

Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

**RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE
R11V0039**



DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE

**DU TRAIN NUMÉRO C 751-51-11
DU CANADIEN NATIONAL
AU POINT MILLIAIRE 93,45 DE LA SUBDIVISION NECHAKO
À FORT FRASER (COLOMBIE-BRITANNIQUE)
LE 12 FÉVRIER 2011**

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

du train numéro C 751-51-11

du Canadien National

au point milliaire 93,45 de la subdivision Nechako
à Fort Fraser (Colombie-Britannique)

le 12 février 2011

Rapport numéro R11V0039

Sommaire

Le 12 février 2011, vers 17 h 45, heure normale du Pacifique, le train-bloc de charbon numéro C 751-51-11 du Canadien National roulait vers l'ouest, dans la subdivision Nechako, à environ 45 mi/h lorsque le freinage d'urgence provenant de la conduite générale a été déclenché au point milliaire 93,45, près de Fort Fraser (Colombie-Britannique). Après examen, on a déterminé que 36 wagons (du 43^e au 78^e inclusivement) avaient déraillé.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Le 12 février 2011, vers 17 h 45¹, le train numéro C 751-51-11 (le train) du Canadien National (CN) roule vers l'ouest dans la subdivision Nechako, à 45 mi/h lorsque le freinage d'urgence provenant de la conduite générale² se déclenche au point milliaire 93,45, près de Fort Fraser/Encombe, en Colombie-Britannique (Figure 1). Le train compte 2 locomotives de tête et 104 wagons chargés de charbon. Il pèse 9873 tonnes et mesure 10 678 pieds de long. Il s'agit d'un train-bloc de charbon qui voyage entre Tumbler Ridge (Colombie-Britannique), où les wagons sont chargés, et Prince Rupert (Colombie-Britannique), où ils sont déchargés, soit une distance d'environ 611 milles. L'équipe se compose d'un mécanicien de locomotive et d'un chef de train. Les deux membres de l'équipe répondent aux exigences de leurs postes respectifs, connaissent bien le territoire et se conforment aux normes en matière de repos et de condition physique.

En tentant d'isoler la cause du freinage d'urgence, le chef de train découvre une mâchoire d'attelage brisée. Il est en train de changer la mâchoire brisée lorsque le contrôleur de circulation ferroviaire communique avec lui pour l'informer qu'on a signalé le déraillement de wagons sur la voie principale. Après examen plus poussé, le chef de train détermine qu'un total de 36 wagons, soit du 43^e wagon au 78^e wagon inclusivement, ont déraillé.

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

² Le freinage d'urgence peut être déclenché par l'opérateur ou il peut provenir de la conduite générale. Dans les deux cas, le freinage d'urgence est déclenché par une réduction rapide de la pression dans la conduite générale.

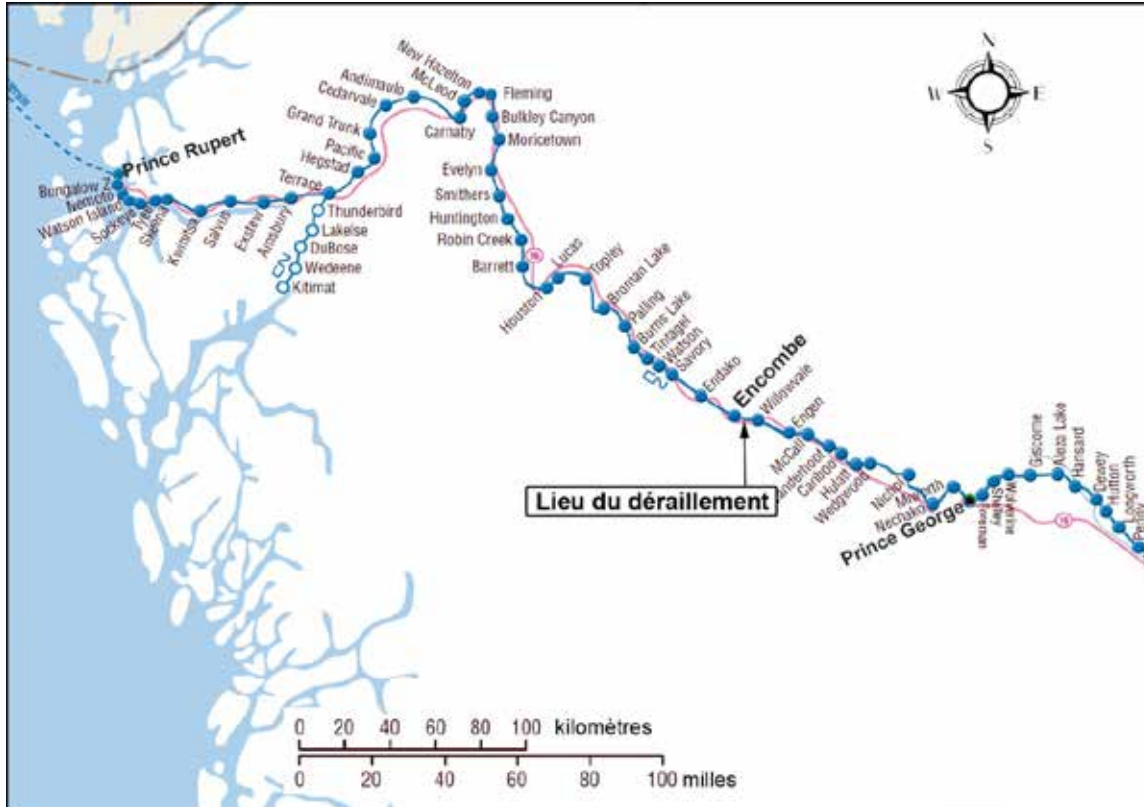


Figure 1. Lieu du déraillement

Subdivision Nechako

La subdivision Nechako commence à Prince George (point milliaire 0,0) et se termine à l'ouest, à Endako (point milliaire 115,4). Le mouvement des trains dans cette subdivision est régi par le système de commande centralisée de la circulation (CCC) en vertu du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada*, et est supervisé par le contrôleur de la circulation ferroviaire à Edmonton (Alberta). La vitesse de zone pour les trains de marchandises dans le secteur du déraillement était de 45 mi/h.

Examen des lieux

On a déterminé que le point de déraillement (PDD) était situé à environ 175 pieds à l'ouest du passage à niveau public du point milliaire 93,40. On n'a observé aucune marque sur le champignon de rail, avant le PDD. Par contre, au PDD, on a relevé des marques sur les traverses, du côté extérieur du rail nord.

On a déterminé que la roue L2 du 62^e wagon, BCNE 900534, s'était brisée et qu'elle avait déraillé sur le côté extérieur du rail nord. Le wagon a ensuite roulé sur une distance d'environ 925 pieds jusqu'à ce qu'il atteigne un aiguillage pour une voie de garage, ce qui a provoqué le déraillement principal. Les 19 wagons précédant le 62^e wagon (à l'ouest) et les 16 wagons le suivant (à l'est) ont également déraillé (Figure 2). Les 19 wagons précédant le 62^e wagon (à

l'ouest) ont déraillé en ligne droite : 7 d'entre eux (du 43^e wagon au 49^e wagon) se sont renversés sur le côté, en pleine courbe, alors que les 12 autres se sont retrouvés dans diverses positions derrière ces 7 wagons.

La roue brisée (roue L2) du wagon BCNE 900534 a été envoyée au Laboratoire du BST aux fins d'examen plus poussé.

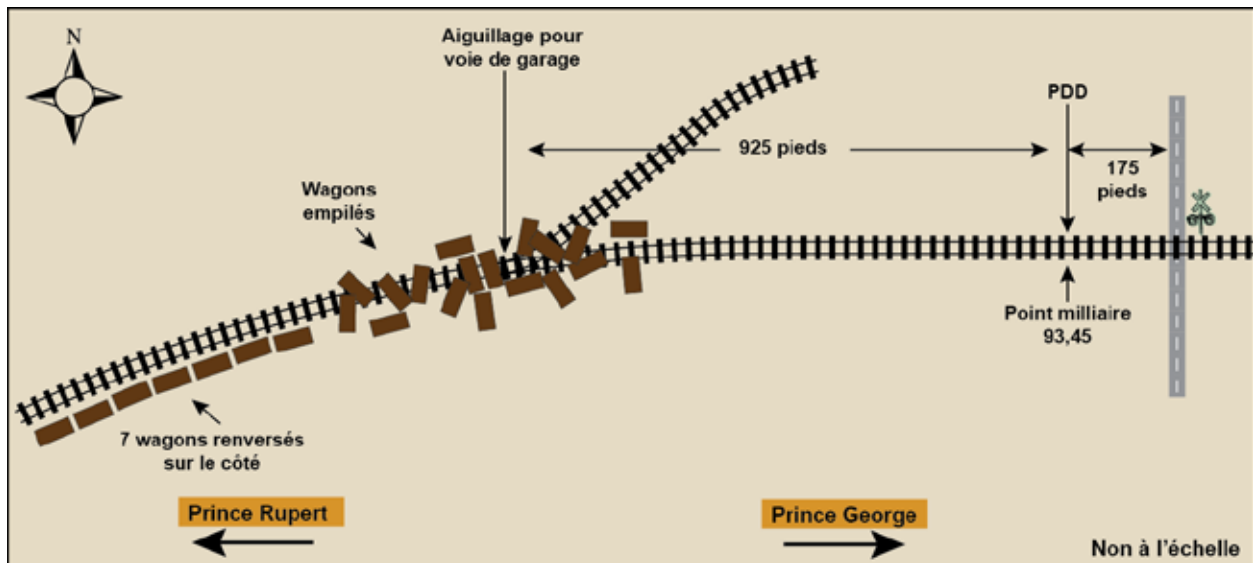


Figure 2. Croquis du lieu du déraillement. Remarque : Ce croquis est une représentation schématique du lieu du déraillement, et non de la position réelle et de la quantité de wagons.

Renseignements sur la voie

Près du lieu du déraillement, la voie suit des courbes d'inclinaisons variées et descend une pente vers l'ouest dont l'inclinaison varie de 0,4 à 0,1 %. La voie est constituée de longs rails soudés de 136 livres posés sur des selles de rail à double épaulement à l'aide de 4 crampons par traverse et d'anticheminants de type Fair toutes les deux traverses. Dans la courbe, les traverses sont faites de bois dur. Il y en a environ 3100 par mille, et elles reposent sur un ballast AREMA³ 5 de 2 ½ pouces, qui fait 12 pouces d'épaisseur jusqu'aux épaulements. Le drainage était bon.

Le 11 février 2011, le superviseur de la voie avait effectué une inspection visuelle de la voie dans le secteur du lieu du déraillement et n'avait observé aucun défaut. Le 4 février 2011, il avait procédé à une inspection visuelle. En outre, la voiture de contrôle de l'état géométrique de la voie avait inspecté la voie. Les inspections n'ont permis de déceler aucun défaut près du lieu du déraillement.

Inspection autorisée des wagons pour le train 751

D'après le plan de service ferroviaire du train 751, celui-ci devait faire l'objet d'une inspection autorisée des wagons à Prince George sur le chemin du retour (wagons vides). Les wagons parcourent environ 1180 milles entre deux inspections autorisées des wagons. Avant le déraillement, l'inspection autorisée des wagons la plus récente remontait au 2 février 2011.

Renseignements consignés

Selon les données téléchargées à partir du consignateur d'événements de locomotive :

- le train roulait à 45 mi/h au moment du freinage d'urgence;
- la vitesse du train avait été régulée à l'aide du frein rhéostatique⁴ de la locomotive sur une distance d'environ 3,5 milles avant que le freinage d'urgence soit déclenché;
- la poignée du frein rhéostatique avait été déplacée de la position 3 à la position 8 (maximum);
- la vitesse du train avait été maintenue entre 45 mi/h et 46 mi/h sur une distance de 3,5 milles avant que le freinage d'urgence soit déclenché.

Premier wagon ayant déraillé

Le wagon BCNE 900534 était un wagon-tombereau à déchargement rotatif qui transportait du charbon. Il mesurait 58 pieds et 7 pouces de longueur, 11 pieds et 11 pouces de hauteur et 10 pieds et 8 pouces de largeur. Il avait un poids brut maximal sur rails de 286 000 livres. La tare (c'est-à-dire le poids du wagon vide) était de 56 700 livres, ce qui signifie qu'il avait une limite de charge de 229 300 livres. Un examen du bulletin de pesage indique que le wagon transportait une charge de 203 540 livres durant ce voyage.

Roue brisée

La roue L2 de l'essieu monté n° 2 a été fabriquée en mars 2006 par Griffin Wheel Company, une entreprise située à Winnipeg (Manitoba). C'était une roue moulée en acier trempé, non reprofilable, à boudin large. Cet essieu monté a été installé sous le wagon lors des réparations effectuées le 17 mai 2006. Un premier examen de la roue (Photo 1) a permis de faire les observations suivantes :

- La jante s'est brisée à quatre endroits.
- Le moyeu de la roue brisée était encore sur l'essieu (voir les flèches sur la Photo 1), mais il avait été forcé hors de son siège, vers l'intérieur.

⁴ Le frein rhéostatique utilise les moteurs de traction pour freiner les essieux moteurs de la locomotive. De l'énergie est produite sous forme d'électricité et est dissipée sous forme de chaleur par l'intermédiaire des résistances du système de freinage rhéostatique. Le frein rhéostatique peut fonctionner isolément ou être combiné au circuit de freinage à air du train.

- On a examiné les roulements adjacents à la roue brisée ainsi que la roue conjuguée non endommagée, et aucun signe de dommage n'a été décelé.
- Il n'y avait pas de trace de rouille sur le pourtour de la roue brisée, ce qui permet de penser que la surchauffe n'était pas en cause.
- On a observé un grand nombre d'écailles sur la table de roulement de la roue brisée, et ce, sur toute la circonférence de la roue. La taille des écailles les plus grosses atteignait presque la limite maximale permise par l'Association of American Railroads (AAR), sans toutefois la dépasser.
- L'écailage au point d'origine de la fissure progressive ne semblait pas pire que celui observé ailleurs sur la table de roulement. On a observé de petites fissures de surface inclinées à 45° sur la table de roulement la roue.
- Sur la roue conjuguée, l'écailage était essentiellement concentré sur une surface d'environ 12 pouces de long. La taille des écailles ne dépassait pas celle permise par l'AAR et Transports Canada (TC).
- À l'exception des signes d'écailage, les tables de roulement des deux roues n'étaient pas endommagées, et on n'a observé aucune fissure causée par la chaleur.



Photo 1. Roue L2 brisée et roue conjuguée

Fatigue de contact de roulement et écailage

La fatigue de contact de roulement des roues de train est causée par un stress de contact répété entre la roue et le rail pendant qu'un train roule. Il existe 3 mécanismes communs de fatigue de contact de roulement :

- **Fatigue de surface** – Ce processus découle de la transformation plastique importante du matériau de surface. Une fois qu'une fissure s'est formée sur la surface, elle s'étend à angle étroit jusqu'à la roue et de nouveau jusqu'à la table de roulement de

sorte qu'elle entraîne habituellement le décollement d'un petit morceau de matériau de la table de roulement, appelé écaille⁵.

- **Fatigue de subsurface** – Ce processus commence habituellement à environ ¼ pouce sous la surface de la table de roulement. Il est causé par la combinaison d'une charge verticale élevée et d'une faible résistance à la fatigue localisée du matériau, comme celle occasionnée par des inclusions microscopiques de sulfure de manganèse. Lorsqu'une fissure prend naissance sous la surface, elle s'étend initialement de façon parallèle à la table de roulement. Il n'y a habituellement aucune inclusion macroscopique ni cavité au point d'origine de la fissure⁶.
- **Fatigue causée par des défauts du matériel** – Ce processus commence habituellement à environ ½ à 1 pouce sous la surface de la table de roulement, dans des défauts macroscopiques ou des cavités d'environ 1 mm. La fissure s'étend parallèlement à la table de roulement. La fissure finale résulte de la ramification de la fissure sur sa circonférence⁷.

Les 2 premiers mécanismes de fatigue de contact de roulement peuvent être à l'origine de l'écaillage de la table de roulement, lequel peut être sujet aux effets d'une résistance moindre du matériau combinée à la température élevée attribuable au freinage.

Jantes fissurées verticalement et roues brisées

Les chercheurs continuent d'étudier la fissuration verticale des jantes puisqu'il s'agit d'un processus qu'on ne comprend pas entièrement. La fissuration verticale des jantes prend habituellement naissance à la base d'une écaille ou d'une exfoliation⁸ causée par la fatigue de contact de roulement. Elle constitue l'un des principaux types de bris de roues de train observés en Amérique du Nord⁹.

Le CN estime qu'il y a plus d'un million de roues différentes en service sur ses voies chaque année (Canada et États-Unis). En 2011, le CN a répertorié dans son réseau 55 roues considérées comme « brisées »; ces roues ont été retirées du réseau. De ces 55 roues, 8 ont causé un déraillement et 4 de ces déraillements étaient des événements mineurs mettant en cause 1 seul wagon.

⁵ A. Ekberg, E. Kabo et H. Andersson, « An Engineering Model for Prediction of Rolling Contact Fatigue of Railway Wheels », *Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures*, volume 25, n° 10 (octobre 2002).

⁶ Ibid

⁷ Ibid

⁸ Les écailles sont d'origine thermique et peuvent se produire lors de l'enrayage d'une roue, lorsque des températures élevées sont suivies d'un refroidissement rapide causé par le métal adjacent, ce qui donne lieu à une plaque de martensite dure et cassante.

⁹ Transportation Technology Center, Inc., Technology Digest TD-09-008, mars 2009.

Analyse en laboratoire de la roue brisée

L'analyse en laboratoire de la roue L2 du wagon BCNE 900534 a permis de tirer les conclusions suivantes :

- La roue s'est rompue en raison d'une fissuration verticale de la jante qui s'étendait sur environ le quart de la circonférence de la roue. Le point d'origine de la fissuration était situé à environ $\frac{1}{4}$ pouce sous la surface de la table de roulement, à la base d'une écaille (Photo 2).

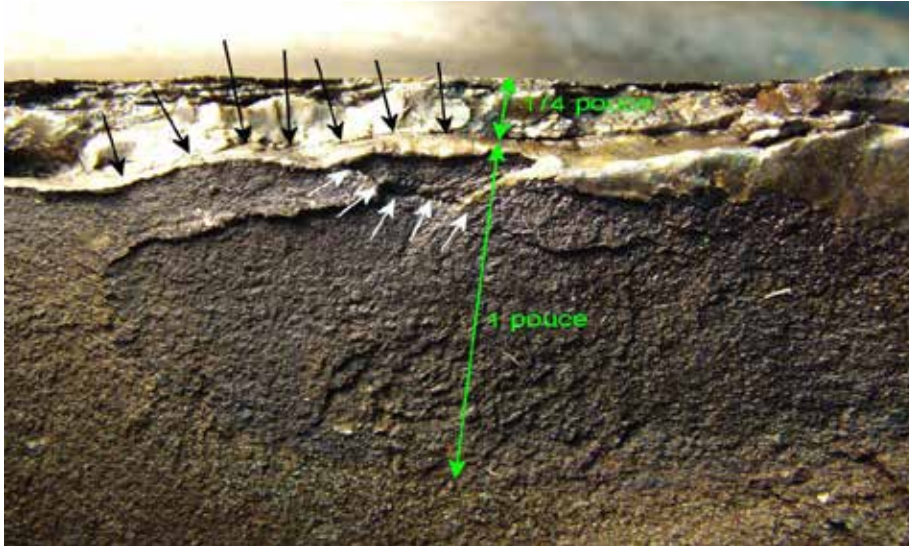


Photo 2. Point d'origine de la fissuration verticale de la jante. Les flèches en noir montrent une fissure d'environ $\frac{1}{4}$ pouce située sous la table de roulement et parallèle à cette dernière. Cette fissure est associée à la formation de l'écaille. Les flèches blanches montrent une fissure secondaire se propageant dans la roue.

- On peut voir la fissure qui s'est formée sous la surface, parallèlement à la table de roulement et qui a causé l'écailage. On peut également voir une fissure secondaire qui se propage à partir de la base de l'écaille, perpendiculairement à la table de roulement, vers le centre de la roue.
- L'écailage s'était propagé sur toute la circonférence de la roue L2 qui comportait de multiples fissures de surface et de subsurface, ce qui indique que la progression importante de la fissure était attribuable à la fatigue de contact de roulement (Photo 3). La fissuration verticale de la jante avait pris naissance à la base de l'écaille. Les normes de l'AAR ne font état d'aucune limite critique relative à l'écailage.



Photo 3. Les flèches indiquent des marques de référence qui permettent de conclure que la fissuration s'est faite progressivement.

- On n'a observé aucun défaut de nature métallurgique au point d'origine qui aurait pu causer le bris.
- La dureté de la roue, sa composition chimique, sa microstructure, l'usure de la jante et du boudin ainsi que l'usure de la partie concave de la table de roulement étaient conformes aux normes applicables de l'AAR.
- La roue brisée ne respectait pas la norme applicable de l'AAR en matière de propreté microscopique en ce qui concerne les cavités et l'oxydation. Il n'a pas été possible de déterminer dans quelle mesure ce non-respect de la norme a contribué au bris de la roue.
- Parmi les facteurs ayant contribué à la fatigue de contact de roulement et à la fissuration verticale de la jante, mentionnons une charge de service régulière, des charges d'impact inhabituelles, le nombre de cycles de service, l'état de la surface de roulement du rail, la contrainte résiduelle exercée sur la roue, la propreté microscopique du matériau de la roue et la présence d'autres défauts ou dommages. Il n'a pas été possible de déterminer dans quelle mesure ces facteurs ont contribué au bris de la roue.

Normes de l'Association of American Railroads et de Transports Canada concernant l'écaillage des roues

Au Canada, les compagnies de chemin de fer de compétence fédérale appliquent les normes de Transports Canada (TC) lorsqu'elles effectuent des inspections autorisées des wagons pour déceler tout défaut pouvant justifier le retrait du service d'une pièce de matériel roulant. Lorsqu'un wagon est sur une voie de réparation, on applique les normes de l'AAR pour déterminer ce qui constitue un défaut critique. L'AAR et TC se fondent sur des tailles d'écaillage différentes pour déterminer si une roue a atteint la limite critique.

Avant juillet 2002, la règle 41 de l'AAR prévoyait ce qui suit :

Lorsque l'écaillage ou l'exfoliation s'étend sur 3/4 pouce ou plus de diamètre 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 « îlots » de métal d'origine de la table de roulement contenus dans les cavités d'écaillage ou d'exfoliation ne sont pas considérés comme faisant partie du secteur d'écaillage ou d'exfoliation. [Traduction]

La règle 41 a été modifiée en juillet 2002 et prévoit maintenant ce qui suit :

Lorsque l'écaillage ou l'exfoliation s'étend sur 1 pouce ou plus de diamètre, la roue doit être retirée du service. Les « îlots » de métal d'origine de la table de roulement contenus dans les cavités d'écaillage ou d'exfoliation ne sont pas considérés comme faisant partie du secteur d'écaillage ou d'exfoliation. [Traduction]

Cette modification a été apportée en raison de l'ambiguïté de cette règle (c'est-à-dire l'interprétation de l'expression « plus ou moins continu »). De plus, on croyait que l'installation de détecteurs de défauts de roues (DDR) permettrait de réduire les risques associés à l'écaillage circonférentiel.

Pour TC, la norme pour déterminer qu'une roue a atteint les limites critiques en raison d'un écaillage de la table de roulement stipule que « Les compagnies de chemin de fer ne doivent pas mettre ni maintenir en service un wagon présentant une des anomalies suivantes : une 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. »

La norme de TC ne fait pas mention des îlots de métal d'origine de la table de roulement contenus dans les parties touchées par l'écaillage ou l'exfoliation.

Détecteurs de défauts de roues

Les DDR sont des dispositifs de détection en voie qui mesurent la charge d'impact d'une roue sur le rail habituellement à l'aide d'un système extensométrique ou d'un système fondé sur un accéléromètre. Le système extensométrique mesure la force exercée sur le rail en établissant une relation mathématique entre la charge appliquée et le fléchissement du rail. Ces jauges sont placées sur l'âme du rail, à environ mi-hauteur du rail, sous le champignon. La contrainte exercée sur le rail est une mesure directe de la charge appliquée sur le champignon.

Au CN, toute roue de wagon ayant une lecture de DDR de 140 kips¹⁰ ou plus doit être remplacée avant que le wagon puisse être remis en service. Un entretien est requis lorsque les charges d'impact d'un wagon sont entre 90 kips et 140 kips. Ce wagon est alors signalé et peut être ou non dirigé vers une inspection subséquente par le personnel compétent au prochain

¹⁰

Un kip est une charge de 1000 livres de poids en lourd.

terminal disponible. Le nombre de kips utilisés pour le signalement des roues varie en fonction de divers facteurs, comme la température (c'est-à-dire un risque plus élevé d'écaillage en hiver), et tient compte de la charge de travail en entretien et des activités du réseau. Les roues qui nécessitent un entretien en raison de leur charge d'impact sont remplacées dès que possible.

Le CN a investi dans l'un des réseaux de DDR les plus importants en Amérique du Nord (c'est-à-dire 39 détecteurs à 34 endroits). Grâce à ce réseau de DDR, le CN retire chaque année entre 25 000 et 30 000 roues dont les charges d'impact sont entre 90 kips et 139 kips. Selon le CN, la majorité de ces roues avaient presque atteint le seuil de 90 kips. Chaque année, environ 2500 roues atteignent des charges d'impact de plus de 140 kips. Les données historiques de ces roues ne faisaient à peu près pas état de cette situation, ce qui démontre que la table de roulement peut se détériorer très rapidement et que cette détérioration peut souvent survenir lorsque le wagon se dirige vers les installations d'entretien. Un résumé de la politique du CN concernant les DDR est présenté à l'annexe A.

Dans ses normes de 2011, l'AAR autorise le retrait facultatif d'une roue lorsque la lecture de charge d'impact est égale ou supérieure à 90 kips. Toutefois, lorsqu'un wagon est sur une voie de réparation, pour quelque raison que ce soit, et qu'une seule roue obtient une lecture de 80 kips à 90 kips, celle-ci est considérée comme ayant atteint la limite critique et doit être retirée du service.

Le *Règlement concernant l'inspection et la sécurité des wagons de marchandises* approuvé par TC ne contient aucune disposition au sujet du retrait de roues en service en raison de lectures de DDR.

Lectures de détecteurs de défauts de roues et fissuration verticale de la jante de roue

Dans le cadre d'une étude, le Transportation Technology Center, Inc.¹¹ a examiné 24 essieux montés comportant des roues brisées. Cette étude a permis de conclure que la fissuration verticale de la jante était la principale cause de ces bris (71 %). Des données historiques n'étaient disponibles que pour 12 de ces roues brisées. Les données de 6 des 12 roues brisées indiquaient que des charges d'impact excédant 90 kips avaient été décelées avant la défaillance.

Moins de 3 heures avant le déraillement, une lecture de 94,4 kips avait été relevée pour la roue L2 du wagon BCNE 900534 à l'un des sites de DDR, situé à environ 78 milles du lieu du déraillement. Des charges d'impact supérieures à 80 kips ont été décelées à 3 reprises pour cette roue : 83,2 kips le 24 décembre 2010, 81,2 kips le 8 janvier 2011 et 87,8 kips le 8 février 2011. Les lectures de DDR relatives à la roue R2 (c'est-à-dire la roue conjuguée) étaient largement en dessous du seuil de 90 kips.

Dans 2 événements récents à signaler au Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST), qui mettaient en cause des roues brisées et qui n'avaient pas fait l'objet d'enquêtes officielles du BST (c'est-à-dire R11T0072 – Coport, en Ontario et R11T0079 – Makwa, en Ontario), on avait examiné les circonstances menant à la défaillance des roues en tenant compte des données

¹¹ Technology Digest TD-09-008

historiques consignées à l'aide des DDR. Dans le cas de R11T0072, les lectures de charges d'impact relevées indiquaient que la roue en cause avait dépassé la limite permise par l'AAR à 8 occasions avant la défaillance. Dans le cas de R11T0079, les charges d'impact de roue n'avaient jamais atteint les limites prescrites par l'AAR avant la défaillance. Les roues en cause dans ces 2 événements ont été retirées du service et envoyées au Laboratoire du BST afin d'être examinées en détail.

L'enquête a donné lieu aux rapports de laboratoire suivants :

- LP037/2011 (R11T0072 - Coport)
- LP040/2011 (R11T0079 - Makwa)
- LP022/2011 (R11V0039 - Fort Fraser)

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

Analyse

La cause de ce déraillement n'est ni la structure de la voie ni la conduite du train. Cette analyse portera essentiellement sur la roue L2 brisée, les limites critiques prescrites par l'AAR et TC relativement à l'écaillage des roues et les DDR.

L'accident

Le déraillement est survenu lorsque la roue L2 du wagon BCNE 900534 s'est brisée de façon catastrophique. Au début, seul l'essieu monté a déraillé et le train a poursuivi sa marche sans dommage jusqu'à ce que le wagon qui avait déraillé passe par un aiguillage situé à environ 925 pieds à l'ouest du PDD. C'est à ce moment que le train s'est séparé et que le freinage d'urgence provenant de la conduite générale s'est déclenché. Le wagon BCNE 900534 et les 16 wagons qui le suivaient se sont empilés, tous orientés dans différentes directions. Les 19 wagons précédant le wagon BCNE 900534 (à l'ouest) ont déraillé en ligne droite : 7 d'entre eux (du 43^e wagon au 49^e wagon) se sont renversés sur le côté, dans la courbe, et les 12 autres se sont arrêtés derrière eux dans diverses positions.

La jante de la roue brisée s'était fissurée verticalement, et cette fissure s'étendait sur environ le quart de la circonférence de la roue. La fissuration verticale de la jante avait pris naissance à la base de l'écaille. La roue L2 s'était écaillée sur toute sa circonférence et comportait de multiples fissures de surface et de subsurface, ce qui démontre que la progression importante de la fissure était attribuable à la fatigue de contact de roulement. La fissuration verticale la jante, qui s'était formée depuis quelque temps, a atteint une taille telle que la roue n'était plus assez forte pour supporter les charges normales de service, ce qui a entraîné la défaillance catastrophique.

L'écaillage de la table de roulement de la roue conjuguée avait atteint les limites critiques énoncées dans les normes de l'AAR et de TC, mais n'avait pas été décelé lors de l'inspection et la roue n'avait pas été retirée du service.

Normes de l'Association of American Railroads et de Transports Canada concernant l'écaillage des roues

Avant juillet 2002, la règle 41 des normes de l'AAR prévoyait que, lorsque l'écaillage était plus ou moins continu sur la circonférence d'une roue, celle-ci devait être retirée du service. La modification de juillet 2002 a permis de retirer le libellé ambigu « plus ou moins continu ». En ce qui concerne l'événement à l'étude, la roue L2 aurait été jugée inacceptable si l'écaillage avait été repéré lors d'une inspection étant donné qu'il était « plus ou moins continu » sur toute la circonférence. Bien que la règle 41 de l'AAR ne laisse plus place à l'interprétation, en raison de la modification de juillet 2002, elle est moins efficace, surtout lorsqu'il y a présence manifeste d'écaillage circonférentiel; il y a donc un risque plus élevé que des roues défectueuses soient maintenues en service.

Par comparaison, la taille d'écaillage prévue dans les normes de TC pour déterminer si la roue écaillée d'un wagon en service a atteint la limite critique est plus grande que celle indiquée dans les normes de l'AAR. De plus, les normes de TC ne font pas mention de l'écaillage circonférentiel. Appliquer des limites critiques qui permettent le maintien en service d'une roue écaillée contribue à augmenter le risque que celle-ci se brise de façon catastrophique. À mesure que les écailles ou exfoliations deviennent plus nombreuses sur la table de roulement, le risque que la fissure se propage soudainement dans la roue s'accroît, ce qui peut produire une fissuration verticale de la jante de la roue et entraîner un déraillement.

Détecteurs de défauts de roues

Selon les règles de l'AAR en vigueur, un wagon peut être retiré du service et le propriétaire du wagon peut recevoir une facture pour le remplacement d'une roue en service dont la lecture de DDR est de 90 kips. De plus, il faut retirer du service toute roue d'un wagon sur une voie de réparation qui a obtenu une lecture de la charge d'impact de plus de 80 kips. À l'heure actuelle, TC n'impose aucune norme en ce qui concerne les lectures de DDR jugées critiques. Il se peut donc que les seuils fixés par l'industrie ne permettent pas de prévenir de façon appropriée les défauts de roues éventuels.

La technologie liée aux DDR découle d'une initiative lancée par l'industrie qui vise à prévenir les bris de rails et de roues et à réduire les risques de déraillement. La politique du CN concernant les DDR prévoit des fourchettes de seuils relatifs aux charges d'impact de roue et décrit les mesures à prendre lorsque des charges d'impact atteignant ces seuils sont décelées sur des wagons en service. Selon cette politique, les roues ayant une charge d'impact entre 90 kips et 139 kips doivent être signalées afin d'être inspectées par le personnel compétent au prochain terminal disponible. Il se peut que la politique du CN concernant les DDR ne fournisse pas l'orientation nécessaire pour déceler les défauts de roues éventuels lorsque la charge d'impact atteint les limites critiques prescrites par l'AAR; les défauts de roues éventuels risquent donc de ne pas être décelés avant qu'ils ne s'aggravent et qu'ils causent un bris.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Le déraillement est survenu lorsque la roue L2 du wagon BCNE 900534 s'est brisée de façon catastrophique.
2. La roue L2 s'était écaillée sur toute sa circonférence et comportait de multiples fissures de surface et de subsurface, ce qui démontre que la progression importante de la fissure était attribuable à la fatigue de contact de roulement.
3. Une fissuration verticale s'est formée sur la jante de la roue, à la base d'une écaille, et s'est propagée sur environ le quart de la circonférence de la roue.
4. La roue s'est brisée lorsqu'une fissure, qui s'était formée depuis quelque temps, a atteint une taille telle que la roue ne pouvait plus supporter les charges normales de service.

Faits établis quant aux risques

1. À mesure que les écailles ou exfoliations deviennent plus nombreuses sur la table de roulement, le risque que la fissure se propage soudainement dans la roue s'accroît, ce qui peut produire une fissuration verticale de la jante de la roue et entraîner un déraillement.
2. Bien que la règle 41 de l'Association of American Railroads (AAR) ne laisse plus place à l'interprétation, en raison de la modification de juillet 2002, elle est moins efficace, surtout lorsqu'il y a présence manifeste d'écaillage circonférentiel; il y a donc un risque plus élevé que des roues défectueuses soient maintenues en service.
3. Il se peut que la politique du Canadien National (CN) concernant les détecteurs de défauts de roues (DDR) ne fournisse pas l'orientation nécessaire pour déceler les défauts de roues éventuels lorsque la charge d'impact atteint les limites critiques prescrites par l'AAR; les défauts de roues éventuels risquent donc de ne pas être décelés avant qu'ils ne s'aggravent et qu'ils causent un bris.
4. À l'heure actuelle, Transports Canada (TC) n'impose aucune norme en ce qui concerne les lectures de DDR jugées critiques; il se peut donc que les seuils fixés par l'industrie ne permettent pas de prévenir de façon appropriée les défauts de roues éventuels.

Autre fait établi

1. L'écaillage de la table de roulement de la roue conjuguée avait atteint les limites critiques énoncées dans les normes de l'AAR et de TC, mais n'avait pas été décelé lors de l'inspection et la roue n'avait pas été retirée du service.

Mesures de sécurité prises

Le 1^{er} décembre 2011, le BST a émis l'avis de sécurité ferroviaire 11/11 intitulé *Broken Wheels with Previous AAR Condemnable WILD Readings* (roues brisées dont les lectures antérieures du DDR atteignent les limites critiques de l'AAR). Cet avis faisait référence à 2 événements à signaler au BST (Fort Fraser, R11V0039, et Coport, R11T0072), au cours desquels le bris des roues avait été causé par une fissuration verticale de la jante. Il y est notamment indiqué que les compagnies de chemin de fer nord-américaines estiment que les critères de l'Association of American Railroads (AAR) concernant les détecteurs de défauts de roues (DDR) permettent de fixer un seuil d'entretien. Étant donné que Transports Canada (TC) n'impose aucune exigence réglementaire concernant les systèmes de détection en voie, comme les DDR, chaque compagnie de chemin de fer établit et maintient ses propres systèmes et seuils de déclenchement d'alarme en ce qui concerne les charges d'impact. Contrairement aux normes de l'AAR qui imposent une limite critique de 90 kips, la politique du Canadien National (CN) concernant les DDR prévoit que les roues ne doivent être retirées immédiatement du service que si leur charge d'impact est supérieure à 140 kips. Les lectures de DDR enregistrées pour les wagons des 2 événements précités, dont les roues se sont brisées en raison d'une fissuration verticale de la jante, n'avaient pas atteint le seuil sur lequel le CN se fonde pour déterminer si une roue doit être retirée immédiatement du service. Ces roues ont donc été maintenues en service et se sont brisées. Étant donné qu'une roue ayant une charge d'impact élevée risque de se détériorer et de se briser, TC devrait examiner les critères relatifs aux DDR afin de s'assurer que du personnel compétent au prochain terminal disponible effectue une inspection ciblée des essieux montés ayant obtenu des lectures de DDR supérieures aux limites critiques de l'AAR.

Les mesures de sécurité suivantes ont été prises ou se poursuivent :

- Le CN continue de collaborer avec l'industrie et les fournisseurs de roues afin de mener des recherches sur les mécanismes causant les bris de roues et d'établir des mesures de prévention.
- Le CN met actuellement à l'essai un nouveau matériau de roue de classe D. Ce matériau possède des propriétés métallurgiques qui lui permettent de résister à l'écaillage et au bris. La plupart des roues de 36 pouces que le CN achète sont constituées du matériau de classe D, approuvé par l'AAR.
- TC mène actuellement un examen approfondi du système de détection en voie de l'industrie et des critères relatifs aux DDR par l'intermédiaire d'un forum conjoint réunissant TC et l'industrie.
- TC collabore actuellement avec l'industrie pour réviser le *Règlement concernant l'inspection et la sécurité des wagons de marchandises*. TC et l'industrie examineront s'il serait avantageux d'ajouter au *Règlement concernant l'inspection et la sécurité des wagons de marchandises* certains points comme l'écaillage circonférentiel, les limites critiques relatives aux lectures de DDR et le signalement des défauts de roues lorsque les valeurs des lectures de DDR atteignent les limites critiques de l'AAR.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 18 avril 2012. Il est paru officiellement le 24 avril 2012.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits, visitez son site Web (www.bst-tsb.gc.ca). Vous y trouverez également des liens vers d'autres organismes de sécurité et des sites connexes.

Annexe A – Politique du Canadien National concernant les détecteurs de défauts de roues

- 1) Wagons ayant obtenu une seule lecture de charge d'impact de plus de 160 kips ou une seule lecture de charge d'impact dont la valeur corrigée en fonction de la vitesse était de 200 kips
 - ⇒ Le Centre de contrôle de la circulation ferroviaire (CCCF) doit immédiatement réduire la vitesse du wagon à 25 mi/h.
 - ⇒ S'il s'agit de l'impact mesuré sur un train entrant, le wagon doit être laissé au terminal.
 - ⇒ S'il s'agit de l'impact mesuré sur un train sortant, le wagon doit être garé à la première voie d'évitement désignée.
 - ⇒ Le contrôleur de la circulation ferroviaire – Mécanique (CCFM) apposera sur le wagon une étiquette d'avarie affichant le code WI (défauts de roue) et se chargera d'informer le personnel responsable des réparations mécaniques.
 - ⇒ La roue en cause doit être remplacée avant d'être remise en service.

- 2) Wagons ayant obtenu une seule lecture de charge d'impact entre 150 kips et 159 kips
 - ⇒ Le CCFC doit immédiatement ralentir le wagon à une vitesse de 10 mi/h inférieure à celle enregistrée au détecteur.
 - ⇒ Le CCFC décidera si le wagon devrait être garé au terminal d'arrivée (s'il arrive) ou au premier emplacement désigné (s'il est en partance).
 - ⇒ Si les emplacements suggérés ne conviennent pas à la situation, le wagon peut être garé à un autre endroit. Le cas échéant, le wagon ne devrait jamais quitter l'endroit où sera effectuée l'inspection autorisée des wagons.
 - ⇒ Le CCFM apposera sur le wagon une étiquette d'avarie affichant le code WI (défauts de roue) et se chargera d'informer le personnel responsable des réparations mécaniques. La roue en cause doit être remplacée avant d'être remise en service.

- 3) Wagons ayant obtenu une seule lecture de charge d'impact entre 140 kips et 149 kips
 - ⇒ Le CCFC doit immédiatement ralentir le wagon à une vitesse de 5 mi/h inférieure à celle enregistrée au détecteur. Si la température au détecteur est de -25 °C (-13 °F) ou plus froide, le wagon doit rouler à une vitesse de 10 mi/h inférieure à celle enregistrée au détecteur.
 - ⇒ Le CCFC décide si le wagon devrait être garé au terminal d'arrivée (s'il arrive) ou au premier emplacement désigné (s'il est en partance).
 - ⇒ Si les emplacements suggérés ne conviennent pas à la situation, le wagon peut être garé à un autre endroit. Le cas échéant, le wagon ne devrait jamais quitter l'endroit où sera effectuée l'inspection autorisée des wagons.

- ⇒ Le CCFM apposera sur le wagon une étiquette d'avarie affichant le code WI (défauts de roue) et se chargera d'informer le personnel responsable des réparations mécaniques.
- ⇒ La roue en cause doit être remplacée avant d'être remise en service.

Des mesures additionnelles relatives au garage des wagons et aux réductions de vitesse pourraient être prises si les circonstances le justifient.

Les wagons ayant des charges d'impact de roues entre 90 kips et 140 kips nécessitent un entretien et pourraient être signalés ou non pour une inspection subséquente par du personnel compétent au prochain terminal disponible. Les roues nécessitant un entretien en raison de leur charge d'impact doivent être remplacées dès que possible pour éviter que les roues ayant une charge d'impact de 140 kips endommagent les rails et retardent les trains.