

Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

**RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE
R14C0142**



DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE

**CHEMIN DE FER CANADIEN PACIFIQUE
TRAIN DE MARCHANDISES 205-25
POINT MILLIAIRE 82,1 DE LA SUBDIVISION LAGGAN
BANFF (ALBERTA)
26 DÉCEMBRE 2014**

Canada

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur le présent événement dans le but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

Rapport d'enquête ferroviaire R14C0142

Déraillement en voie principale

Chemin de fer Canadien Pacifique

Train de marchandises 205-25

Point milliaire 82,1 de la subdivision Laggan

Banff (Alberta)

26 décembre 2014

Résumé

Le 26 décembre 2014 à 0 h 52, heure normale des Rocheuses, 15 wagons du train 205-25 du Canadien Pacifique roulant vers l'ouest ont déraillé au point milliaire 82,1 de la subdivision Laggan, près de Banff (Alberta). Le déraillement a détruit le pont qui enjambe le ruisseau Forty Mile, et des wagons chargés de cendres volantes, de soja et de lentilles ont subi des brèches et déversé des produits dans le cours d'eau. Aucune blessure n'a été signalée. Cependant, un membre de l'équipe a sollicité des soins médicaux après avoir inhalé des cendres volantes.

This report is also available in English.

Renseignements de base

L'accident

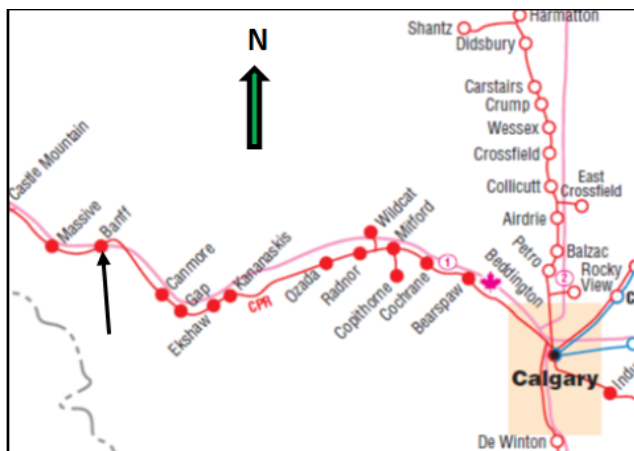
Le 26 décembre 2014, le train de marchandises 205-25 (le train) du Chemin de fer Canadien Pacifique (CP) quittait Calgary (Alberta) à destination de Vancouver (Colombie-Britannique). Après avoir garé 10 wagons à Gap, le train était formé de 2 locomotives et 77 wagons (69 chargés et 8 vides). Il pesait environ 9471 tonnes et mesurait 4608 pieds de long. Son équipe se composait de 1 mécanicien de locomotive et de 1 chef de train. Tous deux connaissaient bien le territoire, répondaient aux normes d'aptitude au travail et de repos et étaient qualifiés pour leurs postes respectifs.

À 0 h 52¹, pendant son passage dans la ville de Banff (figure 1), le train a fait l'objet d'un freinage d'urgence intempestif (UDE) alors qu'il roulait à 26 mi/h avec le manipulateur au cran 8. Une fois le train immobilisé, le chef de train en a fait l'inspection et a constaté qu'un certain nombre de wagons avaient déraillé. Avant de quitter la locomotive pour effectuer l'inspection, le chef de train n'a pas discuté avec son collègue des dangers qui pourraient se présenter, y compris de la présence de marchandises dangereuses spéciales² près de la queue du train. Le pont au point milliaire 82,3 était détruit et certains des wagons déraillés se trouvaient sur le pont et d'autres, dans le cours d'eau (ruisseau Forty Mile). Au moment de l'événement, le ciel était couvert et la température était de -20 °C.

Examen des lieux

Le déraillement s'est produit dans le parc national de Banff.

Figure 1. Lieu du déraillement (source : Association des chemins de fer du Canada, *Atlas du rail canadien*, avec annotations du BST)

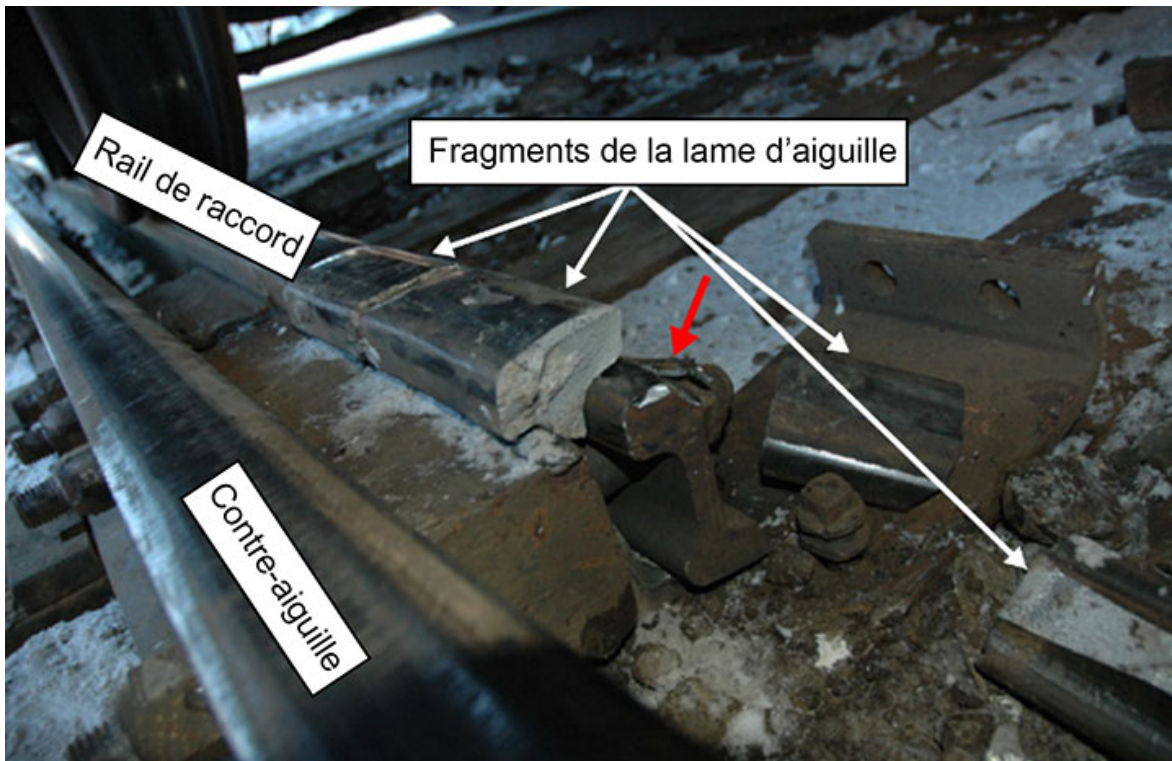


¹ Les heures sont exprimées en heure normale des Rocheuses (temps universel coordonné moins 7 heures).

² Les envois de marchandises dangereuses exigent un plan d'intervention d'urgence.

La zone du déraillement s'étendait sur une distance d'environ 2500 pieds, depuis le branchement au point milliaire 82,0 à l'aiguillage ouest de la voie d'évitement de Banff, jusque vers le point milliaire 82,6. Ce tronçon de voie comprenait un pont ballasté de 65 pieds à poutres à âme pleine à tablier inférieur. Les aiguilles et le réchauffeur d'aiguilles à l'aiguillage ouest de la voie d'évitement de Banff ont été détruits³. Il a été déterminé que le point de déraillement se situait à la hauteur du rail de raccord nord de l'éclissage à entretoise de talon de l'aiguille, où se trouvaient des morceaux de rail brisé. Le talon de l'aiguille s'était brisé en plusieurs morceaux à l'entretoise de talon (photo 1). L'entretoise de talon et les éclisses n'ont pas été endommagées.

Photo 1. Éclissage à entretoise de talon sur le rail nord (Remarque : La flèche rouge pointe vers l'éclisse de l'entretoise de talon.)



En tout, 15 wagons ont déraillé : 1 wagon-tombereau vide, 9 wagons-trémies couverts chargés de cendres volantes, 1 wagon-trémie couvert chargé de lentilles et 4 wagons-trémies couverts chargés de soja. Le bogie arrière du 39^e wagon, le DME 80060, a été le premier à quitter les rails. Les 40^e et 41^e wagons sont demeurés debout sur la plateforme. Le 42^e wagon s'est immobilisé sur le flanc à l'ouest du pont, du côté sud de la voie. Les wagons 43 à 48 se sont mis en portefeuille en déraillant et se sont immobilisés sur le pont, au-dessus de la poutre nord (photos 2 et 3).

³ La conduite souterraine d'alimentation en gaz naturel du réchauffeur d'aiguilles, provenant du fournisseur municipal, n'a pas touchée. L'alimentation en gaz a été coupée dans les heures qui ont suivi le déraillement.

Photo 2. Wagens déraillés sur le pont

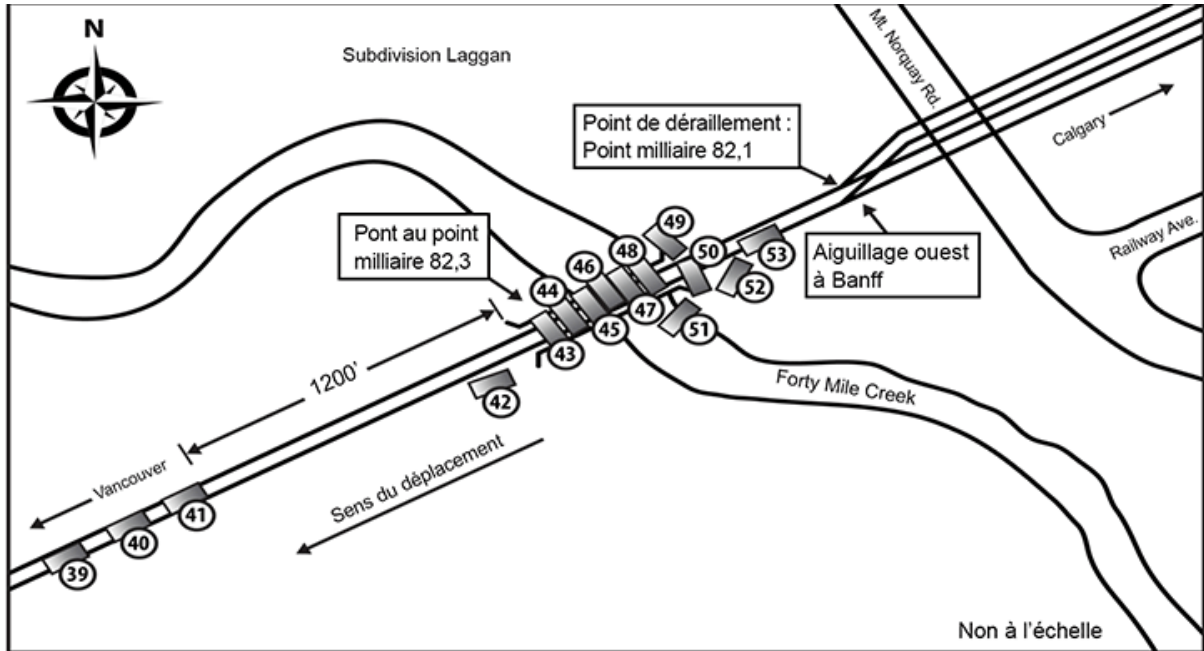


Photo 3. Empilement de wagons déraillés sur le pont



Les 51^e et 52^e wagons se sont immobilisés sur le flanc, du côté sud de la voie et à l'est du pont, le 51^e wagon étant partiellement submergé. Le dernier wagon déraillé, le 53^e, est demeuré debout, son bogie avant hors des rails (figure 2).

Figure 2. Plan du lieu



La table de roulement de certaines des roues nord de wagons dans la partie avant du train qui n'avaient pas déraillé portait des marques d'impact telles qu'en produirait un contact avec un rail brisé. Les marques d'impact ont été constatées à partir du wagon 35, et elles devenaient progressivement plus prononcées sur les wagons 36, 37 et 38 (photo 4).

Photo 4. Marque d'impact sur la table de roulement d'une roue du wagon 38



Le longeron nord du bogie avant du wagon 42 était endommagé. Ce wagon a été le premier à heurter le pont. Le pont était doté de contre-rails intérieurs⁴, mais le déraillement avait débuté à environ 240 pieds à l'est du pont et certains wagons dérailés s'étaient mis en portefeuille avant d'atteindre les contre-rails.

Les wagons dérailés ont fait l'objet d'un examen visuel sur le lieu de l'accident. Aucune anomalie antérieure au déraillement n'a été constatée sur les wagons.

Avant d'arriver au lieu du déraillement, le train avait franchi 3 détecteurs de boîtes chaudes et de pièces traînantes, le dernier au point milliaire 65,6 de la subdivision Laggan. Il n'avait déclenché aucune alarme.

Renseignements sur la voie

La subdivision Laggan, qui fait partie du corridor principal du CP menant à la côte Ouest, comprend une voie principale simple qui s'étend du point milliaire 0,0 à Calgary (Alberta) jusqu'au point milliaire 136,6 à Field (Colombie-Britannique). Les mouvements de train sont

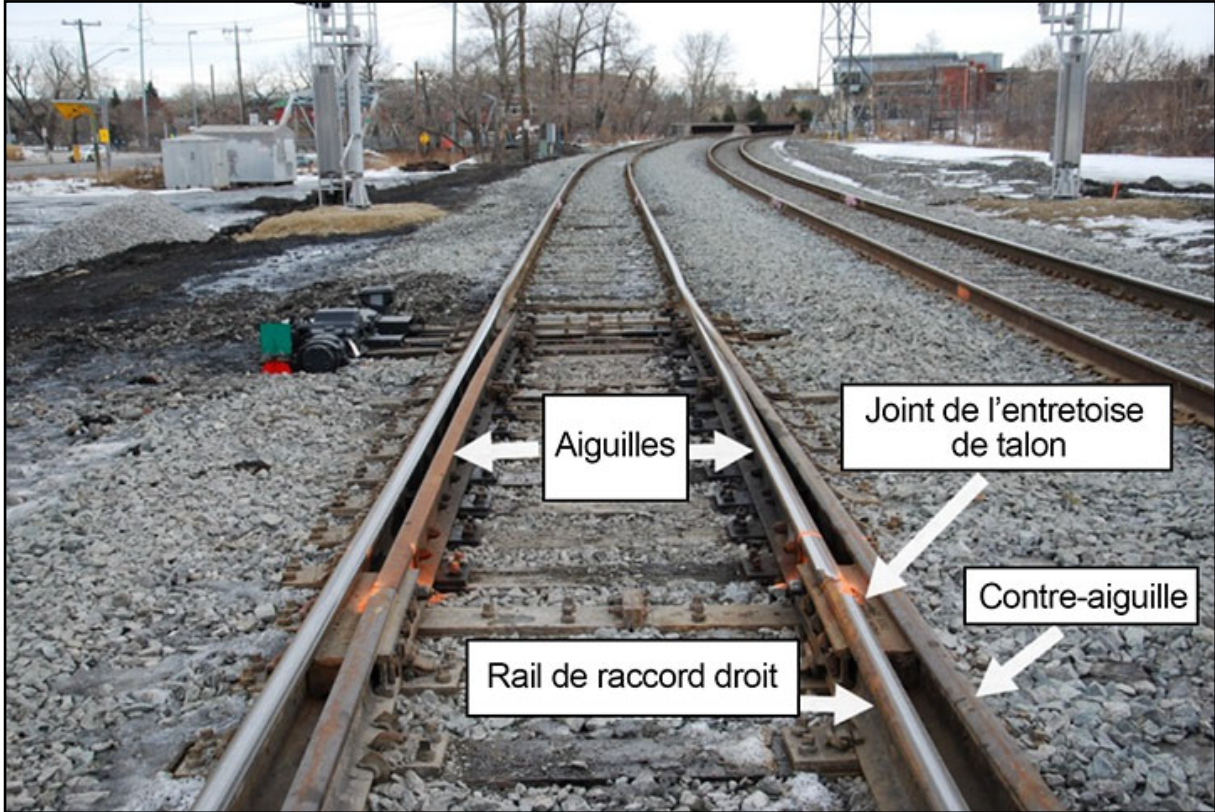
⁴ Les contre-rails intérieurs sont des rails insérés entre les rails de roulement pour empêcher des wagons dérailés de se déplacer transversalement et au-delà des extrémités des traverses de tablier et de heurter les éléments de structure qui dépassent le tablier du pont en hauteur ou latéralement.

régis par le système de commande centralisée de la circulation (CCC) conformément au *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REFC); ils sont supervisés par un contrôleur de la circulation ferroviaire en poste à Calgary. La voie est de catégorie 3, selon le *Règlement concernant la sécurité de la voie* approuvé par Transports Canada. Sur une voie de cette catégorie, la vitesse en voie maximale admissible pour les trains de marchandises est de 40 mi/h. En 2013, le trafic annuel y était d'environ 7,7 milliards de tonnes-milles brutes; il a augmenté à 8,2 milliards de tonnes brutes en 2014.

Dans les environs du lieu du déraillement, la voie principale était faite de longs rails soudés de 136 livres fabriqués en 2000. Les rails étaient posés sur des selles de 14 pouces à double épaulement et fixés sur des traverses de bois dur au moyen de 3 crampons par selle. Le ballast présentait une couche de surface formée de gravier et de pierre concassés, avec banquettes de 12 pouces sur une pente de 2 pour 1. L'état du ballast et le drainage étaient bons.

L'aiguillage était un aiguillage à double commande n° 13 à gauche formé de rails de 136 livres de profil RE. L'aiguille Samson à gauche de 22 pieds était constituée d'un rail NKK à champignon traité thermiquement. L'aiguille, le contre-aiguille courbe et le rail de raccord droit étaient reliés à une entretoise de talon à 5 trous (photo 5).

Photo 5. Aiguillage n° 13 semblable à l'aiguillage du lieu du déraillement



Inspections de la voie et meulage des rails

Des exigences en matière d'inspection des branchements sont précisées dans le document du CP intitulé *Redbook of Track Requirements* sur les exigences relatives à la voie (voir l'annexe A). Chaque branchement doit faire l'objet d'une inspection mensuelle à pied, conformément aux dispositions 15.3.2 et 15.6.0. Tous les ans, il faut effectuer une inspection détaillée des branchements, à pied, conformément aux dispositions 15.3.3 et 15.7.0. Les entretoises de talon, les joints et les boulons doivent être inspectés en conformité avec la disposition 15.7.9. Il faut tenir des registres d'inspection conformément à la disposition 15.5.0.

De plus, il faut procéder à des inspections réglementaires de la voie, conformément au *Règlement concernant la sécurité de la voie*. La dernière inspection de la voie à cet endroit avait eu lieu le 23 décembre. Des inspections mensuelles et des inspections détaillées avaient été effectuées et consignées en conformité avec le document intitulé du CP *Redbook of Track Requirements* sur les exigences relatives à la voie. Aucune des inspections récentes n'avait révélé d'anomalie dans les environs du lieu du déraillement.

Le dernier contrôle de détection des défauts de rail pour la ligne principale et la voie d'évitement avait eu lieu le 11 décembre 2014; aucune anomalie n'avait été relevée dans les environs du lieu de déraillement. Le plus récent contrôle de l'état géométrique par la voiture

d'évaluation de la voie s'était déroulé le 19 novembre 2014. Le 23 décembre 2014, on avait procédé à des enregistrements numériques de la voie⁵ et, le 24 décembre 2014, à une vérification de l'interaction véhicule-voie⁶. Au cours de ces contrôles, aucun défaut n'avait été constaté dans la zone de l'aiguillage. Cependant, le contrôle par la voiture d'évaluation de la voie du 19 novembre avait repéré des écarts d'alignement et de surface ne nécessitant aucune intervention (c.-à-d., mineurs); dans la zone de l'aiguillage, les écarts ne dépassaient pas les seuils de défauts de surface pour les voies de catégorie 3.

Le rail de la voie principale avait été meulé le 21 avril 2014 et l'aiguillage, le 17 octobre 2014.

Examen du rail brisé

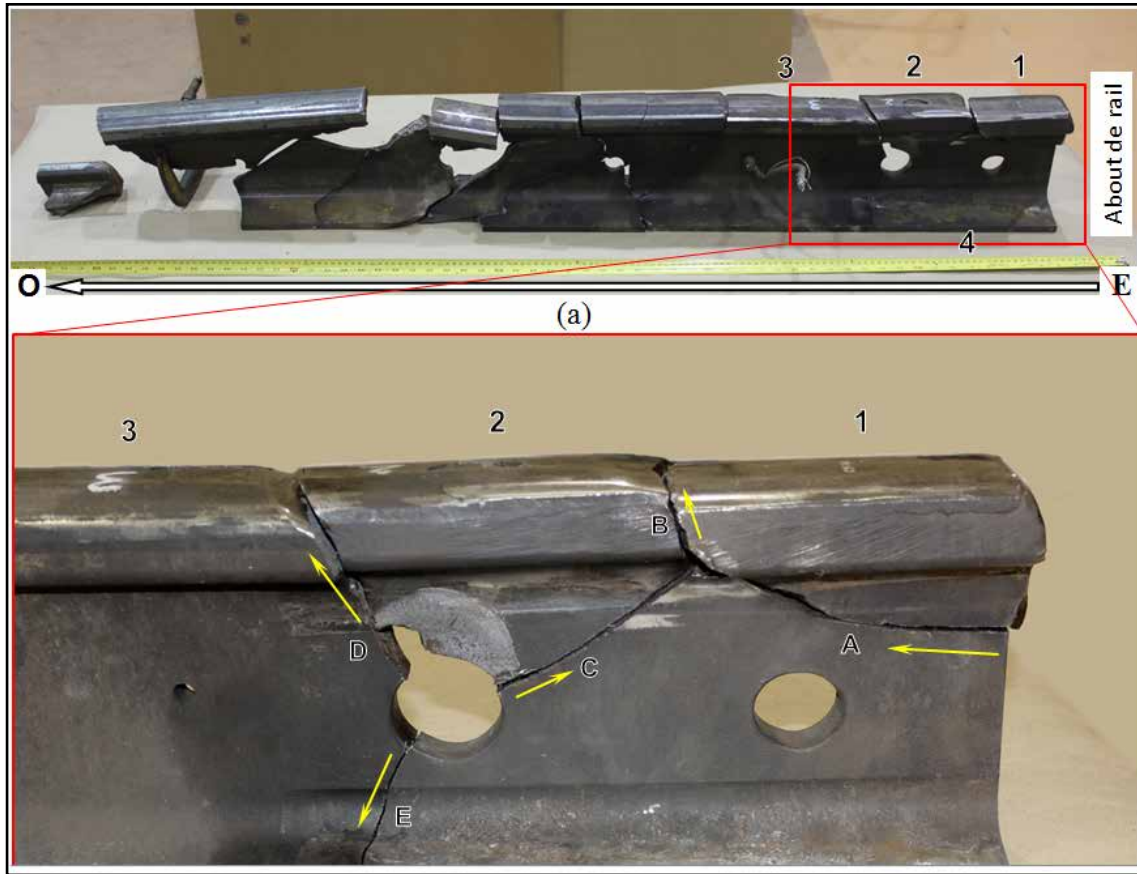
Le rail brisé, y compris le joint de l'entretoise de talon brisé, a été envoyé au laboratoire du BST pour y subir un examen détaillé. Il a été établi que selon les marques d'impact des roues sur les fragments de rail, la rupture de la lame d'aiguille avait commencé à son extrémité est (dans la zone de l'entretoise de talon) et s'était propagée le long du rail, qui s'est brisé morceau par morceau.

La zone de l'entretoise de talon de l'aiguille comportait 3 fissures (A, B et C dans la photo 6), qui exhibaient des surfaces de rupture polies et aplaties telles que pourraient en causer une action de martèlement exercée entre les surfaces de contact de la fissure. Un tel martèlement se produit au passage des trains quand des fragments demeurent en place pendant un certain temps après l'apparition de la fissure.

⁵ Les enregistrements numériques de la voie remplissent une fonction de tenue de documents électroniques qui permet d'enregistrer des données sur les inspections visuelles de la voie effectuées par le personnel du CP. CP utilise pour ses voies un système de bloc-notes numérique (Digital Track Notebook[®]) qui aide à assurer la conformité au *Règlement concernant la sécurité de la voie* approuvé par Transports Canada.

⁶ Des capteurs d'interaction véhicule-voie montés sur les locomotives mesurent continuellement l'état de la voie. Quand une valeur dépasse un seuil prédéterminé, un avis est envoyé par courriel. L'information transmise comprend l'heure, les coordonnées GPS, le relevé des capteurs et un instantané des données échantillonnées en continu par les capteurs. La plateforme de mesure peut être configurée et élargie de façon à surveiller de multiples paramètres de l'interaction véhicule-voie. Les unités de mesure fournissent de l'information sur les anomalies pour les zones qui sont le théâtre d'impacts roue-rail élevés, de creux verticaux dans le profil et de problèmes d'alignement latéral. Elles ne fournissent pas d'information sur la géométrie proprement dite, mais plutôt sur le comportement du véhicule se déplaçant sur la voie. Ce contrôle s'ajoutait aux exigences sur les inspections de la voie énoncées dans le *Règlement concernant la sécurité de la voie*.

Photo 6. Rail brisé de la lame d'aiguille nord. Le train roulait dans une direction est-ouest. (Remarque : La zone du joint de l'entretoise de talon est délimitée par l'encadré rouge et représentée dans la vue agrandie.)



La direction du motif en chevron sur la surface de rupture indique que la fissure C a débuté au 2^e trou de boulonnage. Émanant de ce même trou de boulonnage, 2 autres fissures (D et E dans la photo 6) avaient une apparence fraîche, indication que les fragments de rail se sont détachés peu après l'apparition de ces fissures.

Les surfaces de rupture sur les autres fragments avaient également une apparence fraîche, ce qui indique que ces fragments se sont détachés instantanément. Les 3 fissures (A, B et C) dans la zone du talon sont probablement apparues en premier. Quand les fragments 1 et 2 se sont détachés du rail, certaines roues des wagons qui n'ont pas déraillé ont heurté le rail brisé, d'où les marques d'impact sur leur table de roulement. Peu de temps après, des roues ont commencé à dérailler, amorçant ainsi le déraillement des wagons et provoquant d'autres ruptures du rail au-delà de la zone du joint de l'entretoise de talon (photo 6).

Les portées d'éclissage dans les congés de raccordement sous le champignon affichaient des marques de frottement de métal à métal (brunissage⁷) contre l'éclisse sur le côté intérieur et contre l'entretoise de talon sur le côté extérieur (contre-aiguille) (photo 7). La portée d'éclissage sur le patin du rail sous l'éclisse montrait aussi des marques de frottement (photo 8). Ce frottement résultait du mouvement relatif des éléments de l'éclissage à entretoise de talon, ce qui indique qu'il y avait un certain desserrage du joint.

La surface de roulement de la lame d'aiguille avait été rechargée (c.-à-d. réparée par soudage) dans les environs de l'éclissage à entretoise de talon. Des exfoliations et d'autres fissures plus petites⁸ s'étaient formées dans la zone soudée (photo 9).

Les zones de l'éclisse qui étaient en contact avec les portées d'éclissage de l'aiguille (c.-à-d. le rail de raccord nord) montraient des marques de brunissage ainsi qu'une importante usure de frottement localisée.

Pendant un certain temps, les éléments intacts (contre-aiguille, éclisses et entretoise de talon) avaient maintenu en place les morceaux rompus de l'aiguille, et les impacts de roue successifs ont fragmenté davantage le rail. La défaillance du rail a commencé par une fissure dans l'âme, suivie par la séparation du champignon.

Photo 7. Marques de brunissage sous le champignon de la lame d'aiguille nord



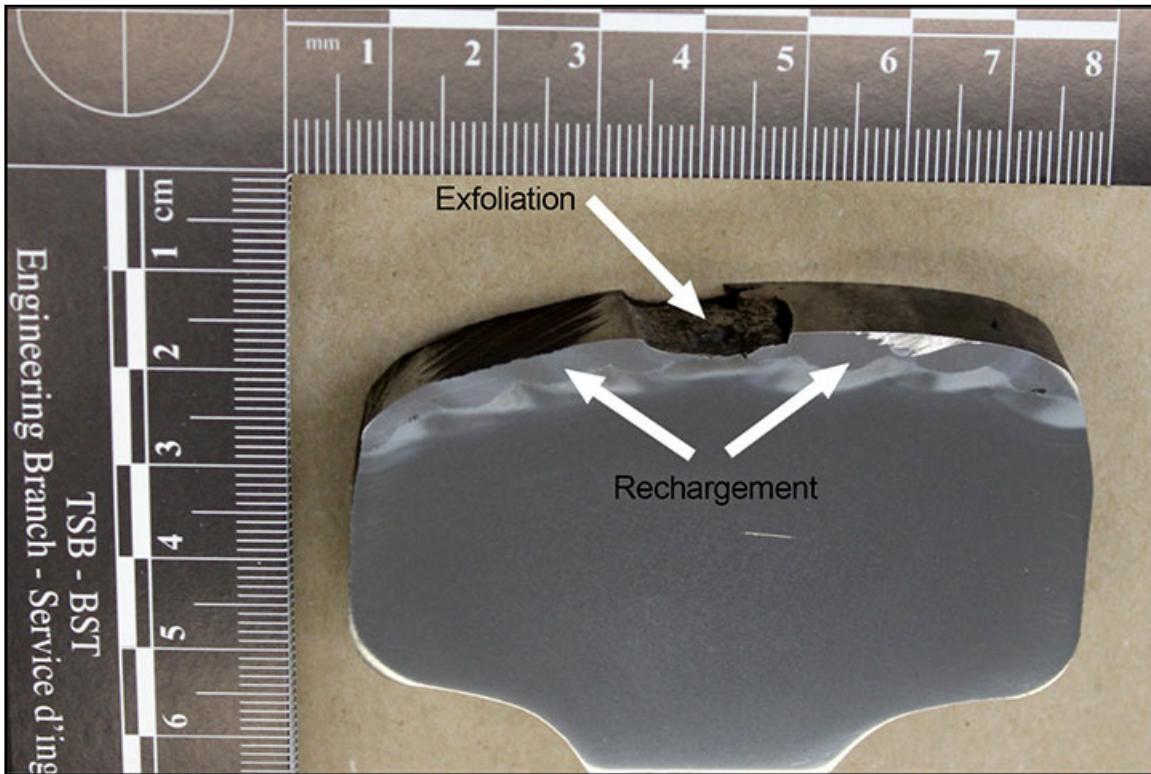
Photo 8. Marques de brunissage sur le patin de la lame d'aiguille nord



⁷ Le brunissage polit la surface usinée d'origine. Ce type de dommage se caractérise par une déformation plastique de la surface sans perte de matière. Référence : ASM Handbook, Volume 18 : Friction, Lubrication and Wear Technology, ASM International, 1992, p. 4 et 178.

⁸ Les fissures plus petites étaient visibles sur les micrographies prises à l'aide d'un microscope à lumière optique avec grossissement de 25x.

Photo 9. Rechargement et exfoliation



Impact environnemental et intervention

Un poste de commandement a été mis en place par le CP sur le lieu de l'événement. Parmi les intervenants d'urgence figuraient la GRC, le service d'incendie de Banff, Parcs Canada, Environnement Canada et le ministère albertain de l'environnement et de l'exploitation durable des ressources.

Un wagon chargé de soja avait déraillé avant de plonger dans le ruisseau où il a déversé une partie de son chargement. Deux des 3 autres wagons de soja déraillés avaient aussi subi des brèches, et déversé leur chargement sur la berge sud-est et partiellement dans le ruisseau. Au cours de l'intervention, le 4^e wagon déraillé chargé de soja, qui était intact, a été réentraîlé et retiré du lieu du déraillement.

Les wagons déraillés chargés de cendres volantes et empilés au-dessus du pont étaient pour la plupart intacts, à l'exception d'un seul, qui avait été éventré et avait déversé une partie de son chargement dans le ruisseau. Selon la fiche signalétique de sécurité de produit (MSDS) pour les cendres volantes du barrage Boundary (CAS #68131-74-8), la matière déversée était un sous-produit de la combustion du charbon provenant de la centrale électrique du barrage Boundary à Estevan (Saskatchewan). Ce produit est utilisé comme ingrédient dans la production de béton. Ses caractéristiques dangereuses, quand il est libéré dans l'environnement, sont un pH élevé à l'état humide, une aptitude à étouffer le biote sédimentaire et la présence d'oligo-éléments, dont des métaux. Ce produit est toxique par inhalation et peut causer des irritations cutanées et oculaires. Le chef de train n'était pas au courant de ces propriétés quand il a inspecté le train.

Le nettoyage des lieux a commencé peu après le déraillement. Un camion-citerne sous vide a permis d'évacuer la plus grande partie du soja⁹. Pendant l'enlèvement des cendres volantes, le service d'incendie de Banff pulvérisait de l'eau sur les wagons pour supprimer les poussières. Pour réduire au minimum la propagation de cendres volantes dans le ruisseau, diverses mesures ont été prises sur le lieu du déraillement et à d'autres endroits entre le pont enjambant le ruisseau Forty Mile et le point de confluence de ce cours d'eau avec la rivière Bow. Parmi les mesures d'atténuation particulières qui ont été prises, des balles de foin formant des cloisons à sédiments ont été installées et un enrochement recouvert d'une toile géotextile a été mis en place.

Les premières interventions visaient à dégager les wagons déraillés et à assurer la sécurité sur le lieu du déraillement, tout en réduisant au minimum, dans la mesure du possible, tout nouveau déversement de cendres volantes dans le ruisseau. Au cours du nettoyage, il a été décidé de retirer les wagons du pont en les découpant. Cependant, cette action a provoqué un déversement supplémentaire de cendres volantes des 7 wagons qui se trouvaient sur le pont. L'épaisseur mesurée des cendres volantes dans les sédiments du ruisseau à proximité du pont a atteint par endroits 25 cm.

Un des wagons de soja (le wagon 51) qui s'étaient immobilisés dans le ruisseau (avec déversement partiel de son chargement) a été laissé en place en attendant la collecte de renseignements supplémentaires, l'évaluation du risque écologique et la planification des mesures correctives. Le wagon a été retiré du ruisseau le 19 mars 2015. Pour déterminer l'étendue de la contamination environnementale et procéder à l'enlèvement des cendres volantes du ruisseau, on a réalisé en mars et avril 2015 d'importantes activités d'échantillonnage et de remise en état des sédiments du ruisseau. Ces efforts de remise en état ont été interrompus en avril 2015 en raison de l'augmentation saisonnière des débits du ruisseau. Il est prévu que le suivi environnemental se poursuivra sur une période de 3 à 5 ans et que d'autres mesures de remise en état pourraient se révéler nécessaires.

Réseaux électriques souterrains

Un bulletin sommaire du CP¹⁰ présente (entre autres) les indications suivantes [traduction] :

RÉSEAUX ÉLECTRIQUES SOUTERRAINS DE 7200 VOLTS

Le Canadien Pacifique a installé des réseaux électriques souterrains de 7200 volts aux endroits suivants :

- Subdivision Laggan, du point milliaire 82,10 (Banff West) au point milliaire 92,0 (Massive East)

⁹ Comme le soja est demeuré sur place durant plusieurs mois, le Canadien Pacifique a érigé une clôture électrique (à la demande de Parcs Canada) pour aider à en éloigner les ours et autres animaux sauvages et à réduire le danger pour la sécurité des travailleurs et de la faune.

¹⁰ Canadien Pacifique, « Prairie Region Alberta Summary Bulletin effective 0001 Dec 1, 2014 », p. 24-25.

- * Subdivision Laggan, du point milliaire 116,5 (Lake Louise) au point milliaire 125,5 (Signal 1252)
- * Subdivision Laggan, du point milliaire 126,7 (Partridge East) au point milliaire 136,6 (Field)
- * Subdivision Mountain, du point milliaire 0,0 (field) au point milliaire 0,6

Serrage d'urgence des freins / déraillement de matériel

En cas de serrage d'urgence des freins dans les environs d'un câble électrique souterrain :

- Communiquez immédiatement avec le contrôleur de la circulation ferroviaire, et respectez les pratiques normales de signalement d'un événement.
- Avant de sortir de la locomotive, effectuez un contrôle visuel afin de vérifier si vous pouvez apercevoir des wagons qui ont déraillé.
- Si des wagons déraillés se sont enfoncés dans le sol dans les environs du câble (à une distance de cinq à six pieds de l'extrémité des traverses), l'équipe de train devrait demeurer dans la cabine, ne pas sortir, et devrait en aviser le contrôleur de la circulation ferroviaire.
- Si les wagons immédiatement derrière la locomotive n'ont pas déraillé – ou ont déraillé mais n'ont probablement pas sectionné le câble –, l'équipe de train peut sortir pour procéder à l'inspection.
- Au cours de l'inspection, l'équipe de train ne doit pas s'approcher du matériel déraillé. Il se peut que le matériel ait partiellement sectionné le câble souterrain ou endommagé l'équipement électrique, et une perturbation du matériel pourrait causer plus de dommages.

[...]

Emplacement des câbles

Les câbles électriques sont enfouis de 2 à 4 pieds sous la surface, généralement situés à une distance de 4 à 6 pieds de l'extrémité des traverses. Lorsqu'ils longent des ponts, des ponts à chevalets ou des tunnels, les câbles sont posés dans des conduits ou des caniveaux

Repères de câble

Des repères de câble oranges sont posés à des endroits stratégiques tels que des passages à niveau, des ponts, des ponceaux, etc. Ils sont souvent situés en retrait de l'emplacement réel de la tranchée à câble.

Sécurité du système

ATTENTION : NE touchez PAS un câble qui est exposé ou de l'équipement électrique endommagé et ne vous en approchez PAS avant que le personnel du service de la signalisation et des communications ait confirmé directement ou par le biais du centre de gestion du réseau que le système est hors tension et qu'il a été mis à la terre.

Dans l'événement à l'étude, le chef de train n'était pas au courant de la présence du câble souterrain quand il effectuait l'inspection du train après le déraillement. Un repère de câble orange avait été installé de chaque côté du pont. Le mécanicien de locomotive était au courant du câble souterrain, mais pas spécifiquement des dangers ni de la marche à suivre recommandée en présence de réseaux électriques souterrains à proximité du lieu d'un déraillement. Le centre de contrôle de la circulation ferroviaire n'a fourni aucune information sur la présence du câble souterrain lors d'une conversation avec l'équipe après qu'il avait été informé du déraillement.

Le câble a été sectionné au cours du déraillement. L'alimentation du câble souterrain a été coupée par l'agent d'entretien des signaux qui est intervenu peu de temps après que l'équipe de train eut effectué l'inspection initiale post-déraillement.

Manuel de sécurité des trains et des locomotives du Canadien Pacifique

Le manuel de sécurité des trains et des locomotives de la compagnie ferroviaire comprend les exigences suivantes [traduction] :

Situations d'urgence et déraillement

- Respectez toutes les procédures de notification telles qu'elles sont énoncées dans les plans d'intervention d'urgence de l'emplacement visé.
- Approchez-vous de l'endroit où se trouve la situation d'urgence ou le déraillement seulement s'il a été établi que vous pouvez le faire en toute sécurité.

Séance d'information sur l'exécution du travail

Avant que toute tâche ne soit effectuée, le chef de train/contremaître doit offrir une séance d'information sur l'exécution du travail afin de s'assurer que tous les employés comprennent bien :

- le travail à effectuer;
- leur responsabilité individuelle;
- les questions de conscience situationnelle.

Des instructions additionnelles sur le travail à effectuer doivent être données de vive voix, au besoin, pendant l'avancement des travaux ou au fur et à mesure que la situation évolue.

Procédure de travail sécuritaire : Séances d'information sur l'exécution du travail

Les membres de l'équipe doivent s'assurer d'être au courant des conditions qui auront une incidence sur la circulation sécuritaire des mouvements. Les employés doivent :

- s'assurer que tous les bulletins d'exploitation et avis sont lus et compris [...] ¹¹

Rapports de laboratoire du BST

Le BST a complété le rapport de laboratoire suivant dans le cadre de la présente enquête :

- LP015/2015, Broken Switch Point, CP Train 205-25 [Aiguille brisée, train 205-25 du CP]

¹¹ Canadien Pacifique, *Train & Engine Safety Rule Book* (mai 2013), p. 3.

Analyse

Aucun défaut n'a été relevé dans le matériel roulant, ni aucune anomalie dans la conduite du train.

L'analyse se concentrera sur l'état du joint de l'entretoise de talon à l'aiguillage, l'inspection et l'entretien de la voie, les séances d'information sur les travaux, de même que la présence du réseau électrique souterrain.

L'accident

Le train a déraillé quand l'extrémité de la lame d'aiguille nord s'est rompue dans l'éclissage à entretoise de talon. Cet assemblage avait été affaibli par un desserrage du joint qui s'est produit au fil du temps sous l'effet du passage des trains. À cause du mouvement relatif qui s'est ensuivi dans le joint, des fissures se sont formées dans la lame d'aiguille, dans l'entretoise de talon. Les fragments de rail sont demeurés en place pendant un certain temps après l'apparition des premières fissures, et les impacts de roue successifs ont fragmenté davantage le rail. Quand la lame d'aiguille dans l'éclissage à entretoise de talon a finalement cédé sous le train en cause, les fissures se sont propagées le long du talon de la lame d'aiguille, rompant la pièce morceau par morceau.

Inspection de la voie dans les environs de l'aiguillage

Au moment de l'événement, aucun défaut de géométrie de la voie nécessitant une intervention n'était présent dans les environs de l'aiguillage. Bien que la voie ait été entretenue conformément aux normes réglementaires pour les voies de catégorie 3, il y avait à cet endroit des écarts d'alignement et de surface ne nécessitant aucune intervention (c.-à-d., mineurs); ces écarts ont joué un rôle dans le support inadéquat, le mouvement et le desserrage du joint, ainsi que dans le bris du talon de la lame d'aiguille. Même si elles étaient effectuées en conformité avec les exigences de la réglementation et de la compagnie ferroviaire, les inspections mensuelles régulières, les inspections détaillées et les inspections visuelles de la voie n'ont pas permis de constater de façon spécifique la détérioration de l'éclissage à entretoise de talon. Si des joints desserrés ne sont pas repérés rapidement, surtout dans les environs des aiguillages (c.-à-d., dans la zone de l'entretoise de talon), le mouvement relatif qui en résulte dans le joint augmente avec le temps, ce qui accroît le risque que des fissures se forment dans le rail et provoquent des déraillements causés par une rupture de rail.

Entretien des rails dans les environs de l'aiguillage

La surface de roulement de la lame d'aiguille dans la zone du joint de l'entretoise de talon avait été rechargée quelque temps avant la défaillance de la voie, dans le but de soulever le joint. Bien que ce soit une option de réparation acceptable, un affaissement de joint est normalement corrigé par bourrage et soulèvement du joint.

Intervention en cas d'urgence

Le nettoyage des lieux a commencé peu après le déraillement. Les intervenants se sont d'abord appliqués à dégager les épaves, en veillant à assurer la sécurité sur le lieu du déraillement et à réduire au minimum d'autres dommages à l'environnement par déversement de produits. Parmi les mesures d'atténuation particulières qui ont été prises, des balles de foin formant des cloisons à sédiments ont été installées et un enrochement recouvert d'une toile géotextile a été mis en place. L'enlèvement des épaves et le rétablissement de la circulation ferroviaire se sont déroulés de façon efficace et efficiente, mais le déversement de cendres volantes au cours de ce processus a exigé des travaux soutenus de nettoyage et de remise en état du site.

Danger posé par le réseau électrique souterrain sur le lieu du déraillement

La présence d'un câble haute tension enfoui dans les environs du déraillement était indiquée dans les instructions spéciales pour la subdivision Laggan. Après le déraillement, la compagnie ferroviaire a rapidement coupé le courant.

Cependant, tout de suite après le déraillement, qui a sectionné le câble, ni l'équipe du train ni le contrôleur de la circulation ferroviaire ni le directeur de l'exploitation n'ont expressément pris en compte la présence de ce danger. Bien que le câble n'ait pas été mis à découvert, l'indicateur de sa présence (un repère de câble orange) n'était pas suffisamment manifeste pour attirer l'attention des membres de l'équipe avant qu'ils ne procèdent à l'inspection post-déraillement.

S'il existe des câbles électriques souterrains dans les environs du lieu d'un déraillement et que ce danger n'est pas pris en compte, il est possible que les inspections du lieu et les mesures de remise en état soient entreprises avant que le courant ait été coupé, ce qui augmente le risque que des membres de l'équipe du train et d'autres intervenants d'urgence se blessent.

Inspection post-déraillement et séances d'information sur les travaux

Le manuel de sécurité des trains et des locomotives du CP¹² contient des indications précises à l'intention des employés chargés d'effectuer des inspections post-déraillement. Les employés doivent suivre les procédures de notification établies et ne pas s'approcher du lieu du déraillement avant d'avoir obtenu la confirmation qu'il n'y a pas de danger. Des instructions particulières sont également données aux équipes concernant la tenue de séances d'information sur les travaux et la nécessité d'en tenir une nouvelle chaque fois que les circonstances changent et que de nouveaux dangers potentiels surgissent.

Bien qu'il ne soit souvent pas immédiatement manifeste qu'un déraillement s'est produit, il s'agit toujours d'une possibilité à la suite d'un freinage d'urgence provenant de la conduite

¹² Canadien Pacifique, *Train & Engine Safety Rule Book* (mai 2013), p. 3.

générale. Dans l'événement à l'étude, quand le train s'est arrêté d'urgence, l'équipe a commencé à en faire l'inspection sans discuter des dangers potentiels, dont ceux posés par les marchandises transportées.

Lors d'une conversation avec le contrôleur de la circulation ferroviaire au cours de l'inspection, il n'a pas été question du réseau électrique souterrain ni du danger qu'il pouvait présenter. Les bulletins sommaires de la compagnie ferroviaire pour la subdivision Laggan donnaient des précisions sur le réseau électrique souterrain à cet endroit et sur les mesures de sécurité et les séances d'information nécessaires en cas d'un freinage d'urgence. Pourtant, il n'y a eu aucune discussion sur les risques posés par le réseau électrique souterrain parmi les membres de l'équipe, ou entre eux et le contrôleur de la circulation ferroviaire, et ce, ni avant ni pendant l'inspection du train.

Si les membres d'une équipe ne discutent pas entre eux ou avec le contrôleur de la circulation ferroviaire, avant ou pendant une inspection de wagons déraillés, des dangers associés aux marchandises transportées ou à d'autres particularités du train ou de l'infrastructure ferroviaire, tel un réseau électrique souterrain, il existe un risque accru de blessure ou de mort pour eux et les autres intervenants d'urgence.

Faits établis

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Le train a déraillé quand l'extrémité de la lame d'aiguille nord s'est rompue dans l'éclissage à entretoise de talon.
2. L'éclissage à entretoise de talon avait été affaibli en raison du desserrage du joint, qui s'était produit au fil du temps sous l'effet du passage des trains.
3. Bien que la voie ait été entretenue conformément aux normes réglementaires pour les voies de catégorie 3, il y avait à cet endroit des écarts d'alignement et de surface ne nécessitant aucune intervention (c.-à-d., mineurs); ces écarts ont joué un rôle dans le support inadéquat, le mouvement et le desserrage du joint, ainsi que dans le bris du talon de la lame d'aiguille.
4. Les fragments de rail étaient demeurés en place pendant un certain temps après l'apparition des premières fissures, et les impacts de roue successifs ont fragmenté davantage le rail.
5. Quand la lame d'aiguille dans l'éclissage à entretoise de talon a finalement cédé sous le train en cause, les fissures se sont propagées le long du talon de la lame d'aiguille, rompant la pièce morceau par morceau.
6. Bien qu'elles aient été effectuées en conformité avec les exigences de la réglementation et de la compagnie ferroviaire, les inspections mensuelles régulières, les inspections détaillées et les inspections visuelles de la voie n'ont pas permis de constater de façon spécifique la détérioration de l'éclissage à entretoise de talon.

Faits établis quant aux risques

1. Si des joints desserrés ne sont pas repérés rapidement, surtout dans les environs des aiguillages (c.-à-d. dans la zone de l'entretoise de talon), le mouvement relatif qui en résulte dans le joint augmente avec le temps, ce qui accroît le risque que des fissures se propagent dans le rail et provoquent des déraillements causés par une rupture de rail.
2. S'il existe des câbles électriques souterrains dans les environs du lieu d'un déraillement et que ce danger n'est pas pris en compte, il est possible que les inspections post-déraillement et les mesures de remise en état soient entreprises avant que le courant ait été coupé, ce qui augmente le risque que des membres de l'équipe du train et d'autres intervenants d'urgence se blessent.
3. Si, avant ou pendant une inspection de wagons déraillés, les membres d'une équipe ne discutent pas entre eux ou avec le contrôleur de la circulation ferroviaire des

dangers associés aux marchandises transportées ou à d'autres particularités du train ou de l'infrastructure ferroviaire, tel un réseau électrique souterrain, il existe un risque accru de blessure ou de mort pour eux et les autres intervenants d'urgence.

Autres faits établis

1. L'enlèvement des épaves et le rétablissement de la circulation ferroviaire se sont déroulés de façon efficace et efficiente, mais le déversement de cendres volantes au cours de ce processus a exigé des travaux soutenus de nettoyage et de remise en état du site.
2. Bien que le rechargement de la surface de roulement de la lame d'aiguillage soit une option de réparation acceptable, un état de la voie présentant un affaissement de joint est normalement corrigé par bourrage et soulèvement du joint.
3. Bien que le câble haute tension enfoui n'ait pas été mis à découvert, l'indicateur de sa présence (un repère de câble orange) n'était pas suffisamment manifeste pour attirer l'attention des membres de l'équipe avant qu'ils ne procèdent à l'inspection post-déraillement.

Mesures de sécurité

Mesures de sécurité prises

Transports Canada a demandé à l'industrie ferroviaire de formuler des règles sur l'inspection et la réparation des éclisses sur les voies composées de longs rails soudés.

Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 10 novembre 2015. Il est paru officiellement le 24 novembre 2015.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports (www.bst-tsb.gc.ca) pour obtenir de plus amples renseignements sur le Bureau de la sécurité des transports, ses services et ses produits. Vous y trouverez également la Liste de surveillance, qui énumère les problèmes de sécurité dans les transports qui posent les plus grands risques pour les Canadiens. Dans chaque cas, le BST a constaté que les mesures prises à ce jour sont inadéquates, et que le secteur et les organismes de réglementation doivent adopter d'autres mesures concrètes pour éliminer ces risques.

Annexes

Annexe A – Inspection des branchements

Le document du CP intitulé *Redbook of Track Requirements* du CP fournit des indications sur les inspections de branchements.

Extrait de la disposition 15.3.2 (a) :

[Traduction] À l'exception des voies utilisées moins d'une fois par mois, tous les branchements doivent faire l'objet d'une inspection à pied mensuelle. Les inspections mensuelles des branchements doivent comprendre les procédures énoncées à la section 15.6.0.

Extrait de la disposition 15.3.3 (a) :

[Traduction] Tous les branchements de voies principales, de voies d'évitement et de voies de triage de type 1 au Canada doivent faire l'objet d'une inspection détaillée annuelle à pied.

Disposition 15.7.9, Entretoises de talon :

[Traduction] Vérifiez l'éclissage et assurez-vous que le support de l'aiguille est bien positionné par rapport à l'entretoise de talon et à l'éclisse courbe.

Vérifiez si des boulons de l'éclissage à entretoise sont brisés. Remplacez les boulons brisés et serrez bien.