

Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE
R03T0080



DÉRAILLEMENT ET COLLISION

DU TRAIN NUMÉRO 410-16
DU CHEMIN DE FER CANADIEN PACIFIQUE
AU POINT MILLIAIRE 80,5, SUBDIVISION BELLEVILLE
À MELROSE (ONTARIO)
LE 21 FÉVRIER 2003

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 responsabilisés civiles ou pénales.

Rapport d'enquête ferroviaire

Déraillement et collision

du train numéro 410-16
du Chemin de fer Canadien Pacifique
au point milliaire 80,5, subdivision Belleville
à Melrose (Ontario)
le 21 février 2003

Rapport numéro R03T0080

Sommaire

Le 21 février 2003, vers 5 h 40, heure normale de l'Est, pendant que le train de marchandises 410-16 du Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP) roulait vers l'est à 42 mi/h, 21 wagons ont déraillé au point milliaire 80,5 de la voie principale de la subdivision Belleville du CFCP. Sept des wagons déraillés contenaient du gaz de pétrole liquéfié; certains de ces wagons sont entrés en collision avec la locomotive de tête du train 251-19 du CFCP qui attendait dans la voie d'évitement à Lonsdale. Les parois des wagons-citernes ont été perforées et les wagons ont explosé par la suite.

Environ 635 pieds de la voie principale, les signaux et les réchauffeurs d'aiguilles près du point milliaire 80,5 ont été détruits. Seize wagons du train 410 et les locomotives de tête du train 251 ont été lourdement endommagés et 1 600 pieds de clôture et une ligne de poteaux ont été détruits et brûlés. Le feu a brûlé pendant trois jours. Le panache de fumée des incendies et le propane en flamme ont soulevé des inquiétudes concernant la qualité de l'air dans la zone immédiate. Environ 300 résidants ont été évacués par mesure de précaution. Les deux membres de l'équipe du train 251-19 ont subi des brûlures causées par les boules de feu provenant des wagons-citernes rompus. L'équipe du train 410 n'a pas été blessée.

This report is also available in English.

1.0 *Autres renseignements de base*

1.1 *L'accident*

Le 21 février 2003, le train 410-16 (train 410) du Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP) roule en direction est sur la voie principale de la subdivision Belleville du CFCP. Vers 5 h 36, heure normale de l'Est¹, le train traverse un détecteur de boîtes chaudes et de pièces traînantes (le scanner) au point milliaire 82,1, où les roues et les essieux sont contrôlés. Une alarme est déclenchée à la suite de la chaleur détectée dans l'un des roulements d'essieu du train. Une fois que le train au complet franchit le scanner, le système d'information vocale émet un message avisant l'équipe du train qu'un roulement chaud a été détecté à environ 122 essieux derrière la locomotive de tête. Le message avise également l'équipe d'arrêter le train pour une inspection. À environ deux milles plus loin sur la voie, le train 251-19 (train 251) est immobilisé au point milliaire 80,5 dans la voie d'évitement de Lonsdale, passé l'aiguillage de la voie principale.

Vers 5 h 40, un essieu du 27^e wagon du train 410 déraile du côté sud de la voie principale au point milliaire 80,9. Le wagon déraillé poursuit sa course vers l'est en direction de l'aiguille au point milliaire 80,5 où il emprunte la voie déviée vers la voie d'évitement de Lonsdale. Le 27^e wagon (SOO 18748, un wagon couvert chargé de lentilles) heurte ensuite le côté de la locomotive de tête (CP 8654) du train 251. Les deux wagons suivants du train 410, les 28^e et 29^e, chargés de produits agricoles, sont entraînés dans la course et déraillent du côté nord de la voie. Les sept wagons suivants du train 410, du 30^e au 36^e, sont des wagons-citernes chargés de gaz de pétrole liquéfié. Le premier wagon-citerne chargé déraile et percute le coin avant droit de la locomotive de tête du train 251 et explose sous la force de l'impact. Le deuxième wagon-citerne déraile aussi et explose après avoir été lourdement endommagé lors de l'impact. Cette séquence est suivie de l'explosion des troisième et cinquième wagons-citernes de gaz de pétrole liquéfié en moins de 15 minutes après avoir été très endommagés par les wagons déraillés qui ne cessent de les emboutir. Peu de temps après, les trois autres wagons-citernes de gaz de pétrole liquéfié sont rompus en raison des dommages par suite de l'impact, de la défaillance de dispositifs de sécurité et de la chaleur intense se dégageant de l'incendie. Le contenu des sept wagons-citernes de gaz de pétrole liquéfié est consumé par les flammes (voir la photo 1).

Au total, 21 wagons déraillent du train 410, y compris 9 wagons-citernes contenant des produits réglementés, 2 wagons-citernes contenant des produits non réglementés, 2 wagons couverts réfrigérés (cryogéniques), 4 wagons couverts de produits agricoles, 2 wagons plats de produits forestiers et 2 wagons porte-conteneurs de produits de consommation. Sur le train 251, les premier et deuxième wagons derrière les locomotives, soit deux wagons-trémies couverts vides, déraillent mais restent à la verticale.

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



Photo 1. Vue aérienne des lieux le jour de l'accident (Source : Police provinciale de l'Ontario)

1.2 Renseignements météorologiques

Au moment de l'accident, le ciel était clair et les vents en provenance du sud-ouest soufflaient à 22 km/h. La température de l'air ambiant était de -2,5 °C. Le sol était couvert de neige.

1.3 Renseignements sur les trains

1.3.1 Train 410

Le train 410, composé de 65 wagons chargés et de 12 wagons vides, mesurait 5 356 pieds de longueur et pesait environ 8 268 tonnes. Il était alimenté par deux locomotives GE AC4400 d'une puissance de 4400 HP. Chaque locomotive peut produire 98 000 livres d'effort retardateur pendant le freinage rhéostatique. Le train comptait 11 wagons-citernes chargés de marchandises dangereuses réglementées et 2 wagons couverts réfrigérés chargés (frigorigènes cryogéniques).

Le train en partance du triage de Toronto (Ontario) du CFCP avait Montréal (Québec) pour destination.

1.3.2 Train 251

Le train 251, composé de 2 locomotives, de 39 wagons chargés et de 55 wagons vides, mesurait environ 6 021 pieds de longueur et pesait environ 6 966 tonnes. Il y avait 9 wagons contenant des résidus de marchandises dangereuses réglementées.

Le train en provenance de Montréal se dirigeait vers Toronto.

1.4 *Renseignements sur le personnel*

Les équipes des trains 410 et 251 comportaient chacune un mécanicien et un chef de train. Les membres des équipes répondaient aux exigences de leurs postes respectifs et satisfaisaient aux exigences en matière de condition physique et de repos.

1.5 *Dommmages au matériel*

1.5.1 *Train 410*

Sur le train 410, un total de 21 wagons, du 24^e au 44^e, ont déraillé. Seize des 21 wagons ont subi des dommages considérables et ont été détruits sur place. Quatre wagons ont subi des dommages mineurs et ont été remis sur les rails et dirigés vers l'atelier de réparation. Un wagon-citerne déraillé ne présentant aucun dommage apparent a été remis sur les rails et acheminé vers un poste d'inspection avant d'être remis en service.

1.5.2 *Train 251*

La locomotive de tête du train 251 a subi des dommages considérables de même que la locomotive de queue qui a exigé des réparations majeures. Les deux premiers wagons derrière les locomotives ont déraillé à la suite de la collision et subi des dommages mineurs.

1.6 *Subdivision Belleville*

Le mouvement des trains sur la subdivision Belleville est régi par la commande centralisée de la circulation (CCC) autorisée par le *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REF) et est dirigé par un contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) posté à Montréal. Après l'accident, un examen a permis de déterminer que les signaux de la CCC fonctionnaient comme prévu. Aucune condition défectueuse n'a été relevée à l'endroit du matériel de signalisation et de détection en voie dans les environs du lieu de l'accident.

1.7 *Particularités de la voie*

1.7.1 *Renseignements généraux sur la voie, la plate-forme et l'état géométrique*

La subdivision Belleville s'étend du point milliaire 0,0 à Smith Falls au point milliaire 211,5 à Toronto (voir la figure 1). Du point milliaire 0,0 au point milliaire 2,0 (Smith Falls Ouest), la voie principale est double. Elle est simple entre le point milliaire 2,0 et le point milliaire 195,9 (Neilsons), où elle redevient double jusqu'au point milliaire 209,4. La vitesse maximale permise est de 60 mi/h. Dans les environs du déraillement, les trains sont autorisés à se déplacer à la vitesse maximale.

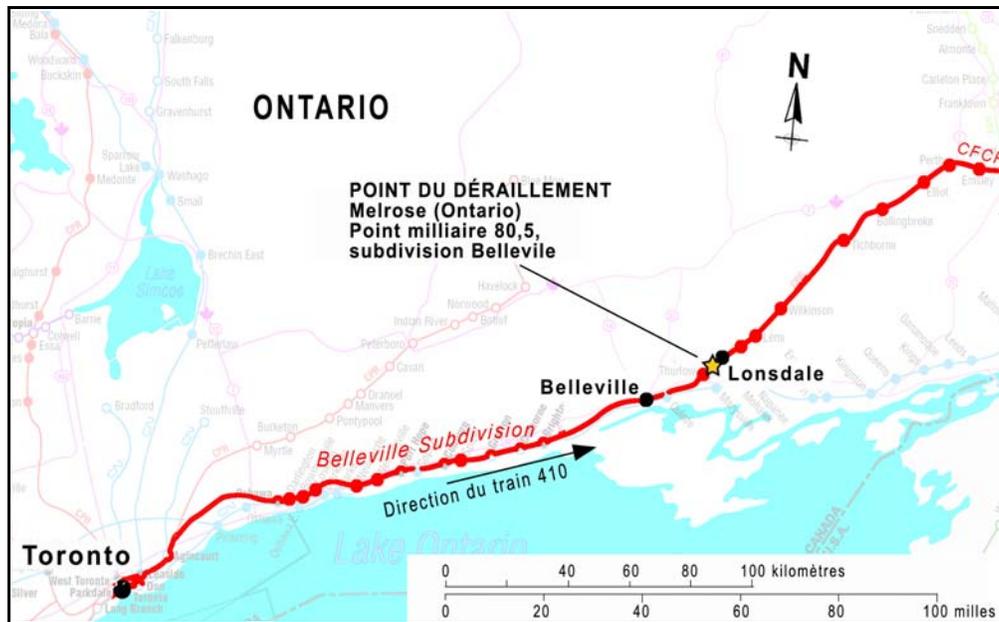


Figure 1. Carte montrant les lieux de l'accident (Source : Atlas des chemins de fer canadiens)

La voie se composait de longs rails soudés de 132 livres, fabriqués en 1975 par Algoma Steel et posés au cours de cette même année. Des selles standard de 14 pouces à double épaulement étaient fixées au moyen de trois crampons de six pouces. Il y avait environ 60 traverses en bois dur traité par 100 pieds. Toutes les traverses étaient encadrées d'anticheminants. La superstructure de la voie reposait sur un remblai de plate-forme de trois pieds recouvert de ballast de laitier concassé.

Le mouvement des trains se déplaçant vers l'est dans le secteur du déraillement doit permettre de négocier une rampe de 0,4 % du point milliaire 83,5 au point milliaire 81,8, suivie d'une pente de 0,8 % du point milliaire 81,6 au point milliaire 80,9. La déclivité redevient une rampe de 0,7 % du point milliaire 80,6 au point milliaire 80,1, où la voie s'aplanit pour devenir une légère rampe de 0,1 %.

1.7.2 Inspections de la voie

Les programmes d'inspection des voies visent à déceler les irrégularités dans la superstructure de la voie et à aider à planifier l'entretien des voies afin d'assurer la sécurité de l'exploitation des trains. Les programmes d'inspection englobent habituellement des inspections par des voitures d'inspection de l'état géométrique de la voie, l'auscultation des défauts de rails à l'aide d'équipement de détection à ultrasons, des tournées à pied annuelles, des inspections mensuelles faites à partir des trains et des inspections visuelles bihebdomadaires.

Dans la subdivision Belleville, les inspections visuelles sont effectuées par le superviseur adjoint de la voie à bord d'un véhicule rail-route. La dernière inspection avant l'accident remontait au 17 février 2003. Aucune défaillance majeure n'avait été repérée près des lieux de l'accident lors de cette inspection. L'état géométrique de la voie avait été vérifié le 6 février 2003 au moyen d'une voiture de contrôle de l'état géométrique de la voie du CFCP. Aucun défaut urgent devant

être traité sur-le-champ n'a été décelé près des lieux de l'accident. La dernière inspection de détection des défauts de rails avant l'accident avait eu lieu le 23 janvier 2002. Lors de cette inspection, une soudure en voie défectueuse avait été détectée au point milliaire 87,4 et avait été réparée au cours de la même journée.

Le 28 février 2003, lors de l'examen de la voie dans les environs du déraillement, les enquêteurs du BST ont remarqué que le niveau de détérioration des traverses variait; environ 34 traverses sur 100 étaient défectueuses. Les défauts des traverses comprenaient la pourriture du bois, des traverses à selles encastrées, des traverses fendues et des traverses meurtries par des crampons.

Aucun ordre de marche au ralenti n'était en vigueur dans le secteur du déraillement au moment de l'événement.

1.7.3 Particularités de la voie d'évitement

La voie d'évitement de Lonsdale se trouve au sud de la voie principale et s'étend du point milliaire 80,5 au point milliaire 79,1. Les trains se déplaçant vers l'est sont régis par le signal 806. Étant donné qu'il se déplaçait vers l'est, le train 410 a pris en pointe un aiguillage alors qu'il se rapprochait de la voie d'évitement.

La plus récente inspection de la voie d'évitement remontait au 17 février 2003; aucune défaillance majeure n'avait été décelée.

1.8 Dommages

1.8.1 Dommages à la voie principale

La voie principale a été détruite sur une distance d'environ 635 pieds. L'aiguillage menant à la voie d'évitement adjacente comportait des dommages mineurs. Par ailleurs, les anticheminants, les traverses et les crampons ont subi des dommages mineurs lorsque le premier wagon déraillé a été entraîné le long de la voie sud, vers l'est, du point milliaire 80,9 à l'aiguillage.

1.8.2 Dommages à la voie d'évitement

La voie d'évitement a été détruite sur une distance d'environ 420 pieds.

1.8.3 Dommages aux autres infrastructures

Le signal intermédiaire, un signal nain et les conduites du réchauffeur d'aiguilles près du point milliaire 80,5 ont été détruits. Les contre-rails de l'aiguillage ont également subi des dommages mineurs.

1.8.4 *Dommmages à la propriété privée*

Les clôtures ont été détruites et la ligne de poteaux a été brûlée sur une distance d'environ 1 600 pieds. Certains arbres sur des propriétés privées adjacentes ont été brûlés considérablement ou ont été endommagés par la projection de débris. Lors du nettoyage, les champs adjacents ont connu des dommages mineurs en raison de l'utilisation de matériel lourd. Le feu a brûlé pendant environ trois jours. Le panache de fumée de l'incendie a soulevé des inquiétudes concernant la qualité de l'air dans la zone immédiate. En raison de la fumée, du feu et de la présence de produits de gaz de pétrole liquéfié, environ 300 résidants de la zone immédiate ont été évacués. Les variations de la qualité de l'air ont été surveillées dans les zones immédiates et avoisinantes. La qualité de l'air est demeurée bien au-delà du niveau prescrit dans les normes du ministère de l'Environnement.

1.9 *Renseignements sur les marchandises dangereuses*

1.9.1 *Train 410*

Le train 410 était composé d'un certain nombre de wagons transportant des marchandises dangereuses réglementées, dont neuf wagons-citernes chargés de gaz de pétrole liquéfié (UN 1075), deux wagons-citernes chargés d'ammoniac anhydre (UN 1005) et deux wagons couverts réfrigérés chargés de frigorigènes cryogéniques. Sept des wagons transportant du gaz de pétrole liquéfié ainsi que les deux wagons transportant des frigorigènes cryogéniques étaient en cause dans le déraillement et dans l'incendie subséquent. Environ 407 000 kg (896 915 livres) de gaz de pétrole liquéfié ont été brûlés lors de l'accident.

Un des wagons-citernes transportant de l'ammoniac anhydre a déraillé à plusieurs centaines de pieds de la zone de déraillement principale. Ce wagon-citerne n'a cependant pas été considérablement endommagé par l'incendie et les explosions.

1.9.2 *Train 251*

Le train 251 était composé d'un certain nombre de wagons transportant des marchandises dangereuses réglementées, dont six wagons-citernes contenant des résidus de solution de soude caustique (UN 1824), deux wagons-citernes contenant des résidus de phénol fondu (UN 2312), un wagon-citerne contenant des résidus de naphthalène fondu (UN 2304) et un wagon-citerne contenant des résidus d'acétate de vinyle inhibé (UN 1301). Aucun de ces wagons-citernes n'a été en cause dans le déraillement ni dans l'incendie.

Après que la locomotive de tête a été endommagée par le choc et l'incendie, environ 3 000 gallons de carburant diesel qu'elle contenait ont été consommés par les flammes.

1.10 Renseignements consignés

1.10.1 Consignateur d'événements – train 410

Les données du consignateur d'événements de la locomotive de tête ont été analysées. À 5 h 30 min 11 s, le train 410 se déplaçait à environ 35 mi/h, la manette des gaz en position n° 8 (puissance maximale), alors qu'il s'approchait du scanneur au point milliaire 82,1. À 5 h 35 min 37 s, alors que le train se déplaçait à 42 mi/h, la manette des gaz a été ramenée à la position n° 6. À 5 h 35 min 49 s, le frein indépendant s'est affranchi alors que la manette des gaz était en position n° 6 et que la vitesse était stable à 42 mi/h. À 5 h 36 min 4 s, un serrage d'urgence intempestif a été enregistré. Le train s'est arrêté environ 47 secondes plus tard.

1.10.2 Consignateur d'événements – train 251

Le consignateur d'événements de la locomotive de tête du train 251 a été retiré aux fins d'analyse. Toutefois, en raison des dommages importants attribuables à l'incendie et à la chaleur, les données qu'il contenait n'ont pu être récupérées. Les connexions électriques ont fondu et les cartes électroniques et le câblage du consignateur ont été détruits.

Par suite d'une collision survenue dans la subdivision Drummondville le 15 février 1986, la Commission canadienne des transports a assujéti toutes les compagnies ferroviaires sous réglementation fédérale à des ordonnances exigeant l'installation de consignateurs d'événements dans les locomotives qui sont exploitées sur des voies principales. Bien que cette ordonnance (R-40339), en date du 19 février 1987, stipulait les renseignements que les consignateurs d'événements des locomotives devaient enregistrer, elle ne précisait aucune norme relative à la conception des consignateurs ni aucun critère visant leur performance. Par conséquent, la résistance au choc des consignateurs d'événements des locomotives dans des conditions extrêmes, notamment un incendie, un choc ou une immersion, n'a pas été traitée. Par contre, dans les industries aéronautique et maritime, les consignateurs d'événements ont été conçus selon des normes relatives à la performance visant à maximiser leur résistance au choc lors d'un accident.

Depuis 1990, le BST a enquêté sur six autres accidents ferroviaires au cours desquels des membres de l'équipe ont été blessés ou tués. Dans le cas de cinq de ces accidents (R92T0183, R96C0172, R97V0063, R99H0010 et R03V0083), les données enregistrées par le consignateur d'événements de la locomotive ont été perdues en raison de l'exposition au feu ou à l'eau.

- R92T0183 (19 juillet 1992) : Le train 309 du Canadien National (CN) se déplaçant vers l'ouest est arrivé à la hauteur d'un affaissement au point milliaire 133,5 de la subdivision Caramat du CN (Exton, en Ontario). Les quatre locomotives ont déraillé et sont tombées dans le lac.
- R96C0172 (12 août 1996) : Le train 117 du CN se déplaçant vers l'ouest est entré en collision avec 20 wagons à la dérive en direction est au point milliaire 122,9 de la subdivision Edson du CN (Yates, en Alberta). Trois locomotives ont déraillé et brûlé.

- R97V0063 (26 mars 1997) : Le train 102 du CN a déraillé dans un affaissement au point milliaire 106,15 de la subdivision Ashcroft du CN (Conrad, en Colombie-Britannique). Les deux locomotives ont glissé dans l'affaissement et ont brûlé dans l'incendie qui s'est ensuivi.
- R99H0010 (30 décembre 1999) : Le train 783 du CN se déplaçant vers l'ouest sur la voie nord a heurté un wagon déraillé du train 306 du CN qui se déplaçait vers l'est sur la voie sud au point milliaire 50,84 de la subdivision Saint-Hyacinthe du CN (Mont-Saint-Hilaire, au Québec). Les deux locomotives ont brûlé dans l'incendie qui en a résulté.
- R03V0083 (14 mai 2003) : Les deux locomotives et six wagons du train 356 du CN ont déraillé sur un pont à chevalets en bois au point milliaire 7,2 de la subdivision Fraser du CN. Le matériel déraillé est tombé du pont effondré et a brûlé dans l'incendie qui s'est ensuivi.

1.11 *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada*

Le REF est un règlement d'exploitation qui aide à assurer la sécurité des mouvements des trains au Canada. L'équipe de train avait une copie de ce règlement.

Le REF prescrit les exigences minimales que doivent respecter les compagnies ferroviaires exploitant des trains au Canada. Cependant, il ne contient pas d'instructions ni de règles régissant l'utilisation, l'emplacement ou l'exploitation des détecteurs de boîtes chaudes (scanneurs) et les autres systèmes de détection en voie.

Les compagnies ferroviaires doivent respecter les exigences du REF, mais peuvent également exiger que les équipes de train satisfassent à d'autres exigences particulières de la compagnie. Ces exigences sont définies dans les Instructions générales d'exploitation (IGE) de chaque compagnie ferroviaire.

1.12 *Instructions générales d'exploitation*

Les IGE du CFCP en vigueur au moment du déraillement ont été publiées le 1^{er} mars 2002. La section 5 de la partie I des IGE vise les inspections des trains. La partie II fournit des instructions concernant les détecteurs de boîtes chaudes. L'équipe d'exploitation se servait de la version de mars 2002.

1.12.1 *Inspections des trains*

Le point 5.1, section 5, partie I, Inspections de trains, des IGE indique :

Aucun train ne doit parcourir plus de 60 milles, ou franchir deux détecteurs de boîtes chaudes consécutifs hors d'usage, sans être contrôlé de chaque côté sur toute sa longueur. Un tel contrôle peut prendre l'une ou l'autre des formes suivantes :

- i) Contrôle par un détecteur de boîtes chaudes et de pièces traînantes en service.
- ii) Surveillance au défilé par l'équipe du train même.

- iii) Surveillance au passage
- par des employés en voie, ou
 - par les équipes d'autres trains.

Nota : Les surveillances d'un train qui passe doivent être effectuées par deux employés, un de chaque côté du train, postés à moins d'une longueur de train l'un de l'autre.

Les résultats de la surveillance doivent être communiqués à l'équipe du train pour qu'on considère qu'il y a eu contrôle.

1.12.2 *Instructions relatives aux détecteurs de boîtes chaudes*

Des instructions précises sont fournies à l'équipe de train pour veiller à ce que les mesures appropriées soient prises lorsque le train approche du scanneur, franchit ce dernier ou y déclenche un signal d'alarme.

Le point 1.2, section 5, partie II, Instructions relatives aux détecteurs de boîtes chaudes, des IGE du CFCP porte sur l'exploitation à la hauteur ou à proximité d'un détecteur de boîtes chaudes. Les instructions particulières sont les suivantes :

- a) Pour éviter toute indication d'échauffement anormal provenant d'une autre source qu'un matériel défectueux, le mécanicien doit s'abstenir :
 - de faire un usage prolongé des freins du train à l'approche d'un détecteur; et
 - de serrer les freins pendant qu'une partie du convoi le franchit.
- b) Là où se trouve un détecteur de boîtes chaudes, les membres de l'équipe doivent éviter de se servir du système radio :
 - pendant que le train franchit le détecteur; et
 - jusqu'à ce qu'ils aient entendu le rapport de l'émetteur sur les résultats du contrôle.

Lorsque le train passe au-dessus du détecteur, chaque fois qu'une alarme est déclenchée (lorsque la différence de chaleur prédéfinie entre les roulements opposés du même essieu est atteinte), une alerte d'une seconde est transmise par radio. Une fois que l'arrière du train a franchi le détecteur, une alerte de deux secondes est transmise et est suivie d'un message vocal automatisé présentant les détails de chaque alarme.

Lorsqu'un message d'alarme est émis, l'équipe de train doit :

- ARRÊTER immédiatement le train pour effectuer l'inspection, si le point d'inspection est désigné comme étant « IMMÉDIAT » ou si aucun point d'inspection n'est désigné pour l'emplacement du scanneur.

EXCEPTION : Si aucune des conditions énumérées ci-dessous ne s'applique, un membre de l'équipe peut descendre du train et guider ce dernier, sans qu'il ne dépasse la petite vitesse, afin d'aligner le premier défaut et les défauts subséquents sur le point d'inspection.

- Si un point d'inspection est désigné pour l'emplacement du scanneur,

- ARRÊTER immédiatement le train pour effectuer l'inspection.

EXCEPTION : Si aucune des conditions énumérées ci-dessous ne s'applique, le train n'est pas tenu d'arrêter immédiatement, mais doit se diriger vers le point d'inspection sans dépasser la petite vitesse. Au point d'inspection, un membre de l'équipe peut descendre du train et guider ce dernier afin d'aligner le premier défaut et les défauts subséquents sur le point d'inspection.

Les conditions auxquelles renvoient les deux situations susmentionnées sont les suivantes :

- l'équipe peut voir le défaut;
- le détecteur de boîtes chaudes transmet une alarme pour les pièces traînantes;
- le détecteur est marqué d'un double astérisque (**) et le train transporte un ou plusieurs wagons, conteneurs ou remorques chargés de marchandises dangereuses SPÉCIALES;
- le détecteur émet plus de six alarmes;
- la cause de l'alarme n'est pas mentionnée ou est mise en doute.

Voici d'autres instructions associées aux alarmes déclenchées par des détecteurs de boîtes chaudes :

- Il faut mener l'inspection visant à repérer les défauts sur le train à l'arrêt.
- Dans la mesure du possible, si un détecteur de boîtes chaudes émet une alarme concernant une « BOÎTE CHAUDE », la vitesse du train ne doit pas dépasser 5 mi/h quand la partie défectueuse franchit des aiguillages pris en pointe. Il faut poster un membre de l'équipe (ou un autre employé muni d'une radio et avisé de la situation) en avant de l'aiguillage de façon à ce que le train puisse être arrêté si l'essieu a été rompu par le feu.

1.13 *Instructions de l'indicateur*

Chaque compagnie ferroviaire élabore et maintient des indicateurs pour les subdivisions de son réseau ferroviaire. L'indicateur présente les instructions spéciales relatives au mouvement des trains qui pourraient différer du REF ou des IGE. L'indicateur de la subdivision Belleville est entré en vigueur le 14 janvier 2002 et se trouvait en la possession de l'équipe d'exploitation.

Comme le mentionne l'indicateur du CFCP pour la subdivision Belleville :

- La voie d'évitement de Lonsdale se trouve au point milliaire 79,8 et relève de la zone de service de Montréal.
- Pour les trains se déplaçant vers l'est qui franchissent le détecteur au point milliaire 82,1, le point d'inspection est Lonsdale et le point de garage de matériel défectueux est la voie d'évitement de Lonsdale.
- Pour les trains se déplaçant vers l'ouest qui franchissent ce détecteur, le point d'inspection se trouve directement à l'est du passage à niveau au point milliaire 86,81. Le point de garage des wagons défectueux est la voie d'évitement de Thurlow au point milliaire 87,8. Cet endroit est marqué par un double astérisque (**).
- Le double astérisque (**) informe les lecteurs des exigences du point 5.1 de la section 8 des IGE.

1.14 *Exigences relatives à la formation des mécaniciens*

Les mécaniciens doivent suivre quatre semaines de cours en classe, qui comprennent des exposés et l'utilisation de simulateurs de train. Le cours comprend un aperçu des locomotives, l'exploitation ferroviaire, les systèmes de freinage et les stratégies de conduite des trains. Une fois le cours réussi, les apprentis mécaniciens retournent à leur terminal respectif où ils peuvent exploiter des trains sous la supervision d'un mécanicien qualifié pendant 12 à 17 semaines environ. Au cours de cette période, un certain nombre d'examens écrits sont administrés. Les candidats doivent obtenir au moins 85 % à chaque examen (90 % pour le REF). Au terme d'un nombre prédéterminé de voyages de qualification, les candidats doivent subir un deuxième examen. Par ailleurs, tous les mécaniciens doivent se soumettre à une évaluation de recertification et à une évaluation de formation en cours d'emploi tous les trois ans.

Les mécaniciens doivent suivre la formation qu'une seule fois, mais une formation de recyclage est exigée tous les trois ans. Toutefois, des formations additionnelles sont offertes aux employés si de nouvelles pratiques de conduite des trains ou de nouvelles technologies sont instaurées, si les employés demandent à recevoir d'autre formation ou si leur rendement le justifie. Ces « cliniques de mentorat » additionnelles sont données par des mécaniciens d'exploitation qualifiés qui ont démontré de façon constante des pratiques exemplaires d'exploitation et de conduite des trains. Ces mentors auront suivi une formation pour devenir formateurs.

1.14.1 *Stratégies et instructions relatives à la conduite des trains*

Le module 30 du manuel de formation sur les locomotives du CFCP (concernant les stratégies de conduite des trains) a été élaboré pour aider les étudiants à repérer et à évaluer les conditions ayant une incidence sur la conduite des trains et pour aider à choisir la méthode de conduite la plus sûre et la plus efficace. Ces conditions englobent les facteurs relatifs au matériel, les forces dynamiques occasionnées par l'interaction entre le train et la voie, les conditions d'exploitation comme la modulation de la manette des gaz, les systèmes de freinage et la longueur du train, de même que l'aspect de la voie, notamment les déclivités et les courbes.

Le deuxième objectif de la section N (sur les déclivités de la voie) du module 30 décrit de quelle façon la déclivité de la voie (y compris les buttes, les collines, les flèches et les creux) a une incidence sur les forces dynamiques exercées sur le train. La déclivité de la voie est jugée légère lorsqu'elle est inférieure à 0,8 %, forte quand elle se trouve entre 0,8 % et 1,8 % et montagnaise quand elle dépasse 1,8 %. Dans la subdivision Belleville, la voie entre le point milliaire 83,5 (près de l'emplacement du scanneur) et le point milliaire 80,1 (entrée de la voie d'évitement de Lonsdale) comporte une pente maximale de 0,8 % et une rampe maximale de 0,7 %.

Le troisième objectif de la section B (sur le frein rhéostatique) du module 30 vise à aider les étudiants à comprendre l'utilisation des freins rhéostatiques. Ce module contient les renseignements suivants :

- Lors du ralentissement ou de l'arrêt d'un train, il faut utiliser le frein rhéostatique dans la mesure du possible.
- Le frein rhéostatique est le plus efficace entre 18 mi/h et 28 mi/h pour la marge standard et entre 0,5 mi/h et 28 mi/h pour la marge étendue. Il faut tenir compte de ces marges lorsqu'on prévoit recourir au frein rhéostatique.
- Bien que l'effort de freinage diminue à l'extérieur de ces marges, un effort suffisant est fourni au-dessus et au-dessous de ces vitesses de façon à ce que le frein rhéostatique puisse être efficacement utilisé pour ralentir, maîtriser et arrêter les trains.
- Lors de l'exploitation d'un train à la hauteur de branchements, de liaisons, de voies d'évitement, de courbes et de zones de limitation temporaire de la vitesse, il faut faire preuve de beaucoup de précaution pour maîtriser l'intensité de l'effort de freinage rhéostatique. Les forces dynamiques considérables exercées peuvent facilement faire dérailler les wagons.
- Lorsque que l'avant du train franchit le sommet d'une déclivité, il faut placer la manette des gaz à une position inférieure. La vitesse devrait être inférieure à la vitesse maximale pour permettre au mécanicien de modifier doucement l'interaction lors de la transition entre l'application de puissance et le freinage.
- Lors de la conduite de trains pourvus d'un frein rhéostatique ou d'un frein à air automatique et d'un frein rhéostatique, il ne faut pas dépasser l'effort de décélération maximal du frein rhéostatique.

Le module 20 (sur les dispositifs de communication et de détection en voie) décrit les fonctions et les usages des dispositifs placés en bordure de la voie comme les détecteurs de boîtes chaudes. Il présente également les principes et les procédures visant la communication radio. Les références aux instructions sur les détecteurs de boîtes chaudes du module 20 se fondent sur les IGE du CFCP et sur l'indicateur en vigueur au moment de l'événement.

1.15 Exigences réglementaires

Aucune exigence réglementaire ne prévoit que les compagnies ferroviaires doivent être dotées de systèmes de détection en bordure de la voie. Par ailleurs, l'installation, l'inspection, l'étalonnage et les niveaux d'alarme des systèmes de détection en bordure de la voie ne sont pas réglementés. Avant la promulgation de la *Loi sur la sécurité ferroviaire*, les questions associées aux systèmes de détection en voie et la nécessité d'inspecter le matériel roulant étaient traitées dans des ordonnances de la Commission canadienne des transports (CCT). L'ordonnance de la CCT rendant obligatoire l'utilisation de systèmes de détection en voie a été partiellement révoquée en 1994, puis entièrement en 1995, conformément aux dispositions de la *Loi sur la sécurité ferroviaire*.

En mars 2003, Transports Canada a lancé un guide du programme de vérification et d'inspection des détecteurs de boîtes chaudes, de roues chaudes et de pièces traînantes. Ce guide sert aux inspecteurs de la sécurité ferroviaire de Transports Canada pour la tenue de vérifications et d'inspections. Lors de la vérification, l'inspecteur de la sécurité ferroviaire examine et documente les procédures utilisées par les compagnies ferroviaires pour étalonner et entretenir leurs scanners comme l'exige l'article 11 de la *Loi sur la sécurité ferroviaire*. Ce guide de programme est aussi fourni aux compagnies ferroviaires à titre de document d'information.

La Direction de la sécurité ferroviaire de Transports Canada a pour mandat de réglementer la sécurité ferroviaire conformément à la *Loi sur la sécurité ferroviaire*. Cette loi vise à la réalisation des objectifs suivants :

- assurer la sécurité du public et du personnel dans le cadre de l'exploitation des chemins de fer et la protection des biens et de l'environnement, et en faire la promotion;
- encourager la collaboration et la participation des parties intéressées à l'amélioration de la sécurité ferroviaire;
- reconnaître la responsabilité des compagnies ferroviaires en ce qui a trait à la sécurité de leurs activités;
- favoriser la mise en place d'outils de réglementation modernes, souples et efficaces dans le but d'assurer l'amélioration continue de la sécurité ferroviaire.

Les compagnies ferroviaires sont tenues de respecter les exigences de l'article 11 de la *Loi sur la sécurité ferroviaire* concernant les travaux d'ingénierie. En vertu de cet article, « les travaux relatifs à la conception, à la construction, à l'évaluation ou à la modification d'installations ferroviaires sont effectués sous la responsabilité d'un ingénieur agréé conformément à des principes d'ingénierie bien établis ». En 1999, Transports Canada, de pair avec des associations

d'ingénieurs du Canada, a élaboré une ligne directrice sur l'interprétation de l'article 11, « Travaux d'ingénierie relatifs aux installations ferroviaires ». Cette ligne directrice a été approuvée et publiée au début de 2001. L'article 2.2.3 de la ligne directrice vise les systèmes de détection des défaillances des chemins de fers, y compris les détecteurs de pièces traînantes et les détecteurs de boîtes chaudes.

Transports Canada a dispensé le CN et le CFCP des inspections au défilé pourvu que ces compagnies ferroviaires se servent de systèmes de détection en voie pour assurer la sécurité conformément aux principes de l'article 11 de la *Loi sur la sécurité ferroviaire*. À la suite du déraillement survenu à Mississauga (Ontario) en 1979, on a décidé d'exiger l'inspection des trains entrant dans des grandes villes dont la population dépasse un nombre donné. Ces inspections pourraient être effectuées manuellement au moyen d'inspections au défilé ou automatiquement à l'aide de systèmes de détection en voie. Les compagnies ferroviaires ont choisi de faire appel aux systèmes de détection en voie comme les détecteurs de boîtes chaudes, les détecteurs de roues chaudes et les détecteurs de pièces traînantes. Dans le cas des subdivisions où la circulation est dense à proximité de localités densément peuplées, les compagnies ferroviaires ont installé des scanners à environ 20 à 30 milles l'un de l'autre. Il existe toutefois des subdivisions où la circulation est moins dense et où aucun scanner n'a été installé.

Un examen, à la suite de l'accident, des dossiers relatifs à l'inspection et à l'entretien des systèmes de détection en voie à proximité des lieux de l'accident a révélé qu'il n'y avait pas de dérogation aux procédures requises.

En vertu du *Règlement sur les normes de compétence des employés ferroviaires* de Transports Canada, établi en mars 1987, les équipes de train doivent connaître le règlement d'exploitation, le règlement sur les radiocommunications ferroviaires, la formation des trains, les circuits de freins à air, l'exploitation des locomotives, la circulation des trains et l'inspection des wagons de marchandises et des trains. Les membres de l'équipe doivent suivre une formation de recyclage sur ces règlements tous les trois ans.

1.16 Détecteur de boîtes chaudes et de pièces traînantes

1.16.1 Types et fonctions des détecteurs

Le scanner au point milliaire 82,1 de la subdivision Belleville du CFCP était un SERVO 9000. Un système SERVO 9000 type comprend le matériel de détection en bordure de la voie, le matériel en voie et le matériel de transmission de messages. Le détecteur de boîtes chaudes est conçu afin de scanner les roulements à rouleaux pour repérer la présence de chaleur lorsque le train franchit le scanner. La température de chaque essieu est mesurée en degrés Fahrenheit au-dessus de la température de l'air ambiant. Chaque augmentation de 10 °F est enregistrée comme étant un millimètre (mm) de mesure de la chaleur. Quand l'écart de température mesuré par rapport aux roulements opposés du même essieu est supérieur à une différence prédéfinie ou supérieur à une valeur fixe pour des roulements semblables ou encore supérieur à une moyenne pour des roulements semblables, l'alarme du détecteur de boîtes chaudes se déclenche pour signaler la présence d'un problème potentiel.

En plus de pouvoir détecter la surchauffe des roulements, le système SERVO 9000 peut repérer les roues chaudes et les pièces traînantes. Ce système traite les données d'entrée des scanners de détection de chaleur, des transducteurs de détection des roues et des détecteurs de pièces traînantes. Les données enregistrées par le scanner sont stockées dans la mémoire du système. Elles peuvent être rappelées, répétées et transmises à l'équipe de train et au répartiteur en format vocal, visuel ou papier en tout temps.

Le scanner comporte un certain nombre d'options intégrées qui permettent à la compagnie ferroviaire de personnaliser les messages d'alarme. Les scanners du CFCP étaient programmés de façon à émettre les alarmes sous forme de deux messages : une alarme initiale lorsque le problème est détecté pour la première fois, puis un message vocal précisant l'endroit suspect une fois que le train a franchi le scanner.

1.16.2 Emplacement des détecteurs et points d'inspection

Dans la subdivision Belleville, les détecteurs sont placés à une distance moyenne de 20 milles l'un de l'autre, la distance maximale étant de 26 milles. Le CFCP a indiqué que les trains ne sont pas tenus d'arrêter immédiatement après qu'une alarme a été déclenchée à certains endroits si ce n'est pas possible. En raison de la présence de courbes, de déclivités et de passages à niveau ainsi que de la proximité de la voie d'évitement de Lonsdale, on a établi qu'il n'était pas possible d'arrêter le train immédiatement à l'emplacement du scanner au point milliaire 82,1. Le CFCP n'avait pas de dossier présentant les principes d'analyse du risque utilisés pour décider de l'emplacement de ce détecteur de boîtes chaudes. Le CFCP a fait savoir que le scanner a été installé avant que l'application de principes d'évaluation du risque pour déterminer l'emplacement des détecteurs ne soit rendue obligatoire.

Lorsqu'une alarme est déclenchée par un système de détection en voie et qu'une inspection immédiate n'est pas nécessaire, l'indicateur du CFCP est utilisé pour décider de l'endroit où l'inspection devrait être effectuée. Les points d'inspection (voir le tableau 1) dans la subdivision Belleville peuvent être à aussi près que 0,8 mille du scanner jusqu'à aussi loin que 5,6 milles de ce dernier. Dans les autres subdivisions du CFCP, les points d'inspection sont compris entre le point où l'alarme se déclenche (c.-à-d. au niveau du scanner) et 8,5 milles plus loin.

Tableau 1. Emplacements des détecteurs de boîtes chaudes dans la subdivision Belleville

Emplacement du détecteur de boîtes chaudes	Distance par rapport au détecteur de boîtes chaudes précédent	Lieu d'inspection à l'est	Lieu d'inspection à l'ouest	Distance par rapport au détecteur de boîtes chaudes
P.M. ² 18,0	16,2	P.M. 15,4	P.M. 21	Est 2,6 Ouest 3,0
P.M. 34,2	22,7	P.M. 30,8	P.M. 39,5	Est 3,4 Ouest 5,3
P.M. 56,9	25,2	P.M. 52,2	P.M. 61,7	Est 4,7 Ouest 4,8
P.M. 82,1	25,6	P.M. 79,8	P.M. 86,8	Est 2,3 Ouest 4,7**
P.M. 107,7	19,3	P.M. 103,5	P.M. 111,5	Est 4,2** Ouest 3,8
P.M. 127,0	20	P.M. 121,4	P.M. 130,3	Est 5,6 Ouest 3,3**
P.M. 147,0	17,5	P.M. 144,0	P.M. 152,2	Est 3,0** Ouest 5,2**
P.M. 164,5	19,3	P.M. 161,3	P.M. 169,8	Est 3,2** Ouest 5,3**
P.M. 183,8	17	P.M. 180,0	P.M. 188,6	Est 3,8** Ouest 4,8**
P.M. 200,4		P.M. 199,6	P.M. 204,1	Est 0,8** Ouest 3,7**

** Voir la section 1.12.2, Instructions relatives aux détecteurs de boîtes chaudes

Le train 410 avait franchi le scanneur précédent au point milliaire 107,7 sans qu'aucune alarme ne soit déclenchée. Un examen des données téléchargées par le scanneur révèle que la température moyenne relevée pour les roulements à rouleaux du train 410 dépassait la température de l'air ambiant de 38 °F. La vitesse du train à la hauteur du scanneur au point milliaire 107,7 était de 37 mi/h. Elle était de 32 mi/h lorsque le dernier wagon a franchi le scanneur.

Les données téléchargées par le scanneur au point milliaire 82,1 indiquent que la vitesse du train quand celui-ci est passé au-dessus du détecteur était de 34 mi/h et qu'elle est passée à 37 mi/h lorsque le dernier wagon a franchi le détecteur. La température moyenne relevée est passée à 42 °F au-dessus de la température de l'air ambiant, soit une différence de quatre degrés par rapport au scanneur précédent. En outre, l'alarme du scanneur avait été déclenchée à cause du 122^e essieu qui se trouvait sur le 27^e wagon (SOO 18748). La différence de chaleur relevée pour cet essieu était de 25 mm, soit le niveau maximal pouvant être affiché par ce type de détecteur de boîtes chaudes.

1.17 Examen des lieux à la suite de l'accident

Une fois que l'entrée sur les lieux a été déclarée sûre, les enquêteurs du BST ont examiné les lieux à partir du point milliaire 82,1 (emplacement du scanneur) vers l'est jusqu'à l'aiguillage de la voie d'évitement au point milliaire 80,5. Les observations suivantes ont été faites :

- Le scanneur au point milliaire 82,1 était en bon état mécanique.
- L'inspection effectuée par le CFCP à la suite de l'accident a révélé que le scanneur fonctionnait comme prévu.
- Les dossiers relatifs à l'inspection et à l'entretien du scanneur ont été examinés et aucune défaillance n'a été notée.
- À environ 1 100 pieds à l'ouest de l'aiguillage de la voie d'évitement, le bout d'un roulement et certaines pièces connexes encore chaudes ont été trouvés dans le fossé au sud de la voie.
- Directement à l'est du point milliaire 80,9 se trouvaient des marques d'entaille importantes sur le champignon du rail. Des marques d'abrasion intermittentes ont aussi été repérées sur les crampons, les anticheminants et les traverses en direction est vers les lieux du déraillement. Les marques d'abrasion se poursuivaient à l'est jusqu'au point milliaire 80,5 (aiguillage de la voie d'évitement).
- Les marques d'abrasion se trouvaient principalement sur le rail nord de la voie déviée vers la voie d'évitement.
- À environ 53 pieds à l'est de l'aiguille, on a détecté un écrasement et un entaillage considérables des traverses. À partir de ce point en allant vers l'est, des marques ont été repérées aux extrémités des traverses et dans le ballast de la voie d'évitement menant aux lieux du déraillement.
- Un wagon chargé (SOO 18748) qui avait encore ses bogies et ses essieux a été découvert un peu à l'est de la zone de déraillement principale et au nord de la voie principale. Ce wagon a été lourdement endommagé par les flammes. Des marques ont été décelées sur le cadre inférieur du wagon (extrémité B avant) près de la traverse pivot. Des éclaboussures de graisse ont été repérées sur le cadre inférieur et sur les composants du bogie (extrémité B, bogie avant, côté sud). D'importantes abrasions ont été notées au bas du longeron de bogie nord (extrémité B) et à l'extrémité de la traverse pivot la plus près du rail nord.
- Des entailles profondes ont été repérées à plusieurs endroits autour de l'essieu arrière (extrémité B, position L-2). Quand le roulement nord de l'essieu arrière (extrémité B, position L-2) du bogie avant a été retrouvé, seul le bout de l'essieu d'origine était encore en place. La déformation thermique des composants du bogie a été notée (extrémité B avant).

1.18 *Données statistiques du BST*

Entre 1998 et 2002, 11 déraillements par année en moyenne ont été causés par des surchauffes de fusées d'essieu. Vingt-quatre pour cent des surchauffes de fusées d'essieu sont survenues sur des wagons-trémies couverts, tandis qu'environ 15 % mettaient en cause des wagons-citernes transportant des marchandises dangereuses.

La base de données du BST sur les surchauffes de fusées d'essieu comprend uniquement les accidents à signaler lors desquels il y a eu un déraillement, une collision ou le blocage de la voie principale. De nombreuses surchauffes de roulements sont détectées avant qu'elles n'occasionnent un déraillement et n'ont pas à être signalées en vertu des exigences en vigueur du BST.

1.19 *Simulation du BST*

Le BST a réalisé une simulation des événements ayant mené au déraillement. Un vrai train de taille et de longueur semblables, de même que des locomotives de puissance nominale en HP et de capacité de freinage semblables, a été exploité dans la zone du déraillement. La simulation a débuté à Trenton (Ontario) et le train servant à l'essai s'est déplacé vers l'est et a passé au-dessus de l'emplacement du scanneur (point milliaire 82,1) vers l'endroit du déraillement.

Le mécanicien participant à la simulation avait reçu pour consigne d'exploiter le train au moyen de pratiques d'exploitation sûres tout en respectant toutes les exigences de Transports Canada et les instructions du CFCP. Pendant la simulation, les instructions additionnelles suivantes ont été données au mécanicien :

- Amener le train à une vitesse se rapprochant le plus possible de 32 mi/h et maintenir cette vitesse au-dessus de l'emplacement du scanneur au point milliaire 82,1.
- À l'endroit désigné, peu après avoir passé au-dessus du scanneur, il faut commencer à prendre des dispositions pour arrêter le train.
- Une fois que l'arrière du train aura franchi le scanneur, le mécanicien sera avisé par communication radio. Après avoir reçu ce message radio, le mécanicien doit commencer à réduire la vitesse du train en recourant uniquement à la modulation de la manette des gaz et à l'application du frein rhéostatique.
- Il faut ensuite commencer à serrer légèrement les freins du train de façon sûre sans exercer de forces excessives sur le train. (Le mécanicien a indiqué que cette procédure pouvait être effectuée en toute sécurité sans exercer de forces excessives sur le train.)
- Une fois que le train est complètement arrêté et que les freins ont été serrés à fond, un enquêteur du BST marquera l'emplacement des roues avant de la première locomotive sur la plate-forme de la voie.

Voici les résultats de la simulation :

- La vitesse du train à la hauteur du scanneur (point milliaire 82,1) était de 31 mi/h.
- À l'endroit désigné, peu après que le train a passé au-dessus du scanneur, la manette des gaz a été placée en position de ralenti et le train a commencé à décélérer.
- Lorsque la queue du train a complètement franchi le scanneur et que le frein rhéostatique a été serré, la vitesse du train a diminué davantage.
- Une fois que la puissance de freinage rhéostatique était à fond, la vitesse du train était d'environ 14 mi/h.
- Une fois qu'on a serré légèrement les freins du train, tout de suite après avoir atteint la puissance de freinage rhéostatique maximale, le train s'est arrêté à environ 520 pieds à l'ouest de l'aiguillage pris en pointe à la voie d'évitement de Lonsdale.
- L'effort de freinage du train n'a exercé aucune force considérable sur le train qui soit décelable dans la cabine de la locomotive ni observable par le personnel au sol.

1.20 *Analyse technique du BST*

1.20.1 *Analyse des roues et des roulements*

Les roues, l'essieu et les composants récupérés de la fusée d'essieu surchauffée du 122^e essieu du 27^e wagon (voir la photo 2) ont été envoyés au Laboratoire technique du BST à des fins d'analyse. Les deux roues étaient de type CJ33 et avaient été fabriquées en février 1985. Aucune éclaboussure importante de graisse n'a été repérée sur les toiles de roue. La mesure successive des essieux montés respectait les limites prescrites. Aucune des roues ne présentait d'écaillage important ni aucune autre défaillance de la table de roulement.

Les roulements étaient des BRENCO 6X11 de classe E. Le roulement surchauffé avait été considérablement endommagé par la chaleur; la bague et le joint extérieurs manquaient. Il n'y avait aucun reste de graisse. La cause de la défaillance du roulement n'a pu être déterminée en raison des dommages considérables attribuables à la chaleur, qui ont modifié la microstructure et la dureté du matériel.

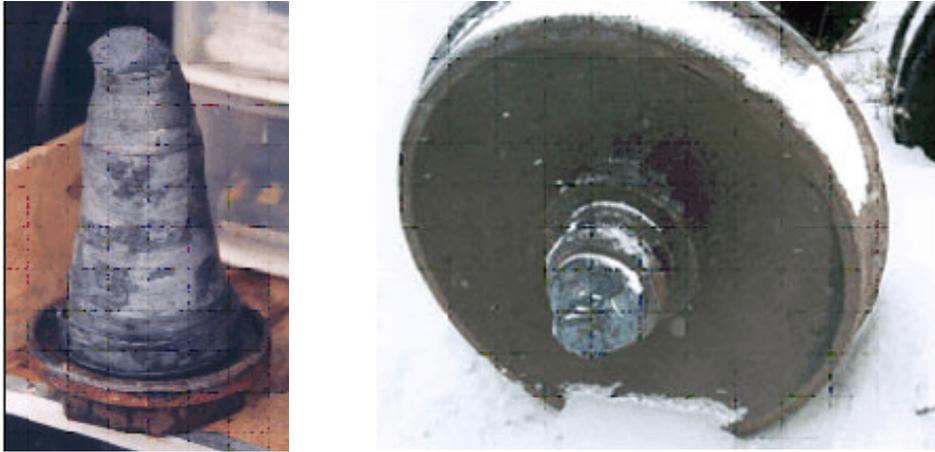


Photo 2. Fusée d'essieu surchauffée et roues du wagon SOO 18748

Le roulement ne présentant pas de défaillance a été retiré et examiné. Ce roulement n'avait jamais été endommagé par le passé. La graisse de ce roulement a été retirée et testée. Elle ne contenait pas de contaminants et sa teneur en eau était minime, ce qui était acceptable étant donné l'âge du roulement.

Le poids du wagon chargé respectait la limite permise. Il est cependant impossible d'établir si la charge avait été répartie également sur toute la longueur du wagon étant donné que le contenu de ce dernier avait été renversé lors du déraillement.

1.20.2 *Analyse de la paroi des citernes*

Des échantillons de la paroi des citernes des wagons-citernes détruites ont été envoyés au Laboratoire technique du BST pour examen. En raison des dommages importants causés par la chaleur qu'avaient subi ces morceaux de parois de citernes, on a établi qu'un examen métallurgique ne permettrait probablement pas de tirer de conclusions.

1.21 *Intervention d'urgence*

Les services d'incendie et de nombreuses municipalités ont des ententes d'entraide pour entreprendre des interventions concertées lors de sinistres majeurs. Dans l'événement à l'étude, le service d'incendie du canton de Tyendinaga a été avisé tout de suite après l'accident. Étant donné la nature de l'accident, le plan d'intervention d'urgence de la collectivité a été mis en oeuvre. Les villages avoisinants ont été informés et ont collaboré à l'intervention d'urgence. En plus des services d'incendie locaux et avoisinants, la Police provinciale de l'Ontario, des représentants de divers ordres de gouvernement, des représentants de la compagnie ferroviaire, des représentants de l'industrie pétrolière et des entreprises de nettoyage sont arrivés sur les lieux peu après.

Tout au long de l'intervention, des réunions de coordination ont eu lieu avec les participants. Pendant ces réunions, les participants ont discuté des mesures à prendre, des méthodes d'intervention possibles et de l'incidence sur les travaux de déblaiement et sur les personnes évacuées.

2.0 *Analyse*

2.1 *Introduction*

L'examen du matériel roulant déraillé a permis d'établir qu'une fusée d'essieu de la roue n° 2 du 27^e wagon (SOO 18748) du train 410 avait surchauffé. Tout juste avant le déraillement, le roulement à rouleaux a surchauffé et grippé. L'essieu a ensuite quitté son logement, ce qui a causé un amincissement de la section transversale. À force de s'amincir, l'essieu surchauffé n'a plus été en mesure de supporter le poids du wagon et s'est rompu complètement.

D'après les marques de déraillement sur la voie, on a déterminé que l'essieu a lâché à environ 3 800 pieds à l'est du scanneur situé au point milliaire 82,1. Le train a poursuivi sa route vers l'est même si le 27^e wagon avait déraillé, ce qui a occasionné des dommages à la voie, à la plate-forme, à l'aiguille et au réchauffeur d'aiguilles. Lorsque le train a atteint l'aiguillage ouest à la voie d'évitement de Lonsdale, le wagon déraillé ainsi que les wagons suivants se sont dirigés vers la voie déviée et ont heurté le train à l'arrêt qui attendait dans la voie d'évitement.

L'analyse se concentrera sur la rupture des roulements à rouleaux, sur les inspections menées afin de détecter les ruptures de roulements, sur les exigences des compagnies ferroviaires en ce qui a trait aux scanneurs et sur un aperçu de la réglementation relative aux scanneurs.

2.2 *La rupture des roulements à rouleaux*

Il a été impossible d'établir la cause de la surchauffe du roulement en raison des dommages importants qu'ont subis la fusée d'essieu et le roulement à rouleaux. L'examen du wagon SOO 18748 à la suite de l'accident a permis de déterminer qu'il y avait des éclaboussures de graisse sur le châssis du plancher directement au-dessus de l'emplacement du roulement à rouleaux défectueux. Il a cependant été impossible de déterminer si les éclaboussures de graisse étaient le résultat de cette surchauffe ou étaient des résidus d'un roulement ayant antérieurement fait défaut, étant donné que l'enlèvement de la graisse du châssis d'un wagon par suite de la défaillance d'un roulement n'est pas obligatoire.

2.3 *Interventions de l'équipe après réception de l'alarme du scanneur*

Lorsqu'un train passe au-dessus d'un scanneur, le déclenchement d'une alarme est la première indication donnée à l'équipe de train qu'il y a peut-être un problème. Par contre, cette alarme initiale ne fournit aucune indication quant à l'endroit ou à l'ampleur du problème. C'est seulement une fois que tout le train a franchi le scanneur qu'une deuxième alarme est émise. Celle-ci est un message vocal automatisé qui précise la nature et l'endroit du problème soupçonné. Une fois l'alarme transmise, l'équipe d'exploitation peut consulter les IGE du CFCP qui indiquent les mesures à prendre. Si la deuxième alarme signale qu'il s'agit d'une surchauffe

de roulement à rouleaux, le chef de train consulte la feuille de train pour cerner l'emplacement de l'essieu suspect et déterminer le numéro du wagon en cause. Pendant que le chef de train examine la feuille de train, le mécanicien évalue habituellement la situation afin de déterminer la méthode de conduite appropriée pour ralentir ou arrêter le train.

Lors du déraillement à l'étude, à peu près deux minutes se sont écoulées entre la transmission de la première alarme audible et le serrage d'urgence intempestif. Au cours de cette période, la vitesse du train est passée de 35 mi/h à 42 mi/h. Cette accélération a fait augmenter le nombre de wagons en cause dans le déraillement. Si le train avait ralenti dès la réception de la première alarme, l'étendue des dommages et la gravité de l'accident auraient probablement été moins considérables.

2.4 *Capacités du scanner*

Le scanner au point milliaire 82,1 (système SERVO 9000) comporte un certain nombre de caractéristiques programmables qui permettent à la compagnie ferroviaire de personnaliser les messages d'alarme. Le CFCP a programmé le scanner de façon à ce qu'il émette deux messages distincts. Étant donné que l'endroit suspect est seulement précisé dans le deuxième message qui est transmis une fois que tout le train a franchi le scanner, il y a un retard qui influe sur le temps de réponse d'une équipe de train. Dans le cas d'un long train dont un des roulements à l'avant surchauffe (p. ex., certains trains mesurent plus de 9 000 pieds de longueur), il s'écoulerait plusieurs minutes avant que l'équipe du train ne soit informée de l'endroit suspect.

Les scanners peuvent être programmés pour déclencher l'alerte vocale dès qu'une différence de chaleur excessive est détectée. Si ces renseignements sont émis sur-le-champ, l'équipe de train dispose de plus de temps pour prendre une décision éclairée. En cas de situation critique, le train pourrait être arrêté sur-le-champ. Tout retard dans la transmission de l'alerte vocale augmente le risque qu'un roulement surchauffé brûle avant que le train ne soit en mesure d'arrêter.

2.5 *Emplacement des scanners*

Dans le cadre de l'alarme vocale, l'équipe de train reçoit la consigne d'arrêter le train aux fins d'inspection. Cependant, ce dernier n'est pas tenu d'arrêter immédiatement aux endroits où ce n'est pas possible. La possibilité d'arrêt dépend de la présence de courbes, de déclivités, de passages à niveau et d'autres infrastructures de la voie. On a établi qu'il n'était pas possible d'arrêter le train immédiatement à l'emplacement du scanner au point milliaire 82,1.

Le CFCP a fait savoir que le scanner a été installé avant que l'application de principes d'évaluation du risque pour déterminer l'emplacement des détecteurs ne soit rendue obligatoire. L'installation des scanners à des endroits où il est impossible d'arrêter sur-le-champ augmente le risque que des roulements à rouleaux brûlent avant que le train ne soit en mesure d'arrêter.

2.6 *Instructions d'exploitation*

Les IGE du CFCP renferment les exigences que doivent respecter les équipes de train si elles passent au-dessus d'un système de détection en voie. Ces exigences comprennent les instructions particulières à suivre lorsqu'un train franchit un détecteur de boîtes chaudes et les interventions requises lorsqu'une alarme est déclenchée.

Lorsqu'un message d'alarme est émis, les IGE, ainsi que d'autres instructions de l'indicateur, sont utilisées afin de déterminer le plan d'action approprié. Sous réserve d'un certain nombre de conditions, les options possibles sont d'arrêter le train immédiatement ou d'arrêter le train à l'endroit désigné pour effectuer l'inspection requise. Cependant, peu importe la situation, la vitesse du train devrait être réduite à 15 mi/h. Dans l'accident à l'étude, la vitesse est passée de 35 mi/h au moment de l'alarme initiale à environ 42 mi/h, laissant ainsi moins de temps au train d'arrêter avant la collision.

L'indicateur précise que la voie d'évitement de Lonsdale est le point d'inspection (mais pas après l'aiguillage de l'extrémité est de la voie d'évitement). D'autres instructions précisent que le train ne devrait pas dépasser 5 mi/h lorsqu'il se déplace au-dessus d'aiguillages pris en pointe et qu'il comporte du matériel défectueux. Si le train n'est pas arrêté aux fins de l'inspection, il est peu probable que l'équipe de train connaîtra l'emplacement exact du matériel défectueux et pourra ralentir suffisamment le train pour permettre au matériel défectueux de se déplacer au-dessus de l'aiguillage pris en pointe à moins de 5 mi/h. Le train 410 a franchi un aiguillage pris en pointe à l'extrémité ouest de la voie d'évitement.

2.7 *Formation des mécaniciens*

La formation des mécaniciens vise à aider les étudiants à repérer et à évaluer les facteurs ayant une incidence sur les stratégies de conduite des trains. Le manuel de formation des mécaniciens du CFCP ne comprend cependant pas de formation particulière sur la façon dont les équipes de train doivent répondre aux alarmes déclenchées par les systèmes de détection en voie ni sur l'incidence des systèmes de détection en voie sur des questions associées à la conduite des trains, notamment la vitesse du train. Les instructions contenues dans le manuel de formation sont basées sur les IGE en vigueur au moment de l'événement et ne tiennent pas compte des changements apportés à la plus récente version des IGE du CFCP, ce qui accroît le risque d'adopter une méthode inappropriée de conduite des trains.

2.8 *Méthodes de conduite des trains*

Lors de la simulation, le train servant à l'essai a été exploité au moyen de pratiques d'exploitation sûres, qui respectaient les exigences de Transports Canada et les instructions du CFCP. On a d'abord serré les freins rhéostatiques, puis les freins rhéostatiques et les freins du train pour arrêter ce dernier en toute sécurité à environ 520 pieds à l'ouest de l'aiguillage pris en pointe à la voie d'évitement de Lonsdale. La simulation a révélé que, si des efforts avaient été déployés pour maîtriser la vitesse du train dès le déclenchement de la première alarme, puis qu'on avait eu recours au freinage normal lors de la transmission du message vocal, le train aurait pu s'arrêter avant d'atteindre la voie d'évitement de Lonsdale, réduisant ainsi au minimum la gravité du déraillement.

L'état de la voie est un autre facteur ayant une incidence sur le choix de la méthode de conduite des trains. On conseille aux mécaniciens de faire preuve de diligence pour maîtriser l'intensité de l'effort de freinage rhéostatique dans les zones où il y a des limitations temporaires de vitesse. Certaines limitations de vitesse sont imposées car l'état de la voie ne satisfait pas les normes relatives à la sécurité de la classe de voie respective. Sur une voie non conforme aux normes, les forces longitudinales exercées lors d'un freinage rhéostatique peuvent dépasser la capacité de la superstructure de la voie à résister à de telles forces.

2.9 *Surveillance réglementaire des systèmes de détection en voie*

La Direction de la sécurité ferroviaire de Transports Canada a pour mandat d'assurer, de promouvoir et d'améliorer la sécurité ferroviaire. En vue d'atteindre cet objectif, un certain nombre de programmes réglementaires ont été élaborés. En 1999, Transports Canada, de concert avec d'autres représentants de l'industrie, dont les associations d'ingénieurs du Canada, a établi des lignes directrices visant les « travaux d'ingénierie relatifs aux installations ferroviaires ». Toutefois, il ne s'agit que de lignes directrices. À l'heure actuelle, aucune exigence réglementaire ne porte expressément sur les systèmes de détection en voie.

On reconnaît que la plupart des compagnies ferroviaires ont installé des systèmes de détection en voie afin d'accroître la sécurité de leurs activités. Cependant, un certain nombre de systèmes de détection en voie ont été installés avant que l'application de principes d'évaluation du risque pour déterminer leur emplacement ne soit rendue obligatoire. Si un système de détection en voie se trouve à un endroit où il est impossible d'arrêter immédiatement, les trains continuent jusqu'à un point d'inspection désigné situé un peu plus loin du scanneur. Cette pratique d'exploitation annule une partie de l'avantage de posséder un système de détection en voie automatisé. L'absence d'exigences réglementaires visant l'application de principes d'ingénierie ou d'évaluation du risque entraîne le risque que les systèmes de détection en voie ne soient pas placés au meilleur endroit. Par ailleurs, l'absence d'exigences réglementaires associées à l'entretien, à l'essai et à l'étalonnage des systèmes de détection en voie augmente le risque que cette technologie ne soit pas utilisée de la façon la plus efficace.

2.10 *Consignateurs d'événements*

Dans l'événement à l'étude, la locomotive de tête du train 251 a été exposée à un incendie et à une chaleur extrême, ce qui a entraîné des dommages au consigneur d'événements et la perte totale des données. Depuis 1992, il y a eu cinq autres accidents ferroviaires ayant fait l'objet d'une enquête par le BST lors desquels les données du consigneur d'événements de la locomotive ont été perdues en raison de l'exposition au feu ou de la contamination par l'eau.

Bien que les compagnies ferroviaires sous réglementation fédérale doivent installer des consigneurs d'événements dans les locomotives exploitées sur des voies principales, le règlement ne comporte aucune exigence de performance relative à la résistance au choc du consigneur dans des conditions extrêmes. Par conséquent, l'absence de normes relatives à la conception et à la performance des consigneurs d'événements des locomotives gêne les enquêtes sur les accidents ferroviaires et l'amélioration de la sécurité ferroviaire.

3.0 *Conclusions*

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

1. L'accident est survenu lorsqu'un roulement à rouleaux du côté sud du wagon SOO 18748 a surchauffé et grippé, entraînant une surchauffe de fusée d'essieu et le déraillement subséquent de 23 wagons.
2. Bien que le mécanicien ait été avisée de la défaillance possible du matériel, il a décidé de ne pas ralentir le train à une vitesse égale ou inférieure à 5 mi/h lorsque ce dernier passait au-dessus de l'aiguillage pris en pointe à l'extrémité ouest de la voie d'évitement de Lonsdale, ce qui a aggravé le déraillement.

3.2 *Faits établis quant aux risques*

1. Le retard dans la transmission d'une alerte vocale tout de suite après le déclenchement de l'alarme initiale augmente le risque qu'un roulement surchauffé brûle.
2. Si le système de détection en voie se trouve à un endroit où on considère qu'il est impossible d'arrêter le train immédiatement à des fins d'inspection lorsqu'une alarme de détecteur de boîtes chaudes est déclenchée, le risque qu'un roulement brûle avant que le train n'atteigne le point d'inspection désigné s'en trouve accru.
3. La formation des mécaniciens du CFCP ne comprend pas de renseignements précis sur la façon dont les équipes de train répondent aux alarmes déclenchées par des systèmes de détection en voie ni sur la façon dont ce matériel influence les décisions relatives à la conduite des trains, ce qui accroît le risque d'adopter une méthode inappropriée de conduite des trains.
4. Aucune exigence réglementaire ne vise l'entretien, l'étalonnage, la programmation ni l'installation des systèmes de détection en voie, augmentant ainsi le risque que les systèmes ne soient pas installés au meilleur endroit ni utilisés de la façon la plus efficace.

3.3 *Autres faits établis*

1. Si le mécanicien connaît l'état problématique de la voie, il peut adopter sa conduite en conséquence.
2. L'absence de normes relatives à la conception et à la performance des consignateurs d'événements des locomotives, notamment en ce qui concerne leur résistance au choc, gêne les enquêtes sur les accidents ferroviaires et l'amélioration de la sécurité ferroviaire.

4.0 *Mesures de sécurité*

4.1 *Mesures prises*

4.1.1 *Chemin de fer Canadien Pacifique*

Les Instructions générales d'exploitation (IGE) du Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP) ont été révisées et sont présentées dans les livres 1 et 2, en vigueur depuis le 17 mai 2004. La section 5 du livre 1 des IGE renferme les instructions particulières relatives aux inspections des trains et aux détecteurs de boîtes chaudes.

Par suite de l'événement à l'étude, le CFCP a modifié le logiciel de tous les détecteurs en voie de façon à ce que, lorsqu'un train passe au-dessus du détecteur, l'alarme soit immédiatement suivie d'une communication radio précisant la nature du défaut (p. ex., pièce traînante, boîte chaude ou roue chaude).

En 2003, le CFCP a réalisé un programme de remplacement des traverses sur la subdivision Belleville.

4.1.2 *Transports Canada*

Les inspecteurs de la sécurité ferroviaire de Transports Canada ont vérifié la conformité des employés aux procédures relatives aux détecteurs de boîtes chaudes. Le 1^{er} mars 2004, Transports Canada a envoyé une lettre au CFCP pour lui demander des précisions concernant l'exigence de régler l'appareil de mesure de la distance à l'approche d'un détecteur de boîtes chaudes. En conséquence, le CFCP a publié une version révisée de la section 5 de ses IGE.

Le 12 mars 2003, par suite d'un certain nombre de déraillements en Ontario, Transports Canada a diffusé un avis en vertu de l'article 31 de la *Loi sur la sécurité ferroviaire* pour demander au CFCP de prendre des mesures correctives. Pour donner suite à l'avis, le CFCP a fait savoir que les mesures correctives suivantes avaient été mises en oeuvre :

- on a signalé aux services d'inspection des trains d'être plus rigoureux lors de l'exécution de leurs travaux d'inspection;
- une affiche illustrant l'inspection des roulements a été créée;
- une formation sur les inspections de roulements à rouleaux a été fournie au personnel d'exploitation et aux mécaniciens;
- le CFCP fait partie d'un comité de l'Association of American Railroads (AAR) et participe à un examen de la durée utile des roulements à rouleaux effectué par l'industrie.

L'avis de Transports Canada a par la suite été révoqué et Transports Canada continuera d'assurer le suivi sur les mesures correctives.

Transports Canada est en train de mettre au point le mandat qui sera confié à l'équipe de projet chargée de l'élaboration de normes nationales visant la résistance au choc des consignateurs d'événements des locomotives. L'équipe sera composée de représentants de Transports Canada, de l'industrie ferroviaire du Canada et de la Federal Railroad Administration des États-Unis. Le projet visera à établir les possibilités et à fournir des conseils sur l'établissement potentiel de normes nationales exhaustives sur les consignateurs d'événements des locomotives.

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 27 juillet 2004.

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