

RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE
R01H0005

DÉRAILLEMENT
DU TRAIN 301-043
DE L'OTTAWA VALLEY RAILWAY
AU POINT MILLIAIRE 85,0 DE LA SUBDIVISION NORTH BAY
À BONFIELD (ONTARIO)
LE 12 MARS 2001

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

du train 301-043
de l'Ottawa Valley Railway
au point milliaire 85,0 de la subdivision North Bay
à Bonfield (Ontario)
le 12 mars 2001

Rapport numéro R01H0005

Sommaire

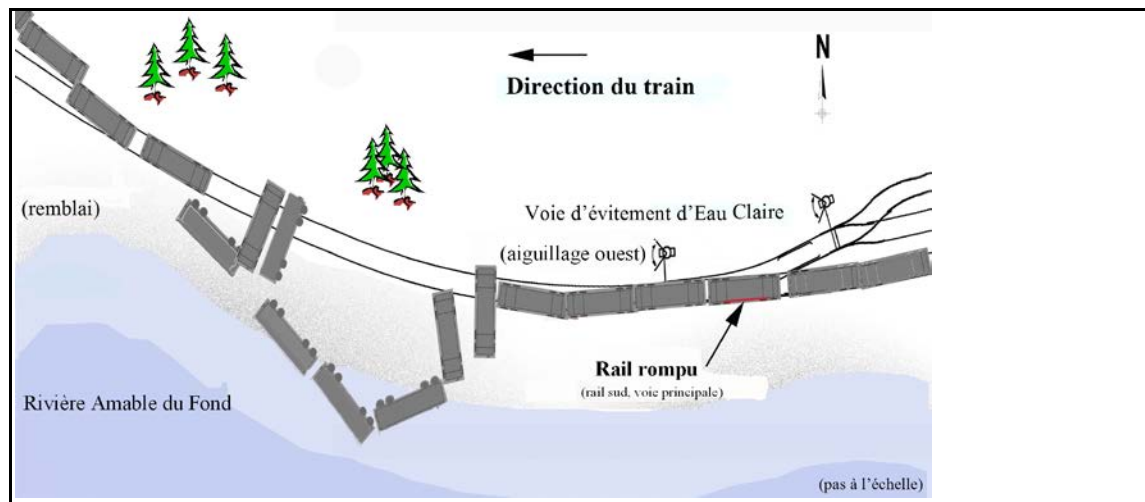
Le 12 mars 2001, vers 2 h 30, heure normale de l'Est, le train n° 301-043 du Chemin de fer Canadien Pacifique circulait vers l'ouest à une vitesse d'environ 40 mi/h lorsque 14 wagons ont déraillé près de Bonfield (Ontario), au point milliaire 85,0 de la subdivision North Bay de l'Ottawa Valley Railway. Les wagons déraillés comprenaient trois wagons-citernes contenant des résidus de méthanol et un wagon-trémie vide, lesquels ont dévalé le remblai aboutissant dans la rivière Amable du Fond. Il n'y a pas eu de fuite de produit et personne n'a été blessé.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

L'accident

Le 11 mars 2001, le train n° 301-043 (le train) quitte la gare de triage Saint-Luc à Montréal (Québec) du Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP) en direction de Coniston (Ontario). À Smiths Falls (Ontario), le train est aiguillé sur la voie de l'Ottawa Valley Railway (OVR) et prend la direction de l'ouest dans la subdivision North Bay de l'OVR. Au point milliaire 85,0, près de Bonfield (Ontario), un freinage d'urgence provenant de la conduite générale se déclenche. Après avoir pris les mesures d'urgence nécessaires, les membres de l'équipe constatent que 14 wagons (du 68^e au 70^e et du 72^e au 82^e) ont déraillé, dont un wagon-trémie vide et trois wagons-citernes de catégorie 111A contenant des résidus (méthanol, UN 1230), lesquels ont dévalé le remblai aboutissant dans la rivière Amable du Fond (figure 1). Aucun des wagons ne s'est rompu et il n'y a pas eu de fuite de produit.



Le méthanol (aussi appelé esprit-de-bois) est un liquide inflammable incolore qui peut avoir des effets nuisibles sur la santé. Il peut causer une hypersensibilité à la lumière, des troubles de la vision et même la cécité lorsqu'il est inhalé, absorbé par la peau ou ingéré.

Dommmages

Quelque 500 pieds (152 m) de voie et un aiguillage ont été détruits. Deux wagons ont été détruits et 11 wagons ont été endommagés.

Renseignements sur le personnel

L'équipe était constituée d'un mécanicien et d'un chef de train. Ils connaissaient bien la subdivision, répondaient aux exigences en matière de condition physique et de repos, et répondaient aux exigences de leurs postes respectifs.

Renseignements sur le train

Le train, dont le groupe de traction était formé de 2 locomotives, comptait 3 wagons chargés, 6 wagons de résidus et 80 wagons vides. Il mesurait environ 5 650 pieds et pesait quelque 3 500 tonnes.

Particularités de la voie

La subdivision North Bay est une voie principale simple qui s'étend du point milliaire 0,0 (Chalk River, en Ontario) au point milliaire 117,3 (North Bay, en Ontario). La vitesse maximale autorisée était de 50 mi/h pour tous les trains, mais elle était limitée de façon permanente à 45 mi/h entre le point milliaire 84,5 et le point milliaire 85,5. La circulation des trains est contrôlée par la régulation de l'occupation de la voie (ROV) en vertu du Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada et est surveillée par un contrôleur de la circulation ferroviaire posté à North Bay. La ROV est complétée par un cantonnement automatique.

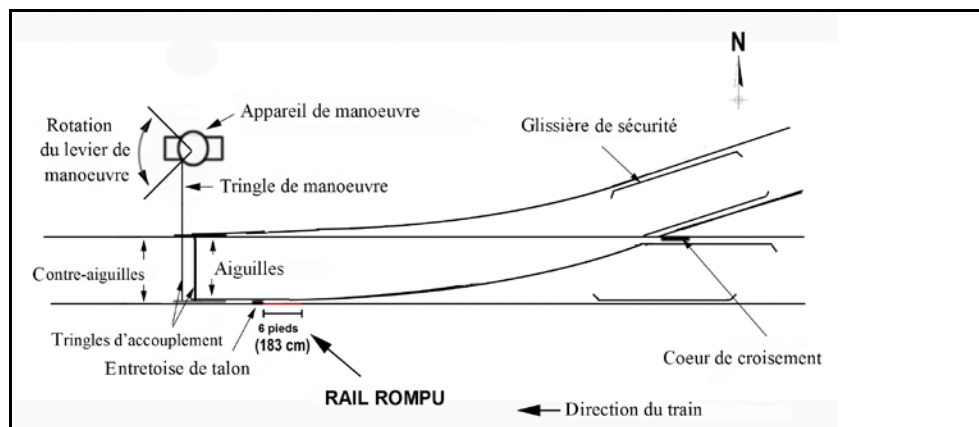
La voie était constituée de longs rails soudés de 115 livres, qui avaient été posés en 1982. Les selles à double épaulement étaient fixées à des traverses de bois dur et des anticheminants étaient posés à toutes les deux traverses. Le ballast était constitué de pierre concassée. La plate-forme était gelée et le sol était recouvert de neige.

Renseignements consignés

Les données du consignateur d'événement ont révélé que le train s'est arrêté par suite d'un freinage d'urgence provenant de la conduite générale alors qu'il circulait à une vitesse de 40 mi/h, que les freins étaient desserrés et que la manette des gaz était à la position n° 8.

Renseignements sur le lieu de l'événement

Dans le secteur du déraillement, la voie allait d'est en ouest et longeait la rivière Amable du Fond. Le déraillement s'est produit dans une courbe de 3 degrés et 45 minutes, près de l'aiguillage ouest de la voie d'évitement d'Eau Claire (figure 2). Il y avait 8 crampons par selle dans le branchement et 10 par selle dans le reste de la courbe. À l'est de l'aiguillage, la voie comportait plusieurs joints de rail sur un court intervalle. La contre-aiguille de la voie principale, sur l'aiguillage ouest, était brisée en un grand nombre de morceaux sur une distance d'environ 6 pieds (183 cm). La rupture s'étendait vers l'ouest, à partir d'un trou d'éclissage situé à 10 pouces (25 cm) à l'ouest d'un joint de rail jusqu'à l'entretoise de talon de l'aiguille. Les bouts de rails aux joints présentaient un écrasement d'importance.



Un examen de la rame qui n'a pas déraillé a révélé que le wagon CPWX 601303, soit le 63^e wagon derrière les locomotives et le 5^e devant le premier wagon qui a déraillé, avait deux roues qui présentaient d'importantes écailles, exfoliations et accumulations de métal.

Le joint de rail, 56 morceaux rompus de rail mesurant 114 pouces de longueur (2,9 m) et deux essieux montés du wagon CPWX 601303 ont été envoyés au Laboratoire technique du BST pour analyse.

Inspection de la voie

La voie était inspectée deux fois par semaine, une fois par le chef de la voie et une fois par le contremaître d'entretien de la voie. Elle avait été inspectée pour la dernière fois le 11 mars 2001 et aucune irrégularité n'avait été signalée. Une voiture de contrôle de l'état géométrique de la voie avait effectué une inspection le 8 novembre 2000 et aucune anomalie n'avait été signalée. Un essai réalisé au moyen d'une voiture de détection des défauts de rails par ultrasons le 14 août 2000 n'a pas révélé de défauts internes.

Conditions météorologiques

Au moment du déraillement, la température était de -15 °C. Le ciel était dégagé et il y avait un vent du nord-nord-est de 7 km/h.

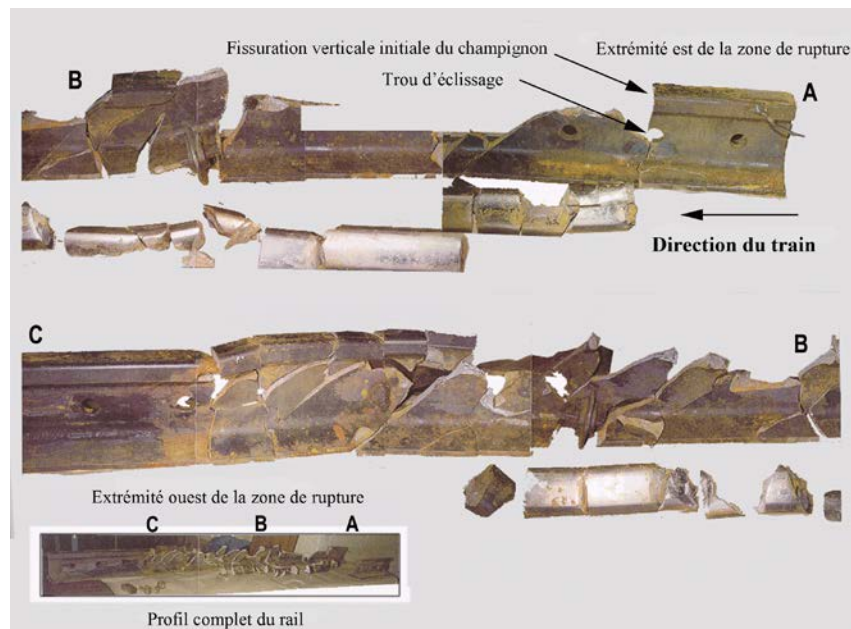
Examen technique du rail

L'examen du rail rompu a révélé ce qui suit :

- Le rail était fait d'un alliage au chrome¹.

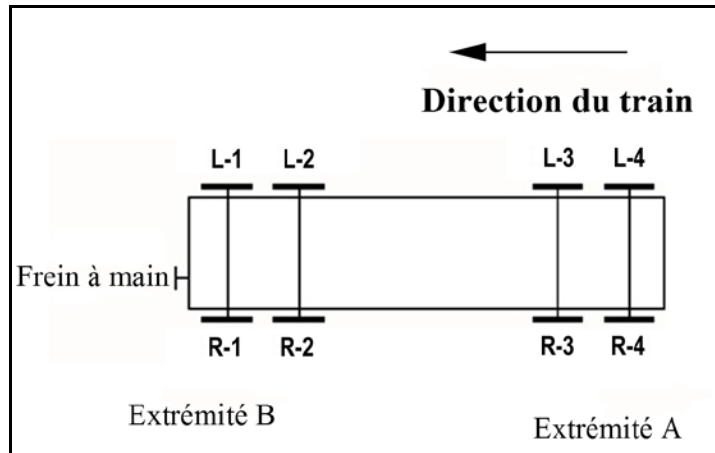
¹ Par le passé, plusieurs compagnies ferroviaires utilisaient des rails en chrome en raison de leur résistance à l'usure, mais on a cessé de les utiliser à cause de problèmes de soudure et, plus particulièrement, de friabilité (rapport de laboratoire LP 18/01, section 4.2).

- La résistance à la traction du rail était en moyenne de 165 000 lb/po², tandis que son allongement était de 9 %. La propriété minimale pour les rails, selon les stipulations du CFCP, est de 155 000 lb/po² pour la résistance à la traction et de 9 % pour l'allongement.
- La résistance du rail à la rupture mesurée à l'aide de l'essai de résilience Charpy était de 2 à 3 pieds-livres.
- La rupture s'est produite à 10 pouces (25 cm) du joint du rail, à partir d'un trou d'éclissage (figure 3). Le champignon du rail s'est rompu sur l'axe longitudinal à la manière d'une fissuration verticale du champignon.
- Les marques en chevrons montrent que la rupture s'est faite à partir du dessus de la table de roulement.
- Aucune fissuration à long terme n'a été observée, ce qui porte à croire que la fissuration verticale du champignon était récente.



Examen technique des roues

L'examen des roues (figure 4) du bogie avant du wagon CPWX 601303 a donné lieu aux observations suivantes :



- Toutes les roues présentait un excédent de métal sur la table de roulement.
- Les écailles sur la roue R-1 s'étendaient sur une longueur de 5,75 pouces (146 mm), sur une largeur de 1,6 pouce (40 mm) et une profondeur allant de 0,06 à 0,18 pouce (1,6 à 4,5 mm). Les écailles sur la roue L-2 s'étendaient sur une longueur de 12 pouces (300 mm), sur une largeur de 1,6 pouce (40 mm) et sur une profondeur allant de 0,056 à 0,16 pouce (1,4 à 4,1 mm).
- La hauteur du boudin des roues R-2 et L-2 était de 1 pouce 15/16 (49,2 mm).
- Les roues R-1 et L-2 comprenaient toutes deux un méplat de 2 pouces 1/2 (63 mm) de long.
- La mesure maximale de l'excentration était de 0,115 pouce (2,9 mm) pour la roue R-1, de 0,013 pouce (0,51 mm) pour la roue R-2 et de 0,185 pouce (4,7 mm) pour la roue L-2.

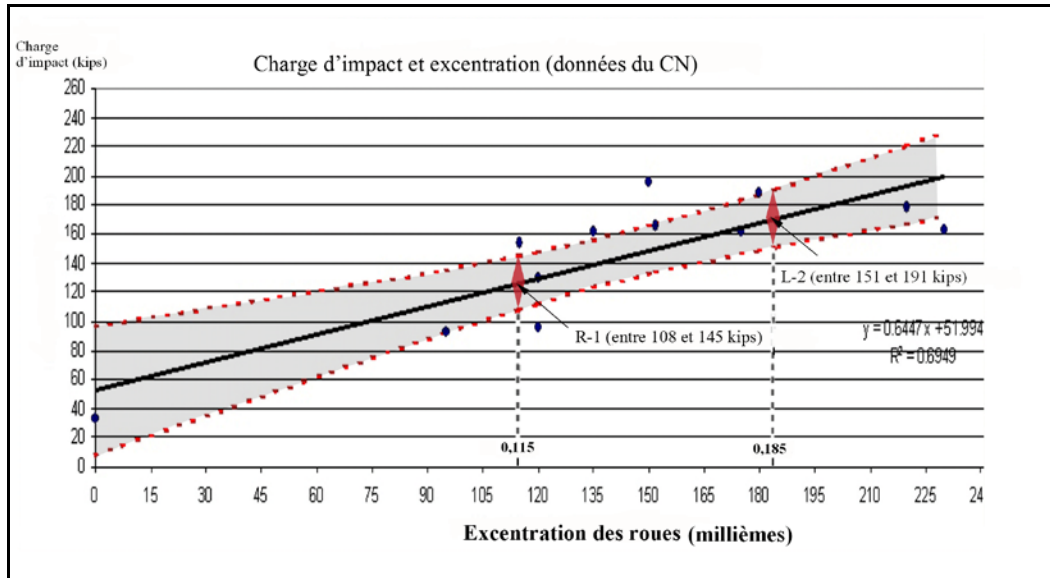
Les mesures de l'excentration et des méplats des roues R-1 et L-2 atteignaient ou dépassaient les limites² de l'Association of American Railroads (AAR), tandis que la hauteur du boudin des roues R-2 et L-2 dépassait les limites de Transports Canada et de l'AAR. Les limites admissibles pertinentes de l'AAR et de Transports Canada pour les roues des wagons sont présentées à l'annexe A.

Chocs des roues

L'industrie ferroviaire reconnaît qu'il existe un rapport entre les charges d'impact des roues, l'excentration des roues et la rupture de rails. C'est pourquoi elle a installé des systèmes de détecteurs de défauts de roues (DDR) pour déceler et mettre hors service les roues générant d'importantes charges d'impact avant qu'elles n'endommagent le matériel roulant ou l'infrastructure ferroviaire.

Une étude de 1994-1995 a établi une corrélation entre les données de DDR et les mesures d'excentration des roues. Les charges d'impact générées par les roues du wagon CPWX 601303 ont fait l'objet d'une interpolation à l'aide des données de cette étude (figure 5). L'interpolation montre qu'à un intervalle de confiance de 95 %, les charges d'impact auraient pu se situer entre 108 et 145 kips (108 000 et 145 000 livres) pour la roue R-1 (valeur d'excentration de 0,115) et entre 151 et 191 kips (151 000 et 191 000 livres) pour la roue L-2 (valeur d'excentration de 0,185).

² Même si les roues R-1 et L-2 dépassent les limites de l'AAR pour la mesure d'excentration, elles n'étaient pas inacceptables parce qu'il faut un relevé de détecteur de défauts de roues (DDR) qui dépasse 90 000 livres (90 kips) et une excentration de plus de 0,070 pouce vérifiée à l'aide d'un instrument approuvé ou d'un dispositif adéquat. En juillet 2002, la règle 41.A.1.s de l'AAR a été modifiée de sorte que l'une et l'autre de ces conditions sont devenues inacceptables.



Inspection des wagons

Les wagons de chemin de fer sont inspectés conformément aux dispositions du Règlement concernant l'inspection et la sécurité des wagons de marchandises de Transports Canada. Les inspections de sécurité doivent être réalisées par un inspecteur de wagons autorisé lorsqu'un train est constitué, que des wagons sont ajoutés à un train ou qu'il y a échange de wagons. En plus des règles d'inspection de Transports Canada, l'AAR exige que tous les propriétaires de lignes de chemin de fer de transport de marchandises et de wagons de marchandises d'échange suivent les règles sur l'échange de wagons de l'AAR.

Le but des inspections de sécurité effectuées par un inspecteur de wagons autorisé est de faire en sorte que les wagons soient jugés raisonnablement sûrs avant qu'ils soient autorisés à circuler sur les voies. Lors d'une inspection de sécurité, chaque élément d'un wagon est examiné et vérifié à l'aide de dispositifs et d'instruments de mesure, au besoin. Les défauts, comme les écailles et les exfoliations, peuvent être observées visuellement, mais lorsqu'ils sont consolidés (écoulement de métal dans les cavités d'exfoliation), ils ne peuvent être décelés que par les systèmes de DDR. La détection des roues excentrées nécessite une mesure précise à trois endroits au moyen d'un instrument de mesure d'excentration (photo 1) ou de l'utilisation des



systèmes de DDR.

Pour les trains du CFPC en partance de Montréal, en direction de Winnipeg (Manitoba) vers l'ouest, en passant par l'OVR, les charges d'impact des roues ne sont pas mesurées par un système de DDR avant l'arrivée à

Thunder Bay (Ontario). Dans l'est du Canada, le CFCP a installé des systèmes de DDR dans la subdivision Lacolle, au sud-est de Montréal, et dans la subdivision MacTier entre Toronto et Sudbury (Ontario).

À la gare de triage Saint-Luc, une inspection de sécurité a été effectuée par un inspecteur de wagons autorisé. L'inspecteur a consigné des défauts, comme des portes ouvertes et des semelles de frein usées, mais aucun ne concernait l'état de roues. Tous les défauts consignés ont été corrigés avant le départ.

À Smith Falls (Ontario), le train n'a pas fait l'objet d'une inspection de sécurité. L'équipe du CFCP a toutefois effectué une vérification au défilé après le transfert du train à l'équipe de l'OVR. Aucun défaut n'a été observé.

Historiquement, les inspections de sécurité ne se faisaient pas à Smith Falls étant donné que le CFCP possédait et exploitait la voie entre Smith Falls et Coniston. Après la cession de la voie à l'OVR, en octobre 1996, cette pratique de ne pas effectuer d'inspections à Smith Falls s'est maintenue.

Analyse

Introduction

L'exploitation du train répondait aux exigences de la compagnie et de la réglementation et aucune irrégularité de manoeuvre n'a semblé évidente. Il n'y avait pas de marques sur la voie ou la plate-forme, à l'est du lieu de la rupture du rail, indiquant un chevauchement du rail ou une défectuosité du matériel (p. ex. rupture de roue ou d'essieu). On a observé des défauts sur les roues du wagon CPWX 601303. Par conséquent, l'analyse portera sur la rupture du rail et l'inspection des roues.

Rail rompu

Le champignon s'est rompu sur l'axe longitudinal, témoignant d'une fissuration verticale du champignon à partir du dessus de la surface de roulement. Comme la rupture était récente, elle n'a pas été décelée au moyen de l'essai de détection des défauts de rails par ultrasons effectué sept mois avant le déraillement.

Toutes les roues examinées du wagon CPWX 601303 présentaient un excédent de métal. De plus, la roue R-1 avait un méplat et une excentration dépassant les limites de l'AAR. Ces conditions ont sans doute engendré des charges d'impact élevées qui ont eu des effets nuisibles sur les rails et le matériel. En outre, le sol gelé et la présence de plusieurs joints sur un court intervalle de la voie ont accru la rigidité de la structure de la voie et réduit son coefficient d'amortissement, obligeant le rail à absorber la totalité des charges d'impact.

Les valeurs de l'essai de résilience Charpy et les résultats de la mesure d'allongement pour le rail rompu témoignaient d'une faible ténacité et d'une ductilité peu élevée. Ces résultats sont typiques des rails en alliage de chrome et indiquent une faible capacité du rail à résister à des charges transitoires élevées, en particulier par temps froid. Il est donc probable que les contraintes générées par les charges d'impact de la roue R-1, combinées aux contraintes de traction thermiques causées par la basse température, sont à l'origine de la rupture du rail de la voie principale.

Lorsque les roues subséquentes ont frappé le champignon rompu, la rupture s'est propagée sur une distance de 6 pieds (183 cm) jusqu'à l'entretoise de talon de l'aiguillage, entraînant le déraillement du train.

Inspection de sécurité du train

Les écailles, les méplats et les exfoliations des roues peuvent prendre rapidement de l'ampleur en hiver et peuvent n'avoir pas été jugées inacceptables au moment de l'inspection de sécurité à la gare de triage Saint-Luc ou de l'inspection au défilé à Smith Falls. Les roues excentrées ne sont normalement pas détectées à moins que chaque roue d'un groupe de traction ne soit mesurée à l'aide d'un instrument; par conséquent, s'il y avait des roues excentrées sur le wagon CPWX 601303, il est peu probable qu'elles aient été détectées lors de l'inspection à la gare de triage Saint-Luc effectuée par un inspecteur de wagons autorisé.

La mesure manuelle de l'excentration est un long processus qui peut nuire à l'exploitation ferroviaire. De plus, les roues dont les cavités sont comblées ne peuvent être décelées que par la mesure des charges d'impact qu'elles produisent. Par conséquent, les compagnies ferroviaires misent de plus en plus sur des systèmes qui peuvent déceler les défauts de roues lorsque la roue est en mouvement. C'est pourquoi les systèmes de DDR complètent les inspections de sécurité réalisées par des inspecteurs de wagons autorisés et sont devenus un outil essentiel d'inspection des roues.

Pour les trains du CFCP en partance de Montréal et en direction de Winnipeg vers l'ouest, en passant par l'OVR, les charges d'impact des roues ne sont pas mesurées par des systèmes de DDR avant qu'ils n'arrivent à Thunder Bay. Dans ces conditions, le risque de non-détection des écailles, des exfoliations et des autres défauts de roues, qui n'ont pas encore pris beaucoup

d'ampleur au moment de l'inspection de sécurité, s'en trouvent accru, de sorte qu'il peut se produire des charges d'impact élevées susceptibles d'entraîner des effets nuisibles pour les rails ou le matériel.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Le train a déraillé lorsque la contre-aiguille de la voie principale s'est rompue en raison d'une fissuration verticale du champignon.
2. Le sol gelé et la présence de plusieurs joints sur un court intervalle de la voie ont eu pour effet d'accroître la rigidité de la structure de la voie et de réduire son coefficient d'amortissement, obligeant le rail à absorber la totalité des charges d'impact des roues.
3. La ductilité et la ténacité peu élevées du rail ont réduit sa capacité de résister à des charges transitoires élevées.
4. Les contraintes générées par les charges d'impact de la roue R-1 du wagon CPWX 601303, combinées aux contraintes de traction thermiques causées par la basse température, sont à l'origine de la rupture de la contre-aiguille de la voie principale.

Faits établis quant aux risques

1. L'absence de systèmes de DDR sur certains itinéraires accroît le risque de non-détection de défauts de roues pendant les inspections de sécurité, ce qui peut entraîner des charges d'impact élevées susceptibles d'entraîner des effets nuisibles pour les rails et le matériel.

Mesures de sécurité prises

L'OVR a déplacé le branchement d'Eau Claire d'une voie en courbe à une voie en alignement droit.

La fréquence de la détection des défauts de roues sur toutes les voies principales a augmenté, passant à trois fois par année.

Le CFCP et l'industrie ferroviaire de l'Amérique du Nord continuent de multiplier le nombre d'appareils de mesure des charges d'impact des roues et d'en assurer l'amélioration.

Transports Canada s'emploie à élaborer un programme de vérification et de surveillance des signaux de contrôle de la circulation ferroviaire qui comprendra tous les types de systèmes de détection en voie, y compris les DDR.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. La publication de ce rapport a été autorisée par le Bureau le 17 décembre 2002.

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

Annexe A — Dispositions pertinentes des normes de 2001 de Transports Canada et de l'Association of American Railroads

Le Règlement concernant l'inspection et la sécurité des wagons de marchandises de Transports Canada interdit de mettre ou de maintenir en service de wagons présentant une des anomalies suivantes :

- roue avec exfoliation (écaille) de plus de 1 po $\frac{1}{4}$ (31,75 mm) de largeur et 1 po $\frac{1}{2}$ (38,10 mm) de longueur;
- roue avec méplat de plus de 2 po $\frac{1}{2}$ (63,50 mm) de longueur ou deux méplats contigus qui mesurent chacun plus de 2 po (50,80 mm) de longueur.

Règle 41 de l'Association of American Railroads – Section A

- Écaillage : Lorsque l'écaillage ou l'exfoliation s'étend sur $\frac{3}{4}$ de pouce en longueur et en largeur ou plus et est plus ou moins continu sur toute la périphérie de la roue, ou encore s'étend sur 1 pouce ou plus de diamètre, la roue doit être retirée du service. Les « flots » ou le métal original de la table de roulement contenu dans les cavités d'écaillage ou d'exfoliation ne sont pas considérés comme faisant partie du secteur d'écaillage ou d'exfoliation.
- Excédent de métal sur la table de roulement : Une roue ne répond pas aux normes lorsque la table de roulement a accumulé un excédent de métal sur $\frac{1}{8}$ de pouce ou plus par rapport à la table de roulement originale.
- Excentration des roues³ : Un relevé de détecteur des défauts de roues de plus de 90 000 livres pour une seule roue est vérifié au moyen d'un instrument approuvé par l'AAR ou tout autre dispositif convenable. Le détecteur utilisé doit mesurer fidèlement les charges d'impact maximales et fournir un relevé imprimé des mesures. Le « faux-rond » vérifié de l'excentration doit dépasser 0,070 pouce. Les roues ayant des méplats sur la table de roulement dépassant les limites sont la responsabilité du réseau acheminant et ne doivent pas être facturées à titre de roues excentrées.
- Méplat :
 - a. deux pouces ou plus en longueur;
 - b. deux méplats ou plus adjacents, chacun ayant 1 pouce $\frac{1}{2}$ ou plus de longueur;
 - c. une roue correspondante devient automatiquement inacceptable indépendamment de la longueur du méplat.

³ Transports Canada ne précise pas de limites pour l'excentration et les excédents de métal sur la table de roulement.