



**RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE
R11V0057**



**DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE
DU TRAIN-BLOC DE CHARBON NO 861-060
EXPLOITÉ PAR LE CHEMIN DE FER CANADIEN PACIFIQUE
AU POINT MILLIAIRE 30,0 DE LA SUBDIVISION CRANBROOK
À FERNIE (COLOMBIE-BRITANNIQUE)
LE 8 MARS 2011**

Le Bureau de la sécurité des transports (BST) du Canada 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 et pénales.

Rapport d'enquête ferroviaire

Déraillement en voie principale

du train-bloc de charbon n° 861-060
exploité par le Chemin de fer Canadien Pacifique
au point milliaire 30,0 de la subdivision Cranbrook
à Fernie (Colombie-Britannique)
le 8 mars 2011

Rapport numéro R11V0057

Résumé

Le 8 mars 2011, à 5 h 15, heure normale du Pacifique, l'équipe du train-bloc n° 861-060 du Chemin de fer Canadien Pacifique qui se déplace en direction ouest, signale que le train est en freinage d'urgence au point milliaire 30,0 de la subdivision Cranbrook, près de Fernie, en Colombie-Britannique. Lors de l'inspection, l'équipe constate que 27 wagons chargés de charbon ont déraillé. Personne n'est blessé.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Le 8 mars 2011, le train-bloc de charbon n° 861-060 (le train) du Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP), formé de 3 locomotives et de 115 wagons chargés de charbon, roule vers l'ouest en mode de traction répartie, dans la subdivision Cranbrook. Le train pèse 15 602 tonnes et mesure 6513 pieds de longueur. Une locomotive est en tête du train, une au milieu (en 70^e position) et une à l'arrière (118^e position).

Aux environs de 5 h 15¹, alors que le train roulait à 25 mi/h, un freinage d'urgence provenant de la conduite générale² est déclenché au point milliaire 30,5, près de Fernie, en Colombie-Britannique (Figure 1). Lors de l'inspection, le chef de train a constaté que 27 wagons avaient déraillé, en commençant par le 32^e (CP 963806) pour finir avec le 58^e wagon (LUSX 4797).

L'équipe est composée d'un mécanicien et d'un chef de train. Les 2 membres de l'équipe connaissent bien la subdivision, se conforment aux normes en matière de repos et de condition physique et répondent aux exigences de leurs postes respectifs.

¹ Toutes les heures sont exprimées en heure normale du Pacifique.

² Il y a 2 types de déclenchement du freinage d'urgence, soit par la conduite générale soit par le conducteur. Dans l'un ou l'autre cas, une diminution rapide de la pression d'air dans la conduite principale déclenchera le freinage d'urgence.

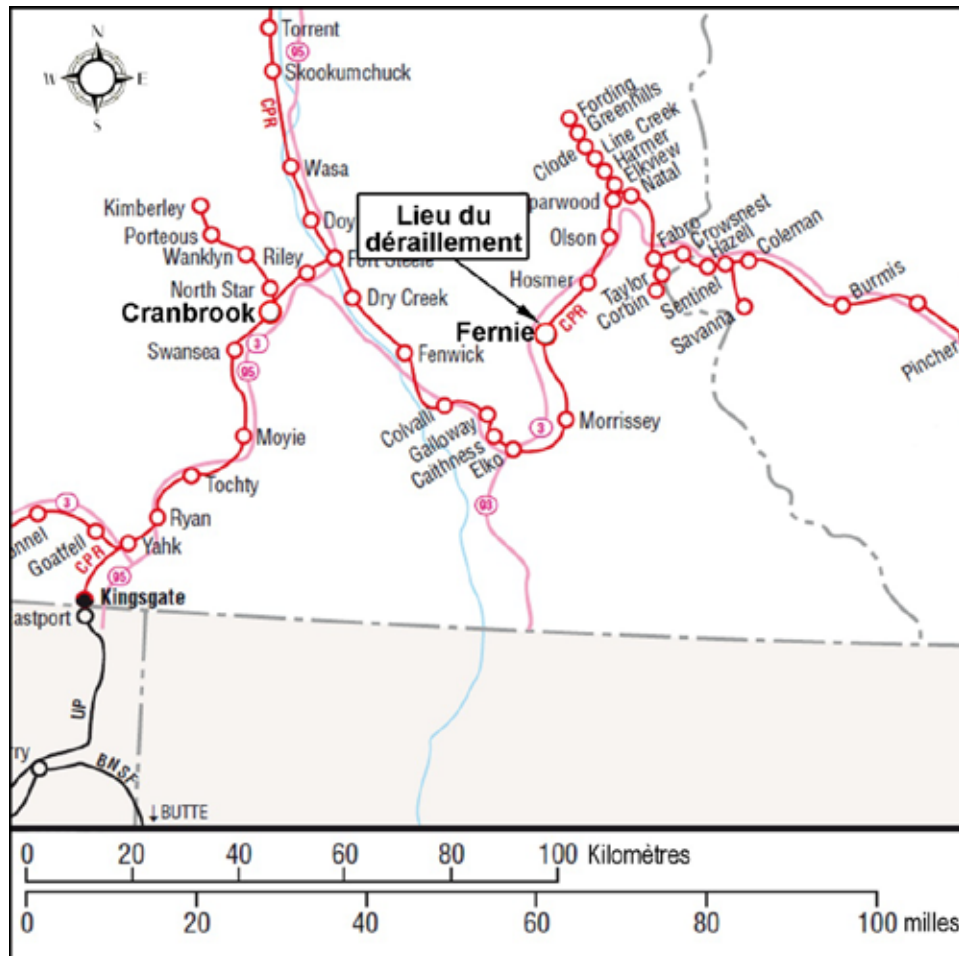


Figure 1. Lieu du déraillement
(Source : 'L'Association des chemins de fer du Canada, *Atlas des chemins de fer canadiens*)

Renseignements sur la subdivision et la voie

La subdivision Cranbrook commence à Crowsnest (point milliaire 0,0) et s'étend vers l'ouest jusqu'à Cranbrook (point milliaire 107,7). La circulation des trains est régie par le système de régulation de l'occupation de la voie en vertu du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REF) et elle est supervisée par un contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) en poste à Calgary (Alberta).

En 2010³, entre Sparwood (point milliaire 17,7) et Fort Steele (point milliaire 95,6), le trafic ferroviaire a été d'environ 54 millions de tonnes brutes. Au nombre des trains circulant sur ce tronçon de la subdivision, on compte environ 1900 trains chargés au complet (charbon, grain,

³ Les chiffres mentionnés proviennent des statistiques de 2010 sur les trains et correspondent à environ 14 trains par jour ou 5000 trains par année. Ces chiffres sont en quelque sorte peu élevés en raison de la reprise économique au cours de 2010. De façon plus générale, les statistiques régulières pour 2011 devraient avoisiner 1000 trains de plus, ou environ 3 trains de plus par jour.

potasse), 1900 trains vides et 1200 trains réguliers⁴. Certains wagons des trains réguliers et des trains chargés sont échangés avec l'Union Pacific Railroad à Kingsgate (Colombie-Britannique).

La voie est composée de longs rails Nippon soudés de 136 livres reposant sur des selles à double épaulement de 16 pouces et fixés par 5 crampons à chaque traverse de bois dur. Les rails étaient encadrés par des anticheminants Fair à toutes les 2 traverses. Le ballast est du grade CP 4,5 avec des cases et des épaulements pleins.

Le déraillement s'est produit au centre de la courbe de 5,5° vers la droite près du point milliaire 30,0. À cet endroit, la voie suit une pente de 1,2 % jusqu'à la courbe où la pente est de 0,6 %. Selon l'indicateur, la vitesse est de 40 mi/h entre les points milliaires 12,9 et 29,7, et de 30 mi/h entre les points milliaires 29,7 et 37,7, ce qui en fait une voie de catégorie 3 au sens du *Règlement sur la sécurité de la voie* (RSV), approuvé par Transports Canada (TC). Il n'y avait aucun ordre temporaire de vitesse réduite en vigueur près du lieu de déraillement.

Examen des lieux

Au total, 27 wagons ont quitté la voie à l'ouest du point de déraillement (PDD), aux environs du point milliaire 30,0. CP 963806 était le 32^e wagon du train et le premier des wagons à avoir quitté la voie (Figure 2). Au moment de l'incident, le lieu était recouvert de neige. Au cours des 4 semaines précédentes, on avait observé diverses conditions météorologiques dans ce secteur, notamment du dégel, de la pluie, et des chutes de neige abondantes suivies de gel.

Au PDD, un examen du rail haut (sud) a révélé la présence de marques sur son côté intérieur qui indiquaient qu'une roue était tombée en raison d'un renversement du rail. Il y avait également des marques d'impact sur les anticheminants du rail adjacent qui ont été faites par les wagons déraillés.

⁴ Les trains réguliers sont des trains qui transportent diverses marchandises et dont la formation comprend différents types de wagons chargés et/ou vides.

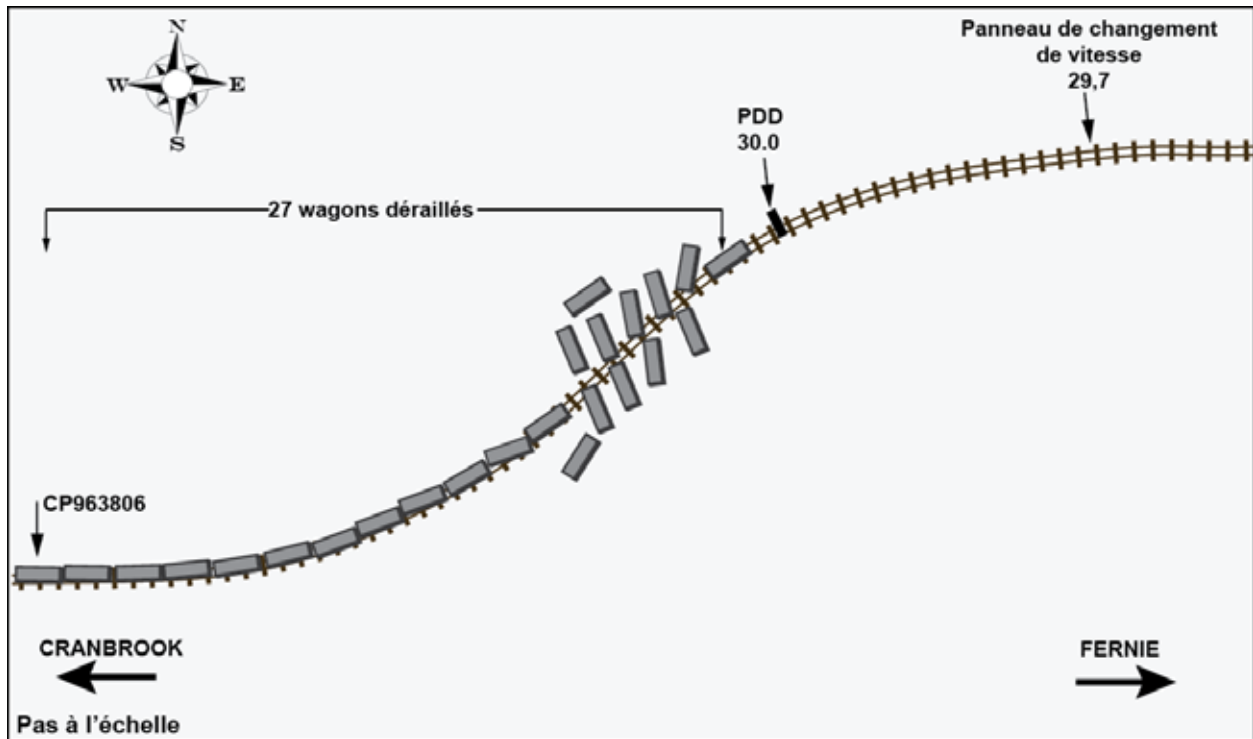


Figure 2. Schéma du lieu de déraillement

Renseignements sur la géométrie de la voie

La subdivision Cranbrook a procédé à des vérifications de l'état géométrique de la voie au moyen de la voiture de contrôle de la voie⁵ et du système déployable de mesure de l'écartement des voies sous charge le 15 décembre 2010. Dans le cadre de vérifications effectuées en hiver, la neige peut affecter l'exactitude du système de mesure optique de la voiture de contrôle de la voie. Par conséquent, le système déployable de mesure de l'écartement des voies sous charge est souvent utilisé en hiver avec la voiture de contrôle de la voie. Des vérifications avec la voiture ont également été effectuées dans cette subdivision les 16 septembre et 29 juin 2010.

Selon le rapport sur les anomalies qui a été produit avec la voiture de contrôle de la voie à la suite de la vérification du 15 décembre, des anomalies « non valides » ont été détectées entre les points milliaires 29 et 31. Ces « anomalies non valides » ont probablement été causées par de la poudrierie qui a affecté le système de mesure optique de la voiture. Le diagramme des frotteurs du système déployable de mesure de l'écartement des voies sous charge indiquait un surécartement prononcé jusqu'à $\frac{3}{4}$ de pouce dans la courbe du déraillement. À d'autres endroits près du déraillement, le surécartement dépassait de $\frac{3}{4}$ de pouce. L'écartement maximal relevé était de 1,28 pouce (c.-à-d. tout juste un peu plus que $1\frac{1}{4}$ pouce), ce qui est inférieur à la valeur « urgente » de $1\frac{5}{8}$ pouce pour toutes les catégories de voie.

⁵ La voiture d'évaluation de la voie est dotée d'un système de mesure au laser sans contact pour mesurer l'écartement sous charge et sans charge.

Les seuils d'anomalie de la voiture de contrôle de la voie tiennent compte des limites prescrites par le RSV, alors que les normes du système déployable de mesure de l'écartement des voies sous charge portent sur une condition sous charge extrême et sont utilisées à l'interne par le CFCP. Dans le cas de la vérification effectuée le 15 décembre, la voie au lieu de déraillement était conforme à toutes les normes sur la sécurité de la voie approuvées par Transports Canada.

Pour une voie de catégorie 3, la valeur seuil d'un surécartement urgent⁶ est de 1 ¼ pouce, la valeur seuil d'un surécartement pressant⁷ est de 1 ⅛ pouce, et la valeur seuil d'un surécartement prioritaire⁸ est de ¾ pouce. Aucune charge latérale autre que celle appliquée par le wagon couvert chargé de la voiture de contrôle de la voie n'est appliquée à la voie pendant la vérification de l'écartement.

Sur les itinéraires des trains transportant du charbon, dans le cas des voies de catégorie 2 ainsi que de catégories 3, 4 et 5, la voiture de contrôle de la voie signalera automatiquement tout surécartement de ¾ pouce comme une anomalie prioritaire.

Selon le rapport sur les anomalies qui a été produit avec la voiture de contrôle de la voie à la suite de l'inspection du 16 septembre (soit 3 mois avant l'événement), il n'y avait aucun surécartement prioritaire ou urgent dans la courbe où s'est produit le déraillement. Cependant, le diagramme des frotteurs de la voiture de contrôle de la voie indiquait des surécartements n'exigeant pas de mesure qui atteignaient jusqu'à ¾ pouce dans toute la courbe avec 4 surécartements prioritaires et une anomalie prioritaire de nivellement en travers à l'extrémité de la courbe ou à la sortie de celle-ci.

Selon le rapport sur les anomalies qui a été produit avec la voiture de contrôle de la voie à la suite de l'inspection du 29 juin (soit environ 6 mois avant l'événement), il indiquait 3 surécartements prioritaires, une anomalie prioritaire de nivellement en travers à l'extrémité et 5 anomalies prioritaires relevées avec le système de mesure de l'écartement des voies sous charge (2 surécartements et 3 écartements sous charge prévus). Le diagramme des frotteurs de la voiture de contrôle de la voie indiquait aussi un surécartement mesurant jusqu'à ¾ pouce dans la courbe, et plus de ¾ pouce à certains endroits. Le surécartement maximal mesuré au moyen du système de mesure de l'écartement des voies sous charge lors de cette inspection était de 1,58 pouce (soit un peu plus de 1 ½ pouce).

La voiture de contrôle de la voie est dotée du système de mesure Laserail⁹ qui comporte un canal mesurant l'inclinaison du rail. Ces mesures sont considérées comme variables jusqu'à ce

⁶ Toutes les anomalies urgentes sont visées par les normes de sécurité minimales du RSV et elles doivent être corrigées dès que possible. Il faut imposer immédiatement des limitations de vitesse pour protéger la circulation des trains contre les anomalies urgentes et qui demeureront applicables tant que l'anomalie n'aura pas été corrigée.

⁷ Les anomalies qui sont à ⅛ pouce de devenir urgentes doivent être inspectées et corrigées dès que possible.

⁸ Les anomalies prioritaires doivent être inspectées et corrigées le plus tôt possible et, si nécessaire, imposer des ordres de vitesse réduite pour protéger la circulation des trains. Les anomalies prioritaires font partie des normes d'entretien du CFCP et non d'une norme de sécurité du RSV.

⁹ Laserail est le nom commercial du système de détection optique installé sur la voiture d'évaluation de la voie.

qu'elles aient été validées sur place et elles ne sont pas utilisées actuellement par CFCP comme un indicateur de sécurité. L'inclinaison d'un rail ne peut être mesurée dans des conditions de neige, parce que le Laserail doit effectuer le balayage optique du rail sur toute sa hauteur.

Au moment de l'événement, environ 40 % des trains circulant dans la subdivision Cranbrook étaient des trains chargés de charbon (en direction ouest). Un surécartement jumelé au mouvement de selles, au soulèvement de crampons et à l'inclinaison des rails, indique que les traverses et les organes de fixation de la voie étaient soumis à des charges latérales importantes¹⁰. On a signalé des crampons élevés dans la courbe et environ 21 % des traverses à cet endroit étaient considérées comme défectueuses.

Renseignements sur l'entretien de la voie

En 2008, on avait corrigé l'écartement des rails dans la courbe. Au cours des 2 années précédentes, on avait corrigé les crampons élevés en effectuant des obturations, pour ensuite poser de nouveaux crampons. Un suivi a été effectué pour les courbes qui présentaient un surécartement sur les diagrammes des frotteurs de la voiture de contrôle de la voie, et si l'écartement augmentait entre les inspections, un programme d'écartement était établi pour la courbe. Après l'inspection du 29 juin avec la voiture de contrôle de la voie, on a corrigé de nouveau le surécartement dans la courbe.

Système de mesure de l'écartement des voies sous charge

Le système de mesure de l'écartement des voies sous charge utilise un demi-essieu à commande hydraulique pour exercer vers l'extérieur une pression latérale sur chaque rail afin de déceler les faiblesses dans l'écartement des voies. CFCP a employé ce système une première fois en 1999 pour évaluer la résistance de la voie. Initialement, ce système était doté d'un demi-essieu relié aux organes de roulement d'un bogie de wagon de marchandises.

En 2008, CFCP a modifié son système de vérification en système déployable de mesure de l'écartement des voies sous charge. La nouvelle technologie corrigeait certaines lacunes du système initial, offrait une meilleure performance, exigeait moins d'entretien et augmentait la productivité. Le système a été conçu comme un 5^e essieu qui est déployé à même le châssis d'un véhicule sur rails, au lieu d'utiliser un des bogies du véhicule. Le système est monté sous un wagon couvert chargé qui fait partie du groupe de traction de la voiture de contrôle de la voie. Le système déployable de mesure de l'écartement des voies sous charge applique des charges verticales et latérales sur le rail et en mesure le fléchissement latéral. Le système a la capacité de vérifier des rails recouverts de neige.

¹⁰ Le 5 mars 2005, un train de charbon du CFCP circulant vers l'ouest a déraillé dans une courbe de 6° vers la droite au point milliaire 32,1 de la subdivision Cranbrook (rapport n° R05V0046). On a déterminé que le déraillement avait été causé par le bris d'attaches filetées sur le rail haut en pleine courbe. De plus, seulement 4 attaches filetées avaient été installées sur chaque semelle dans le cadre du programme de relais des rails précédent, alors qu'il en fallait 5.

Le système déployable de mesure de l'écartement des voies sous charge a 2 modes de vérification : normal et hiver. Le mode normal est considéré comme pleinement opérationnel, c. à-d. que tous les instruments, y compris le système de mesure au laser sans contact, sont utilisés pour mesurer l'écartement sous charge et sans charge. Le mode hiver est utilisé lorsqu'il est impossible de procéder à des inspections visuelles et d'utiliser des capteurs optiques en raison des conditions météorologiques ou de la neige. En mode hiver, les inspections de sécurité sont effectuées au moyen de la capacité de mesure par contact de l'écartement du demi-essieu. On obtient instantanément des données précises sur l'écartement en mesurant la distance entre une roue du système de mesure de l'écartement des voies sous charge et l'autre. Le demi-essieu évalue l'écartement en appliquant une charge latérale de 6350 kg et une charge verticale de 9000 kg, ce qui se traduit par un ratio L/V de 0,7.

Normes du CFCP pour l'entretien de la voie

Selon la NT 16 1.1 e (i) et (ii) des normes du CFCP sur l'entretien de la voie :

- des selles excentriques doivent être installées dans les courbes de 3 degrés ou plus qui ont un dévers de ½ pouce ou plus, ou dans des courbes ou des sections de courbe lorsque l'expérience antérieure a démontré qu'un rail ou les deux rails s'inclinent suffisamment vers l'extérieur et nécessitent fréquemment de corriger l'écartement et de pratiquer des entailles.

Selon la NT 16 1.1 f (i) et (ii) :

- des selles laminées avec des attaches élastiques et des crampons filetés pour des rails de 136 lb doivent être installées dans les courbes supérieures ou égales à 8 degrés ou dans les courbes où on retrouve des crampons brisés. Une voie fixée avec des attaches élastiques et des semelles laminées est moins sujette au surécartement, aux crampons soulevés et brisés, à la dégradation des traverses et à l'inclinaison excessive des rails causés par les forces de courbature latérale qu'une voie conventionnelle fixée avec des crampons.

Accumulation de glace sur le patin du rail

Durant l'examen sur place, il y avait de la glace sur les selles du rail haut près du PDD (Photo 1), y compris près de l'appui du rail. Une telle situation résulte normalement d'une combinaison de conditions météorologiques avec l'état de la voie, dont un drainage inadéquat.

Selon les relevés météorologiques d'Environnement Canada pour Cranbrook, entre les 11 et 20 février, la température était au-dessus de 0° le jour et sous le point de congélation la nuit. Il y a eu aussi des précipitations sous forme de pluie totalisant environ 23 millimètres entre les 11 et 14 février, suivies d'accumulations de neige d'environ 58 centimètres entre les 15 et 17 février. Après le 17 février et pour le reste du mois, la température est demeurée sous le point de congélation et est descendue aussi bas que -32 C.

Lorsque les variations de la température comportent des périodes de gel et de dégel, la pluie, la neige et les averses de neige, de même que l'eau de fonte, peuvent causer une accumulation de glace sur le patin du rail. Dans de telles situations, l'accumulation de glace peut causer

l'inclinaison du rail. L'inclinaison d'un rail peut être difficile à déceler lors d'une inspection visuelle et encore plus lorsque le sol est couvert de neige.



Photo 1. Accumulation de glace sur la selle

Renseignements enregistrés

Les données téléchargées du consignateur d'événements de la locomotive de tête (CP 9716) ont été examinées et on a établi ce qui suit :

- Entre les points milliaires 12,9 et 29,7, le train a été conduit avec des réductions minimales de la pression de freinage et des applications du frein rhéostatique¹¹.
- Le frein rhéostatique a été appliqué jusqu'à 7.2 (le maximum est 8) pour maintenir la vitesse du train à la vitesse maximale de 40 mi/h ou près de celle-ci.
- Juste avant de ralentir à la vitesse autorisée de 30 mi/h au point milliaire 29,7, le train circulait à une vitesse de 37,5 mi/h avec les freins desserrés et le frein rhéostatique fermé.
- Au point milliaire 29,02, le mécanicien de locomotive a procédé à une réduction minimale de la pression de freinage et, quelques instants plus tard, a appliqué de nouveau le frein rhéostatique.
- Au point milliaire 29,7, la vitesse du train était de 32,1 mi/h et le frein rhéostatique était à la position 5.4.
- Alors que le train descendait la pente de 1,2 % avant de négocier la courbe près du point milliaire 30,1, le mécanicien a procédé à une réduction minimale de la pression de 10 lb/po² dans la conduite principale et la pression du frein rhéostatique a été réduite lentement.
- Au point milliaire 30,52, alors que le train circulait à une vitesse de 25,1 mi/h, un freinage d'urgence provenant de la conduite générale s'est déclenché.

Analyse des forces dynamiques du train

On a effectué une analyse de la conduite du train impliqué dans l'accident alors qu'il approchait du PDD afin de comprendre les forces dynamiques en jeu et leur rôle dans le déraillement. On établi ce qui suit :

- Aucune anomalie dans la conduite du train n'a été relevée dans les données du consignateur d'événements de la locomotive avant le déraillement et le déclenchement du frein d'urgence.
- On a utilisé une combinaison d'applications du frein rhéostatique et des freins à air pour contrôler la vitesse du train sur les pentes descendantes avant le déraillement.

¹¹ Le frein rhéostatique est un système électrique de freinage de la locomotive qui utilise les moteurs de traction pour freiner les essieux moteurs de la locomotive. De l'énergie est produite sous forme d'électricité et est dissipée sous forme de chaleur par l'entremise des résistances du système de freinage rhéostatique. Le frein rhéostatique peut être utilisé seul ou avec le système de freinage pneumatique du train.

- Les forces en-train simulées et les forces latérales/verticales (L/V) transformées exercées par les bogies étaient peu élevées pendant la période précédant le déraillement. La force de traction maximale globale était d'environ 62 kips et la force de compression maximale de 47 kips.
- Le déraillement et l'application du freinage d'urgence sont vraisemblablement survenus entre 5 h 11 min 38 s et 5 h 11 min 39 s lorsque les freins du train ont été desserrés et que la pression du frein rhéostatique a été réduite.
- Il n'a pas été possible de cibler avec certitude le premier wagon qui a déraillé ou le point exact du déclenchement du freinage d'urgence en raison du manque de synchronisme, de la différence dans les temps d'échantillonnage et le délai de communication entre les registres des consignateurs d'événements des locomotives.
- Les premiers wagons à quitter la voie étaient situés au « point de conversion »¹² du train à traction répartie, quelque part entre les 43^e et 47^e wagons.
- Après le déclenchement du freinage d'urgence provenant de la conduite générale, le frein direct de la locomotive de tête n'a pas été purgé, ce qui n'est pas conforme aux pratiques d'exploitation normales; cependant, cela n'a pas été un facteur contributif du déraillement.
- Le jeu des attelages et l'impact sur les attelages des wagons près du « point de conversion », bien que peu élevés, pourraient avoir amené la roue à quitter le rail par suite de l'affaiblissement de la structure de la voie.
- Le fléchissement du rail vers le haut en raison de charges verticales importantes jumelé au glissement longitudinal causé par les forces de freinage cumulées des trains lourds qui descendent la pente a contribué à l'accumulation de glace et de neige entre le patin du rail et les selles, affaiblissant ainsi la structure de la voie.

Renseignements sur le matériel

Les dossiers d'inspection et de réparation des locomotives et des wagons ont été examinés. Les locomotives fonctionnaient correctement sans exception. Les wagons avaient fait l'objet d'une inspection autorisée des wagons (IAW) le 6 mars 2011, à Golden (C.-B.). Aucune anomalie n'a été relevée au cours de cette inspection.

Le rapport du Laboratoire du BST qui suit a été achevé :

- LP038 / 2011 - Rail Dynamics Analysis (Analyse de la dynamique des rails)

On peut obtenir ce rapport en s'adressant au Bureau de la sécurité des transports du Canada.

¹² Le point de conversion est le point où les forces en-train passent de la force de compression à la force de traction.

Analyse

L'enquête a déterminé que l'état mécanique du train n'a joué aucun rôle dans cet accident. L'analyse portera principalement sur la géométrie de la voie, la dynamique du train et les conditions météorologiques.

L'accident

Le train-bloc de charbon 861-060 du Chemin de fer Canadien Pacifique circulait en direction ouest près du point milliaire 30,5 de la subdivision Cranbrook lorsqu'un freinage d'urgence a été déclenché par la conduite générale et 27 wagons chargés de charbon ont déraillé. Le déraillement est survenu lorsque le rail haut s'est renversé, ce qui a entraîné la roue d'un wagon à l'intérieur du rail sud/haut dans une courbe de 5,5° en raison d'un surécartement important. Lorsque le premier wagon a quitté la voie et a décéléré rapidement, les wagons à l'avant de celui-ci (ouest) ont été entraînés, ce qui a causé un déraillement par étirement de la rame. Les wagons à l'arrière (est) sont venus tamponner les wagons déraillés à l'avant et s'empiler sur ceux-ci.

Il y a eu un surécartement atteignant jusqu'à $\frac{3}{4}$ pouce dans toute la courbe pendant au moins 3 inspections avec la voiture de contrôle de la voie qui ont été effectuées sur une période de 6 mois précédant le déraillement. Cependant, aucun surécartement prioritaire ou urgent n'a été détecté à cet endroit. Par conséquent, aucun travail d'entretien de la voie concernant une correction de l'écartement n'était nécessaire. En ce qui concerne la vitesse des opérations en vigueur au moment de l'accident, la voie au lieu de déraillement respectait toutes les normes sur la sécurité de la voie approuvées par Transports Canada.

Surécartement et inclinaison du rail

Le surécartement est détecté, mesuré et suivi par une inspection visuelle et une inspection automatisée qui sont effectuées avec la voiture de contrôle de la voie et le système de mesure de l'écartement des voies sous charge (GRMS). Dans le cas présent, il y avait un surécartement important qui atteignait jusqu'à $\frac{3}{4}$ pouce dans toute la courbe. Le surécartement a été corrigé dans la courbe après l'inspection du 29 juin avec la voiture de contrôle de la voie, mais il était clair après l'inspection du 15 décembre au moyen du système déployable de mesure de l'écartement des voies sous charge qu'il persistait un surécartement dynamique et non corrigé dans la courbe.

La perte de l'inclinaison peut aussi être un facteur contributif au surécartement. Dans le cas présent, le surécartement initial a été aggravé avec le temps par l'inclinaison graduelle vers l'extérieur du rail haut au passage de nombreux trains. Le rail haut s'est incliné lorsque la glace s'est accumulée entre le patin du rail et les semelles jusqu'à ce que la roue tombe à l'intérieur du rail. L'effet de pompage créé par les trains qui aspiraient de la neige ou de l'eau de fonte a favorisé cette accumulation de glace. Compte tenu des variations importantes de la température

au cours des 4 semaines précédentes, il y a eu plusieurs périodes de gel et de dégel au lieu de déraillement.

La correction de l'écartement n'est normalement pas effectuée, sauf s'il y a des surécartements qui justifient la prise de mesures (écartements supérieurs à 1 ¼ pouce). Bien que de telles mesures conviennent par un temps plus chaud et plus sec, elles peuvent être inappropriées dans des environnements plus humides et plus froids ainsi que dans des secteurs qui sont sujets à des périodes de gel et de dégel où circulent souvent des trains lourdement chargés. Les surécartements pour lesquels aucune mesure n'est prise peuvent s'aggraver en hiver par suite de l'accumulation de glace entre le patin du rail et la semelle, ce qui se traduit par une inclinaison excessive qui peut ne pas être détectée avant la prochaine inspection automatisée prévue, augmentant ainsi le risque de renversement du rail et de déraillements causés par un surécartement.

Utilisation d'attaches élastiques et de semelles laminées

Selon la norme du CFCP sur les voies, des selles laminées avec des attaches élastiques¹³ et des crampons filetés pour des rails de 136 livres doivent être installées dans les courbes supérieures ou égales à 8° ou dans les courbes où on retrouve des crampons brisés. Une voie fixée avec des attaches élastiques et des semelles laminées est moins sujette au surécartement, aux crampons soulevés et brisés, à la dégradation des traverses et à l'inclinaison excessive des rails causés par les forces de courbure latérale qu'une voie conventionnelle fixée avec des crampons. Avec une courbure de voie de 5,5°, la courbe du déraillement ne convenait pas pour y installer des semelles laminées et des attaches élastiques. Dans cette courbe, on avait déjà relevé des crampons soulevés et corrigé l'écartement, ce qui indiquait que le système d'attache en place avec des crampons n'offrait pas une résistance adéquate contre les forces de courbure latérale. Même si la géométrie de la courbe faisait l'objet d'un suivi rigoureux, le soulèvement de crampons dans les périodes de gel et de dégel permettait le passage de l'eau et l'accumulation de glace entre le patin du rail et la semelle. Des attaches élastiques auraient accru la résistance contre le renversement du rail (inclinaison) en fixant fermement le rail sur la semelle. Les normes actuelles relatives à la voie qui portent sur la mise à niveau des systèmes d'attache des rails (p. ex. semelles laminées, attaches élastiques et crampons filetés) dans les courbes plus accentuées seulement, ne conviennent peut-être pas pour prévenir la possibilité de renversement des rails et de déraillement par suite d'un surécartement dans les courbes moins accentuées, dont les rails sont fixés par des crampons et où circulent des trains lourdement chargés.

Analyse des forces dynamiques du train

Selon l'analyse des forces dynamiques du train, le premier wagon à quitter la voie était probablement entre les 43^e et 47^e wagons. Toujours selon l'analyse, le changement de la vitesse au point milliaire 29,7 a créé des forces de compression qui ont atteint jusqu'à 40 kips en tête du train. Ces forces, prises isolément, ne sont pas considérées comme élevées. Cependant, l'effet

¹³ Les attaches élastiques reviennent à leur position ou forme initiale après l'application d'une charge.

cumulatif des forces en-train exercées par les trains lourdement chargés en direction ouest, qui ralentissaient de 40 à 30 mi/h au point milliaire 29,7, ont contribué à l'inclinaison progressive du rail à cet endroit.

Après le déclenchement du freinage d'urgence provenant de la conduite principale du train, la pression du cylindre du frein direct n'a pas été purgée contrairement aux pratiques d'exploitation actuelles des compagnies de chemin de fer. Même s'il y a pas eu de conséquences négatives, la purge de la pression du cylindre du frein direct après le déclenchement d'un freinage d'urgence est une procédure standard qui vise à minimiser l'accumulation des forces en-train et les risques connexes.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Le déraillement est survenu lorsque la roue d'un wagon est tombée à l'intérieur du rail sud/haut dans une courbe de 5,5° par suite du renversement du rail causé par un surécartement excessif.
2. Le surécartement initial était conforme aux normes de sécurité du RSV, mais a été aggravé par l'inclinaison graduelle vers l'extérieur du rail haut avec l'accumulation de glace entre le patin du rail et les semelles.
3. Le système d'attache par crampons, les périodes de gel et de dégel au cours des 4 semaines précédentes et l'effet de pompage créé par les trains qui aspiraient de la neige ou de l'eau de fonte ont favorisé l'accumulation de glace entre le patin du rail et les semelles.
4. L'effet cumulatif des forces en-train exercées par les trains lourdement chargés en direction ouest qui ralentissaient de 40 à 30 mi/h au point milliaire 29,7 ont contribué à l'inclinaison progressive du rail à cet endroit.

Faits établis quant aux risques

1. Les surécartements qui ne font l'objet d'aucune mesure peuvent s'aggraver en hiver par suite de l'accumulation de glace entre le patin du rail et la semelle, ce qui se traduit par une inclinaison excessive qui peut ne pas être détectée avant la prochaine inspection automatisée prévue, augmentant ainsi le risque de renversement du rail et de déraillements causés par un surécartement.
2. Les normes actuelles relatives à la voie qui portent sur la mise à niveau des systèmes d'attache des rails (p. ex. semelles laminées, attaches élastiques et crampons filetés) dans les courbes plus accentuées seulement, ne conviennent peut-être pas pour prévenir la possibilité de renversement des rails et de déraillement par suite d'un surécartement dans les courbes moins accentuées, dont les rails sont fixés par des crampons et où circulent des trains lourdement chargés.

Autre fait établi

1. Même s'il n'y a eu aucune conséquence négative découlant du fait de ne pas avoir purgé la pression du cylindre du frein direct à la suite du déclenchement du freinage d'urgence, il s'agit d'une procédure standard qui vise à minimiser l'accumulation des forces en-train lors d'un arrêt d'urgence.

Mesures de sécurité prises

À la suite de cet événement, le Chemin de fer Canadien Pacifique a pris les mesures de sécurité suivantes :

- En septembre 2011, des semelles laminées ont été installées dans la courbe où s'est produit le déraillement, dans la foulée de la pose de nouveaux rails.
- Le panneau de vitesse de 30 mi/h a été déplacé de son emplacement initial au point milliaire 29,7 à un point plus à l'est de courbe où s'est produit le déraillement. Avec ce changement, les trains en direction ouest termineront leur freinage avant de négocier cette courbe, ce qui se traduira par une diminution des forces latérales dans la courbe.

Transports Canada a procédé au changement suivant :

- Le Règlement concernant la Sécurité de la voie, qui entrera en vigueur le 25 mai 2012, établira une fréquence minimale pour l'inspection électronique de la géométrie de toutes les voies, à l'exception des voies des gares de triage et des voies inutilisées. En ce qui concerne les voies de catégorie 3 sur lesquelles sont acheminées plus de 35 millions de tonnes brutes, elles devront faire l'objet d'inspections avec un véhicule lourd de contrôle de l'état géométrique de la voie, soit au moins 2 fois par année.

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 18 avril 2012. Il est paru officiellement le 9 mai 2012.

Visitez le site Web du BST (www.bst.gc.ca) pour obtenir de 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