliquent des méthodes visant à limiter les forces qui s'exercent sur le train pendant un serrage d'urgence des freins. Le CN, pour sa part, a émis dans l'indicateur n° 78 une directive voulant qu'on serre le frein d'urgence à partir de la locomotive et de la queue du train. Pour ce faire, on place le robinet de mécanicien à la position de serrage d'urgence et on actionne l'interrupteur à bascule de freinage d'urgence sur le pupitre de commande de la locomotive (Photo 4). De plus, au moment de l'accident, le CN faisait des tests avec un système de contrôle de

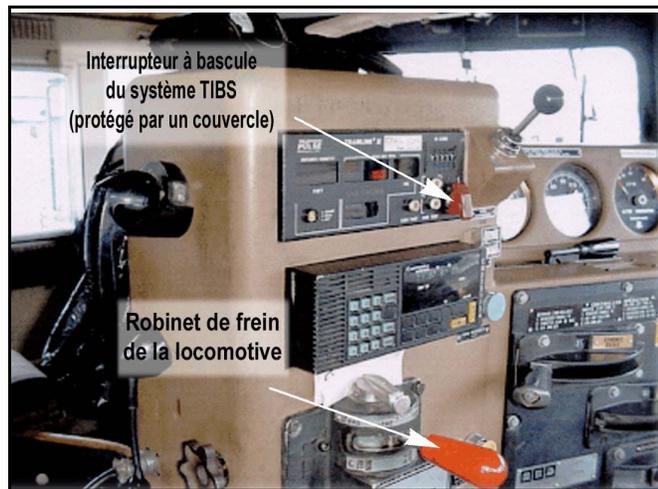


Photo 4. Pupitre de commande de locomotive

queue qui déclenche automatiquement un freinage synchronisé à partir de la locomotive et de la queue du train dès que l'on commande un freinage d'urgence ou un freinage gradué. Certaines compagnies de chemin de fer des États-Unis ont déjà équipé leurs trains de tels systèmes¹¹. Depuis le 1^{er} novembre 2001, l'AAR exige que toutes les locomotives neuves soient munies de dispositifs de contrôle de queue automatisés¹² afin qu'elles soient conformes à l'article 232.405 du titre 49 du *Code of Federal Regulations* (49 CFR 232.405) des États-Unis de la Federal Railway Association (FRA) intitulé *Design and Performance Standards for Two-Way End-of-Train*

¹⁰ DOT/FRA/ORD-84-16 - *Freight Train Brake System Safety Study*, novembre 1984; *R-185-Track Train Dynamics Report - TTD Guidelines for Optimum Train Handling, Train Makeup, and Track Considerations*, novembre 1979.

¹¹ Rapport d'accident ferroviaire RAR-02-02 du National Transportation Safety Board, *Derailment of CSX Transportation Coal Train V986-26 at Bloomington, Maryland, January 30, 2000*.

¹² Association of American Railroads (2001). *Revision of AAR Standards S-5701, End-of Train Telemetry Devices. Circular Letter (c- 9359)*. Washington, D.C.

*Devices*¹³. Le règlement de la FRA exige que toutes les locomotives commandées le 1^{er} août 2001 ou après cette date, ou mises en service pour la première fois le 1^{er} août 2003 ou après cette date, soient conçues de façon à déclencher automatiquement un freinage d'urgence simultané à la tête et à la queue du train dès que le mécanicien commande un serrage d'urgence des freins à air du train.

1.6 *Renseignements complémentaires*

Le Bureau a enquêté sur des déraillements survenus après un freinage d'urgence dans des trains longs dont la configuration wagons vides à l'avant/wagons chargés à l'arrière était similaire à celle du train 306 (rapports n^{os} R00Q0023 et R01T0006 du BST).

¹³ Federal Railroad Administration, Department of Transport (2001) *Title 49 - Transportation, Volume 4, Chapter II, Part 232 - Brake Safety Standards for Freight and Other Non-Passenger Trains, Subpart E - End-of-Train Devices*. (Washington: U.S. Government Printing Offices, octobre 2001) pp. 448-449.

2.0 *Analyse*

2.1 *L'accident*

Le train 306 a déraillé après avoir heurté une automobile qui s'était immobilisée sur un passage à niveau. Quand le sifflet de la locomotive a été actionné, le train était à 580 pieds du passage à niveau. Étant donné la vitesse du train, l'automobiliste avait le temps de libérer le passage à niveau; la collision aurait donc pu être évitée si l'automobile n'avait pas calé sur le passage à niveau. Le passage à niveau n'était pas équipé de barrières ni de signaux, et la visibilité dans le quadrant nord-ouest était inférieure à la norme minimale; toutefois, le passage à niveau n'a joué aucun rôle dans l'accident.

Les marques récentes relevées sur les pylônes de choc moulés et les saillies d'arrêt des têtes d'attelage, les dommages relevés sur les wagons déraillés et la structure de la voie, ainsi que le profil de décélération de la locomotive, sont typiques d'un accident mettant en cause des forces longitudinales de compression élevées dans le train. L'analyse portera donc surtout sur la dynamique du train, sur la conception des wagons-citernes sous pression et sur l'intervention d'urgence.

2.2 *Serrage d'urgence des freins à air*

Sur les trains équipés de freins à air conventionnels, un serrage d'urgence des freins commandé à partir de la locomotive de tête n'entraîne pas le freinage simultané de tous les wagons, car il faut un certain temps pour que l'effort de freinage se propage de la tête à la queue du train. En raison de ce délai, les wagons placés en queue du train sont les derniers à fournir un effort de freinage effectif. Sur les trains longs, ou les trains ayant des wagons équipés d'amortisseurs hydrauliques en bout de wagon, la longueur de la conduite principale est accrue, ce qui retarde d'autant plus le début du freinage effectif en queue du train : les freins peuvent être serrés à fond à l'avant du train alors qu'aucun effort de freinage ne se fait sentir à l'arrière. Par conséquent, lorsque les attelages d'un train sont étirés, un mouvement d'accordéon dû au jeu des attelages a lieu, et des forces longitudinales de compression élevées sont générées.

2.3 *Formation du train*

Les méthodes de formation des trains et la longueur des trains influent sur les forces de compression qui s'exercent sur le train et qui se manifestent lorsqu'un freinage d'urgence est commandé à partir de la locomotive. Quand on place des wagons légers à la tête du train et des wagons lourds en queue du train, la tête du train commence à décélérer plus tôt et plus rapidement que la partie arrière du train qui est plus lourde, ce qui occasionne des forces élevées de compression des attelages. Le mouvement d'accordéon dû au jeu des attelages et les forces de compression augmentent encore plus lorsque le train est long et qu'il compte des wagons équipés d'amortisseurs hydrauliques en bout de wagon.

Du fait que les *Instructions générales d'exploitation* du CN concernant la formation des trains et les systèmes de planification des trains du CN n'imposent aucune restriction quant à la répartition du tonnage et à la longueur des trains, le CN ne forme pas systématiquement ses trains de façon à assurer un contrôle efficace des forces de compression. Dans les courbes, ces forces de compression, agissant sur des combinaisons wagons longs/wagons longs ou wagons longs/wagons courts, génèrent des forces latérales plus grandes sur la structure de la voie, ce qui augmente les risques de déraillement. Les bras d'attelage des wagons vides et des wagons chargés n'étant pas à la même hauteur, les forces longitudinales font en sorte qu'un wagon vide placé entre des wagons chargés subit des contraintes de compression et de soulèvement élevées qui peuvent le faire dérailler ou le déformer.

Le train 306 était un train long et la majeure partie de son poids était répartie à l'arrière. Au moment de l'accident, le train gravissait une pente, de sorte que ses attelages étaient complètement étirés; comme le freinage d'urgence a été commandé à partir de la locomotive, il a entraîné une forte compression des attelages, et des forces longitudinales de compression ont été générées. La voie était conforme aux exigences des *Circulaires sur les méthodes normalisées* du CN et du *Règlement sur la sécurité de la voie* de Transports Canada, mais les forces de compression exercées sur les wagons 88 à 101, où il y avait plusieurs combinaisons wagons longs/wagons longs et wagons longs/wagons courts, en plus du fait que le train roulait dans une courbe, ont généré des forces latérales supérieures à la résistance de la structure de la voie, ce qui a entraîné un surécartement, le renversement du rail et le déraillement des wagons. De plus, les forces longitudinales de compression ont généré des contraintes de compression supérieures aux normes de conception du 63^e wagon, un wagon-citerne vide qui avait été placé entre des wagons chargés, si bien que le wagon-citerne a déraillé et a été déformé.

2.4 Utilisation du frein d'urgence

Le Bureau a enquêté sur deux autres événements (rapports n^{os} R00Q0023 et R01T0006 du BST) où les trains avaient une configuration similaire à celle du train 306. Dans les deux cas, les enquêteurs ont examiné la configuration et la longueur du train ainsi que les forces de compression élevées qui sont générées pendant un freinage d'urgence. Les freinages d'urgence ne sont pas inhabituels. Le freinage d'urgence peut être commandé par l'équipe quand une collision est imminente ou il peut se déclencher automatiquement quand il y a une perte de pression d'air due à la séparation de la conduite générale, ou quand il y a un « à-coup »¹⁴. Du fait que les freinages d'urgence ne sont pas inhabituels et que le CN continue de n'imposer aucune restriction quant à la répartition du tonnage et de la longueur des trains pour la formation de ses trains, des déraillements dus à des forces de compression élevées qui s'exercent sur le train sont davantage susceptibles de se produire.

¹⁴ Freinage d'urgence intempestif dû à une anomalie du circuit de freinage.

Le CN avait émis une directive obligeant les mécaniciens à commander un freinage en queue de train en cas de freinage d'urgence, en actionnant un interrupteur à bascule sur le pupitre de commande de façon à réduire les forces qui s'exercent sur le train, mais cet interrupteur à bascule n'a pas été actionné lors de cet accident. Le mécanicien qui commande un freinage d'urgence doit réagir rapidement et prendre diverses mesures dans des conditions très éprouvantes. Pour s'assurer que toutes les facultés motrices nécessaires à la mise en oeuvre de la procédure d'urgence interviennent au bon moment, la séquence de réaction doit faire l'objet d'un surapprentissage¹⁵, c'est-à-dire qu'elle doit devenir, à force de répétitions, un automatisme qui permettra d'amorcer le processus d'urgence plus facilement et de mieux résister au stress et à l'influence d'autres tâches. Si la procédure de freinage d'urgence n'est pas surapprise, il ne sera pas possible de l'exécuter d'une façon constante en commandant un freinage aux deux bouts du train, ce qui donnera lieu à des forces longitudinales de compression plus élevées et à un plus grand risque de déraillement.

Les compagnies de chemin de fer reconnaissent que l'utilisation fiable du freinage en queue pendant un freinage d'urgence commandé par l'opérateur, que ce soit à la suite de cours de formation continue ou grâce à l'utilisation de matériel automatisé, permet d'atténuer les forces de compression qui s'exercent sur le train et, par le fait même, de réduire les risques de déraillement. Le CN en particulier a été très actif et a mis à l'essai un système de freinage en queue qui déclenche automatiquement un freinage synchronisé à partir de la tête et de la queue du train, en cas de freinage d'urgence ou de freinage gradué. Cette initiative de sécurité, consistant à faire en sorte qu'un freinage automatisé peut être déclenché à partir de la queue du train, est une mesure positive visant à diminuer les risques de déraillement lors du serrage des freins.

2.5 *Protection des wagons-citernes sous pression*

Alors que le train roulait encore à 27mi/h, le wagon-citerne CITX 4240 s'est renversé, ce qui a endommagé son robinet de vidange qui s'est mis à fuir. Des dommages de ce genre surviennent également lors d'accidents à basse vitesse dans les triages, comme ce fut le cas pour les wagons-citernes qui ont déraillé dans les triages Macmillan et Red Deer (rapports n^{os} R98T0292 et R01E0009 du BST). Après ces déraillements, Transports Canada a indiqué que les questions liées à la conception des éléments de protection des raccords supérieurs seraient examinées dans le cadre de la révision des normes pertinentes. De nouvelles normes sur les contenants servant au transport des marchandises dangereuses ont été rendues publiques en août 2002, mais aucune amélioration n'a été apportée aux exigences relatives à la protection des raccords supérieurs en cas de renversement ou de glissement. Par conséquent, les lacunes relevées au chapitre de la protection des raccords supérieurs n'ont fait l'objet d'aucune mesure et continuent donc de présenter des risques pour le public et pour l'environnement.

¹⁵ Driskell, J. E., Willis, R. P., & Copper, C. (1992). *Effect of overlearning on retention* dans le *Journal of Applied Psychology*, 77(5), pp. 615-622.

2.6 *Intervention d'urgence*

Les agents du service de police de la localité qui se sont rendus sur les lieux de l'accident n'avaient pas l'expérience nécessaire pour intervenir en cas de déraillement important mettant en cause des marchandises dangereuses. Ils se sont approchés des lieux de l'accident sans équipement de protection contre les produits dangereux et sans disposer des informations nécessaires sur les produits dangereux présents, même s'ils avaient suivi une formation de base sur les marchandises dangereuses. Ce comportement vient appuyer la préoccupation exprimée par le Bureau dans le cadre de l'enquête sur l'accident survenu près de Britt. Le Bureau avait alors indiqué qu'étant donné que certains premiers intervenants de petites localités répondent peu souvent à un accident ferroviaire, ils ne disposent pas toujours des connaissances voulues pour évaluer correctement les risques associés aux accidents ferroviaires mettant en cause des marchandises dangereuses. En conséquence, ils continuent de prendre des mesures inadéquates et de s'exposer à des marchandises dangereuses dans l'exercice de leurs fonctions.

3.0 *Conclusions*

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

1. Le train 306 a déraillé après avoir heurté une automobile qui s'était immobilisée sur le passage à niveau.
2. En raison du profil de la voie et de la configuration du train, le freinage d'urgence commandé à partir de la tête du train a causé une compression excessive des attelages, ce qui a donné lieu à des forces longitudinales de compression élevées.
3. À cause de la courbe dans la voie, les forces longitudinales de compression importantes ont généré des forces latérales élevées qui ont excédé la capacité de résistance de la structure de la voie, ce qui a fait dérailler les wagons 88 à 101.
4. Le 63^e wagon, un wagon-citerne vide qui avait été placé entre des wagons chargés, a déraillé et a été déformé sous l'effet de forces de soulèvement et de compression supérieures à ses normes de conception.
5. Le wagon-citerne CITX 4240 s'est renversé et a heurté le wagon voisin, ce qui a endommagé son robinet de vidange qui s'est mis à fuir.

3.2 *Faits établis quant aux risques*

1. Des instructions générales d'exploitation et des systèmes de planification des trains qui n'imposent aucune restriction quant à la répartition du tonnage et à la longueur des trains ne permettent pas de contrôler efficacement les forces de compression, ce qui augmente les risques de déraillement lors d'un freinage d'urgence.
2. Du fait que les équipes de locomotive ne font pas un surapprentissage des procédures de freinage d'urgence, le freinage d'urgence ne se fait pas toujours à partir des deux bouts du train, ce qui donne lieu à des forces longitudinales de compression plus importantes et augmente le risque de déraillement.
3. Aucune amélioration n'ayant été apportée aux exigences relatives à la protection des raccords supérieurs des wagons-citernes sous pression en cas de renversement ou de glissement, les capots de protection et les raccords supérieurs continueront d'être endommagés, même lors d'accidents à vitesses relativement faibles.

4. Dans les petites localités, certains premiers intervenants n'ont pas toujours les connaissances voulues pour évaluer correctement les risques associés aux accidents de chemin de fer mettant en cause des marchandises dangereuses; en conséquence, ils continuent de prendre des mesures inadéquates et de s'exposer aux marchandises dangereuses dans l'exercice de leurs fonctions.

3.3 *Autres faits établis*

1. Le passage à niveau n'était pas équipé de barrières ni de signaux, et la visibilité dans le quadrant nord-ouest était inférieure à la norme minimale; toutefois, le passage à niveau n'a joué aucun rôle dans l'accident.

4.0 Mesures de sécurité

4.1 Mesures prises

4.1.1 Mesures prises par le Canadien National

Le Canadien National (CN) a lancé un programme visant à équiper son parc de quelque 1 600 locomotives de ligne d'un système de contrôle de queue qui déclenche automatiquement un freinage synchronisé à partir de la locomotive et de la queue du train dès que l'on commande un freinage d'urgence ou un freinage gradué. En avril 2003, le CN avait équipé 98 de ses locomotives et avait fait l'acquisition de 198 systèmes de contrôle de queue qu'il affectera à son exploitation au Canada.

En 2002, on a amélioré la visibilité dans le quadrant nord du passage à niveau du point milliaire 178,67 de la subdivision Napadogan du CN, de façon qu'elles soient conformes aux exigences minimales de la norme proposée relative aux passages à niveau.

Depuis 1993, dans le cadre du programme nord-américain TransCAER (*Transportation Community Awareness and Emergency Response Program*), le CN a fait 477 présentations au Canada devant 16 325 premiers intervenants, souvent dans de petites localités. Ce programme est une initiative nord-américaine parrainée par les chemins de fer et les producteurs de produits chimiques. Dans le cadre de ce programme, on remet aux premiers intervenants des cartes qu'ils peuvent fixer au pare-soleil de leurs véhicules, sur lesquelles sont décrites les précautions à prendre sur les lieux d'un déraillement.

4.1.2 Mesures prises par Transports Canada

Transports Canada a révisé le *Règlement relatif à l'inspection et à la sécurité des locomotives de chemin de fer* en septembre 2002. L'article 10.2 du règlement révisé veut que les locomotives neuves soient conformes aux normes de l'Association of American Railroads (AAR) régissant l'activation automatique et simultanée des systèmes de contrôle de queue à double action, pendant un freinage d'urgence commandé par le mécanicien¹⁶.

Le 27 mai 2003, Transports Canada a écrit à l'Association des chemins de fer du Canada concernant l'élaboration et la mise en oeuvre de normes de conception des trains qui prendraient en compte le tonnage et la longueur du train, et pour suggérer que l'on rédige des instructions de conduite qui aideraient les mécaniciens à décider d'une répartition du poids qui éviterait des efforts de freinage excessifs, dans la mesure du possible.

¹⁶ Transports Canada (septembre 2002), *Règlement relatif à l'inspection et à la sécurité des locomotives de chemin de fer, Partie II, Exigences relatives à la conception des locomotives*, article 10.2. Ottawa.

4.1.3 Mesures prises par l'industrie

Après l'événement survenu à Red Deer et d'autres accidents similaires, le groupe de travail sur la protection des raccords supérieurs des wagons-citernes sous pression du comité des wagons-citernes de l'AAR s'est intéressé à la question de plus près, de concert avec les chemins de fer membres, les constructeurs de wagons et les organismes de réglementation du Canada et des États-Unis. Le groupe étudie les questions suivantes :

- résistance du trou d'homme en cas de renversement à basse vitesse;
- détermination des contraintes pouvant s'exercer sur le trou d'homme en cas de renversement à basse vitesse;
- examen de la résistance des trous d'homme construits suivant la méthode *Texas wedding ring*, comparativement à celle des trous d'homme d'autres modèles;
- détermination de la charge verticale appropriée pour les trous d'homme.

On a diffusé les données techniques recueillies après l'accident de Red Deer, afin de faciliter l'analyse du problème. Aucune solution n'a été proposée jusqu'à maintenant; les organismes de réglementation du Canada et des États-Unis continuent leurs travaux sur cette question et continuent de surveiller la progression des travaux de l'AAR.

4.1.4 Intervention d'urgence

La sécurité du public et des policiers est au coeur des préoccupations de la Gendarmerie royale du Canada (GRC). On a pris diverses mesures pour sensibiliser davantage les policiers aux accidents de ce genre et aux dangers qui leur sont associés. Le programme de formation des recrues en sciences policières traite surtout de l'évaluation des risques à toutes les étapes d'une enquête. Le programme insiste sur la sécurité des policiers, et plus particulièrement sur la nécessité d'en savoir le plus possible sur la situation avant d'intervenir. Tous les membres suivent un cours de formation et de sensibilisation aux marchandises dangereuses et, notamment, sur l'identification des plaques-étiquettes des marchandises dangereuses. Tous les membres de la force policière ont à leur disposition des outils en ligne sur le Web, dont le *Code de pratique de la police*, qui est un guide auquel les agents de première ligne doivent se référer pendant les interventions mettant en cause des marchandises dangereuses, en cas d'appel à la bombe, d'explosion et d'incident ferroviaire. Le site contient aussi des liens vers la *Loi sur le transport des marchandises dangereuses* et traite des infractions criminelles aux termes de la loi.

Après les attentats du 11 septembre 2001, la GRC a établi une unité de gestion des situations d'urgence dans le cadre de son Programme des incidents critiques. Une des principales fonctions de cette nouvelle unité consiste à mettre au point un processus normalisé de planification d'urgence tous risques et un modèle de plan d'urgence qui pourront être mis en oeuvre par toutes les divisions de la GRC et leurs détachements. Une ébauche du plan

d'urgence sera soumise pour examen et commentaires à toutes les divisions de la GRC. Le plan d'urgence compte deux annexes, intitulées HAZMAT (marchandises dangereuses) et *Major Rail Event* (événements ferroviaires majeurs), dans lesquelles on décrit les politiques et les procédures normalisées auxquelles les premiers intervenants de la GRC doivent se conformer, ainsi que les modalités de gestion des incidents qui sont en vigueur dans d'autres organismes d'intervention.

On fera un examen exhaustif de l'accident en collaboration avec les autorités compétentes du Nouveau-Brunswick, et on s'attend à ce que la mise en oeuvre du plan d'urgence permettra de réduire les risques auxquels les policiers et le personnel des autres organismes d'intervention sont exposés lors de ce type d'événement.

4.2 *Mesures à prendre*

4.2.1 *Sécurité des trains pendant les freinages d'urgence*

Les accidents aux passages à niveau et autres situations critiques sont une réalité presque quotidienne. Les freinages d'urgence sont donc des événements relativement fréquents. La base de données sur les événements du BST révèle qu'entre 1998 et 2001 on a enregistré 1 222 événements où les freins d'urgence ont été serrés ou au cours desquels il est fort probable qu'ils ont été serrés. Au cours de la même période, on a enregistré 447 déraillements en voie principale de trains de marchandises. Cinq de ces déraillements, y compris celui qui fait l'objet du présent rapport, résultent d'un freinage d'urgence commandé par le mécanicien.

Les enquêtes du BST ont démontré que les moyens de protection actuels ne permettent pas toujours de bien contrer les forces qui s'exercent sur le train lors d'un freinage d'urgence, pour assurer l'exploitation en toute sécurité du train. Du fait que les méthodes actuelles de formation des trains n'imposent aucune restriction quant à la répartition du poids et à la longueur du train, la probabilité est plus élevée que des forces longitudinales de compression élevées s'exercent sur le train, surtout lors d'un freinage d'urgence commandé par le mécanicien ou à partir de la conduite générale. Selon la composition du train et ses caractéristiques de freinage, la pente de la voie et le profil des courbes, de même que le jeu initial des attelages, le risque de déraillement peut être plus grand et les conséquences plus graves (comme en témoignent l'accident à l'étude et le rapport n° R00Q0023 du BST (dans ces deux cas, ce sont des wagons derrière le groupe de traction qui ont déraillé).

Les questions liées au contrôle des forces qui s'exercent sur les trains qui sont formés sans tenir compte de la répartition du poids et de la longueur du train ont été incluses dans la Liste des grands problèmes de sécurité du BST, où figurent les questions de sécurité que le BST juge les plus préoccupantes.

Entre 1998 et 2001, on n'a enregistré que cinq cas de déraillement provoqué par un freinage d'urgence commandé par le mécanicien, mais les conséquences de ce type d'accident demeurent un sujet d'inquiétude pour le Bureau. On remarque une tendance persistante à vouloir former des trains de plus en plus longs et de plus en plus lourds. Parallèlement, le transport de produits chimiques par chemin de fer connaît une croissance soutenue. Cette situation révèle que, tout bien considéré, la fréquence de ce type d'accident va augmenter et que les accidents résultant d'un freinage d'urgence auront des conséquences plus graves qu'au cours des dernières années.

Il existe plusieurs solutions pour remédier à cette situation. Sur le plan administratif d'une part, une meilleure formation, plus intensive, pourrait permettre aux mécaniciens d'acquérir des réflexes conditionnés pour qu'ils actionnent automatiquement le commutateur à bascule du train en cas d'urgence. Parallèlement, on pourrait repenser la composition des trains longs et lourds afin de mieux contrôler les forces qui s'exercent sur le train. Enfin, on peut se tourner vers des solutions technologiques comme l'application intégrale, notamment la modification en rattrapage des locomotives, d'un système obligatoire où la conduite générale déclencherait automatiquement un freinage de tête et un freinage de queue simultanés en cas d'urgence. Les mesures de sécurité prises par Transports Canada visant à améliorer l'élaboration d'instructions par les chemins de fer pour la conduite des trains, la mise en application de nouvelles normes de conception des trains et la révision des règles pour exiger que les nouvelles locomotives respectent les nouvelles normes de l'AAR régissant l'activation automatique et simultanée des systèmes de contrôle de queue à double action vont, à long terme, contribuer à améliorer l'efficacité du freinage d'urgence.

Le CN a équipé 6 % de son parc de locomotives d'un système de contrôle de queue qui déclenche automatiquement un freinage synchronisé à partir de la locomotive et de la queue du train quand l'équipe commande un freinage d'urgence ou un freinage gradué. Toutefois, le CN et d'autres chemins de fer canadiens n'ont pas entrepris un programme de remplacement accéléré des systèmes existants par la nouvelle technologie. En conséquence, les locomotives existantes qui restent continueront d'utiliser les moniteurs de queue plus anciens jusqu'à ce qu'elles arrivent au terme de leur durée de vie utile. Étant donné que le parc de locomotives des chemins de fer canadiens est relativement jeune et que le service marchandises tend à préconiser l'exploitation de trains de plus en plus longs, les risques associés aux longs trains de marchandises lors de situation d'urgence subsisteront. C'est pourquoi le Bureau recommande en toute urgence que :

Transports Canada encourage les compagnies de chemin de fer à mettre en oeuvre des technologies ou des méthodes de contrôle des trains pour assurer que les forces générées lors d'un freinage d'urgence permettent l'exploitation du train en toute sécurité.

(R04-01)

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada sur cet accident. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 8 janvier 2004.

Annexe A - Sigles et abréviations

AAR	Association of American Railroads
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
CN	Canadien National
FRA	Federal Railway Association
GRC	Gendarmerie royale du Canada
TIBS	système de contrôle et de freinage en queue