

Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE
R04S0001



DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE

GODERICH-EXETER RAILWAY
TRAIN N° 86 DE VIA RAIL CANADA INC.
POINT MILLIAIRE 77,05 DE LA SUBDIVISION GUELPH
NEW HAMBURG (ONT.)
LE 8 JANVIER 2004

Canada

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

Rapport d'enquête ferroviaire

Déraillement en voie principale

Goderich-Exeter Railway
Train n° 86 de VIA Rail Canada Inc.
Point milliaire 77,05 de la subdivision Guelph
New Hamburg (Ont.)
Le 8 janvier 2004

Rapport numéro R04S0001

Résumé

Le 8 janvier 2004 vers 6 h 35, heure normale de l'est, trois voitures du train de voyageurs n° 86 de VIA Rail Canada Inc., qui roulait en direction est dans la subdivision Guelph, ont déraillé au point milliaire 77,05, près de New Hamburg (Ont.). Le réservoir de carburant de la locomotive a été percé et a laissé fuir environ 100 litres de combustible diesel. La voie ferrée a été endommagée sur une distance de quelque 1 150 pieds. Un passager a été légèrement blessé.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Le 8 janvier 2004 à 6 h 14, heure normale de l'est¹, le train de voyageurs n° 86 de VIA Rail Canada Inc. (VIA) part de Stratford (Ont.)² et roule en direction est dans la subdivision Guelph à destination de Toronto. Vers 6 h 26, alors que le train roule à 60 mi/h, les membres de l'équipe sentent une légère secousse, suivie d'un à-coup dans le train. Le mécanicien commande un serrage à fond des freins du train, si bien que le train s'immobilise de façon contrôlée sur une distance de quelque 1 150 pieds. L'équipe applique les mesures d'urgence voulues afin d'assurer la sécurité du train et des passagers.

L'inspection du train révèle que les trois voitures placées derrière la locomotive ont déraillé. La voie ferrée a été détruite sur une distance d'environ 600 pieds et elle a été endommagée sur environ 550 pieds. Un passager a été blessé légèrement. Un autre train de VIA en provenance de Kitchener, à environ 15 milles de là, est envoyé sur les lieux de l'accident. On transfère les passagers à bord de ce dernier train, de façon qu'ils puissent rallier Toronto.

Conditions météorologiques

Au moment de l'accident, il faisait -14°C, la visibilité était bonne et des vents de l'ouest-sud-ouest soufflaient en rafales atteignant 50 km/h.

Renseignements sur le train et sur l'équipe

Le train se composait d'une locomotive et de trois voitures. Il pesait 238 tonnes et mesurait 292 pieds. Il transportait 30 passagers, 2 mécaniciens et 3 employés de services dans les trains. Tous les membres de l'équipe étaient qualifiés pour occuper leurs postes respectifs. Les deux mécaniciens se conformaient aux normes en matière de repos et de condition physique.

Particularités de la voie

La subdivision Guelph appartient au Canadien National (CN). En novembre 1998, la Goderich-Exeter Railway (GEXR), une filiale de RailAmerica, Inc., a signé avec le CN un contrat de location concernant l'exploitation de la subdivision. Aux termes du contrat, la GEXR doit faire respecter la réglementation relative à l'infrastructure de la voie, et elle est notamment responsable de l'entretien régulier de la voie. La subdivision Guelph est une voie de catégorie 4³ sur laquelle la vitesse maximale autorisée est de 70 mi/h pour les trains de voyageurs et de 55 mi/h pour les trains de marchandises.

¹ Sauf indication contraire, toutes les heures sont exprimées en HNE (Temps universel coordonné [UTC] moins cinq heures).

² Tous les endroits indiqués sont situés dans la province d'Ontario.

³ Transports Canada, *Règlement sur la sécurité de la voie*, Partie II, A. Catégories de voies : Limites de vitesse de circulation.

D'est en ouest, la subdivision Guelph va du point milliaire 30,0 (jonction avec la subdivision Halton) au point milliaire 119,9, à London. Lors de l'accident, des ordres temporaires de vitesse réduite étaient en vigueur à tous les endroits où la voie était faite de rails éclissés. Ces ordres temporaires de vitesse réduite (du point milliaire 51,0 au point milliaire 58,8, du point milliaire 64,0 au point milliaire 78,0, et du point milliaire 91,0 au point milliaire 116,0) sont en vigueur depuis 1996 et ils limitaient la vitesse des trains de voyageurs à 60 mi/h, et celle des trains de marchandises à 40 mi/h.

Dans le secteur où le déraillement s'est produit, la voie est en alignement droit et elle était faite de rails éclissés de 100 livres élaborés selon le procédé au four Martin, qui ont été laminés en 1928 par la Dominion Iron and Steel Company (cette entreprise n'existe plus de nos jours). Les rails en longueurs de 39 pieds étaient retenus ensemble par des éclisses de 24 pouces portant chacune 4 boulons. Les rails étaient posés sur des selles à double épaulement, ils reposaient sur des traverses de bois dur mesurant huit pieds de longueur, et ils étaient assujettis à chaque traverse par quatre crampons de modèle standard. Les rails étaient encadrés par des anticheminants de type Cross Lock, et ils reposaient sur des traverses posées à raison de 16 traverses par longueur de 39 pieds. Le ballast de pierre concassée assurait un bon drainage. La structure de la voie a été remplacée à l'aide de rails fabriqués selon des méthodes plus modernes.

Dans la subdivision Guelph, la circulation des trains est régie grâce au système de régulation de l'occupation de la voie (ROV) en vertu du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada*, et elle est supervisée par un contrôleur de la circulation ferroviaire posté à North Bay. Il n'y a pas de signaux dans les territoires régis par le système de ROV. Par conséquent, quand le ROV est le seul moyen de régulation de la circulation, on dit qu'on est en territoire non signalisé. Normalement, le trafic ferroviaire dans les territoires non signalisés est moindre que dans les secteurs pourvus de signalisation.

Dommmages causés au train et à la voie

L'examen de la locomotive a révélé que les organes de roulement de celle-ci avaient subi des dommages mineurs. En outre, un morceau de rail brisé avait heurté le réservoir de carburant de la locomotive et percé un trou d'un demi-pouce au fond du réservoir. Le trou se trouvait directement au-dessus du rail nord. Environ 100 litres de combustible diesel ont fui par cet orifice. Une intervention rapide des premiers secours a permis de réduire au minimum les dommages causés à l'environnement par cette fuite. Les dossiers du BST indiquent que, depuis 1990, il y a eu 300 événements lors desquels le réservoir de carburant d'une locomotive a été percé ou a fui. Au moins 20 de ces événements ont entraîné un incendie. Vingt-sept de ces 300 événements impliquaient des locomotives de trains de voyageurs.

Les trois voitures ont subi des dommages mineurs à leurs organes de roulement, mais leurs compartiments passagers n'ont pas subi de dommages évidents.

Au cours de l'examen des lieux, on a observé des rails endommagés et brisés sur une distance de quelque 150 pieds en direction ouest à partir des voitures déraillées. Il a été déterminé que le point où le déraillement s'était produit correspondait à l'endroit où un bout du rail nord s'était brisé, soit au point milliaire 77,05. L'examen visuel des surfaces de rupture du rail a permis de déceler un défaut transversal interne complètement enfermé dans le rail. Ce défaut

transversal s'étendait à environ 25 p. 100 de la section transversale du champignon. Un second défaut transversal, plus petit, se trouvait à l'extrémité opposée du même rail brisé. Il n'y avait pas d'oxydation ni de taches manifestes sur aucune des surfaces de rupture. L'usure du champignon du rail était en deçà des limites d'usure tolérées par RailAmerica, Inc. Plusieurs bouts de rail brisé qui ont été retrouvés près du point de déraillement ont été envoyés pour analyse au laboratoire technique du BST.

Rapport du laboratoire technique

Les chiffres marqués sur le rail par estampage lors de sa fabrication indiquent que le rail a été fabriqué en 1928 selon le procédé au four Martin.

Le laboratoire a analysé trois surfaces de rupture affectant la section transversale du rail. Chaque surface de rupture contenait des défauts transversaux de forme ronde ou légèrement ovale, qui se trouvaient à quelque 17 mm sous la surface de roulement du champignon. Des motifs en chevrons sur les surfaces de rupture montraient que la rupture du rail a vraisemblablement pris naissance près du défaut transversal.

L'examen métallographique d'un échantillon de rail prélevé près du point d'origine de la rupture a révélé la présence d'un certain nombre de petites inclusions allongées de sulfure de manganèse (mesurant de 25 à 55 microns environ). Aucune fissuration n'a été observée sous la surface. Les essais aux ultrasons ne permettent pas toujours de détecter des inclusions de cette taille, à moins que les inclusions ne soient nombreuses. De plus, l'échantillon de rail montrait un grain grossier, désigné ASTM 3 (American Society for Testing and Materials, niveau 3). Les grains de cette taille, réputés pour faciliter la propagation des fissures, se trouvent habituellement dans les rails de cette époque, c'est-à-dire des rails fabriqués avant 1960. Les rails fabriqués selon des procédés modernes montrent une microstructure plus affinée (grain de taille fine).

Inspection de la voie et essais de rails

Pour les voies de catégories 4, on dit à l'article 10 du *Règlement sur la sécurité de la voie* (RSV) qu'au minimum, un superviseur de l'entretien de la voie ou d'autres membres qualifiés du personnel doivent inspecter la voie deux fois par semaine afin de détecter d'éventuels défauts. En outre, l'article 13.1 du RSV dit qu'un inspecteur ou un superviseur de la voie doit effectuer l'inspection des voies à des intervalles et selon des méthodes garantissant que la sécurité de la circulation des trains est assurée à la vitesse permise. Ces inspections de la voie se font à bord d'un véhicule rail-route. La voie avait été inspectée le 7 janvier 2004, soit la veille du déraillement. À cause du temps froid, deux inspections additionnelles avaient été faites au cours de la semaine précédant le déraillement. Ces inspections n'ont relevé aucune anomalie dans le secteur où le déraillement est survenu.

D'après le RSV, les voies de catégorie 4 doivent être auscultées deux fois par année par une voiture de contrôle de l'état géométrique de la voie⁴. Chaque année, la GEXR procède à au moins trois contrôles de l'état géométrique de la voie dans la subdivision Guelph. Un contrôle de ce genre avait été fait le 31 octobre 2003 et n'avait relevé aucun défaut dans le secteur du déraillement.

Le RSV exige que les voies de catégorie 4 fassent l'objet d'un contrôle des défauts internes du rail au moins une fois par année. Dans la subdivision Guelph, de tels contrôles des défauts du rail ont normalement lieu deux fois par année. Une voiture de détection des imperfections du rail⁵ a vérifié les rails le 5 octobre 2003 et n'a relevé aucune imperfection du rail dans le secteur du déraillement. Toutefois, 27 imperfections du rail ont été relevées dans le secteur situé entre les points milliaires 65,15 et 77,47. Au nombre de ces imperfections, on comptait : 17 étoilures du trou d'éclissage, 2 fissurations horizontales au congé de raccordement âme-champignon, 6 fissures verticales longitudinales du champignon et 2 fissures du trou d'éclissage.

Au cours du mois qui a suivi l'accident, des contrôles additionnels des imperfections du rail ont été faits du point milliaire 50,80 au point milliaire 78,30 et ont révélé la présence de 72 défauts du rail, dont 63 défauts des trous d'éclissage. Ces défauts ont été signalés dans des rails qui avaient été fabriqués en 1949. Toutefois, aucun défaut n'a été relevé dans des rails élaborés selon le procédé au four Martin.

Technologie d'essai des rails aux ultrasons

Le contrôle aux ultrasons est la méthode qu'on utilise habituellement pour déterminer si les rails sont affectés de défauts internes. Dans les appareils d'essai de ce genre, des transducteurs placés à différents angles émettent vers l'intérieur du rail des ultrasons qui permettent de déceler les défauts de différentes orientations et de différentes tailles. L'appareillage d'essai enregistre les ondes réfléchies, et les analyse pour déterminer s'il y a des écarts par rapport aux ondes émises. Si une impureté ou un défaut détectable est présent, le signal réfléchi apparaît comme une pointe. Avec le temps, le perfectionnement des technologies d'essai des rails a permis d'obtenir des résultats plus exacts, un traitement plus rapide de l'information et une présentation visuelle améliorée des résultats des essais. Toutefois, la technologie d'essai des rails souffre toujours de certaines limitations. D'après les normes minimales recommandées concernant les essais de rails, préparées par l'American Railway Engineering and Maintenance of Way Association, le taux de détection des défauts transversaux est de 65 p. 100 à 99 p. 100, tout dépendant de la taille des défauts.

⁴ Une voiture de contrôle de l'état géométrique de la voie utilise des moyens électroniques pour localiser et identifier les irrégularités de la géométrie de la voie, par exemple des irrégularités du nivellement transversal, de l'écartement, de la surface et de l'alignement. La voiture transmet un rapport en temps réel sur l'état général de la voie après l'avoir comparée aux normes concernant les voies de cette catégorie.

⁵ Une voiture de détection des imperfections du rail fait appel à l'induction ou aux ultrasons pour détecter des défauts internes du rail qu'il est normalement impossible de détecter visuellement pendant les inspections courantes.

Rails fabriqués selon le procédé au four Martin

Le rail brisé qu'on a récupéré sur les lieux du déraillement avait été fabriqué selon le procédé au four Martin. Les rails fabriqués selon ce procédé avant la fin des années 1930 sont réputés pour leur propension à emprisonner des inclusions. Depuis lors, le procédé au four Martin a été remplacé par des méthodes plus modernes d'affinage de l'acier qui permettent un contrôle plus serré des inclusions.

En vertu d'une politique de RailAmerica, Inc., il est interdit d'installer des rails fabriqués selon le procédé au four Martin dans la subdivision Guelph. D'après les spécifications concernant les achats de rails neufs, tous les rails de type RA de 100 livres doivent être des rails à refroidissement contrôlé. De plus, les contremaîtres de l'entretien ont reçu des instructions disant d'inspecter tous les rails avant leur installation pour s'assurer qu'ils ont fait l'objet d'un refroidissement contrôlé ou sous vide ou qu'ils ont été refroidis par air ou par eau. La réglementation et la compagnie n'exigent pas le retrait des rails fabriqués selon le procédé au four Martin qui sont déjà installés dans la subdivision Guelph, si les rails en question sont conformes aux exigences du RSV et n'excèdent pas les limites d'usure établies par RailAmerica, Inc.

Analyse

Comme aucune défaillance du matériel roulant et aucun manquement lié à l'exploitation n'ont contribué à cet accident, l'analyse portera surtout sur la propagation de la fissuration dans le rail d'époque, sur l'emploi de rails d'époque sur la voie principale et sur les essais visant à déceler les défauts du rail.

L'accident

Le train n° 86 roulait dans la subdivision Guelph à une vitesse de 60 mi/h quand il a déraillé en passant sur un rail brisé. L'absence de taches et d'oxydation sur la surface de rupture du rail indique que le rail s'est rompu lors du passage de ce train, plutôt que lors du passage d'un train précédent. La séparation du rail s'est vraisemblablement produite entre les premier et deuxième bogies de la locomotive. Cette conclusion est étayée par le fait que le réservoir de carburant a été percé entre les bogies au-dessus du rail nord, vraisemblablement par un bout de rail brisé.

La rupture du rail a pris son origine dans un défaut transversal du champignon du rail nord. Ce défaut a pu être causé par des inclusions de sulfure de manganèse qui étaient présentes dans le rail lors de sa fabrication. Ces inclusions facilitent l'apparition et la propagation de défauts transversaux dans le champignon du rail. Comme le contrôle ultrasonique des rails et les inspections faites à bord de véhicules rail-route n'ont pas permis de détecter ces défauts du rail, il est vraisemblable que les inclusions n'étaient pas assez grosses pour qu'on les détecte lors du dernier essai ultrasonique.

Propagation des fissures dans des rails d'époque

Les inclusions d'impuretés dans l'acier du rail sont des particules de nucléation qui sont réputées favoriser l'apparition de fissures. La facilité avec laquelle la nucléation des fissures se produit à l'interface des inclusions est fonction de l'indice de minceur de l'inclusion, et de la

liaison entre l'inclusion et la matrice. En règle générale, les inclusions allongées ayant la forme d'une crêpe ont un indice de minceur plus grand, de sorte que les structures de ce genre sont propices à la formation de fissures. Lors de l'accident, le rail élaboré selon le procédé au four Martin contenait des inclusions allongées de sulfure de manganèse, ce qui indique que le défaut transversal a vraisemblablement pris naissance dans les inclusions.

La microstructure plus affinée (grain fin) que permettent les procédés modernes de fabrication des rails est préférable à la microstructure faite de grains plus grossiers qu'on trouve habituellement dans les rails d'époque fabriqués avant 1960. Un grain plus fin a pour effet d'accroître la limite d'élasticité et la résistance à la rupture de l'acier du rail et d'abaisser simultanément la température de transition du type ductile au type fragile. Dans un rail dont le grain est fin, la croissance d'une microfissure serait peut-être stoppée par la résistance accrue du rail. Lors de l'accident, la grosseur du grain (ASTM 3) était typique des rails de l'époque. Le gros grain qui caractérise normalement les rails d'époque, combiné à la présence d'inclusions, peut entraîner une propagation accélérée des fissures, d'où un risque accru de rupture du rail.

Utilisation de rails d'époque sur la voie principale

La plupart du temps, les inspections de la voie se font à bord de véhicules rail-route. Ces inspections constituent le niveau initial de défense qui vise à signaler les anomalies de la voie et à déterminer le degré d'urgence des travaux d'entretien correctif qui s'imposent. Toutefois, les inspections de ce type se limitent à la détection des problèmes qu'on peut voir, ressentir ou entendre facilement pendant qu'on circule sur la voie à bord du véhicule rail-route. Dans ce cas-ci, la rupture du rail a été causée par un défaut interne qu'une inspection visuelle à bord d'un véhicule rail-route n'aurait pas permis de détecter.

Le contrôle ultrasonique des rails constitue le deuxième niveau de défense que les chemins de fer utilisent pour déceler les défauts internes du rail. Bien que le contrôle ultrasonique ait bénéficié récemment de plusieurs perfectionnements technologiques, il reste que l'examen et l'analyse des graphiques résultant des essais sont tributaires de l'interprétation qu'en fait l'opérateur. De plus, le matériel actuel d'essai des rails ne peut détecter les défauts transversaux que dans une proportion de 65 p. 100 à 99 p. 100, tout dépendant de la taille des défauts. Comme la science du contrôle ultrasonique est en pleine évolution, elle ne constitue pas un moyen infaillible de détection des défauts internes du rail. Compte tenu des limitations du matériel actuel d'essai des rails, et du risque accru de rupture des rails d'époque, l'utilisation des rails de ce type sur la voie principale fait augmenter les risques pour les passagers, pour le public et pour l'environnement.

Rails élaborés selon le procédé au four Martin

Le procédé d'élaboration des rails au four Martin a été remplacé par des méthodes plus modernes d'affinage de l'acier qui permettent un meilleur contrôle des inclusions. Il est connu que les rails élaborés selon le procédé au four Martin sont susceptibles d'être affectés par des défauts transversaux du fait des impuretés emprisonnées dans l'acier. Habituellement, une fissure prend naissance dans une inclusion et se propage transversalement dans le champignon du rail. Une fois qu'ils se sont formés, les défauts transversaux entraînent la fatigue du métal du fait de la répétition des charges de roues, et ce jusqu'à ce que le rail se brise ou jusqu'à ce que le défaut soit détecté. La plupart des compagnies de chemin de fer ont pour politique de ne pas

installer des rails élaborés selon le procédé au four Martin dans les subdivisions où passe la voie principale. À RailAmerica, Inc., on précise que des rails élaborés selon le procédé au four Martin ne doivent pas être installés dans la subdivision Guelph. Toutefois, si des rails élaborés selon le procédé au four Martin qui sont déjà installés sont conformes aux exigences du RSV et n'excèdent pas les limites d'usure établies par RailAmerica, Inc., ni la compagnie ni la réglementation n'exigent que ces rails soient retirés du service.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Le rail nord s'est brisé sous le poids de la locomotive de tête, causant le déraillement des trois voitures à voyageurs qui suivaient.
2. La rupture du rail a pris son origine dans un défaut transversal qui affectait le champignon du rail nord. Le défaut était dû à des inclusions de sulfure de manganèse qui étaient présentes dans le rail au moment de sa fabrication.
3. Les essais ultrasoniques des rails et les inspections à bord de véhicules rail-route n'ont pas permis de détecter les défauts internes qui affectaient le rail. Il est vraisemblable que les inclusions n'étaient pas assez grosses pour que le dernier contrôle aux ultrasons permette de les détecter.

Faits établis quant aux risques

1. La grosseur du grain et la présence d'inclusions dans les rails d'époque peuvent causer une propagation accélérée des fissures, d'où un risque accru de rupture du rail.
2. Compte tenu des limitations du matériel actuel d'essai des rails, et du risque accru de rupture des rails d'époque, l'utilisation des rails d'époque sur la voie principale fait augmenter les risques pour les passagers, pour le public et pour l'environnement.

Mesures de sécurité prises

Le 1^{er} mars 2004, le BST a adressé aux organes de réglementation et à l'industrie l'avis de sécurité ferroviaire (RSA) n° 617-02/04, dans lequel il faisait part de ses préoccupations quant à l'utilisation de rails d'époque élaborés selon le procédé au four Martin, sur des voies principales où circulent des trains de voyageurs et des trains transportant des marchandises dangereuses.

Le RSA proposait que l'organe de réglementation fasse un sondage auprès des chemins de fer canadiens au sujet de l'utilisation sur la voie principale de rails d'époque élaborés selon le procédé au four Martin. De plus, le RSA demandait à la GEXR des renseignements sur ses plans de remplacement des rails élaborés selon le procédé au four Martin. Suite à cet avis, les mesures de sécurité ci-après ont été mises en oeuvre :

- le 26 mai 2004, la GEXR a programmé un contrôle ultrasonique additionnel des rails dans la subdivision Guelph.

- la GEXR a procédé à une inspection visuelle de tous les emplacements de la subdivision Guelph où l'on trouve des rails éclissés. Au cours de ces inspections, tous les emplacements identifiés ont été documentés.
- la GEXR donné à ses superviseurs de l'entretien des instructions voulant qu'ils vérifient et consignent les marques estampées sur tous les rails dont on fait l'installation, afin de s'assurer qu'on n'installe aucun rail élaboré selon le procédé au four Martin.
- au début de mai 2004, un agent régional de l'infrastructure de surface de Transports Canada (TC) a inspecté un tronçon de la subdivision Chatham, près de Chatham. Ce tronçon fait passer des trains rapides de voyageurs et est le seul endroit de cette subdivision où il aurait pu y avoir des rails élaborés selon le procédé au four Martin. Pendant cette inspection, on n'a trouvé aucun rail élaboré selon le procédé au four Martin.
- le 24 août 2004, la GEXR a fait savoir à TC qu'elle avait retiré tous les rails élaborés selon le procédé au four Martin dans la partie de la subdivision Guelph où il y avait des rails éclissés.
- TC continuera de surveiller la situation sur les voies principales à grande vitesse et enquêtera auprès des autres chemins de fer canadiens pour déterminer s'il y a encore des rails élaborés selon le procédé au four Martin dans les subdivisions de voie principale. À cette fin, TC a demandé à tous les chemins de fer intéressés de lui faire savoir si des rails élaborés selon le procédé au four Martin sont toujours installés sur leurs voies principales et de l'informer sur leur politique quant à ces rails.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports au sujet de cet accident. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 1^{er} décembre 2004.