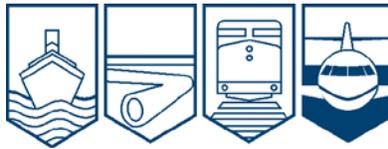




RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE R13E0069



**DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE
DU TRAIN DE MARCHANDISES 679-101
DU CHEMIN DE FER CANADIEN PACIFIQUE
LIMITÉE
AU POINT MILLIAIRE 80,70 DE LA SUBDIVISION
HARDISTY
À PROVOST (ALBERTA)
LE 28 AVRIL 2013**

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

Rapport d'enquête ferroviaire R13E0069

Déraillement en voie principale

du train de marchandises 679-101

du Chemin de fer Canadien Pacifique Limitée

au point milliaire 80,70 de la subdivision Hardisty
à Provost (Alberta)

le 28 avril 2013

Résumé

Le 28 avril 2013, à 3 h 55, heure normale du Centre, 17 wagons de potasse du train de marchandises 679-10 du Chemin de fer Canadien Pacifique Limitée, roulant vers l'ouest de Wilkie (Saskatchewan) à Hardisty (Alberta), dérailent au point milliaire 80,7 de la subdivision Hardisty, près de Provost (Alberta). La voie est détruite sur une distance d'environ 350 pieds. Il n'y a aucun blessé.

This report is also available in English.

Renseignements de base

L'accident

Le 28 avril 2013, vers 0 h 44¹, le train de marchandises 679-101 (le train) du Chemin de fer Canadien Pacifique Limitée (CP) quitte Wilkie (Saskatchewan) à destination d'Edmonton (Alberta). Cinq locomotives à 6 essieux de 4 300 hp (de marque General Motors [GM]) assuraient une traction répartie du train : 2 locomotives étaient en tête, 2 autres à 85 wagons derrière les locomotives de tête, et 1 autre en queue. Le train était constitué de 170 wagons de potasse. Son poids était de 25 332 tonnes, et sa longueur, de 8 356 pieds.

À 3 h 55, pendant que le train roulait vers l'ouest sur la subdivision Hardisty à une vitesse d'environ 23 mi/h, un freinage d'urgence provenant de la conduite générale se produit. Après avoir lancé le message d'urgence nécessaire et informé le contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF), le chef de train a inspecté le convoi et a déterminé que le 17^e wagon derrière les locomotives de tête avait été le premier à dérailler. Au total, 17 wagons ont quitté les rails, à partir du point milliaire 80,70, près de Provost (Alberta) (figure 1). Les 17 wagons déraillés ont laissé échapper des quantités variables de potasse, soit au cours du déraillement, soit lors des opérations subséquentes de récupération. Il n'y a pas eu de blessés.

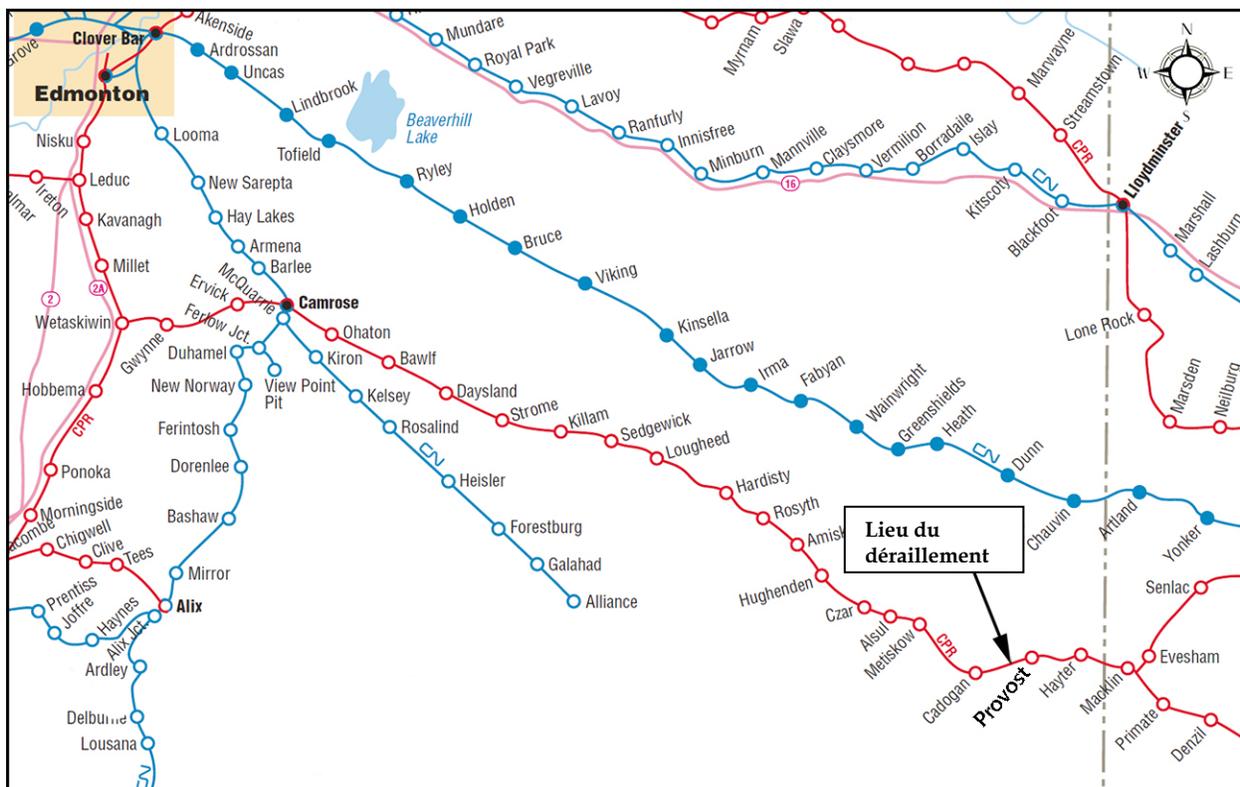


Figure 1. Lieu du déraillement (Source : Association des chemins de fer du Canada, *Atlas des chemins de fer canadiens*).

¹ Les heures sont exprimées en heure normale du Centre (temps universel coordonné moins 6 heures).

Conditions météorologiques

Au moment de l'événement, il faisait 2 °C et le temps était plutôt dégagé, selon le rapport de la station météorologique de Cadogan d'Environnement Canada. Dans les 5 jours précédant l'événement, les températures diurnes avaient varié de 9,2 à 20,9 °C, ce qui est plus chaud que la normale. Les fossés dans le secteur avaient accumulé au cours de l'hiver des bancs de neige localisés qui étaient inhabituellement profonds et abondants.

Examen des lieux

Le déraillement s'est produit dans une zone rurale sans passages à niveau ni voies d'évitement à proximité. On a déterminé que le point de déraillement (PDD) se trouvait au point milliaire 80,7 sur une voie en alignement droit. Les 4 premiers wagons avaient déraillé sur le côté sud de la voie et s'étaient renversés dans des eaux stagnantes après avoir dévalé le talus. Les autres wagons déraillés se sont immobilisés sur le dessus et des deux côtés de la voie (figure 2). La plate-forme de la voie à cet endroit s'élevait au-dessus du niveau du sol (photo 1). Les eaux stagnantes sur le côté nord de la voie avaient une profondeur d'environ 2 pieds, à 6 pieds sous le niveau du rail. Sur le côté sud de la voie, les eaux stagnantes étaient beaucoup plus profondes et se trouvaient à moins de 3 pieds du niveau du rail (photo 2).

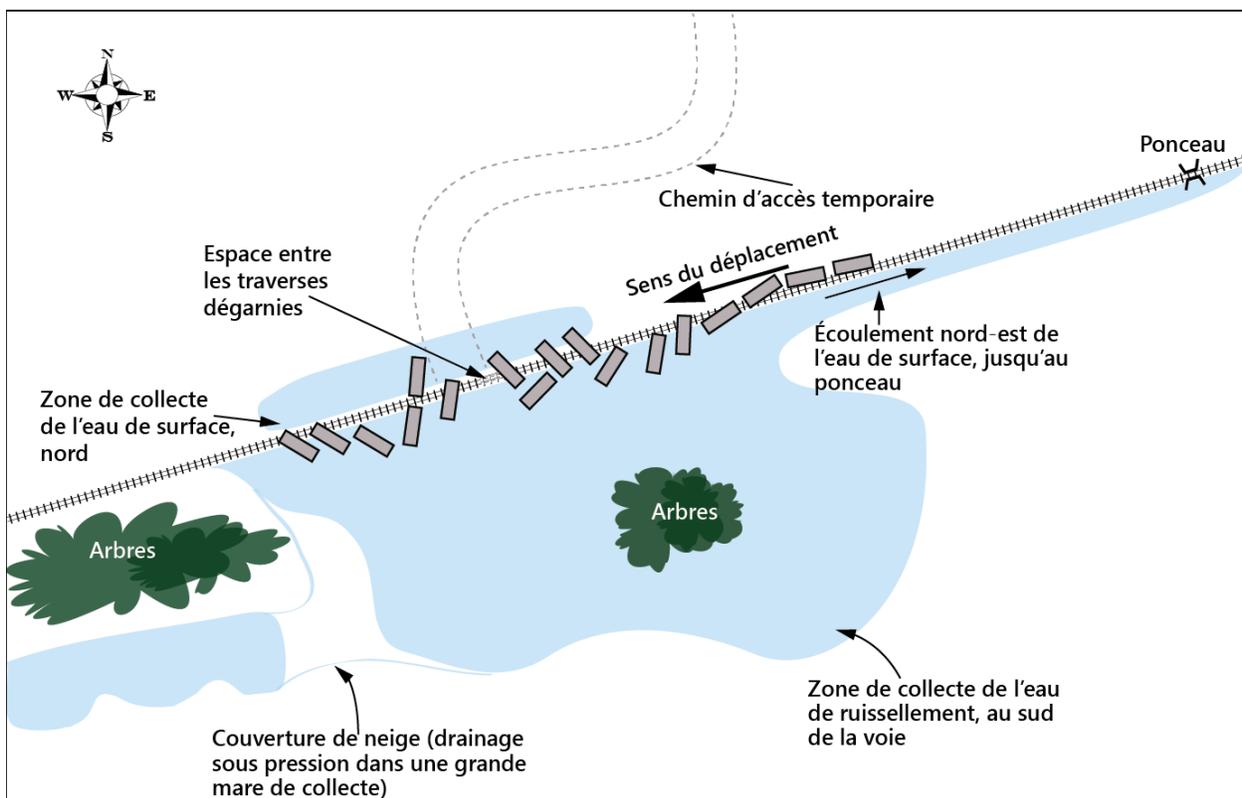


Figure 2. Diagramme du site du déraillement



Photo 1. Vue vers l'est du site de déraillement

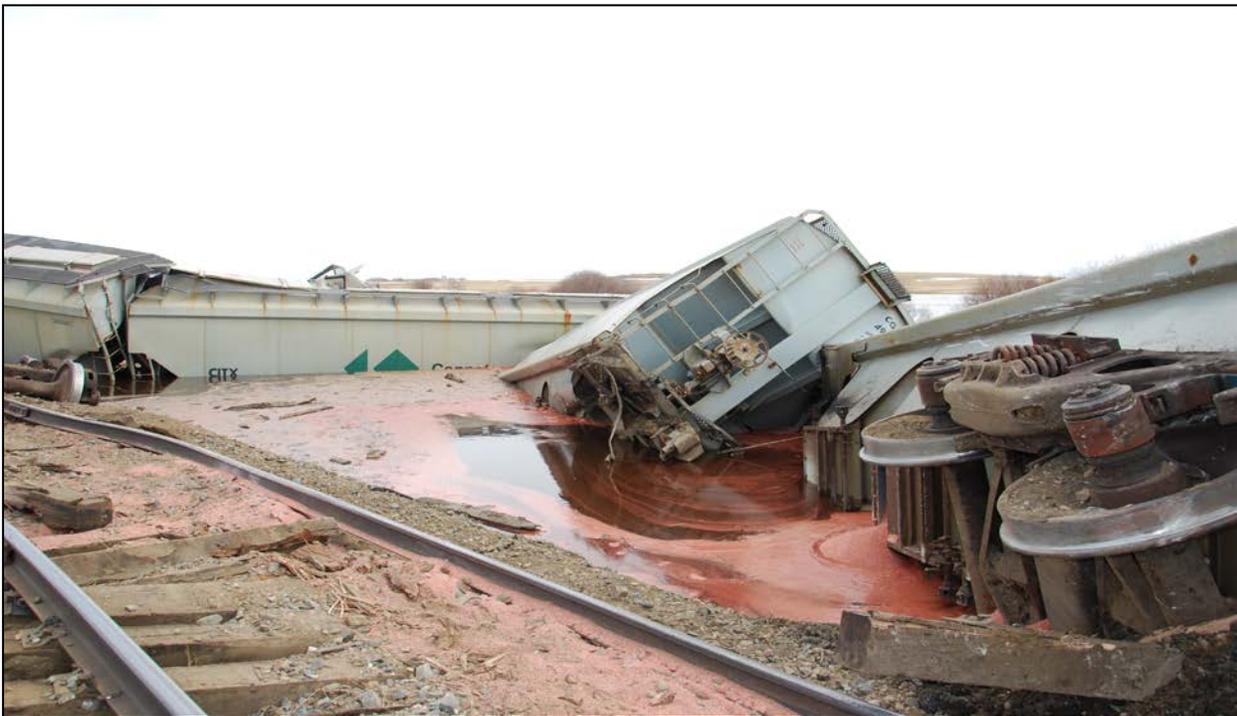


Photo 2. Vue vers le sud-est du site de déraillement - hautes eaux stagnantes sur le côté sud de la voie

L'avant du train (16 wagons et 2 locomotives en avant du site de déraillement) a été inspecté. On a observé des marques d'impact sur les tôles de plancher en bout² des 16 premiers wagons, une indication que le dessous des wagons avait été heurté par les roues avants de chacun d'eux (photo 3).



Photo 3. Marques d'impact à l'endroit où la roue a heurté la tôle de plancher en bout

Renseignements sur l'équipe

L'équipe de train se composait d'un mécanicien de locomotive et d'un chef de train. Les 2 étaient qualifiés pour leurs postes respectifs, leur état était conforme aux normes de repos et de condition physique, et ils connaissaient bien la subdivision.

Renseignements consignés

On a examiné l'information fournie par le consignateur d'événements de locomotive (CEL). L'examen a révélé que le train roulait à 23 mi/h au moment (à 3 h 55 min 12 s) du freinage d'urgence appliqué par la conduite générale. Le manipulateur se trouvait sur le cran de marche 5 et tous les freins ont été appliqués.

Une caméra vidéo orientée vers l'avant avait été installée à bord de la locomotive de tête. L'enregistrement vidéo montrait la présence bien visible de 3 traverses dégarnies³ à mesure que le train approchait du PDD (photo 4).

² Les tôles de plancher en bout se trouvent à chaque extrémité d'un wagon-trémie couvert, au-dessus du bogie, et recouvrent celui-ci de façon à protéger la caisse du wagon contre l'huile, la graisse et les débris qui pourraient être projetés dans sa direction en cours de service normal.

³ Il n'y avait pas de ballast entre les traverses.



Photo 4. Image provenant de la caméra vidéo orientée vers l'avant à bord de la locomotive 8913 du CP.

Renseignements sur la subdivision

La subdivision Hardisty s'étend vers l'ouest de Wilkie (Saskatchewan), au point milliaire 0,0, jusqu'à Hardisty (Alberta), au point milliaire 131,4. Les mouvements de train sont régis par le système de régulation de l'occupation de la voie (ROV), tel qu'il est autorisé par le *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REFC). Leur supervision relève du contrôleur de la circulation ferroviaire en poste à Calgary (Alberta).

La subdivision Hardisty fait partie de la ligne Nord du CP entre Edmonton, Calgary et Winnipeg. Le CP a commencé en avril 2013 à exploiter des trains-blocs de potasse sur cette ligne. Les trains de potasse partent de la Saskatchewan pour aboutir au port de Vancouver. Le train 679-101 était le cinquième de ces trains. Le trafic ferroviaire dans la subdivision Hardisty est passé de 7,0 millions de tonnes brutes (MTB) en 2011 à 8,8 MTB en 2012, soit une augmentation de 13 %. Le chemin de fer prévoit qu'environ 40 % du trafic de 2013 transporté dans la subdivision en question sera formé de trains-blocs de vrac.

Les chemins de fer disposent d'une certaine latitude quant au choix de leurs pratiques en matière de trafic, d'exploitation et d'entretien, y compris le choix des itinéraires utilisés pour l'acheminement du trafic. En faisant passer par l'itinéraire nord une partie de ses trains-blocs de la côte ouest, le CP peut accroître l'utilisation de son réseau secondaire. Le CP peut ainsi en tirer une plus grande efficacité d'exploitation en réduisant au minimum la congestion sur sa ligne principale, puisqu'un plus grand nombre de créneaux deviennent alors disponibles pour les

trains prioritaires. La prise en compte du type de trafic à acheminer constitue un volet préparatoire important de la gestion du réseau.

Renseignements sur la voie

La voie menant au site du déraillement formait une rampe ascendante de 0,4 %, suivie d'un tronçon en palier. La voie dans la zone du déraillement était armée en rails éclissés de 100 livres fabriqués par Algoma en 1929. Elle reposait sur des traverses n° 1 de 8 pieds en bois mou traité. Les selles à simple épaulement étaient fixées par 2 crampons chacune. Elles étaient plutôt en mauvais état : quelques-unes étaient cassées à certains joints de rail. Des anticheminants FAIR⁴ étaient en place à toutes les deux traverses. Les anticheminants présentaient des signes de déplacement des rails. Les traverses et les crampons étaient dans un état passable. Le ballast, contaminé (photo 5), consistait en une mince couche de granulats de qualité 3 (formé principalement de sable et de gravier de moins de 2 pouces).

La plate-forme s'élevait à environ 10 pieds au-dessus du sol; elle avait été aménagée au début du 20^e siècle avec du sable, du gravier et des argiles locaux. Cette technique d'aménagement, en usage à l'époque, était jugée adéquate pour une prairie relativement sèche et pour le volume de trafic à ce moment-là. Bien que la plate-forme ait été compactée au fil des ans par le passage des trains, elle était demeurée vulnérable à l'infiltration d'eau.

Aucun problème de drainage n'avait été signalé dans la zone du déraillement. Des observations locales permettaient de conclure que la zone était généralement sèche. Un ponceau était en place au point milliaire 80,5, à quelque 1000 pieds à l'est du PDD, pour faciliter l'écoulement du sud au nord des eaux de fonte. Le trop-plein des eaux s'écoulait normalement depuis l'ouest et traversait le ponceau, mais de la glace dans le fossé sud limitait cet écoulement et refoulait ainsi les eaux dans le fossé.

La vitesse maximale autorisée en service marchandises au franchissement de la zone du déraillement était de 30 mi/h; sur une voie de catégorie 3, les trains de marchandises ne doivent pas rouler plus vite que 30 mi/h. Au moment de l'événement, un ordre de limitation de vitesse à 25 mi/h était en vigueur à cause d'une situation de sous-écartement, ce qui dans les faits rétrogradait la voie à la catégorie 2.

Des programmes majeurs de modernisation de la voie avaient été prévus pour la subdivision Hardisty, mais n'avaient pas commencé. Ces programmes, qui devaient s'échelonner sur une période de 4 ans, prévoyaient notamment la pose de longs rails soudés (LRS) et des travaux de nivellement de la voie entre les points milliaires 70 et 95.

⁴ FAIR® est l'appellation commerciale d'un type d'anticheminant.



Photo 5 . État de la plate-forme et du ballast près du PDD

Inspection et entretien de la voie

Un inspecteur de la voie accrédité avait inspecté la voie en véhicule rail-route les 26 et 27 avril, 2 jours avant l'événement. Aucun défaut de voie n'a été relevé dans le voisinage du PDD. On inspectait la voie tous les jours pour détecter les problèmes potentiels dus au dégel printanier et à l'augmentation récente du trafic ferroviaire.

La voiture de contrôle de la voie du CP avait vérifié l'état géométrique de la voie dans la subdivision Hardisty le 26 mai 2012 et le 1^{er} novembre 2012. Entre les points milliaires 80,6 et 80,8, la voiture avait relevé, lors de la vérification du 26 mai, 6 défauts de sous-écartement exigeant une intervention urgente⁵ ainsi que 23 défauts de surface exigeant une intervention prioritaire⁶. Lors de la vérification du 1^{er} novembre, 20 défauts de surface nécessitant une intervention prioritaire avaient été relevés.

Sur le site en cause, les derniers travaux d'entretien de la voie avaient eu lieu en juillet 2012; on avait alors procédé à un relevage minimum du nivellement par un ajustement mineur du ballast autour des traverses.

⁵ Les défauts exigeant une intervention urgente dépassent les limites prescrites dans le *Règlement sur la sécurité de la voie* et doivent être corrigés immédiatement ou protégés par une limitation de vitesse.

⁶ Les défauts nécessitant une intervention prioritaire doivent faire l'objet d'inspections et d'une surveillance qui les empêchent de devenir des défauts exigeant une intervention urgente.

Dans le passé récent, aucune anomalie de la voie ou de la plate-forme n'avait été constatée à cet endroit. En outre, aucun rapport ne faisait état d'une instabilité potentielle de la plate-forme. Les inspections régulières de la voie n'ont pas permis de déceler la saturation en eau continue de la plate-forme ni le fléchissement du système de soutien de la voie.

Une lecture des rapports du système d'interaction véhicule-voie (VTI)⁷ pour la période du 1^{er} janvier au 28 avril 2013 n'a révélé aucun défaut dans le voisinage du PDD.

Les employés de l'Ingénierie du CP ont reçu en 1997 et 1998 une formation sur les questions géotechniques intitulée *Geotechnology for Railroaders*, où il était notamment question de l'évaluation des conditions de hautes eaux. Le CP venait tout juste de relancer une formation similaire (*Recognizing Geotechnical Hazards*) auprès de ces employés.

Inspections de Transports Canada

Transports Canada est responsable de l'établissement de normes de sécurité et de la surveillance de la sécurité de l'exploitation ferroviaire. Dans le cadre des activités de surveillance de TC, des inspecteurs de la sécurité ferroviaire (ISF) recueillent (au moyen de vérifications et d'inspections de voie) des renseignements qui leur permettent de déterminer si un chemin de fer gère son réseau de façon sécuritaire. Une inspection typique de la voie consiste en un examen des pratiques du chemin de fer et une inspection visuelle de la voie. Grâce à ces inspections, Transports Canada peut évaluer l'efficacité et l'adéquation des programmes d'inspection des chemins de fer et déterminer leur degré de conformité au *Règlement sur la sécurité de la voie (RSV)*.

Ces dernières années, TC a amélioré ses inspections visuelles en faisant appel à des systèmes de mesure de l'état géométrique montés sur des véhicules rail-route. L'utilisation d'un véhicule d'évaluation de la voie (VEV) permet d'obtenir des données à jour, précises et en temps réel sur l'état géométrique de la voie pour établir si cette dernière satisfait aux exigences du RSV.

L'utilisation du VEV ne saurait être considérée comme une vérification de l'état géométrique ni comme un substitut à une inspection que doit effectuer un chemin de fer, comme l'exige le RSV. Plutôt, une telle utilisation constitue un outil à la disposition de l'ISF en complément des inspections visuelles. L'utilisation du VEV permet à TC d'évaluer des tronçons de voie afin d'établir comment un chemin de fer gère la sécurité de son réseau.

L'état de la subdivision Hardisty a attiré l'attention du CP dans le passé. À la suite d'une inspection de sécurité ferroviaire en septembre 2006, TC avait émis un Avis en vertu de l'article 31 de la *Loi sur la sécurité ferroviaire* relativement à une menace pour la sécurité de l'exploitation ferroviaire engendrée par la dégradation de la structure de la voie et l'entretien imparfait de la ligne. Après certains travaux d'amélioration de la voie et des vérifications supplémentaires de son état géométrique, l'Avis a été levé en novembre 2012.

En septembre 2012, une vérification de l'état géométrique de la voie par le VEV a eu lieu entre les points milliaires 62 et 129,4. Au total, on a alors détecté 260 défauts de sous-écartement exigeant une intervention urgente. Ces défauts ont été attribués à des selles cassées ou

⁷ Le système VTI est monté sur un bogie de locomotive et utilise des accéléromètres pour mesurer les écarts d'interaction véhicule-voie.

désolidarisées sur des traverses défectueuses. La limitation de vitesse à 25 mi/h mise en place a rendu la voie conforme au RSV. Une limitation de vitesse a été imposée dans une courbe qui présentait un certain nombre de défauts de dévers et de courbure. On a observé en plusieurs endroits une quantité insuffisante de ballast sur l'épaulement de la voie et dans les cases entre les traverses.

Auscultation des rails

Un contrôle de détection des défauts de rail⁸ a été effectué dans le voisinage du PDD le 17 avril 2013. On a alors repéré au point milliaire 80,73 une fissure horizontale au raccord âme-champignon⁹ au niveau d'un joint de rail. Le défaut a été protégé en vertu du paragraphe 16.5.0, code de protection 7, du document du CP intitulé *Livre rouge de la voie*; cette disposition limite la circulation des trains à une vitesse maximale de 30 mi/h d'après les directives d'un superviseur de la voie qualifié, ou à la vitesse maximale autorisée pour la catégorie de voie considérée, selon la moins élevée des 2 vitesses. À cet endroit, la vitesse maximale autorisée a été réduite à 25 mi/h. Le défaut en question n'avait pas encore été corrigé au moment du déraillement.

Renseignements sur les wagons et les locomotives

Les wagons en cause dans le déraillement étaient des wagons-trémies couverts. Le train avait été formé à Dunfermline (Sask.), à une mine de potasse située à 16,5 km à l'ouest de Saskatoon (Sask.). Le train avait fait l'objet d'un essai de frein n° 1A et d'une inspection avant départ à Dunfermline et avait quitté l'endroit à 21 h 30 le 27 avril 2013. Certains lots de wagons dans le train avaient été inspectés par un inspecteur accrédité de matériel roulant et soumis à un essai de frein à air n° 1 à Moose Jaw (Sask.) le 1^{er} avril 2013. Les wagons restants avaient subi la même inspection et le même essai de frein à Lethbridge (Alb.) le 14 avril 2013.

Aucune condition ni anomalie préexistante n'avait été observée sur le matériel roulant déraillé.

Un détecteur de boîtes chaudes et de pièces traînantes situé au point milliaire 57,3 de la subdivision Hardisty n'a relevé aucune anomalie du matériel roulant lors du passage du train.

Train précédent

Le 27 avril 2013, le train de marchandises 298-27 du CP roulant vers l'est a été le dernier à franchir le PDD (à 19 h 38 min 23 s) avant le train en cause. Ce train, d'un poids de 14 666 tonnes, était formé de 95 wagons chargés et de 19 wagons vides. Il était tracté par 3 locomotives en tête et 1 locomotive en queue. L'équipe de ce train n'a rien observé d'anormal dans la zone du PDD. Des séquences vidéo filmées depuis la locomotive de tête à l'endroit du

⁸ La détection des défauts de rail se fait par contrôle non destructif qui vise l'identification précoce des défauts internes de rails pour permettre la prise de mesures correctives avant la survenue d'une défaillance du rail et d'un déraillement. Les méthodes de contrôle les plus courantes font appel aux ultrasons.

⁹ Comme son nom l'indique, la fissure horizontale au raccord âme-champignon constitue une rupture progressive longitudinale entre le champignon et l'âme du rail au niveau du congé sous le champignon.

déraillement montrent effectivement des eaux s'écoulant du fossé sud au fossé nord et une érosion apparente du ballast à l'intérieur des rails, mais la lumière crépusculaire assombrit la vidéo.

Analyse

Ni l'état du matériel roulant ni la manière dont le train était conduit n'ont été considérés comme des facteurs contributifs au présent accident. L'analyse portera principalement sur l'état de la voie et de la plate-forme dans la zone du déraillement.

L'accident

Le déraillement s'est produit quand le train est passé sur une irrégularité de la voie causée par une défaillance de la plate-forme. Cette défaillance est survenue à un endroit où 3 ou 4 traverses étaient dégarnies. Le train précédent ainsi que les locomotives et les 16 premiers wagons du train 679-101 avaient franchi sans encombre cet endroit. Cependant, avec le passage du matériel roulant, une plus grande quantité de matériau de ballast et de plate-forme est tombée dans l'affaissement entre les traverses, qui s'est agrandi. Au passage de ce point, les roues avant des wagons 12 à 16 ont heurté les tôles de plancher en bout sous les wagons. Ultiment, la force verticale du train-bloc lourdement chargé qui s'exerçait sur l'espace mal supporté entre les traverses dégarnies a entraîné la défaillance de la structure de la voie, faisant ainsi dérailler les wagons 17 à 33. Les marques d'impact sur le dessous des tôles de plancher en bout des wagons, 3 traverses partiellement dégarnies et la disposition des wagons déraillés indiquent qu'une défaillance soudaine de la plate-forme s'est produite sous le train.

La plate-forme s'élevait à environ 10 pieds au-dessus du terrain environnant; elle avait été aménagée au début du 20^e siècle avec du sable, du gravier et des argiles locaux. Bien que la plate-forme ait été compactée au fil des ans par le passage des trains, elle était demeurée vulnérable à l'infiltration d'eau.

Dans les 4 jours précédant l'événement en cause, les températures diurnes avaient été anormalement chaudes et suivies de températures plus froides la nuit, ce qui avait créé un trop-plein d'eaux de fonte saisonnière. Le drainage naturel à cet endroit se faisait depuis l'ouest. Le trop-plein d'eau s'écoulait normalement par un ponceau à l'est du PDD, jusqu'au côté nord de la voie. Cependant, la glace dans le fossé sud limitait l'écoulement du trop-plein des eaux de fonte et refoulait l'eau dans le fossé. Il est également possible que le ponceau lui-même ait été partiellement obstrué par la glace. En raison de la capacité limitée du système de drainage et de l'exposition au sud, le niveau des eaux est demeuré plus élevé sur le côté sud de la voie par rapport au côté nord, ce qui a entraîné une infiltration et une saturation en eau anormales dans la plate-forme de la voie.

Les variations de la température quotidienne ont entraîné des cycles de gel et de dégel qui ont produit un volume excessif d'eau dans la plate-forme de la voie. Ce volume d'eau excessif a diminué le frottement normal du sol, d'où une réduction de la cohésion, de la stabilité et de la capacité portante de la voie. Cette infiltration d'eau soutenue a exercé de fortes pressions (pression d'eau interstitielle) qui ont fait migrer les eaux de surface du sud vers le nord par le talus ferroviaire. Cet écoulement des eaux par la plate-forme a créé un vide sous la voie; en effet, l'érosion a causé une perte de matériaux du ballast et de la plate-forme entre et sous les traverses, réduisant la capacité de la voie à supporter le passage du train.

Dangers géotechniques et inspection de la voie

Au CP, la plus grande partie du programme de formation sur les dangers géotechniques et les plans de préparation printanière avaient expressément pour but de prévenir les déraillements attribuables à une défaillance de la plate-forme au cours de la période de dégel du printemps. La détection d'une plate-forme de voie affaiblie est une composante importante du régime d'inspection des voies. Dans l'événement en cause, la présence de hautes eaux sur un côté du talus était un signe indicateur d'un mauvais drainage de la voie et de son possible affaiblissement dans la zone du déraillement. Si on ne repère ni ne corrige expressément les dangers géotechniques, la structure de la voie risque de se dégrader, ce qui augmente le risque de déraillements.

Faits établis

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Le déraillement s'est produit quand le train est passé sur une irrégularité de la voie causée par une défaillance de la plate-forme.
2. En raison de la capacité limitée du système de drainage, le niveau des eaux était plus élevé sur le côté sud de la voie par rapport au côté nord, ce qui a entraîné une infiltration et une saturation en eau anormales dans la plate-forme de la voie.
3. Cet écoulement des eaux par la plate-forme a créé un vide sous la voie; en effet, des matériaux du ballast et de la plate-forme se sont perdus entre et dessous les traverses, réduisant la capacité de support de la voie au passage du train.
4. La force verticale du train-bloc lourdement chargé qui s'exerçait sur l'espace mal supporté entre les traverses dégarnies a entraîné la défaillance de la structure de la voie.

Faits établis quant aux risques

Si on ne repère ni ne corrige expressément les dangers géotechniques, la structure de la voie risque de se dégrader, ce qui augmente le risque de déraillements.

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 12 mars 2014. Il est paru officiellement le 31 mars 2014.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits, visitez son site Web (www.bst-tsb.gc.ca). Vous y trouverez également la Liste de surveillance qui décrit les problèmes de sécurité dans les transports présentant les plus grands risques pour les Canadiens. Dans chaque cas, le BST a établi que les mesures prises jusqu'à présent sont inadéquates, et que tant l'industrie que les organismes de réglementation doivent prendre de nouvelles mesures concrètes pour éliminer ces risques.