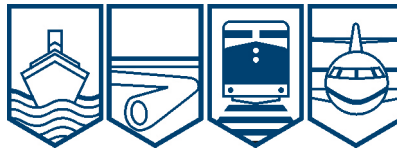


Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

**RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE
R10T0056**



DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE

**TRAIN NUMÉRO M37631-30
EXPLOITÉ PAR LE CANADIEN NATIONAL
AU POINT MILLIAIRE 1,40 DE LA SUBDIVISION YORK
PICKERING (ONTARIO)
LE 30 MARS 2010**

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

Déraillement en voie principale

Canadien National

Train M37631-30

Point milliaire 1,40 de la subdivision York

Pickering (Ontario)

Le 30 mars 2010

Rapport numéro R10T0056

Sommaire

Vers 15 h, heure avancée de l'Est, le 30 mars 2010, 4 locomotives et 11 wagons du train de marchandises M37631-30 du Canadien National ont déraillé près de la gare ferroviaire du Réseau GO au point milliaire 1,40 de la subdivision York du Canadien National à Pickering (Ontario); le train, parti de Toronto, faisait route vers l'est à destination de Montréal. Le réservoir de carburant de l'une des locomotives s'est perforé, déversant environ 50 litres de carburant diesel qui ont pris feu. L'incendie a été rapidement maîtrisé par le service local d'incendie. Aucune marchandise dangereuse n'était en cause et personne n'a été blessé.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Vers 10 h¹ le 30 mars 2010, le train de voyageurs 57 (VIA 57) de VIA Rail Canada Inc. (VIA) quitte Montréal (Québec) vers l'ouest à destination de Toronto (Ontario). Le train comprend 1 locomotive et 5 voitures-coachs. Il transporte 114 voyageurs et 5 membres d'équipe, dont 3 du service dans le train et 2 mécaniciens, l'un étant responsable du train et l'autre aux commandes de la locomotive. Les 2 mécaniciens sont qualifiés pour leur poste respectif et connaissent bien le territoire à parcourir.

Vers 12 h 45 le 30 mars 2010, le train de marchandises du Canadien National (CN) M37631-30 (CN 376) quitte le triage MacMillan du CN, à Toronto, en direction de l'est et à destination de Montréal. Il est formé de 149 wagons, pèse 12 166 tonnes et mesure 9383 pieds de long. Son équipe est formée d'un mécanicien et d'un chef de train; tous deux connaissent bien le territoire, sont suffisamment en forme et reposés conformément aux normes, et sont qualifiés pour leur poste respectif.

Le CN 376 est tracté par 3 locomotives à 6 essieux à courant continu (CC) de General Motors (GM), toutes placées en tête du train : 2 SD70M-2 et une SD701, qui développent chacune une puissance respective de 4300 et 4000 chevaux-vapeur (HP). Les 3 locomotives sont équipées d'un frein rhéostatique (FR)² à effet prolongé capable de produire un effort retardateur de près de 90 000 livres, pour un total de 270 000 livres. Ces 3 locomotives de tête sont immédiatement suivies de 4 locomotives isolées³ GM F59 (type F), qui étaient auparavant utilisées dans le service voyageurs du Réseau GO et que l'on transfère de Toronto à Montréal.

Les données du consignateur d'événements de locomotive (CEL), ou enregistreur de marche, indiquent que le CN 376 s'est arrêté brièvement au point milliaire 12,63, avant de se remettre en route, vers l'est, à 14 h 30 min 59 s. Le mécanicien contrôle la vitesse de son train principalement en modulant le manipulateur et en actionnant le freinage rhéostatique. Alors que le train descend vers la subdivision Kingston, le mécanicien change les crans de marche du manipulateur, un à la fois, et règle le freinage rhéostatique d'une manière régulière et stable.

À 14 h 39 min 14 s, le CN 376 atteint le point milliaire 9,64 et roule à une vitesse de 39 mi/h, le manipulateur est à la position de ralenti et la poignée du frein rhéostatique à la position 5. Au cours des 14 minutes suivantes, le mécanicien maintient le manipulateur à la position de ralenti et déplace la poignée de commande du frein rhéostatique entre les positions 5 et 8 pour contrôler la vitesse de son train. À l'approche de Pickering, le signal 014 du CN présente un signal de « vitesse normale à arrêt » pour signifier au mécanicien qu'il doit se préparer à arrêter avant la jonction de Pickering afin de permettre le passage du train VIA 57. Par la suite, le train CN 376 est informé que le VIA 57 a dégagé la jonction de Pickering. Cela faisait en sorte que le

¹ Toutes les heures indiquées correspondent à l'heure avancée de l'Est (temps universel coordonné, moins 4 heures).

² Le frein rhéostatique est un système électrique de freinage de locomotive qui transforme les moteurs de traction en génératrices pour freiner les essieux moteurs; l'électricité ainsi produite est dissipée sous forme de chaleur dans les résistances du frein rhéostatique. Ce frein peut fonctionner de façon isolée ou en combinaison avec le circuit de frein à air du train.

³ « Isolée ». La locomotive est inactive et, dans cet état, se comporte comme un wagon dans le train.

contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) pouvait donner au CN 376 l'accès à l'aiguillage n° 1, qui était protégé par un ordre temporaire de vitesse réduite à 25 mi/h, afin que le train puisse entrer sur la subdivision Kingston.

À 14 h 53 min 25 s, le CN 376 atteint le point milliaire 1,54 et roule à une vitesse de 29 mi/h, le manipulateur est à la position de ralenti et la poignée du frein rhéostatique est à la position 8 (maximum). Le CN 376 conserve ces réglages et ralentit progressivement pour atteindre 23 mi/h à 14 h 54 min 42 s. À 14 h 54 min 44 s, le FR est ramené à la position 5 pour 2 secondes, puis remis automatiquement à la position 8 lorsque le CN 376 est l'objet d'un freinage d'urgence actionné par le train, à 14 h 54 min 47 s. Le CN 376 s'immobilise à 14 h 55 min 00 s près de Pickering, en Ontario (figure 1), après quoi son équipe lance immédiatement un appel radio d'urgence et déclenche les procédures prévues pour de telles situations.

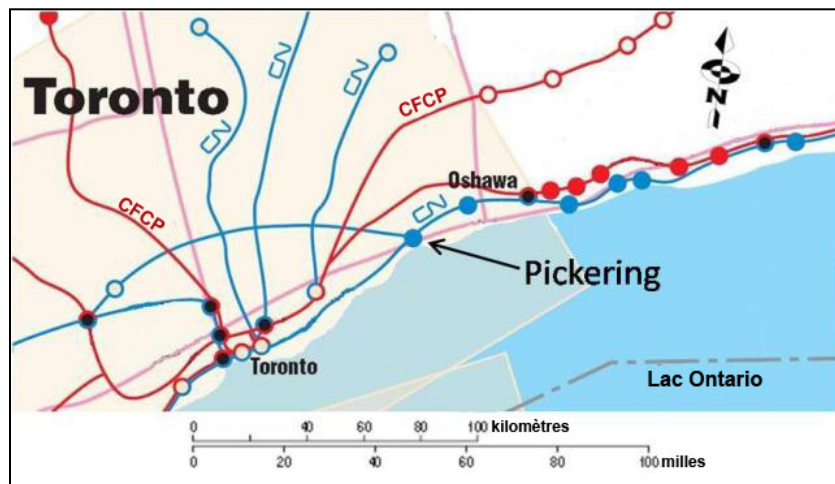


Figure 1 - Lieu du déraillement (source : Association des chemins de fer du Canada, *Atlas des chemins de fer canadiens*)

À peu près au même moment, le train VIA 57 s'approche à une vitesse de 60 mi/h depuis l'est sur la voie nord de la subdivision Kingston. La vitesse normale du train dans ce secteur est de 100 mi/h, mais le signal d'approche 3129N affiche une indication de « vitesse normale à vitesse limitée » qui commande au train de ralentir en vue de son entrée sur la voie sud, plus à l'ouest, à la jonction de Durham. Voyant que le CN 376 a déraillé sur la subdivision York et que des wagons chevauchent les deux voies de la subdivision Kingston, l'équipe du train VIA 57 déclenche un freinage d'urgence au moment même où l'appel radio d'urgence est lancé. Le VIA 57 s'arrête à environ 1500 pieds à l'est de la zone du déraillement et obtient plus tard la permission de faire marche arrière vers Oshawa pour faciliter le transfert de ses voyageurs. Personne n'est blessé.

Après le déclenchement des mesures d'urgence, on détermine que les 4 locomotives isolées et les 11 premiers wagons ont déraillé, plusieurs d'entre eux obstruant à la fois les voies nord et sud de la subdivision Kingston. Le réservoir de carburant de la quatrième locomotive isolée (RBRX 18540) est perforé, et environ 50 litres de carburant s'en écoulent avant de s'enflammer. L'incendie est rapidement éteint par le service d'incendie qui est intervenu et le reste du carburant qui a fui est contenu, puis recueilli. Personne n'est blessé.

Au moment de l'événement, il fait 11 °C, le ciel est nuageux et un vent léger souffle du nord.

Examen des lieux

À quelque 125 pieds à l'est du passage supérieur du chemin Liverpool Road, la voie de la subdivision York s'était déplacée d'environ 8 pouces vers le sud, sur une distance de 150 pieds jusqu'au point milliaire 1,40. À l'intérieur de cette zone, le rail sud était sorti de ses selles, incliné et renversé. On a observé des marques de boudin de roue sur les traverses, marques qui s'étendaient vers l'est depuis le point milliaire 1,40 sur une distance de 550 pieds jusqu'au bogie arrière de la première locomotive isolée (RBRX 18536). Quelque 700 pieds de voie sur la subdivision York et 180 pieds sur la voie nord parallèle de la subdivision Kingston ont été endommagés.

Toutes les locomotives et le premier wagon (wagon-trémie couvert chargé) s'étaient séparés du reste du train CN 376. La locomotive de tête s'est immobilisée à environ 1000 pieds à l'est du passage supérieur du chemin Liverpool Road. Le bogie arrière de la première locomotive isolée (RBRX 18536) et toutes les roues des 3 autres locomotives isolées ainsi que du wagon susmentionné ont déraillé. Il s'est créé une séparation entre le premier wagon et les autres, et les wagons 2 à 11 ont également déraillé. Cinq des wagons se sont retrouvés en portefeuille et obstruaient les 2 voies de la subdivision Kingston. Un wagon à support central en A, chargé de bois d'œuvre, s'est retrouvé dans le stationnement de la gare du Réseau GO à Pickering (figure 2).

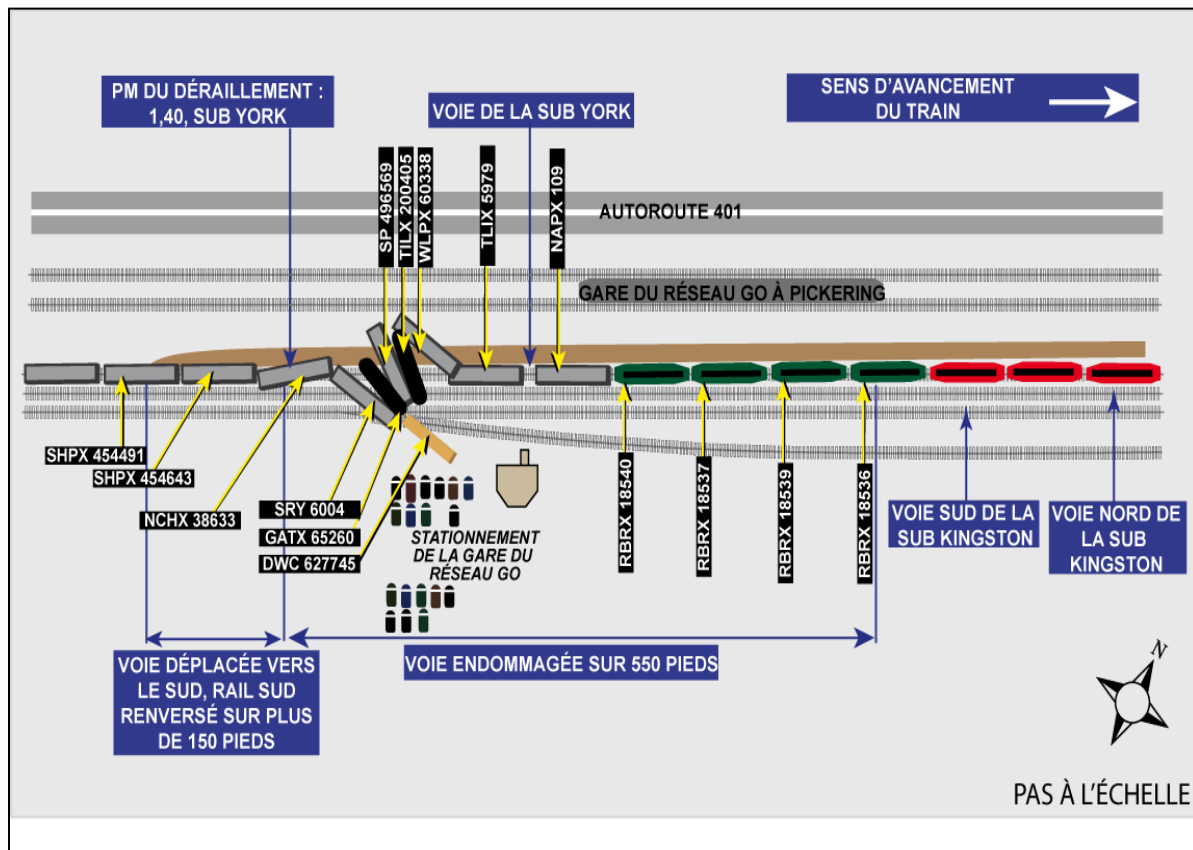


Figure 2 – Schéma du site

Le premier examen visuel du matériel qui a déraillé a révélé que les 4 locomotives isolées étaient équipées d'attelages à goupille (*pin type*) sans dispositifs de centrage (figure 4). Les logements de longrine centrale et le bras d'attelage qui raccordaient les deuxième et troisième locomotives isolées présentaient des dommages importants causés par le tamponnement. Aucune autre condition préexistante ni anomalie qui pourrait avoir contribué au déraillement n'a été observée sur le reste du matériel roulant qui a déraillé.

Renseignements sur les subdivisions

La subdivision York s'étend du triage MacMillan (point milliaire 25,0) à l'est, jusqu'à la jonction de Pickering (point milliaire 0,0), où elle se raccorde à la subdivision Kingston. Des environs de McCowans (point milliaire 12,20) jusqu'à la jonction de Pickering, la voie forme une longue pente de 0,0 % à 0,81 %, avec plusieurs courbes en amont de la zone de l'accident.

La vitesse admissible maximale pour les trains de marchandises est de 50 mi/h; cependant, la vitesse avait été limitée à 30 mi/h dans la zone du déraillement. Dans cette même zone, la subdivision York est parallèle et adjacente à la subdivision Kingston. Les trains sur la subdivision York peuvent s'engager sur la subdivision Kingston par la liaison n° 3 au point milliaire 1,52 de la subdivision York ou, plus à l'est, par l'aiguillage n° 1 à la jonction de Pickering.

La subdivision Kingston est formée d'une double voie en ligne principale, du point milliaire 10,3 à Dorval (Québec), jusqu'au point milliaire 333,8 à Toronto. Il s'agit d'un corridor principal pour le trafic voyageurs et marchandises. La vitesse admissible maximale sur la voie y est de 100 mi/h pour les trains de voyageurs et de 65 mi/h pour les trains de marchandises. Les mouvements de train sur les deux subdivisions (York et Kingston) sont régis par le système de commande centralisée de la circulation (CCC), autorisés en vertu du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* et supervisés par un CCF local en poste à Toronto.

La voie dans la zone du déraillement est constituée de rails de 136 livres posés sur des selles de 14 pouces à double épaulement fixées au moyen de crampons sur des traverses de bois dur, avec des anticheminants toutes les deux traverses. Les cases étaient remplies, les traverses et le ballast étaient en bon état. La voie a été inspectée en conformité avec les exigences de la compagnie et de la réglementation; aucune anomalie n'a été notée.

Pratiques de classement des locomotives dans l'industrie

Le paragraphe 8.2 du rapport R-802 (janvier 1992) de l'Association of American Railroads (AAR), intitulé *Train Make-up Manual*, mentionne notamment que les locomotives dont les attelages ne sont pas pourvus de dispositif de centrage peuvent présenter un problème à cause de leur tendance à se mettre en portefeuille quand elles sont placées derrière d'autres locomotives qui peuvent produire d'importants efforts de freinage rhéostatique. De nombreux chemins de fer tiennent une liste des locomotives concernées et limitent à 1 ou 2 le nombre de ces locomotives pouvant être utilisées à la fois.

La plupart des locomotives de marchandises sont équipées d'attelages à dispositifs de centrage (figures 3 et 4) et de butées de traverse danseuse qui limitent le balancement des attelages. Ce type d'attelage limite à au plus 8° l'angle formé par la barre d'attelage par rapport à l'axe, ce qui restreint les efforts latéraux exercés sur la voie par des forces longitudinales de compression élevées dans le train et réduit ainsi le risque de déraillement. Par contraste, certaines locomotives plus anciennes, les locomotives de manœuvres-triages et les locomotives en service voyageurs, comme les 4 locomotives isolées du CN 376, ne sont pas toujours équipées d'attelages à dispositif de centrage. Sur ces locomotives, l'absence d'un tel dispositif provoque une plus grande amplitude de mouvement des attelages (c.-à-d. une plus grande angularité des attelages) dans les courbes serrées que l'on trouve habituellement dans les triages ferroviaires ainsi qu'en service voyageurs ou de transport en commun. Dans ces situations d'exploitation, le tonnage et la longueur des trains sont relativement peu élevés, et les forces de compression et de traction agissant sur le train s'en trouvent réduites de façon similaire.

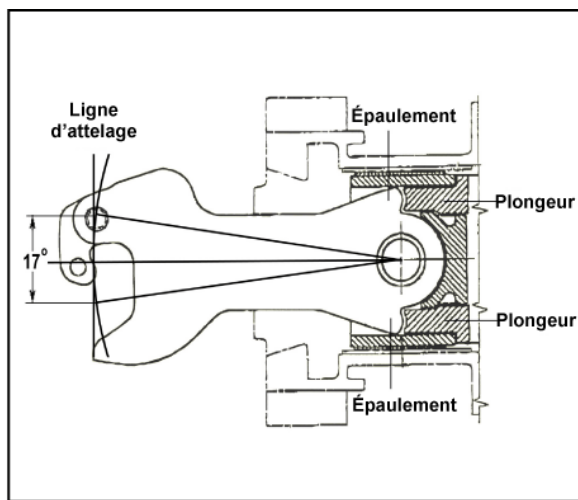


Figure 3. Attelage à dispositif de centrage

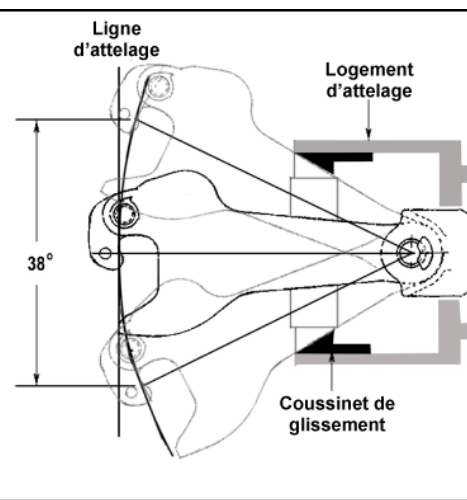


Figure 4. Attelage sans dispositif de centrage

GM, le constructeur de locomotives, recommande que les locomotives sans dispositifs de contrôle des attelages soient munies de butées de traverse danseuse pour permettre leur utilisation dans des groupes de traction comportant des locomotives capables de produire un effort élevé en freinage rhéostatique. Cette recommandation s'applique autant aux locomotives actives qu'aux locomotives isolées du groupe de traction.

L'article 5.0, « Conduite de locomotives sans dispositifs de centrage des attelages », de la section 15 des Instructions générales d'exploitation (IGE) de Chemin de fer Canadien Pacifique, donne la liste des séries de locomotives non pourvues des dispositifs en question. Selon le paragraphe 5.3, « il ne faut pas déplacer dans un groupe de traction plus d'une locomotive d'une des séries qui y sont indiquées ». L'alinéa 7.4(B) stipule qu'au plus 2 locomotives mortes ou isolées décrites en 5.1 peuvent être placées à l'intérieur du train et que chaque locomotive doit être « séparée du groupe de traction et des autres locomotives par au moins quatre wagons chargés (deux de chaque côté) ».

Mise à part la conformité à la *Loi et au Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* (TMD), il n'existe à Transports Canada (TC) aucune restriction réglementaire de classement pour le matériel roulant équipé d'attelages sans dispositifs de centrage.

Guide du mécanicien de locomotive et Instructions générales d'exploitation du Canadien National

Le *Guide du mécanicien de locomotive* du CN (imprimé 8960, janvier 2005) présente notamment l'information suivante :

- L'alinéa A1.12.1 contient des instructions sur le classement des locomotives de manœuvre en service de ligne au CN qui ne sont pas pourvues d'attelages à dispositif de centrage (N.d.T. : aussi appelés « attelages à rappel dans l'axe » dans le texte), mais il n'y est pas fait mention des locomotives étrangères (n'appartenant pas au CN) dans la même situation.
- Le sous-alinéa A1.12.1 (1) dresse, par numéro, la liste des locomotives de manœuvre en service de ligne au CN, avec l'instruction suivante : « Lorsqu'une des locomotives susmentionnées fait partie d'un train en service de ligne, qu'elle se trouve derrière le groupe de traction ET que le poids des wagons remorqués est supérieur à 4000 tonnes, aucune autre locomotive mentionnée au point 1 ne doit se trouver derrière la locomotive de tête ».
- Selon le paragraphe F7.1, l'utilisation du frein rhéostatique est recommandée pour contrôler la vitesse du train ou bien pour le ralentir en vue d'un arrêt planifié ou avant une zone où la vitesse est limitée. Quand la locomotive est équipée d'un frein rhéostatique, il faut d'abord utiliser celui-ci pour commencer le freinage. On peut utiliser le frein à air automatique en plus du frein rhéostatique pour obtenir un plus grand effort de freinage. La durée d'utilisation du frein rhéostatique n'est pas limitée. Étant donné la compression des attelages qu'il engendre, on doit utiliser le frein rhéostatique progressivement pour permettre au jeu des attelages de se resserrer derrière les locomotives.
- Aux termes du paragraphe F7.3, il faut déplacer le levier du frein rhéostatique lentement et en douceur, tout en surveillant l'ampèremètre, et ce, afin d'éviter une trop forte compression des attelages. Pendant le freinage au moyen du frein rhéostatique, les forces de compression s'exerçant sur les attelages risquent de provoquer un déraillement ou la détérioration de la voie, surtout si ces forces se manifestent au franchissement d'un branchement, d'une courbe prononcée ou d'autres irrégularités de la voie. Pour éviter des incidents pendant la conduite du train, il faut respecter certaines restrictions quant à l'utilisation du frein rhéostatique.
 - Si le groupe de traction est constitué d'une ou de deux locomotives : pas de restriction d'utilisation du frein rhéostatique.
 - Si le groupe de traction est constitué de plus de deux locomotives : l'intensité du freinage rhéostatique doit être limitée à 500 A lorsque la tête du train arrive près d'un branchement ou d'une courbe; cette limite doit être respectée jusqu'à ce que la moitié du train ait franchi le branchement ou la courbe.

- Le paragraphe F7.7 préconise l'utilisation du frein automatique de concert avec le frein rhéostatique dans les situations où il est souhaitable de réduire les forces de compression qui s'exercent derrière le groupe de traction.

En novembre 2009, le CN a publié la Partie G révisée de son *Guide du mécanicien de locomotive*, sous le titre *Conduite des trains*. Les révisions contiennent les instructions plus détaillées suivantes :

- Le paragraphe G1.2 vise à normaliser et à faire connaître les méthodes établies de conduite des trains à l'échelle du CN. L'ajout du point (iv) ci-dessous est particulièrement pertinent.
 - i. Planifier à l'avance la conduite en fonction des arrêts prévus et des réglages de vitesse à effectuer.
 - ii. Veiller à déplacer le manipulateur et à serrer les freins graduellement, par palier.
 - iii. Recourir principalement au manipulateur pour régler la vitesse.
 - iv. Utiliser et régler le manipulateur, le frein rhéostatique et les freins à air de manière à réduire les efforts dans le train ainsi que ceux mis en jeu entre le train et la voie.
 - v. Laisser s'ajuster graduellement le jeu des attelages dans le train avant d'augmenter la puissance de traction et l'intensité de serrage du frein rhéostatique ou des freins à air.
- Aux termes du paragraphe G2.12, le frein rhéostatique est très efficace pour maîtriser la vitesse, mais il peut produire des efforts excessifs dans le train et entre le train et la voie. Comme l'effort retardateur obtenu au moyen du frein rhéostatique est concentré en tête de train, il y a des limites pratiques à respecter en ce qui a trait à l'intensité de freinage. Pour éviter la production d'efforts excessifs, il peut être nécessaire d'utiliser simultanément le frein rhéostatique et le frein à air ou de mettre en œuvre des stratégies de maîtrise de la vitesse un peu plus à l'avance. Quelle que soit la position du levier du frein rhéostatique, on obtient un effort retardateur maximal quand le train circule à des vitesses allant de 5 à 30 mi/h. Il faut donc faire preuve de plus de vigilance dans cette plage de vitesses, il faut déplacer le levier du frein rhéostatique graduellement, par palier, pour laisser s'ajuster le jeu des attelages.
- Selon le paragraphe G2.13, les locomotives équipées d'un frein rhéostatique peuvent générer des efforts retardateurs très élevés qui risquent d'endommager la voie ou de produire des forces de compression excessives dans le train. Chacune de ces situations peut causer un déraillement. Par conséquent, on doit limiter l'utilisation du frein rhéostatique. Pour respecter ces limites, le mécanicien de locomotive doit régler sa vitesse plus longtemps à l'avance ou utiliser à la fois le frein rhéostatique et le frein automatique.
- L'alinéa G2.13 (1) limite à 18 le nombre d'essieux dans le groupe de locomotives en tête, quand le frein rhéostatique est fonctionnel. Par comparaison, dans la même situation, quand une ou deux locomotives à courant alternatif (CA) sont utilisées, le

nombre d'essieux ne doit pas dépasser 12. Les locomotives CA de grande puissance (4400 HP) peuvent produire chacune en freinage rhéostatique un effort retardateur pouvant atteindre 98 000 livres.

- Le paragraphe G3.3 aborde la question de la mise en portefeuille, et on y enjoint aux conducteurs de faire preuve d'une très grande prudence et de tenir compte des caractéristiques de la voie (pente et courbe) ainsi que de la composition du train (répartition des masses, nombre d'essieux moteurs). L'arrêt ou le ralentissement d'un train au moyen du frein rhéostatique (sans le frein automatique) est une manœuvre délicate, surtout si le groupe de traction comprend plus de deux locomotives.

Avant 2003, les IGE du CN contenaient des directives spéciales pour l'identification, le classement et la conduite des locomotives sans attelages à dispositif de centrage. Il y était notamment écrit :

Il faut faire preuve de beaucoup de prudence s'il est nécessaire de ralentir ou d'arrêter le mouvement avec les attelages comprimés, et tenir compte des caractéristiques de la voie (pente, courbes) ainsi que de la répartition du tonnage dans le train. Les précautions ci-dessus sont très importantes, surtout quand :

- a) *le groupe de locomotives comprend des locomotives non munies d'attelages à rappel dans l'axe. [C'est nous qui soulignons.]*

À un moment donné, ces instructions ont été retirées des IGE du CN.

Autres événements connexes

Le BST a mené 11 autres enquêtes sur des déraillements mettant en cause les forces élevées générées dans des trains longs (voir l'annexe A pour un résumé des enquêtes R09T0092, R07D0009, R07T0110, R07T0323, R05C0082, R05V0141, R02C0050, R02W0060, R01M0061, R01T0006 et R00W0106). Dans chaque cas, le Bureau a déterminé que la composition du convoi et la gestion des forces s'exerçant dans le train avaient été des facteurs contributifs. Bien que la plupart des trains aient été formés en conformité avec les exigences de la compagnie et de la réglementation en vigueur à l'époque, leur configuration ne permettait pas d'assurer une gestion efficace des forces s'exerçant dans le train.

En raison du nombre d'événements impliquant des trains plus longs et plus lourds et de l'incapacité de gérer en toute sécurité les forces qui s'exercent dans le train, le Bureau a publié en mars 2010 sa Liste de surveillance, dans laquelle il traite d'un problème de sécurité systémique lié à l'exploitation de trains plus longs et plus lourds. La Liste de surveillance indique que « l'exploitation en toute sécurité des trains plus longs et plus lourds peut être compromise en raison de la conduite et la formation inappropriées des trains », et elle invite les compagnies ferroviaires à « prendre d'autres mesures pour veiller à la conduite et à la formation appropriées des trains plus longs et plus lourds ».

Le BST a étudié 5 événements du CN qui mettaient en cause d'importantes forces de compression à l'intérieur de trains lourds, ainsi que du matériel roulant en tête des trains sans attelage à dispositifs de centrage : R02C0050, R05D0039, R06W0085, R07T0110 et R07T0323 (voir les annexes A et B). Dans chaque cas, le matériel roulant n'était soumis à aucune restriction de classement et des forces de compression élevées ont entraîné une angularité excessive des attelages, ce qui a exercé sur la structure de la voie des efforts latéraux considérables qui ont provoqué le renversement du rail et un déraillement.

Rapport du laboratoire du BST

Le laboratoire du BST a procédé à plusieurs simulations dynamiques pour le présent déraillement en utilisant les entrées les plus récentes sur la géométrie de la voie et les données provenant du CEL du train CN 376 (rapport LP 045/2010). On y trouve notamment les observations suivantes :

- Le dispositif de centrage des attelages des 3 locomotives actives limitait ceux-ci à un angle de 8° et moins.
 - L'effort latéral maximal exercé sur les essieux obtenu à partir des forces de compression générées dans le train au niveau de la troisième locomotive active du CN était d'environ 16 kips, ce qui est inférieur à la résistance au déplacement de 41 kips des panneaux de voie.
 - La valeur transformée maximale du rapport latéral/vertical (L/V) s'exerçant sur les longerons des locomotives actives était d'environ 0,23, ce qui est bien en deçà de la résistance au renversement du rail de 0,63 si on ne tient pas compte de la résistance au retrait des crampons.
- Les attelages sans dispositif de centrage des locomotives en service voyageurs isolées présentaient, dans les positions de mise en portefeuille, des angles allant jusqu'à 21°, mesurés sur le matériel qui a déraillé.
 - Le CN 376 a produit des forces de compression maximales dans le train de 219 kips au niveau de la troisième locomotive active (CN 8846) et d'environ 214 à 218 kips entre les deuxième et troisième locomotives isolées destinées au service voyageurs.
 - L'effort latéral maximal sur les essieux obtenu à partir des forces de compression exercées dans le train au niveau des locomotives isolées destinées au service voyageurs était de 68 kips, ce qui était de loin supérieur à la résistance au déplacement de 38,5 kips des panneaux de voie.
 - Le rapport L/V transformé maximum s'exerçant sur les longerons s'est produit entre les deuxième et troisième locomotives isolées destinées au service voyageurs, et s'établissait à une valeur comprise entre 1,59 et 1,62, bien supérieure à la résistance au renversement du rail de 0,63.

- Il n'y aurait sans doute pas eu de déraillement si les locomotives isolées avaient été équipées d'attelage à dispositif de centrage ou l'équivalent pour limiter à moins de 8° l'angle formé par les barres d'attelage.

Analyse

Ni la voie ni le matériel roulant ne présentaient des anomalies à l'origine de l'accident. Le CN 376 était formé de 4 locomotives isolées destinées au service voyageurs non pourvues d'attelages à dispositif de centrage, placées derrière un groupe de traction constitué de locomotives de grande puissance capables de produire un effort pouvant atteindre 270 000 livres en freinage rhéostatique et tractant un tonnage important. Chacun de ces facteurs a joué un rôle dans l'accident. L'analyse se concentrera donc sur les attelages à dispositif de centrage, la formation du train et le freinage rhéostatique.

L'accident

Peu après que le CN 376 eut quitté le point milliaire 12,20, le mécanicien a placé le manipulateur à la position de ralenti et a utilisé le frein rhéostatique. Il contrôlait la vitesse de son train en réglant le freinage rhéostatique d'une manière régulière et stable alors que le convoi descendait la pente et négociait les courbes vers Pickering. Cette méthode de conduite a éliminé le jeu des attelages entre les wagons et généré des forces de compression élevées à l'avant du train. Le CN 376 s'est approché de Pickering à 23 mi/h, avec le manipulateur à la position de ralenti et le freinage rhéostatique à son intensité maximale. Dans ces conditions, les forces de compression élevées dans le train ont produit un effort latéral excessif entre les deuxième et troisième locomotives isolées destinées au service voyageurs, ce qui a provoqué le déplacement des panneaux de voie, un renversement du rail et, en dernier lieu, le déraillement.

Attelages à dispositif de centrage

Les attelages à dispositif de centrage limitent l'effort latéral qui s'exerce sur la voie en raison des forces de compression longitudinales élevées produites dans le train, et réduisent les risques de déraillement. Les locomotives non pourvues de tels attelages ont tendance à se mettre en portefeuille quand elles se trouvent derrière d'autres locomotives qui produisent un effort considérable en freinage rhéostatique, surtout s'il y a derrière elles un tonnage remorqué important et qu'elles sont soumises à des forces de compression élevées dans le train. Tous ces facteurs étaient présents sur le CN 376.

Les dispositifs de centrage des locomotives actives ont permis de limiter à 8° l'angle formé par les attelages. Par contre, sur les locomotives isolées destinées au service voyageurs non pourvues de tels dispositifs, cet angle a pu atteindre jusqu'à 21°. En raison des forces de compression élevées dans le train (dépassant 200 kips), le grand angle formé par les attelages sans dispositif de centrage des locomotives isolées a amplifié l'effort latéral s'exerçant sur les barres d'attelage et produit un important rapport L/V qui a dépassé le critère de déraillement. Les locomotives isolées qui ne sont pas munies de blocs de centrage ni d'attelages à dispositif de centrage présentent un plus grand risque de déraillement.

Restrictions sur le classement du matériel roulant spécialisé

La Liste de surveillance du BST indique que les mauvaises méthodes de conduite et de formation des trains sont un des problèmes de sécurité qui présente le plus grand risque pour les Canadiens. La composition et la longueur des trains affectent toutes les deux l'amplitude des forces qui s'exercent dans le train. Ces forces augmentent quand des locomotives non pourvues d'attelages à dispositif de centrage sont placées en tête de train derrière des locomotives produisant des efforts élevés en freinage rhéostatique. Pour les trains classiques, le risque est encore plus grand en présence d'un tonnage remorqué important. Le BST a enquêté sur au moins 3 autres accidents similaires du CN où ces facteurs ont contribué aux accidents. Comme dans le cas présent, il n'existait aucune restriction de la compagnie ou de la réglementation pour le classement dans les trains de matériel roulant étranger non pourvu d'attelages à dispositif de centrage. Bien que le CN 376 ait été formé en conformité avec les exigences du CN et de la réglementation, le placement de 4 locomotives sans attelages à dispositif de centrage entre des locomotives actives et un fort tonnage remorqué a résulté en une configuration très vulnérable aux forces exercées dans le train.

Il n'est pas inhabituel que des locomotives étrangères de triage, en service marchandises ou voyageurs, soient placées dans un train de manière à être relocalisées. Dans ces situations, les locomotives ne sont pas toujours équipées d'attelages à dispositif de centrage. Le *Guide du mécanicien de locomotive* du CN contient des instructions pour la conduite des locomotives de triage du CN non pourvues de tels attelages, mais ne fait pas mention des locomotives étrangères (n'appartenant pas au CN) dans la même situation. Avant 2003, les IGE du CN contenaient des directives spéciales pour l'identification, le classement et la conduite de tel matériel, mais ces directives ont été retirées par la suite.

Par conséquent, le CN ne disposait d'aucune instruction ni d'aucun bulletin sur l'acheminement des 4 locomotives du Réseau GO. L'absence d'instructions spéciales pour l'identification, le classement et la conduite de matériel roulant non pourvu d'attelages à dispositif de centrage a compromis la sécurité de l'exploitation ferroviaire.

Frein rhéostatique

Du point milliaire 9,64 jusqu'au point milliaire 1,40, site du déraillement, le CN 376 a descendu une longue pente présentant une série de courbes. Le manipulateur se trouvait alors à la position de ralenti et le mécanicien contrôlait la vitesse de son train uniquement par le frein rhéostatique. Cette façon de procéder, conforme à la pratique d'exploitation du CN dans le passé, a essentiellement concentré les forces longitudinales et de freinage sur les locomotives isolées en tête du train. Avant l'accident, le *Guide du mécanicien de locomotive* du CN a été révisé de façon à fournir aux mécaniciens des options de conduite plus flexibles. En particulier, les paragraphes F7.7 et G2.12 (révisé) indiquent qu'il est parfois nécessaire d'utiliser conjointement le frein rhéostatique et le frein automatique (freins à air) pour éviter des forces excessives ou pour obtenir un effort de freinage supplémentaire. Cependant, en raison des pratiques et instructions d'exploitation passées de la compagnie, qui encourageaient l'utilisation du frein

rhéostatique comme première méthode de contrôle de la vitesse des trains, il est possible que les équipes de train aient pris l'habitude d'employer cette méthode, augmentant ainsi le risque que la conduite de leur train ne soit pas optimale dans toutes les situations.

Pour les trains classiques dont les locomotives sont en tête, le CN limite à 18 le nombre maximal d'essieux sur les locomotives CC dont le frein rhéostatique est fonctionnel. Dans les mêmes conditions, cette limite est fixée à 12 essieux pour les locomotives à courant alternatif (CA) de grande puissance en raison de l'effort plus élevé que ce type de locomotive produit en freinage rhéostatique : pour chaque locomotive CA à 6 essieux, cet effort est environ de 98 000 livres, ce qui équivaut à 196 000 livres pour deux de ces locomotives. Par comparaison, les 3 locomotives SD70 actives en tête du CN 376 comptaient chacune 6 essieux et produisaient un effort retardateur en freinage rhéostatique d'environ 90 000 livres, soit l'équivalent de 18 essieux moteurs et 270 000 livres d'effort retardateur FR pour les 3 locomotives à courant continu (CC). Dans le présent événement, l'utilisation du frein rhéostatique a contribué au développement dans le train d'importantes forces de compression qui ont soumis la voie ferrée à des efforts latéraux dépassant le critère de déraillement. Par conséquent, il est possible que la limite de 18 essieux fixée par le CN pour les groupes de locomotives CC dont le frein rhéostatique est fonctionnel ne soit pas toujours suffisante pour assurer une protection contre des efforts retardateurs excessifs en freinage rhéostatique.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Des forces de compression élevées dans le train ont produit des efforts latéraux excessifs sur la voie entre les deuxième et troisième locomotives isolées, ce qui a entraîné le soulèvement de panneaux de voie, le renversement du rail et le déraillement.
2. En présence de ces forces importantes de compression dans le train, le grand angle formé par les attelages sans dispositif de centrage des locomotives isolées a amplifié l'effort latéral s'exerçant sur les barres d'attelage et produit un rapport L/V élevé qui a dépassé le critère de déraillement.
3. Bien que le CN 376 ait été formé en conformité avec les exigences du Canadien National (CN) et de la réglementation, le placement entre des locomotives actives et un fort tonnage remorqué de 4 locomotives sans attelages à dispositif de centrage s'est traduit par une configuration très vulnérable aux forces exercées dans le train.
4. L'absence d'instructions spéciales pour l'identification, le classement et la conduite de matériel roulant non pourvu d'attelages à dispositif de centrage a compromis la sécurité de l'exploitation ferroviaire.

Faits établis quant aux risques

1. En raison des pratiques et instructions d'exploitation passées de la compagnie, qui encourageaient l'utilisation du frein rhéostatique comme première méthode de contrôle de la vitesse des trains, il est possible que les équipes de train aient pris l'habitude d'employer cette méthode, augmentant ainsi le risque que la conduite de leur train ne soit pas optimale dans toutes les situations.
2. Les locomotives isolées qui ne sont pas munies de blocs de centrage ni d'attelages à dispositif de centrage présentent un plus grand risque de déraillement.

Autre fait établi

1. Il est possible que la limite de 18 essieux fixée par le CN pour les groupes de locomotives CC dont le frein rhéostatique est fonctionnel ne soit pas toujours suffisante pour assurer une protection contre des efforts retardateurs excessifs en freinage rhéostatique.

Mesures de sécurité

Mesures prises par Transport Canada

Le 7 avril 2010, un inspecteur de la sécurité ferroviaire de TC a émis au CN un avis en vertu de l'article 31 de la *Loi sur la sécurité ferroviaire* au sujet du problème de gestion des forces exercées dans les trains de marchandises exploités dans la subdivision Kingston. TC a demandé au CN d'indiquer à son bureau régional de l'Ontario, Surfaces, avant le 22 avril 2010, ce qu'il entendait faire pour régler les dangers et les conditions soulevés dans l'avis.

Le 16 avril 2010, le CN a répondu à l'avis en précisant qu'il avait restreint la taille des trains exploités entre le point milliaire 39,8 (Coteau, Québec) et le point milliaire 301,6 (Oshawa, Ontario) de la subdivision Kingston. De plus, le CN s'est engagé à mettre en place de façon progressive des systèmes à énergie répartie dans la subdivision Kingston, afin que tous les trains de ce secteur fonctionnent éventuellement à traction répartie.

Le 25 mai 2010, TC a étudié les mesures correctives décrites dans la réponse du CN à l'avis. TC a été satisfait de ce que les dangers et les conditions notés dans l'avis avaient été réglés.

Le CN exploite actuellement des trains réguliers d'un maximum de 10 000 pieds dans la subdivision Kingston et les trains de plus de 8500 pieds sont dotés d'un système à énergie répartie.

Le CN avisera TC avant de mettre en œuvre tout changement aux plans d'exploitation actuels dans la subdivision Kingston.

Mesures prises par le Canadien National

Le 20 avril 2010, le CN a émis pour son district des Grands Lacs le bulletin d'exploitation numéro GLD 1043 intitulé *Handling Locomotives with Non-Alignment Control Couplers (NACC)* et traitant de l'acheminement des locomotives munies d'attelages sans dispositif de centrage (ASDC) : [TRADUCTION]

1. Si le tonnage remorqué ne dépasse pas 4000 tonnes – deux (2) locomotives avec ASDC au maximum peuvent être utilisées ou déplacées dans un train; on doit alors les classer immédiatement derrière le groupe de locomotives en tête.
2. Si le tonnage remorqué dépasse 4000 tonnes – une seule (1) locomotive avec ASDC peut être utilisée ou déplacée dans un train; on doit alors la classer immédiatement derrière le groupe de locomotives en tête.

Dans les deux cas :

- a) la poignée de commande du frein rhéostatique ne doit pas dépasser la position 5;
- b) le frein indépendant peut être utilisé seulement à des vitesses inférieures à 10 mi/h.

Le Service de la mécanique du CN a publié le 31 mars 2010 un bulletin technique (2010-M-07) sur les locomotives à attelages sans dispositifs de centrage; le bulletin a été révisé par la suite le 18 avril 2010. Il exige de faire un examen visuel détaillé des dispositifs de choc, de traction et d'attelage de toutes les locomotives n'appartenant pas au CN. Toutes celles qui ne sont pas pourvues d'attelages à dispositifs de centrage devront être équipées de blocs de centrage d'attelage; et sur celles qui sont munies de bogies universels (GP), des butées de traverses danseuses doivent être utilisées pour permettre le mouvement.

Le CN a lancé, le 9 avril 2010, un processus pour assurer la sécurité des locomotives à attelages sans dispositif de centrage. Le processus vise à identifier les locomotives étrangères munies de tels attelages et à vérifier qu'elles sont dûment sécurisées et acheminées en service de trains conformément aux instructions générales d'exploitation, aux bulletins et aux guides de l'entreprise.

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 24 février 2011.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits, visitez son site Web (www.bst-tsb.gc.ca). Vous y trouverez également des liens vers d'autres organismes de sécurité et des sites connexes.

Annexe A – Autres enquêtes connexes mettant en cause les forces s'exerçant sur les trains

Le BST a mené des enquêtes sur les déraillements suivants :

1. **R09T0092** - Le 21 mars 2009, 6 wagons du train de marchandises M36231-20 du Canadien National ont déraillé au point milliaire 247,20 de la subdivision Kingston, près de Brighton (Ontario), alors que le train roulait vers l'est à une vitesse d'environ 50 mi/h. Le train était tracté par 3 locomotives placées en tête, comptait 137 wagons (75 chargés et 62 vides), mesurait environ 8 850 pieds de long et pesait quelque 11 845 tonnes. Alors que le train roulait vers l'est à la vitesse approximative de 50 mi/h, un étirement modéré des attelages a causé la rupture d'une mâchoire d'attelage sur le 107^e wagon. Le train s'est séparé en 2 parties : la portion de tête (107 wagons) et la portion de queue (30 wagons lourdement chargés). La portion de queue, plus lourde, est alors entrée en collision avec la portion de tête et a provoqué le déraillement. L'enquête a déterminé que la conduite du train était conforme aux exigences de la compagnie et de la réglementation, mais qu'on n'avait pas tenu compte de la répartition du poids et que la configuration du convoi ne permettait pas une gestion efficace des forces exercées dans le train.
2. **R07D0009** - Le 12 février 2007, 8 wagons du train de marchandises M31031-10 du Canadien National (CN) ont déraillé près de Drummondville (Québec). La rupture d'une mâchoire d'attelage du 75^e wagon a causé le serrage des freins d'urgence qui s'est répercuté jusqu'à la tête du train. Le train comptait 5 locomotives de tête et 105 wagons (80 chargés et 25 vides), mesurait environ 7 006 pieds et pesait quelque 10 815 tonnes. L'enquête a révélé que la composition du train (c'est-à-dire, wagons vides à l'avant et wagons chargés à l'arrière) avait été un facteur contributif.
3. **R07T0110** - Le 28 avril 2007, un véhicule d'entretien de la voie de marque Herzog et 21 wagons vides à niveaux multiples du train de marchandises M36321-26 du CN ont déraillé à Cobourg (Ontario). Le train comprenait 3 locomotives de tête et 84 wagons vides et chargés. Il mesurait 9 602 pieds et pesait quelque 9 000 tonnes. L'enquête a permis de déterminer que la composition du train, notamment le fait qu'on ait placé un wagon équipé d'attelages non standards en tête du train et qu'on ait placé un tonnage considérable derrière ce wagon, a été un facteur contributif.
4. **R07T0323** - Le 30 octobre 2007, le train de marchandises M38461-29 du CN a déraillé pendant qu'il s'arrêtait pour dételer un bloc de wagons intermodaux à Malport (Ontario). Le train se composait de 4 locomotives de tête et de 131 wagons (59 chargés et 72 vides), mesurait environ 7 839 pieds et pesait quelque 7 810 tonnes. L'enquête a permis de déterminer que la composition du train, notamment le fait qu'on ait placé du matériel roulant équipé d'attelages non standards en tête du train et qu'on ait placé un tonnage considérable derrière ces wagons, a été un facteur contributif.

5. **R05C0082** – Le 27 mai 2005, 2 locomotives et 24 wagons (dont 3 wagons-citernes sous pression contenant des résidus d’ammoniac anhydre [ONU 1005]) du train de marchandises 277-26 du Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP) ont déraillé près de Bowden (Alberta). Le train comptait 2 locomotives de tête actives, de modèle AC4400, construites par General Electric, suivies de 2 locomotives isolées GP 9 construites par General Motors et faisant face à l’arrière, ainsi que 77 wagons (22 wagons chargés et 55 wagons vides). Il mesurait 5 050 pieds et pesait 4 512 tonnes. L’enquête a révélé que des forces considérables de compression des attelages dues à une application soudaine du frein rhéostatique et à la composition du train, en l’occurrence le fait qu’on ait placé en tête de train une locomotive dont les attelages étaient dépourvus de dispositifs de contrôle du jeu latéral des attelages, a été un facteur contributif. L’amplitude des efforts de compression des attelages a été exacerbée par le fait que 18 wagons munis d’attelages souples avaient été placés immédiatement derrière le groupe de traction. La composition du train n’était pas conforme aux Instructions générales d’exploitation (IGE) du CFCP.
6. **R05V0141** – Le 5 août 2005, 9 wagons du train de marchandises A47151-05 du CN, dont un wagon chargé d’hydroxyde de sodium (ONU 1824), appelé aussi soude caustique, et 8 wagons vides, ont déraillé près de Garibaldi (Colombie-Britannique). Environ 40 000 litres de soude caustique se sont déversés dans la rivière Cheakamus et ont causé des dommages considérables à l’environnement. Le train était composé de 5 locomotives de tête, de 144 wagons (3 chargés et 141 vides) et de 2 locomotives télécommandées placées derrière le 101^e wagon. Il mesurait quelque 9 340 pieds et pesait environ 5 002 tonnes. L’enquête a déterminé qu’un effort de traction excessif des locomotives et un tonnage remorqué excessif, combinés au fait que des wagons longs et des wagons courts étaient attelés ensemble, ont occasionné des forces latérales considérables qui ont donné lieu à un ratio latéral/vertical élevé et au soulèvement des roues, ce qui a causé l’étirement de la rame dans la courbe.
7. **R02C0050** - Le 8 juillet 2002, 2 locomotives et les 27 premières caisses de wagon du train de marchandises A442-51-08 du Canadien National ont déraillé. En situation de freinage, les attelages sans dispositif de centrage sur les locomotives déraillées avaient pu former un angle maximum d’environ 19°. Les forces de compression mises en œuvre par l’entremise de ces attelages ont produit des forces latérales suffisantes pour provoquer un renversement du rail et un soulèvement des roues, ce qui a entraîné le déraillement.
8. **R02W0060** – Le 26 avril 2002, le train de marchandises E20131-24 du CN venait de partir de Winnipeg (Manitoba) et roulait sur la voie principale nord de la subdivision Redditt. Comme le train franchissait une liaison alors que le frein rhéostatique était serré, 8 wagons du train ont déraillé. Le matériel roulant déraillé comprenait 3 wagons couverts contenant des marchandises dangereuses. Le train comptait 3 locomotives et 85 wagons (76 chargés et 9 vides), mesurait 5 412 pieds et pesait 9 363 tonnes. L’enquête a révélé que la compression des attelages attribuable au tonnage considérable qui était placé à l’arrière du train, combinée à l’effort soutenu de freinage rhéostatique, a généré des forces de compression suffisamment grandes

pour causer le soulèvement d'une roue d'un wagon plat vide à support central en A et à parois de bout de 80 pieds de longueur, qui avait été placé près de la tête du train, et pour faire dérailler ce wagon.

9. **R01M0061** – Le 6 octobre 2001, le train de marchandises M30631-05 du CN a heurté une automobile à un passage à niveau de ferme situé dans le canton de Drummond (Nouveau-Brunswick), après quoi 15 wagons du train ont déraillé. Sept des wagons déraillés étaient des wagons-citernes chargés de gaz de pétrole liquéfié, ONU 1075. Le train comptait 3 locomotives de tête, 130 wagons (60 wagons chargés et 70 wagons vides). Il mesurait environ 8 700 pieds et pesait quelque 10 000 tonnes. L'enquête a révélé qu'un serrage d'urgence intempestif (SUI) des freins s'est déclenché au moment où le train a heurté l'automobile. En raison du profil de la voie et de la configuration du train, le train a été affecté par des forces excessives de compression des attelages, lesquelles ont causé le renversement du rail et le déraillement.

Le rapport contient le passage suivant : "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. Par conséquent, le Bureau a recommandé d'urgence que :

Transports Canada encourage les compagnies de chemin de fer à mettre en œuvre 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, émise en avril 2004)

Transports Canada a accepté la recommandation du Bureau et a informé ses intervenants. Transports Canada a noté que le CN avait adopté la technologie Trainlink-ES et qu'environ 500 locomotives de ligne en avaient été équipées à la fin de 2006. Le CFCP a adopté une technologie améliorée de contrôle et de freinage en queue (TIBS), qui déclenche automatiquement un serrage d'urgence en queue du train, et il a modifié 94 % de ses locomotives. Toutes les nouvelles locomotives de ligne qui seront achetées seront équipées de la nouvelle technologie. Le Bureau a estimé qu'une attention entièrement satisfaisante a été accordée à la lacune décrite dans la recommandation R04-01.

10. **R01T0006** – Le 16 janvier 2001, 26 wagons du train de marchandises M31031-15 du CN ont déraillé près de Mallorytown (Ontario). Au nombre des wagons déraillés se trouvaient 2 wagons-citernes chargés de propane. Le train avait un groupe de traction formé de 2 locomotives de tête et se composait de 149 wagons (76 chargés et 73 vides). Il mesurait environ 9 450 pieds et pesait quelque 11 700 tonnes. L'enquête a révélé qu'une combinaison de facteurs relatifs à l'alignement géométrique de la voie, à la composition du train et aux forces de compression générées pendant le freinage d'urgence ont contribué au déraillement, lequel a été consécutif au soulèvement d'une roue.

11. **R00W0106** – Le 16 mai 2000, 19 des 136 wagons du train de marchandises E20531-15 du CN ont déraillé près du point milliaire 155,0 de la subdivision Redditt. Quatre des wagons déraillés contenaient des marchandises dangereuses. Le train était formé de 2 locomotives de tête et de 136 wagons (51 chargés et 85 vides). Il mesurait environ 8 800 pieds et pesait quelque 9 440 tonnes. L'enquête a permis de déterminer que, pendant une réduction des gaz alors qu'il roulait dans une courbe et descendait une pente, le train a déraillé par suite d'un chevauchement du rail causé par des contraintes latérales attribuables à des forces excessives de compression des attelages qui s'exerçaient dans la partie arrière du train.

Annexe B – Événements de catégorie 5 au BST impliquant des attelages non standards et les forces exercées dans le train

R05D0039 - Le 2 mars 2005, 16 wagons du train de marchandises M31031-02 du CN (train 310) ont déraillé pendant que le train faisait un arrêt contrôlé sur une voie en alignement droit, à Coteau (Québec). Le train comptait 3 locomotives en tête, 89 wagons chargés et 48 wagons vides, mesurait 8 138 pieds de long et pesait 14 712 tonnes. Au nombre des wagons déraillés se trouvaient 10 wagons basculants pneumatiques vides de la série BGSX équipés d'attelages non standards à bout pivotant évasé, qui avaient été classés en tête du train, entre les 4^e et 31^e positions derrière les locomotives; 67 wagons céréaliers chargés étaient placés à la queue du train.

R06W0085 - Le 27 mai 2006, la première caisse de wagon (HZGX 1750A), qui a aussi été impliquée dans un déraillement près d'un an plus tard, a déraillé au cours d'un arrêt de routine du train de marchandises M30041-26 du CN. Le train comptait 3 locomotives en tête, 65 wagons chargés et 21 vides, mesurait 5 479 pieds de long et pesait 9 175 tonnes. Du matériel aux attelages non standards avait été placé immédiatement derrière les locomotives en tête du train, devant un important tonnage remorqué. L'accident s'est produit dans une courbe au cours d'un freinage rhéostatique.