



RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE
R04E0027



DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE

DU TRAIN DE MARCHANDISES NUMÉRO 575-03
EXPLOITÉ PAR LE CHEMIN DE FER CANADIEN PACIFIQUE
AU POINT MILLIAIRE 86,9
DE LA SUBDIVISION RED DEER
À RED DEER (ALBERTA)
LE 4 MARS 2004

Canada

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
du train de marchandises numéro 575-03
exploité par le Chemin de fer Canadien Pacifique
au point milliaire 86,9 de la subdivision Red Deer
à Red Deer (Alberta)
le 4 mars 2004

Rapport numéro R04E0027

Sommaire

Le 4 mars 2004, à 4 h 20, heure normale des Rocheuses, 1 locomotive et 20 wagons du train de marchandises 575-03 du Chemin de fer Canadien Pacifique, qui roulait vers le nord à destination de Red Deer (Alberta) en provenance de Calgary (Alberta), ont déraillé au point milliaire 86,9 de la subdivision Red Deer, près de Penhold (Alberta). Les wagons déraillés comprenaient 5 wagons chargés d'acier, 4 wagons-citernes de résidus de marchandises dangereuses et 11 wagons vides qui n'avaient pas transporté de marchandises dangereuses. Un wagon-citerne de résidus d'ammoniac anhydre a été perforé; une petite quantité du produit s'est échappée dans l'atmosphère, entraînant l'évacuation temporaire de 28 résidents d'un terrain de caravaning à proximité. En cherchant à connaître la cause immédiate du déraillement, le chef de train a été exposé à des vapeurs; il a été par la suite conduit à l'hôpital pour être en observation.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Le train de marchandises 575-03 (le train) quitte Calgary¹ à 0 h 51, heure normale des Rocheuses² le jeudi 4 mars 2004 avec 3 locomotives, 51 wagons chargés et 19 wagons vides. Le train pèse 4507 tonnes et mesure 4686 pieds. Son équipe est constituée d'un mécanicien, d'un chef de train et d'un stagiaire. Tous répondent aux exigences de leurs postes respectifs et satisfont aux exigences réglementaires en matière de condition physique et de repos.

Les mouvements sur la subdivision Red Deer, qui forme la moitié sud du corridor Calgary–Edmonton du chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP), sont régis par la régulation de l'occupation de la voie, conformément au *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada*, et supervisés par un contrôleur de la circulation ferroviaire en poste à Calgary. En 2003, le trafic sur cette subdivision s'élevait à 26,4 millions de tonnes brutes et était constitué principalement de céréales et de divers produits pétrochimiques, ainsi que d'unités intermodales.

Le temps est clair et calme, et le mercure à -18°C .

Après le départ de Calgary, le parcours se déroule sans incident jusqu'à l'arrêt du train à Campaign, au point milliaire 72,1 de la subdivision Red Deer. À Campaign, on ajoute la locomotive CP 3064 comme quatrième engin moteur du groupe de traction. La locomotive est isolée, c'est-à-dire qu'elle ne développe aucune puissance, et son moteur tourne au ralenti. De Campaign, le train poursuit sa route vers le nord en direction de Red Deer. L'information consignée indique qu'au départ de Campaign, le train a accéléré progressivement jusqu'à environ 40 mi/h en plaçant la manette des gaz de la position ralenti à la position quatre. Au moment du déraillement, la manette des gaz se trouvait à la position 2 et la vitesse était d'environ 39 mi/h. La vitesse affichée pour la subdivision au point de déraillement était de 45 mi/h. Cependant, en raison de l'écart excessif de nivellement transversal³, une limitation temporaire de vitesse à 40 mi/h était en vigueur.

Vers 4 h 11, le train fait l'objet d'un freinage d'urgence intempestif au point milliaire 86,9. Il est déterminé plus tard que la quatrième locomotive (CP 3064) et les 20 wagons immédiatement derrière elle avaient déraillé. Les wagons déraillés comprennent un wagon-tombereau vide, cinq wagons-tombereaux chargés d'acier, six wagons-trémies couverts vides et huit wagons-citernes contenant des résidus. Lors du déraillement, un rail rompu a perforé le côté du wagon-citerne PLMX 135303, qui contenait des résidus d'ammoniac anhydre; une petite quantité du produit s'est échappée dans l'atmosphère.

¹ Tous les endroits se trouvent en Alberta.

² Toutes les heures sont exprimées en heure normale des Rocheuses (temps universel coordonné moins sept heures).

³ L'écart de nivellement transversal correspond à la différence de hauteur entre les rails.

Ce wagon-citerne a été construit en 2003 selon la spécification 112J340W du Département of Transportation (DOT). Bien que les autres wagons-citernes soient restés intacts, deux d'entre eux (PROX 98738 et PROX 98755) ont dû être découpés au chalumeau par du personnel compétent parce qu'ils contenaient des résidus de propylène⁴.

Ammoniac anhydre

La fiche signalétique (FS) publiée par le fabricant décrit l'ammoniac anhydre comme étant composé à 99,8 % d'ammoniac en poids et de 0,2 % d'eau. On y précise que l'ammoniac anhydre sous forme gazeuse ou liquide est un produit très corrosif qui attaque les tissus de l'organisme et qui réagit avec l'humidité présente sur la peau lorsqu'il vient en contact avec le corps. La FS traite d'autres dangers pour la santé, notamment :

- | | |
|------------|---|
| Yeux | Peut causer une grave irritation des yeux, des lésions à la cornée et des troubles permanents de la vue. |
| Peau | Quand il entre en contact avec la peau, le produit peut causer une irritation cutanée grave, des brûlures chimiques et des cloques. Le contact avec le liquide volatil peut causer des gelures dues au refroidissement rapide par évaporation. L'effet de refroidissement peut camoufler l'étendue des lésions causées par l'effet corrosif du produit. |
| Inhalation | Le produit irrite l'ensemble des voies respiratoires. Une surexposition peut causer une grave irritation des voies respiratoires supérieures ainsi que des lésions aux poumons. |
| Ingestion | L'ingestion du produit est peu probable, compte tenu de l'état physique dans lequel on trouve cette substance (gaz comprimé, liquéfié). |

Au cours des dernières années, le BST a fait enquête sur un certain nombre de déraillements entraînant un déversement d'ammoniac anhydre. Le 23 septembre 1999, 26 wagons du train de marchandises M304-41-21 du Canadien National, à destination de Toronto (Ontario), ont déraillé près de Britt, en Ontario (rapport R99T0256). Dans ce rapport, le Bureau a conclu que les premiers intervenants, qui ont peu d'expérience avec les marchandises dangereuses (comme les pompiers et les policiers dans les petites collectivités), se fient parfois à la couleur ou à la forme de la plaque-étiquette pour faire une première estimation du danger, alors qu'ils devraient plutôt se fonder sur les caractéristiques du produit. Par conséquent, le Bureau a recommandé que :

⁴ Le propylène est un gaz hautement inflammable utilisé dans la production de produits chimiques, de caoutchouc, d'essence et de plastiques. Une exposition à long terme peut endommager le foie. Une exposition prononcée provoque des étourdissements, une perte de conscience et la mort.

le Ministère des Transports révisé la classification et l'indication de danger de l'ammoniac anhydre pour s'assurer que ce produit figure dans une classe et une division qui vont de pair avec les risques qu'il représente pour le public.

(R02-01, émise en 2002)

Transports Canada a répondu que le système complet d'information, qui comprend les mots ANHYDROUS AMMONIA (ammoniac anhydre) et inhalation hazard (danger d'inhalation) inscrits au pochoir sur les deux côtés du wagon et la plaque-étiquette utilisée, fournit de façon efficace aux intervenants l'information dont ils ont besoin.

Au moment du déraillement survenu à Britt, l'ammoniac anhydre était classé au Canada comme gaz corrosif de la classe 2.4 (9.2), UN 1005. Par la suite, Transports Canada a proposé que ce produit passe à la classe 2.2, Gaz comprimés, avec une classe subsidiaire 8 (corrosifs). Ce changement a été fait. Au paragraphe 2.14 b) du *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses*, il est indiqué que la classe 2.2 regroupe les gaz « ininflammables, non toxiques ». Les gaz de la classe 2.2 doivent être identifiés par une plaque-étiquette au fond vert, contrairement aux produits toxiques et corrosifs (classes 2.3, 6 et 8), qui exigent des plaques-étiquettes sur fond blanc.

Le 2 février 2001, cinq wagons-citernes contenant de l'ammoniac anhydre ont déraillé du train 966-02 du CFCP au point milliaire 95,4 de la subdivision Red Deer (rapport R01E0009). L'enquête a tiré les conclusions suivantes :

Du fait que les différentes autorités classent l'ammoniac anhydre de différentes façons, les risques de malentendus sont accrus. Le public ainsi que les premiers intervenants risquent de commettre davantage d'erreurs de perception au moment de déterminer les dangers attribuables à un déversement accidentel.

En raison du nouveau système de classification des marchandises dangereuses de Transports Canada, les fuites d'ammoniac anhydre risquent davantage d'être suivies de conséquences malheureuses, car l'ammoniac anhydre figure dans une classe et une division qui ne précisent pas clairement les dangers liés à ce produit.

Au moment du déraillement, l'ammoniac anhydre était classé comme gaz comprimé ininflammable de la classe 2.2 et sa présence était indiquée par une plaque-étiquette sur fond vert en forme de losange arborant une bouteille à gaz comprimé. De plus, les wagons transportant de l'ammoniac anhydre présentaient les mots inhalation hazard (danger d'inhalation) inscrits au pochoir.

Après le déraillement, le chef de train s'est trouvé en contact avec des vapeurs d'ammoniac anhydre en inspectant le train à pied. Il est immédiatement retourné à la locomotive de tête, puis a été transporté à l'hôpital, dont il a plus tard reçu son congé; il n'avait pas été blessé. Le mécanicien et le stagiaire ont également été transportés à l'hôpital, avec le même résultat.

Vingt-huit résidents du terrain de caravaning de Springbrook situé à proximité ont dû être évacués par mesure de précaution. Ils ont pu retourner chez eux environ neuf heures après l'évacuation initiale. Ils n'ont subi aucun effet nocif ni blessure à la suite du déversement du produit ou de l'évacuation.

Particularités de la voie

On a déterminé que le point de déraillement (PDD) se trouvait au joint sud d'un rail de raccord ou intercalaire⁵ de 36 pieds, 115 livres, situé sur la file est au point milliaire 86,9. Le déraillement a endommagé la voie sur une distance de 500 à 600 pieds. Dans le secteur du déraillement, la voie est en tangente dans une pente de - 0,1 pour cent vers le nord. La structure de la voie est formée de longs rails soudés de 115 livres fabriqués par Algoma en 1984. Sur une distance de 200 pieds du joint, chaque traverse était encadrée d'anticheminants et, au-delà de ce point, une traverse sur deux l'était. La couche de forme de la plate-forme était en bon état. La banquette de la voie mesurait de 18 à 24 pouces de large et les cases étaient bien garnies.

Les dossiers n'indiquent pas quand le rail de raccord avait été posé; cependant, le mauvais état du rail, à savoir ses abouts écrasés aux joints, indiquait qu'il était en place depuis un certain temps. De multiples fragments de rail ont été trouvés au PDD. Toutes les ruptures de rail s'étaient produites dans le rail de raccord de 115 livres. Deux éclisses rompues et 29 morceaux de rail intercalaire, d'une longueur totale d'environ de 94 pouces, ont été récupérés et envoyés au Service des essais du CP à Winnipeg pour y être analysés. Les ruptures étaient toutes catastrophiques et des facettes d'impact, constatées sur plusieurs sections du champignon, correspondaient à la direction de déplacement du train. Une inspection après le déraillement a permis de découvrir trois autres rails rompus sur la file est aux points milliaires 70,4, 81,4 et 89,2. Chaque rupture formait une fracture fragile nette et fraîche, orientée le long d'un plan transversal, provenant d'un défaut déjà existant situé sur la surface inférieure du côté intérieur du patin.

La dernière inspection par la voiture de détection des défauts de rail a eu lieu entre les points milliaires 67,3 et 95,6 le 13 février 2004; l'inspection n'a révélé aucun défaut. Le dernier contrôle par la voiture d'évaluation de la voie s'est déroulé le 4 novembre 2003; deux défauts de tracé nécessitant des réparations prioritaires ont été découverts aux points milliaires 86,8 et 87,1 de chaque côté du PDD, mais aucun n'a été constaté au PDD même.

La dernière inspection de la voie a été menée par le superviseur d'entretien de la voie, le mercredi 3 mars 2004; aucune anomalie n'a alors été observée. L'examen après-déraillement a permis de faire un certain nombre d'observations indiquant que le joint au PDD et le rail adjacent étaient incontrôlés et se déplaçaient librement sous le trafic avant le déraillement. Autrement dit :

⁵ Un rail de raccord est un bout de rail inséré dans l'espace entre les extrémités de longues barres telles que des rails soudés.

- les crampons sur une distance d'environ 30 à 35 pieds avant le PDD étaient saillants, et il y avait des signes d'une accumulation de glace entre la portée du rail sur les selles et le patin du rail;
- à certains endroits, le patin du rail reposait sur le dessus des têtes de crampons qui n'étaient pas soulevées;
- certaines des selles sous le joint avaient été éjectées vers le côté intérieur de la voie;
- l'épaulement intérieur de la première selle au sud du joint était rompu à environ $\frac{3}{4}$ de pouce à l'est du patin du rail.

Un examen des rapports des inspections de la voie effectués près du PDD dans les mois qui ont précédé le déraillement a révélé que le rail et les joints étaient mal soutenus; les rapports font état :

- d'un nombre élevé de boulons d'éclisse cassés, desserrés ou manquants;
- de selles rompues;
- d'éclisses fissurées et rompues.

Deux joints sont en cause dans le déraillement : un joint mixte à l'extrémité sud du rail intercalaire de 36 pieds, et un joint ordinaire à son extrémité nord. Les deux bouts de rail du joint nord étaient écrasés et aplatis. L'écrasement maximum enregistré était de $\frac{5}{32}$ de pouce près du milieu du joint, avec régression jusqu'à zéro à environ 11 pouces dans chaque sens. Les éclisses nord avaient été fabriquées par Algoma au milieu des années 1970. Les deux éclisses ont lâché à peu près au milieu. Leurs surfaces de fracture montraient des fissures de fatigue déjà existantes s'étendant à partir d'anomalies superficielles (piqûres de corrosion) sur les portées d'éclissage⁶. Les fissures de fatigue étaient d'une couleur foncée. Celles des éclisses intérieures mesuraient $\frac{3}{8}$ de pouce de profondeur et $\frac{3}{4}$ de pouce de large; celles du côté extérieur, $\frac{1}{2}$ pouce de profondeur et 1 pouce de large. Dans chaque cas, lorsque les fissures de fatigue ont atteint une taille critique, elles ont agi comme concentrateurs de contraintes macroscopiques qui ont facilité la nucléation des fractures fragiles à partir de la pointe des fissures de fatigue pour les propager vers le bas par le reste de la section transversale des éclisses.

Les éclisses mixtes du joint sud servaient à compenser la différence de $\frac{3}{16}$ de pouce dans l'usure verticale du champignon entre l'extrémité sud du rail intercalaire et le rail contigu. Les deux bouts de rail dans le joint sud étaient écrasés et aplatis. L'écrasement maximal était de $\frac{1}{4}$ de pouce près du milieu du joint, avec régression jusqu'à zéro à environ de 9 $\frac{1}{2}$ pouces dans chaque sens. De plus, il y avait un intervalle de $\frac{3}{4}$ de pouce entre les bouts. Les deux éclisses ont lâché à peu près en leur milieu. Elles avaient été fabriquées par Portec en janvier 2003. Les surfaces de fracture des deux éclisses montraient des fissures de fatigue s'étalant sur la portée d'éclissage supérieure. Les fissures de fatigue avaient une couleur foncée. Les fissures dans les éclisses intérieures mesuraient $\frac{3}{4}$ de pouce de profondeur et 1 pouce de large, celles du côté

⁶ Les portées d'éclissage sont les surfaces extérieures d'une éclisse qui viennent en contact avec le dessous du champignon et le dessus du patin du rail.

extérieur, $\frac{3}{4}$ de pouce de profondeur et $1\frac{1}{2}$ pouce de large. Le reste de la section transversale de l'éclisse extérieure a lâché vers le bas en mode fragile, à partir de l'extrémité des fissures de fatigue. L'éclisse intérieure présentait une autre fissure de fatigue qui s'étendait vers le haut à partir de la portée d'éclissage inférieure. Cette fissure mesurait $\frac{3}{4}$ de pouce de profondeur et 1 pouce de large, et semblait plus récente que celle s'étendant depuis la portée d'éclissage supérieure. La fissure de fatigue située à la partie inférieure de l'éclisse a entraîné la nucléation d'une fracture fragile secondaire qui s'est propagée vers le haut. C'est la fissure primaire qui a causé la défaillance de l'éclisse. La couleur foncée des défauts de fatigue dans les quatre éclisses indiquait qu'ils étaient présents depuis quelque temps.

Des analyses chimiques, macroscopiques et métallographiques, ainsi que des analyses de la dureté effectuées sur le rail intercalaire et sur l'éclisse intérieure ont montré que les deux étaient conformes aux spécifications.

Même en zone de longs rails soudés, les joints de rail sont fréquents dans la voie, dont ils forment une discontinuité nécessaire. Il y a des joints de rail dans les aiguillages, aux limites des circuits de voie et là où des bouts de rail défectueux ont été coupés et remplacés par des bouts de rail assorti appelés coupons. Les éclisses sont des attaches conçues pour joindre les extrémités contiguës des rails. Une éclisse est posée sur chaque côté des bouts de rail à joindre. L'ensemble est fixé dans l'âme du rail, par quatre ou six boulons, selon le poids du rail.

Les éclisses servent à conférer robustesse et raideur ainsi qu'à garder les deux bouts de rail dans un alignement vertical et horizontal. Comme le moment d'inertie⁷ d'une paire d'éclisses n'est que le tiers environ de celui du rail correspondant, la rigidité des joints est bien inférieure à celle de ce rail. Ainsi, même lorsque les éclisses sont fermement fixées aux rails, le joint qui en résulte constitue toujours un point faible dans la structure de la voie et, par conséquent, nécessite un niveau d'entretien élevé. En raison de la vulnérabilité des joints de rail et de leur coût d'entretien, les chemins de fer s'efforcent sans cesse d'éliminer les joints inutiles en recourant aux LRS et aux soudages aluminothermique et bout à bout.

Les notices techniques des chemins de fer exigent que le personnel d'entretien accorde une attention particulière aux joints de rail. Les inspecteurs de la sécurité de Transports Canada se concentrent également sur les joints. L'idéal serait que les joints soient soutenus fermement sur des traverses saines posées sur du ballast bien bourré, perméable et propre. De plus, ils doivent être boulonnés (quand un soudage aluminothermique ponctuel n'est pas prévu) et serrés au couple recommandé. Si les joints sont mal entretenus, les chocs exercés par les roues entraîneront rapidement des déplacements verticaux accrus du rail, provoquant le desserrage et la dégradation des éclisses, l'écrasement du champignon et la dégradation des traverses, du ballast et de la couche supérieure de plate-forme sous le joint.

Mal entretenus, les éclisses et/ou les trous de boulonnage dans l'âme du rail ont tendance à développer des fissures de fatigue qui, si elles ne sont pas détectées ni corrigées, peuvent

⁷ Le moment d'inertie est un terme qui sert à décrire la capacité d'une section transversale à résister à la flexion. C'est une propriété mathématique d'une section qui a trait à la surface de contact et à la façon dont elle est distribuée sur l'axe de référence, qui est généralement un axe du centre de gravité (centroïde), un axe horizontal ou un axe vertical.

conduire éventuellement à une défaillance et provoquer un déraillement. Bien qu'ils ne soient pas expressément conçus à cette fin, les systèmes de signalisation procurent une protection limitée contre ces types de défauts. En effet, il arrive que les circuits de voie n'indiquent un problème lors de rupture complète et de séparation du rail ou des éclisses. En outre, si la rupture de rail se produit à l'intérieur du joint et que les éclisses demeurent intactes, ou qu'elle se produit au-dessus d'une selle, la continuité du circuit de voie peut ne pas être perturbée. Sur une voie non signalisée comme celle de la subdivision Red Deer, il n'y a aucune protection contre ces types de défauts.

Le 2 février 2001 (rapport R01E0009), sur la subdivision Red Deer, au point milliaire 95,6, il y a eu un déraillement accompagné du déversement d'ammoniac anhydre; l'état des joints de rail avait contribué à l'accident. De plus, le National Transportation Safety Board (NTSB) des États-Unis a fait enquête sur le déraillement d'un train du CFCP le 18 janvier 2002 près de Minot, dans le Dakota du Nord. Le déraillement a entraîné le déversement de 240 000 gallons d'ammoniac anhydre, occasionné une évacuation à grande échelle, et fait au moins un mort ainsi que de nombreux blessés graves. Dans chaque cas, les méthodes d'inspection utilisées avant l'événement n'avaient pas permis de détecter les fissures dans les éclisses et les rails; ces fissures ont pu atteindre ainsi une taille critique qui a provoqué la défaillance du rail et/ou des éclisses.

La méthode la plus courante pour l'inspection des éclisses est l'observation visuelle à partir d'un véhicule rail-route en mouvement. Bien que ce type d'inspection puisse permettre de détecter un joint manifestement fracturé ou séparé, les petites fissures de fatigue dans les éclisses sont impossibles à voir. Seule une inspection visuelle au sol peut donner des résultats satisfaisants.

Un avantage secondaire de l'inspection au sol est qu'elle permet à l'inspecteur d'évaluer l'intervalle dans les joints de rail et de rechercher les boulons déformés ou desserrés. En revanche, à cause du temps qu'exige ce genre d'inspection, on estime qu'elle n'est pas pratique et, pour cette raison, elle n'est pas effectuée systématiquement.

Malgré l'efficacité des machines en voie ou rail-route pour les contrôles ultrasoniques ou par induction, il n'existe aucune méthode connue à grand rendement pour le contrôle des éclisses sur le terrain. Les éclisses peuvent être contrôlées par ultrasons manuellement au moyen d'un transducteur portable. Le CFCP utilisait cette méthode, mais l'a abandonnée au fil du temps. Les éclisses peuvent aussi être contrôlées par des méthodes faisant appel aux particules magnétiques ou à la pénétration par un colorant. Toutefois, en raison du temps, de la main-d'œuvre et des coûts qu'elles exigent, les chemins de fer considèrent que ces deux méthodes de contrôle ne sont pas pratiques.

Un système d'inspection des éclisses est présentement en cours de développement et d'essai; il permettra la détection des éclisses fissurées à des vitesses pouvant atteindre 50 mi/h. Le système, un projet conjoint d'un promoteur de la technologie en génie ferroviaire de la Federal Railroad Administration des États-Unis ainsi que de l'Union Pacific et du Chemin de fer Canadien Pacifique, devrait être disponible dans un futur rapproché.

État des roues des locomotives et du matériel remorqué

Les roues des trois premières locomotives du train ont été soumises à un examen à Red Deer. Des dommages dus aux chocs ont été constatés sur un certain nombre de tables de roulement sur le côté est du groupe de locomotives. Les roues R1, R2 et R3 sur la locomotive de tête (CP8605), les roues L4 et L6 sur la deuxième locomotive (CP5927) et la roue L5 sur la troisième locomotive (CP8621) présentaient des marques de chocs indiquant un contact avec un about de rail. Il n'y avait aucune marque correspondante sur les roues du côté ouest du groupe de locomotives.

Le train a franchi le dernier détecteur de boîtes chaudes et de pièces traînantes au point milliaire 80,4 de la subdivision Red Deer, 5,6 milles avant le PDD, sans qu'aucune alarme ni anomalie ne soit observée. Le train vers le sud 264-03 a été le dernier à passer dans la zone du déraillement avant l'accident. Une inspection de ce train a révélé une roue fortement écaillée sur le wagon-citerne chargé DOWX 70730; la roue se trouvait sur le côté est du train pendant sa traversée de la subdivision Red Deer.

On a mesuré l'essieu monté pour savoir si ses roues étaient ovalisées et pour déterminer l'endroit global et les dimensions de la zone endommagée. Il a été constaté que la table de roulement était ovalisée de 0,015 pouce sur une distance d'environ 12 pouces. La mesure du calibre, fait par le BST, des défauts de la table de roulement (effectuées au Service des essais du CP à Winnipeg) a révélé deux zones écaillées mesurant respectivement 1 pouce et 1 1/8 pouce de circonférence, ainsi que 1 ¼ pouce et 1 ½ pouce de large, à 1 pouce du congé du boudin et 1 ½ pouce de la face extérieure de la jante, sur une longueur d'environ 5 ½ pouces. En vertu de la règle 41 A (1)(i) du Field Manual of Interchange Rules de l'AAR à la page 269, les écailles, prises individuellement, ne pouvaient recevoir un gabarit de 1 pouce de diamètre et, par conséquent, ne justifiaient pas une réforme (retrait du service). Par contre, deux méplats contigus mesurant chacun 1 ½ pouce de longueur exigeaient que la roue soit réformée comme roue à méplats en vertu de la règle 41 A (1). (b)., sous HANDLING LINE RESPONSABILITY, du Field Manual susmentionné à la page 280. Selon le *Règlement concernant l'inspection et la sécurité des wagons de marchandises* de Transports Canada, la norme minimale de sécurité pour une exfoliation (écaille) est de 1 ¼ pouce de large et de 1 ½ pouce de long, ce qui est moins restrictif que la limite fixée par l'AAR.

La Direction de l'ingénierie du BST a effectué un certain nombre d'analyses de roues écaillées présentant des dommages similaires à ceux de la roue fortement écaillée du wagon-citerne chargé DOWX 70730. Par exemple, elle a procédé à l'analyse d'une roue de locomotive défectueuse après le déraillement d'un train de voyageurs de l'Ontario Northland Railway au point milliaire 4,0 de la subdivision Bala du CN en février 2001 (rapport LP 010/01). Dans une de ses conclusions, le rapport affirmait que les limites dimensionnelles des écailles présentement admises par les divers organismes de réglementation ne sont pas toujours un indicateur fiable des grosses fissures sous la surface qui peuvent se développer sur les roues de classe « C ».

Les dernières données enregistrées par le détecteur de défauts de roues pour le wagon DOWX70730 sur le Canadien National (données du 23 janvier 2004) indiquaient une valeur maximale de 84 kips⁸. La règle 41 du Field Manual of Interchange Rules de l'AAR a établi à 90 kips la limite critique. Depuis le 1^{er} juillet 2005, la règle 41 (modification 05-1) stipule que la limite critique est atteinte lorsqu'un wagon se trouve sur une voie de réparation pour quelque

⁸ Un kip est une unité de mesure des chocs.

raison que ce soit et qu'un choc compris entre 80 et 90 kips a été détecté sur une seule roue par un détecteur de défauts de roues.

Analyse

Introduction

Il n'existe aucune information qui suggère que l'écart de nivellement transversal, la conduite du train ou le classement des wagons ont contribué au déraillement. L'analyse se concentrera surtout sur les conditions de la voie, l'inspection des joints, les chocs dus aux roues et les indications de danger utilisées dans le transport de l'ammoniac anhydre.

État de la voie

L'enquête a établi que le déraillement était dû à la défaillance des éclisses mixtes situées sur le rail est, à l'extrémité sud d'un rail de raccord de 36 pieds. Le joint et les rails adjacents, mal soutenus et mal serrés, accusaient un déplacement vertical, ce qui a mené au développement de microfissures à partir d'irrégularités (telles des piqûres de corrosion) sur les portées d'éclissage. Une exposition soutenue aux charges cycliques en service a entraîné la formation et la croissance de fissures de fatigue qui ont agi comme des concentrateurs de contraintes macroscopiques. Les fractures fragiles ont pris naissance à partir des fissures de fatigue lorsqu'une seule charge (choc) a dépassé la résistance réduite du reste de la section transversale des éclisses.

Inspection des joints

L'historique des boulons cassés et desserrés, des selles rompues ainsi que des éclisses fissurées et rompues dans la subdivision indique que des déraillements similaires risquent de se produire. Bien que des inspections régulières par des employés de la voie dans les mois qui ont précédé le déraillement aient permis de constater ces conditions dans le voisinage général du PDD, aucune mesure corrective n'a été prise. Même si les joints de rail constituent un point de vulnérabilité bien connu à l'intérieur de la structure de la voie, les joints en cause dans ce déraillement n'ont pas été inspectés et entretenus de façon suffisante.

Le matériel de détection des défauts de rail ou les voitures de contrôle de la géométrie de la voie présentement utilisés pour l'inspection des joints de rail ne permettent pas de reconnaître les défauts d'éclisses. Celles-ci peuvent être contrôlées manuellement par ultrasons au moyen d'un transducteur portable; cependant, l'absence de méthode à grand rendement pour la détection des défauts internes augmente le risque que de tels défauts à l'état latent atteignent une taille critique qui entraîne la défaillance des éclisses et un déraillement.

Bien que de nouvelles méthodes de contrôle des éclisses soient en cours de développement, la façon la plus efficace d'éviter les problèmes avec les joints est de les éliminer ou de faire en sorte qu'ils soient bien installés et entretenus continuellement.

Chocs dus aux roues

Bien que les chocs enregistrés pour le wagon-citerne DOWX 70730 étaient inférieurs au seuil établi par l'AAR, les basses températures au moment du déraillement ont réduit la résistance de l'acier à rail au chocs. Du fait que la roue défectueuse se trouvait sur le dernier train à avoir franchi la zone de déraillement, et en raison de la moindre résistance du rail aux chocs, il est probable que les chocs provoqués par cette roue défectueuse ont contribué à la défaillance des éclisses mixtes et des trois autres rails rompus découverts dans le voisinage général du PDD.

Les dispositions de la règle 41 A (1) (i) du Field Manual de l'AAR peuvent ne pas suffire à définir la limite de réforme d'une roue écaillée. Bien que des écailles individuelles de moins de 1 pouce de diamètre ne justifient pas un retrait du service, des écailles contiguës de taille similaire agissent comme une seule écaille, ce qui augmente le risque de rupture de rail.

Indications de danger pour l'ammoniac anhydre

Lorsque le chef de train s'est approché des wagons déraillés, il a été exposé à l'ammoniac anhydre et en a ressenti les effets avant d'être suffisamment près pour pouvoir observer les plaques-étiquettes ou les inscriptions au pochoir sur le wagon. Comme on le mentionne dans le présent rapport, une recommandation et les conclusions de précédents rapports d'enquête du BST sur l'ammoniac anhydre conservent toute leur pertinence. Des accidents ferroviaires accompagnés d'un déversement d'ammoniac anhydre causant des blessures graves et des morts continuent de se produire autant au Canada qu'aux États-Unis (Minot, Dakota du Nord, rapport RAR-04-01 du NTSB). La classe primaire qui décrit ce produit chimique toxique et corrosif comme un gaz comprimé, avec sa plaque-étiquette sur fond vert représentant une bouteille à gaz comprimé, demeure insuffisante pour décrire les dangers qu'il représente, surtout pour les premiers intervenants.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Le train a déraillé en roulant sur un joint de rail qui s'était rompu et séparé.
2. Les éclisses avaient été affaiblies par des défauts de fatigue dus au fait que le joint et les rails adjacents étaient mal soutenus et mal assujettis.
3. Les charges dues aux chocs provenant d'une roue défectueuse (écailles et méplats) du train précédent au franchissement du site du déraillement ont sans doute contribué à la défaillance des éclisses au point milliaire 86,9 et aux trois autres ruptures de rail près du PDD.
4. Bien que des inspections régulières par des employés de la voie dans les mois qui ont précédé le déraillement aient permis de constater un nombre élevé de boulons d'éclisse cassés et desserrés, de selles rompues ainsi que d'éclisses fissurées et rompues dans le voisinage général du PDD, aucune mesure n'a été prise pour corriger ces conditions.

Faits établis quant aux risques

1. Bien que les contrôles par ultrasons ou induction soient efficaces sur les rails, l'absence d'une méthode à grand rendement similaire pour la détection des défauts internes dans les éclisses augmente le risque que de tels défauts à l'état latent atteignent une taille critique conduisant à une défaillance des éclisses et à un déraillement.
2. Le nombre élevé de boulons cassés et desserrés, de selles rompues ainsi que d'éclisses fissurées et rompues dans la subdivision indique que des déraillements similaires risquent de se produire.
3. La disposition de la règle 41 A (1) (i) du Field Manual de l'AAR peut ne pas suffire à définir la limite de réforme d'une roue écaillée. Bien que des écailles individuelles de moins de 1 pouce de diamètre ne justifient pas un retrait du service, des écailles contiguës de taille similaire agissent comme une seule écaille, ce qui augmente le risque de ruptures de rail.
4. La classe primaire qui décrit ce produit chimique toxique et corrosif (ammoniac anhydre) comme un gaz comprimé, avec sa plaque-étiquette sur fond vert représentant une bouteille à gaz comprimé, demeure insuffisante pour décrire les dangers qu'il présente, surtout pour les premiers intervenants.

Mesures de sécurité

Après le déraillement, Transports Canada a examiné la subdivision Red Deer et a constaté que la zone en question présentait un certain nombre de joints et de traverses en mauvais état qui entraînaient des écarts de nivellement longitudinal et transversal. Selon Transports Canada, le CFCP a depuis fait des changements pour améliorer l'état de la voie dans cette subdivision. En 2004, le CFCP a augmenté ses patrouilles en voie sur ce tronçon, a augmenté considérablement le nombre d'inspections de joints (effectuées maintenant tous les mois) et procédé à l'élimination de joints et à des travaux de nivellement. En 2005, le CFCP a poursuivi l'élimination de joints ainsi que les travaux de nivellement et a installé des traverses de joint dans le secteur.

Les révisions prévues au *Règlement sur le transport de marchandises dangereuses* comprennent les éléments ci-après (exemples à la figure 1).

- L'ammoniac anhydre changera de classification et appartiendra à la classe 2.3.
- Lorsque du UN1004, AMMONIAC ANHYDRE, est placé dans un grand contenant, le grand contenant doit porter :
 - jusqu'au 15 août 2006, la plaque identifiant la classe 2.2, la classe 2.3 ou la plaque pour le UN1005;
 - après le 15 août 2006, la plaque identifiant la classe 2.3 ou la plaque pour le UN1005.

<p>Classe 2.2, Gaz ininflammables et non toxiques</p> 	<p>Classe 2.3, Gaz toxiques</p> 
<p>Étiquette et plaque</p> <p>En noir ou blanc : le symbole, le chiffre et un trait situé à 5 mm du bord dans le cas d'une étiquette et à 12,5 mm du bord dans le cas d'une plaque</p> <p>En vert : le fond</p> <p>Symbole : bouteille à gaz</p>	<p>Étiquette et plaque</p> <p>En noir : le symbole, le chiffre et un trait situé à 5 mm du bord dans le cas d'une étiquette et à 12,5 mm du bord dans le cas d'une plaque</p> <p>En blanc : le fond</p> <p>Symbole : une tête de mort sur tibias</p>
<p>Classe 2.3, Gaz toxiques</p> 	
<p>Étiquette et plaque facultative pour le UN1005, Ammoniac anhydre</p> <p>Fond blanc</p> <p>Symbole : bouteille à gaz</p>	

Figure 1 : Exemples d'étiquettes et de plaques pour le transport de marchandises dangereuses

Le CFCP fait savoir que, depuis cet accident, les mesures de sécurité suivantes ont été prises :

- Toutes les éclisses sur ce tronçon de voie ont été soigneusement inspectées le 27 février 2004; les travaux de remplacement de toutes les éclisses défectueuses ont pris fin le 5 mars 2004.
- La supervision de l'entretien de la voie a été réorganisée de manière à améliorer l'inspection de la voie et la mise en œuvre de mesures correctives opportunes.
- Un nouveau détecteur de défauts de roue a été mis en service le 30 novembre 2004 au point milliaire 22,7 de la subdivision Red Deer.

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 25 octobre 2005.