

RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE
R00V0060

DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE

CHEMIN DE FER CANADIEN PACIFIQUE
TRAIN N° 607-059

POINT MILLIAIRE 97,5 DE LA SUBDIVISION CASCADE
MAPLE RIDGE (C.-B.)

19 AVRIL 2000

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

Rapport d'enquête ferroviaire

Déraillement en voie principale

Chemin de fer Canadien Pacifique

Train n° 607-059

Point milliaire 97,5 de la subdivision Cascade

Maple Ridge (C.-B.)

19 avril 2000

Rapport n° R00V0060

Résumé

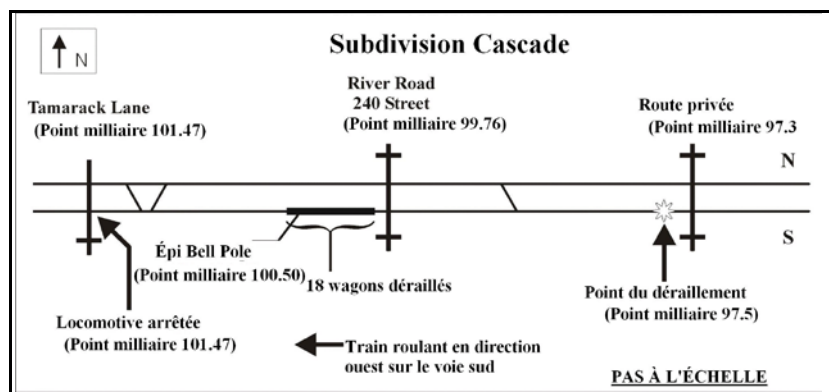
Le 19 avril 2000, vers 03 h 28, heure avancée du Pacifique, 18 wagons-tombereaux chargés du train de marchandises n° 607-059 ouest du Chemin de fer Canadien Pacifique ont déraillé à Maple Ridge (C.-B.), point milliaire 97,5 de la subdivision Cascade. Environ 1 500 tonnes de soufre granulé se sont répandues, mais la plus grande partie du produit répandu a été récupérée. Personne n'a été blessé lors de l'accident.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Le train-bloc de soufre n° 607-059 ouest (le train) du Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP), parti de Hardisty (Alb.) à destination de Port Moody (C.-B.), roulait sur le tronçon à deux voies de la subdivision Cascade du CFCP, quand un freinage d'urgence provenant de la conduite générale¹ s'est déclenché à 03 h 28, heure avancée du Pacifique (HAP)². L'avant du train s'est immobilisé près du point milliaire 100,5. Après avoir pris les mesures d'urgence nécessaires, l'équipe du train a déterminé que 18 wagons, du 28^e au 45^e, avaient déraillé près du point milliaire 100,1. Les wagons obstruaient les deux tronçons de la voie principale ainsi qu'une réserve routière municipale adjacente. La plupart des 18 wagons ont subi des dommages considérables et ont laissé échapper leur contenu.

La figure 1 montre l'aménagement de la voie ferrée dans le secteur.



La température était de neuf degrés Celsius. Le ciel était dégagé, la visibilité était bonne et les vents étaient légers.

¹ Les freinages d'urgence peuvent être déclenchés par l'opérateur ou ils peuvent provenir de la conduite générale. Dans les deux cas, le serrage d'urgence est déclenché par une réduction rapide de la pression dans la conduite générale.

² Sauf indication contraire, toutes les heures sont exprimées en HAP (Temps universel coordonné [UTC] moins sept heures).

Le train, dont le groupe de traction comptait 2 locomotives, était composé de 101 wagons chargés de soufre granulé³. Il mesurait 6 063 pieds et pesait 13 463 tonnes. L'équipe descendante a inspecté le train au défilé à Boston Bar (C.-B.), point milliaire 0,0 de la subdivision Yale du Canadien National (CN), et n'a relevé aucune irrégularité à ce moment. Le train avait été contrôlé par les détecteurs de sept installations de détection de boîtes chaudes et de pièces traînantes réparties dans la subdivision Yale entre les points milliaires 0,0 et 85,0. Ces détecteurs n'ont relevé aucune irrégularité. Le train était aussi passé devant un détecteur de défauts de roues (DDR) installé au point milliaire 74,6 de la subdivision Yale, où l'appareil avait relevé des charges d'impact de 132 kips⁴ sous le 28^e wagon. La vitesse consignée du train au moment de son passage devant le détecteur était de 29,2 mi/h.

Le train avait roulé en direction ouest dans la subdivision Yale du CN, de Boston Bar à Matsqui Junction (C.-B.), point milliaire 87,9. Il est entré dans la subdivision Mission du CFCP et a parcouru 1,4 mille, après quoi il a bifurqué vers la subdivision Cascade du CFCP en passant par une voie de raccordement. Il a ensuite poursuivi sa route vers l'ouest dans la subdivision Cascade.

L'inspection de la voie après l'accident a permis de constater que le point de déraillement se situait au point milliaire 97,5. Le train a poursuivi sa route avec un essieu déraillé entre le point de déraillement et le point milliaire 100,1, là où le déraillement principal s'est produit après que le train eut heurté un aiguillage. Les tronçons nord et sud de la voie principale ont été détruits sur une distance d'environ 500 pieds.

Le soufre granulé contenu dans les wagons déraillés s'est répandu sur la réserve routière municipale, bloquant la circulation pendant environ 18 heures. La police du CFCP et la police locale se sont chargées de contrôler la circulation routière. Le personnel du CFCP a récupéré le soufre répandu, et la circulation routière normale a été rétablie vers 23 h 20 le même jour. On a contrôlé l'exposition aux sources d'inflammation afin de réduire les risques liés au soufre répandu.

L'équipe, consistant en un mécanicien et un chef de train, a pris son service le 18 avril 2000 à 22 h 30, à North Bend (C.-B.), point milliaire 0,0 de la subdivision Cascade. Les membres de l'équipe étaient censés conduire leur train en direction ouest de Boston Bar, point milliaire 0,0 de la subdivision Yale du CN, jusqu'au triage Coquitlam, à Port Coquitlam (C.-B.), point milliaire 111,9 de la subdivision Cascade du CFCP. Ils étaient qualifiés pour occuper leurs postes respectifs et ils satisfaisaient aux normes établies en matière de repos et de condition physique.

Le CFCP et le CN ont conclu une entente de partage des voies dans des régions de la Colombie-Britannique. Aux termes de cette entente, les trains des deux compagnies empruntent les voies du CN quand ils roulent en direction ouest et passent sur celles du CFCP quand ils circulent vers l'est. Plus précisément, les trains roulant vers l'ouest empruntent le réseau du CN entre Basque, point milliaire 57,2 de la subdivision Ashcroft du CN, et Matsqui Junction, point milliaire 87,9 de la subdivision Yale du CN, et les trains roulant vers l'est passent sur les voies du CFCP entre Mission Junction, point milliaire 87,9 de la subdivision Cascade du CFCP, et Nepa, point milliaire 54,8 de la subdivision Thompson du CFCP.

Dans les subdivisions Ashcroft et Yale du CN, la circulation est régie par commande centralisée de la circulation (CCC) en vertu du Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada (REF), et elle est supervisée par un contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) posté à Edmonton (Alb.). Dans les subdivisions

³ Boulette consolidée d'une substance artificielle.

⁴ Un kip correspond à un poids de 1 000 livres.

Cascade et Thompson du CFCP, elle est régie par CCC en vertu du REF, et elle est supervisée par un CCF à partir de Calgary (Alb.). Dans la portion de la subdivision

Mission du CFCP qui relie la subdivision Cascade du CFCP à la subdivision Yale du CN (entre Mission Junction et Matsqui Junction), elle est aussi régie par CCC et elle est supervisée par un CCF posté à Calgary.

Dans le secteur où l'accident s'est produit, la vitesse maximale autorisée pour les trains de marchandises était de 50 mi/h. Les données du consignateur d'événements de la locomotive ont indiqué que le freinage d'urgence commandé par la conduite générale s'est déclenché alors que le train roulait à environ 30 mi/h.

La dernière inspection autorisée des wagons du train avait été faite le 10 avril 2000 à Coquitlam. Aucune irrégularité n'avait été relevée à ce moment. Par la suite, le train a été inspecté au défilé par les membres des équipes, aux points de changements d'équipes. Ces inspections n'ont révélé aucune anomalie.

Après le déraillement, on a inspecté les voies de la subdivision Yale du CN et celles des subdivisions Mission et Cascade du CFCP. L'inspection a révélé la présence de marques sur le champignon du rail à partir du point milliaire 35 de la subdivision Yale, puis en direction ouest jusqu'au point du déraillement. On a découvert un rail brisé au point milliaire 86,4 de la subdivision Yale.

Les données du système de DDR du CN sont transmises au centre de contrôle de la circulation ferroviaire d'Edmonton, où elles sont examinées par un personnel qualifié. Les impacts de roues qui dépassent les limites prédéterminées sont indiqués comme des anomalies. Les procédures des compagnies de chemin de fer exigent qu'on signale les anomalies au CCF, de façon qu'on puisse retirer les wagons suspects de la circulation. Le passage du train au-dessus du détecteur du point milliaire 74,6 de la subdivision Yale du CN n'a pas occasionné de lectures susceptibles d'entraîner le retrait d'un des wagons. Toutefois, la lecture de 132 kips, dont on a déterminé par la suite qu'elle provenait du 28^e wagon du train, le SULX 2068, a donné lieu rapidement à des mesures de suivi.

Pour les rapports d'anomalie du système de DDR, on a établi des paramètres qui définissent les mesures à prendre. Par exemple, les critères en vigueur au CN veulent qu'à partir de 140 kips, on prenne les mesures suivantes :

- Dans le cas d'un wagon entrant, c'est-à-dire d'un wagon qui approche d'un terminal, laisser le wagon au terminal d'arrivée pour qu'il soit inspecté par le personnel des ateliers de mécanique. Le CCF n'est pas avisé dans ces circonstances.
- Dans le cas d'un wagon sortant, c'est-à-dire d'un wagon qui vient de quitter un terminal, laisser le wagon à la première voie d'évitement désignée par le CCF. Le CCF a la responsabilité d'aviser l'équipe d'immobiliser le train.

Quand on enregistre un impact situé entre 125 kips et 139 kips, un message est envoyé à l'atelier de réparation qui est affecté au train et on prévoit de faire inspecter le wagon quand celui-ci passera par le terminal désigné. Normalement, les CCF ne sont pas informés des impacts uniques de l'ordre de 125 kips à 139 kips.

Les règles en vigueur au CFCP en ce qui a trait aux impacts de 140 kips ou plus veulent qu'on fasse ralentir le train à 30 mi/h jusqu'à ce qu'il arrive au terminal suivant, où le personnel des ateliers de mécanique pourra inspecter le wagon. Quand les lectures sont inférieures à 140 kips, le train continue sans aucune restriction.

Après que le train est revenu sur les voies du CFCP, le CCF du CN est entré en contact avec le CCF du CFCP pour l'aviser d'une lecture anormale du système de DDR au point milliaire 74,6 de la subdivision Yale du CN. Le CCF du CFCP a communiqué avec l'équipe du train au moment où le train était aux environs du point milliaire 92 de la subdivision Cascade du CFCP, pour l'aviser de la lecture du système de DDR et lui dire de rouler à une vitesse maximale de 30 mi/h pendant le reste du trajet.

L'examen du premier wagon qui a déraillé, le 28^e à partir de l'avant du train, soit le SULX 2068, a révélé que la roue R-3, la roue avant du bogie arrière, s'était brisée en trois morceaux, la première moitié en un seul morceau et l'autre moitié en deux morceaux. Deux des morceaux brisés se trouvaient sous ce wagon, et l'autre quart de roue a été retrouvé près de l'emprise, au point milliaire 97,51. La roue qui s'est brisée était une roue de classe C en acier coulé de 36 pouces à voile courbe, fabriquée en septembre 1991 par la Griffin de Winnipeg (Man.). Elle est conçue pour servir dans des conditions de freinage légères et avec des charges de roue élevées. Il s'agissait d'une roue « reprofilable une seule fois »⁵ utilisée sous des wagons d'une capacité de 100 tonnes. Les roues de ce type sont répandues dans le parc ferroviaire d'Amérique du Nord. Dans l'industrie, on considère généralement que les roues de ce type sont fiables.

La roue a été envoyée au laboratoire technique du BST pour être analysée (rapport n° LP 038/00 du laboratoire technique du BST). Voici les conclusions du laboratoire :

- La roue s'est brisée après qu'une grande partie de la table de roulement se fut séparée par suite d'une fissuration interne.
- La fissuration interne a pris naissance dans des secteurs affectés par le défibrage du congé de roulement⁶ à la surface de la table de roulement.
- Les dommages dus au défibrage du congé de roulement indiquaient que les fissures s'étaient propagées radialement vers l'intérieur de la jante à partir de la surface.
- L'apparition des fissures à la surface de la table de roulement et leur propagation vers l'intérieur ont résulté de la grande dureté de cette surface, laquelle avait été obtenue par écrouissage⁷. Une couche mince et dure de martensite non revenue⁸ était présente au sommet de la surface écrouie, et a dû favoriser la fissuration.
- À cause de leur grande dureté initiale, les roues de classe C sont davantage susceptibles d'être affectées par un défibrage du congé de roulement qui a occasionné une fissuration interne.

⁵ Les roues reprofilables une seule fois sont fabriquées avec une jante de 1½ pouce d'épaisseur qui permet de reprofiler la roue avant que son épaisseur ait atteint la valeur minimale absolue de 1 pouce que l'AAR tolère pour le réemploi.

⁶ Défaut métallurgique à la surface (et tout juste sous la surface) de la table de roulement d'une roue.

⁷ Déformation permanente causée par l'application d'une force externe à un métal à une température inférieure à sa température de recristallisation.

⁸ La structure très dure de certains fers et certains aciers qu'on obtient habituellement par effet de trempe (refroidissement rapide) à partir d'une température élevée.

- La taille limite des écailles tolérées par l'Association of American Railroads (AAR) n'est peut-être pas un bon indicateur de la taille des fissures internes qui peuvent se former à partir des écailles.
- Les valeurs de dureté dans le reste de la table de roulement et du voile de la roue étaient en deçà des limites maximales tolérées.
- L'épaisseur de la table de roulement, soit 27 mm, était supérieure à la limite critique de 22 mm à laquelle la table de roulement doit être réformée. Lors de la rupture, l'épaisseur de la table de roulement était à la moitié de sa valeur originale de 54 mm.
- On n'a observé aucun vice de matériaux qui aurait pu contribuer à la rupture.
- La roue était conforme aux exigences de l'AAR en matière de composition métallurgique.

L'analyse en laboratoire a révélé que la rupture de la roue avait résulté d'un défaut découlant du service, en l'occurrence un défibrage du congé de roulement qui affectait la moitié extérieure de la surface de la table de roulement. La rupture a été progressive et a causé la séparation complète de la jante, laquelle n'était alors plus supportée. Avant la rupture, la surchauffe a entraîné la formation d'une bande périphérique de points chauds qui a hâté le défibrage de la moitié extérieure de la surface de la table de roulement.

Dans le *2000 Field Manual of the AAR Interchange Rules*, portant sur les règles de l'AAR pour l'an 2000 concernant l'échange de wagons, on donne les précisions suivantes au sujet de l'écaillage de la table de roulement :

Quand les écailles mesurent au moins 3/4 de pouce de diamètre et qu'elles sont plus ou moins continues sur la périphérie de la roue, ou si une des écailles mesure au moins 1 pouce de diamètre, la roue doit être retirée du service. Les « îlots » de métal original qui restent sur la surface de roulement et qui sont contenus dans l'écaille ne sont pas considérés comme faisant partie de l'écaille. (Traduction libre)

Le wagon-tombereau SULX 2068 a été construit en juin 1985. Ni le CFCP ni le propriétaire du wagon, la Sultran Ltd, n'ont pu fournir de dossiers d'entretien relatifs à la roue R-3. Toutefois, chaque fois qu'ils inspectent les wagons d'un train, les inspecteurs autorisés doivent faire une vérification visuelle des roues de chaque wagon afin de découvrir d'éventuelles anomalies. Les inspections doivent être faites chaque fois que le train quitte un emplacement désigné pour les trains de ce type. L'emplacement désigné pour ce train était Coquitlam. Les dossiers sur les inspections autorisées pour ce wagon n'indiquent aucune anomalie à la roue qui s'est brisée.

Quand on forme un train-bloc de soufre, on prend les wagons de soufre déchargés à Coquitlam, et on les dirige vers les installations de chargement de soufre, en Alberta. Une fois chargés, les trains retournent à Port Moody pour y être déchargés. Pendant chaque cycle du trajet, les inspections aux fins de la sécurité et d'entretien ne sont faites qu'à Coquitlam. Les inspections visuelles de ce type ne permettent pas de déceler les fissures internes de la table de roulement des roues. Il faut recourir à d'autres méthodes d'inspection, notamment des contrôles ultrasoniques non destructifs, pour reconnaître la fissuration interne. Actuellement, on ne

recourt pas à ces méthodes pendant les inspections autorisées de wagons ni au moment du contrôle des essieux montés des wagons de marchandises après que ces derniers ont été mis en service.

Analyse

Aucune information ne donne à penser que la conduite du train ou des défauts de la voie ou de la plate-forme ont pu contribuer au déraillement. Le système de DDR a fonctionné comme prévu.

Des marques relevées sur les rails environ 40 milles avant l'emplacement de DDR situé au point milliaire 74,6 de la subdivision Yale du CN ont indiqué que la roue R-3 du wagon SULX 2068 montrait à ce moment les signes avant-coureurs d'une rupture. De plus, la lecture de 132 kips relative à cet essieu monté suggérait un problème potentiel. Même si une lecture de 132 kips n'atteignait pas le seuil à partir duquel les deux compagnies de chemin de fer imposaient des mesures immédiates, elle a été considérée comme supérieure à la normale et justifiant une intervention préventive. Les mesures que le CCF du CN a prises (communication avec le CCF du CFCP au sujet de la lecture) ont permis de faire ralentir le train et d'atténuer ainsi la gravité du déraillement.

La détection des impacts de roues constitue une initiative positive en matière de sécurité ferroviaire, et les mesures qui ont été prises lors de cet accident indiquent qu'on a fait un usage prudent de l'information pertinente. Toutefois, comme avec toute nouvelle technologie, il faudra peut-être quelque temps pour qu'on en vienne à optimiser l'application des données à l'exploitation des trains. Plus spécifiquement, les chemins de fer voudront peut-être élaborer des critères uniformes grâce auxquels ils pourront utiliser efficacement les données sur les impacts des roues des wagons aux fins de la prévention.

L'analyse en laboratoire a révélé que la fissuration interne a pris naissance à des endroits où la surface de la table de roulement avait été endommagée par le défibrage du congé de roulement. Ces dommages à la surface de roulement ont favorisé l'apparition des fissures et ont fait en sorte que la roue soit davantage sujette à la rupture. La dureté déjà grande de la surface de roulement des roues de ce type s'est accrue encore davantage durant le service normal. La présence d'une mince couche de martensite non revenue, par-dessus la surface écrouie, dénote qu'il y a eu surchauffe et refroidissement. Ces deux facteurs, combinés à la présence du défibrage du congé de roulement, ont favorisé l'apparition et la croissance des fissures internes.

Pour détecter des fissures internes qui pourraient accompagner un défibrage du congé de roulement, il faut recourir à une inspection non destructive, notamment à un contrôle ultrasonique. Des dommages de ce genre n'auraient pas été décelés facilement pendant les inspections visuelles courantes. Les méthodes d'inspection des roues qu'on emploie actuellement dans l'industrie ne comprennent pas habituellement de contrôles ultrasoniques. La mise en œuvre de moyens de contrôle ultrasonique non destructifs, surtout pour les roues dont on sait qu'elles sont affectées par un défibrage du congé de roulement, permettrait de déceler les fissures internes et de retirer les roues du service avant qu'elles ne se brisent. En

l'absence de méthodes d'essai améliorées, les limites critiques actuellement en vigueur à l'AAR concernant le mesurage des écailles des roues ne permettent peut-être pas de composer avec les risques liés à la fissuration interne découlant d'un défibrage du congé de roulement.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. La jante de la roue R-3 du wagon SULX 2068 s'est rompue à la suite d'une fissuration interne qui a pris naissance dans un morceau de la surface de roulement de la roue qui était affecté par un défibrage du congé de roulement. Cette rupture a causé le déraillement du 28^e wagon et des 17 wagons qui le suivaient.
2. Les méthodes en vigueur dans l'industrie concernant l'inspection des roues ne permettaient pas de déceler la présence des fissures internes qui ont entraîné la rupture de la roue.

Faits établis quant aux risques

1. En l'absence de méthodes d'essai améliorées, les limites critiques actuellement en vigueur à l'AAR concernant le mesurage des écailles des roues ne permettent peut-être pas de composer avec les risques liés à la fissuration interne découlant d'un défibrage du congé de roulement.

Autres faits établis

1. Grâce aux communications entre le CN et le CFCP au sujet des lectures d'impact de roues qui étaient supérieures à la normale, on a pu réduire la vitesse du train et ainsi atténuer la gravité du déraillement.
2. On a pu réduire au minimum les risques découlant du déversement de soufre, grâce à l'élimination des sources d'inflammation qui a été rendue possible par l'opération de contrôle de la circulation routière et par le nettoyage efficace des lieux.

Mesures de sécurité prises

L'AAR a entrepris de réviser la section G11 de son manuel des normes et des pratiques recommandées (*Manual of Standards and Practices*), portant sur les roues et les essieux. Cette révision devrait entrer en vigueur le 1^{er} janvier 2003 et elle exigera notamment que toutes les roues de réemploi ou les roues usinées ne soient pas remises en service tant qu'elles n'auront pas fait l'objet d'un contrôle ultrasonique.

Le 1^{er} juillet 2002, l'AAR a approuvé un changement à la règle 41r. des règles régissant l'échange de wagons, de façon qu'on puisse remplacer des roues qui génèrent des charges d'impact de 90 kips ou plus, ou des roues qui ont un « faux-rond » de rotation de plus de 0,070 pouce.

L'an dernier, le CFCP a modifié sa politique relative au système de DDR. En plus de la surveillance des valeurs d'impact des roues, la compagnie a inclus à son logiciel de détection des algorithmes de calcul des valeurs d'impact de roues en fonction d'une vitesse standard de 50 mi/h. Cette politique précise les mesures relatives au retrait et à la réparation des wagons, ainsi que les limitations de vitesse qu'il convient d'imposer.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. Le Bureau a donc autorisé sa publication le 20 août 2002.