



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada



RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT FERROVIAIRE R18V0016

DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE

Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada
Train de marchandises C76751-17
Point milliaire 49,07, subdivision de Bulkley
New Hazelton (Colombie-Britannique)
19 janvier 2018

Canada

À PROPOS DE CE RAPPORT D'ENQUÊTE

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

Ce rapport est le résultat d'une enquête sur un événement de catégorie 3. Pour de plus amples renseignements, se référer à la Politique de classification des événements au www.bst.gc.ca.

CONDITIONS D'UTILISATION

Reproduction non commerciale

À moins d'avis contraire, vous pouvez reproduire le contenu en totalité ou en partie à des fins non commerciales, dans un format quelconque, sans frais ni autre permission, à condition :

- de faire preuve de diligence raisonnable quant à la précision du contenu reproduit;
- de préciser le titre complet du contenu reproduit, ainsi que de stipuler que le Bureau de la sécurité des transports du Canada est l'auteur;
- de préciser qu'il s'agit d'une reproduction de la version disponible au <http://www.bst-tsb.gc.ca/fra/rapports-reports/rail/2018/r18v0016/r18v0016.asp>.

Reproduction commerciale

À moins d'avis contraire, il est interdit de reproduire le contenu du présent site Web, en totalité ou en partie, à des fins de diffusion commerciale sans avoir obtenu au préalable la permission écrite du BST.

Contenu faisant l'objet du droit d'auteur d'une tierce partie

Une partie du contenu du présent site Web (notamment les images pour lesquelles une source autre que le BST est citée) fait l'objet du droit d'auteur d'une tierce partie et est protégé par la *Loi sur le droit d'auteur* et des ententes internationales. Pour des renseignements sur la propriété et les restrictions en matière des droits d'auteurs, veuillez communiquer avec le BST.

Citation

Bureau de la sécurité des transports du Canada, Rapport d'enquête sur la sécurité du transport ferroviaire R18V0016 (publié le 21 février 2019).

Bureau de la sécurité des transports du Canada
Place du Centre
200, promenade du Portage, 4^e étage
Gatineau QC K1A 1K8
819-994-3741
1-800-387-3557
www.bst.gc.ca
communications@tsb.gc.ca

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par
le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2019

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport ferroviaire R18V0016

Cat. No. TU3-6/18-0016F-PDF
ISBN 978-0-660-29508-4

Le présent rapport se trouve sur le site Web
du Bureau de la sécurité des transports du Canada
à l'adresse www.bst.gc.ca

This report is also available in English.

Table des matières

1.0 Renseignements de base	2
1.1 L'événement	2
1.2 Examen des lieux	3
1.3 Renseignements sur la subdivision et la voie	5
1.4 Renseignements sur l'équipe.....	5
1.5 Inspection du matériel et données enregistrées	6
1.6 Pratiques de l'atelier des roues et exigences réglementaires.....	7
1.7 Examen en laboratoire de l'essieu rompu	9
1.8 Autres incidents similaires	11
1.9 Renseignements environnementaux	11
1.10 Rapports de laboratoire du BST	12
2.0 Analyse	13
2.1 L'événement	13
2.2 Inspection du rayon de congé de raccordement de fusée.....	13
3.0 Faits établis	15
3.1 Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs.....	15
3.2 Faits établis quant aux risques	15
3.3 Autres faits établis.....	15
4.0 Mesures de sécurité	16
4.1 Mesures de sécurité prises	16
Annexes	17
Annexe A – Événements sur les voies de la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada et du Chemin de fer Canadien Pacifique mettant en cause des ruptures d'essieux (2008 à 2017).....	17

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT FERROVIAIRE R18V0016

DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE

Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada
Train de marchandises C76751-17
Point milliaire 49,07, subdivision de Bulkley
New Hazelton (Colombie-Britannique)
19 janvier 2018

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

Résumé

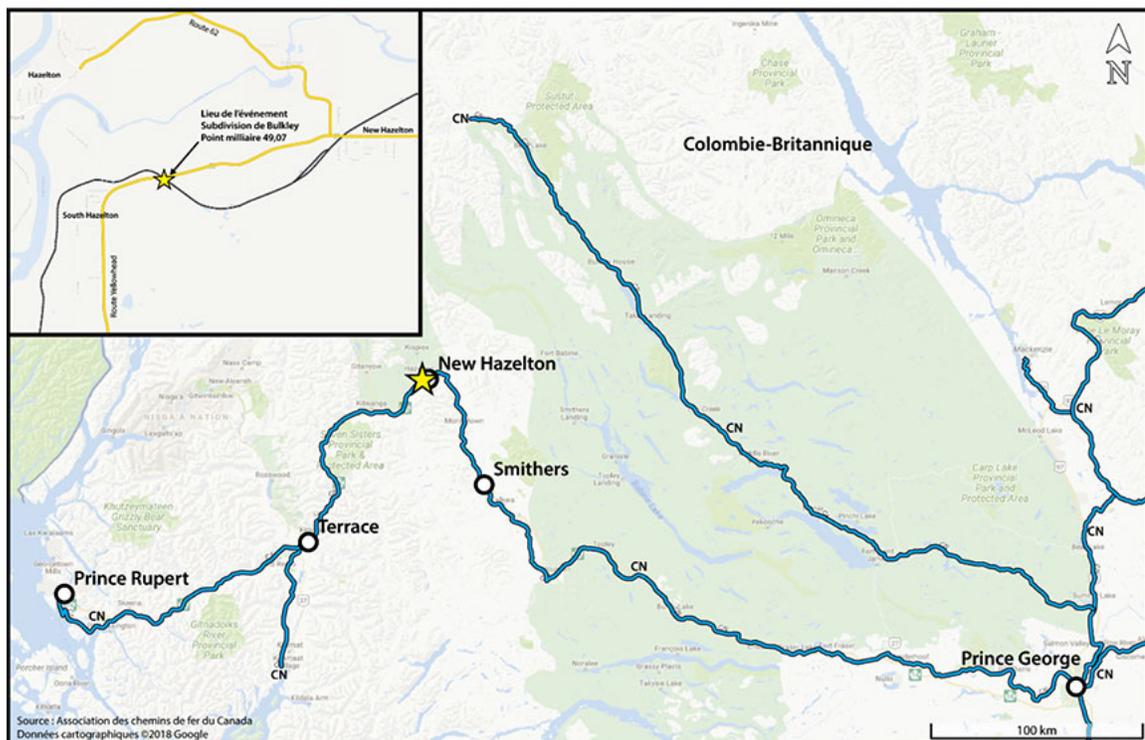
Le 19 janvier 2018, vers 7 h 18, heure normale du Pacifique, le train de marchandises C76751-17 de la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada roulait vers l'ouest à une vitesse de 29 mi/h lorsque le train a déclenché un freinage d'urgence au point milliaire 49,07 de la subdivision de Bulkley, près de New Hazelton (Colombie-Britannique). Une inspection subséquente a permis de déterminer que 27 wagons-tombereaux chargés de charbon thermique avaient déraillé, et que du charbon s'était déversé dans un cours d'eau voisin. Il n'y a eu aucun blessé. Aucune marchandise dangereuse n'était en cause.

1.0 RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 L'événement

Le 19 janvier 2018, vers 5 h 25¹, le train de marchandises C76751-17 de la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada (CN) a quitté Smithers (Colombie-Britannique) (point milliaire 0,0 de la subdivision de Bulkley du CN). Il se dirigeait vers l'ouest à destination de Prince-Rupert (Colombie-Britannique) (point milliaire 147,4 de la subdivision de Skeena du CN) (figure 1). Ce train à traction répartie était composé de 3 locomotives et de 199 wagons-tombereaux chargés de charbon, et était configuré comme suit : 2 locomotives de tête suivies de 102 wagons-tombereaux chargés, puis 1 locomotive en milieu de train suivie de 97 wagons-tombereaux chargés. Le train pesait 28 069 tonnes courtes et mesurait 10 785 pieds.

Figure 1. Carte du secteur de l'événement avec image insérée montrant le lieu de l'événement (Source : Association des chemins de fer du Canada, Atlas des chemins de fer canadiens, avec annotations du BST)



Vers 7 h 18, le train a déclenché un freinage d'urgence tandis qu'il roulait à 29 mi/h en traversant New Hazelton (Colombie-Britannique) dans la subdivision de Bulkley. L'équipe de train a lancé l'appel radio d'urgence requis. Une fois le train immobilisé, l'équipe de train l'a inspecté et a déterminé que 27 wagons avaient déraillé (figure 2).

¹ Les heures sont exprimées en heure normale du Pacifique.

Figure 2. Vue vers l'est des wagons déraillés (Source : Interior News, avec annotations du BST)



L'équipe n'avait pas observé d'anomalie de la voie ni d'anomalie de fonctionnement avant le freinage d'urgence.

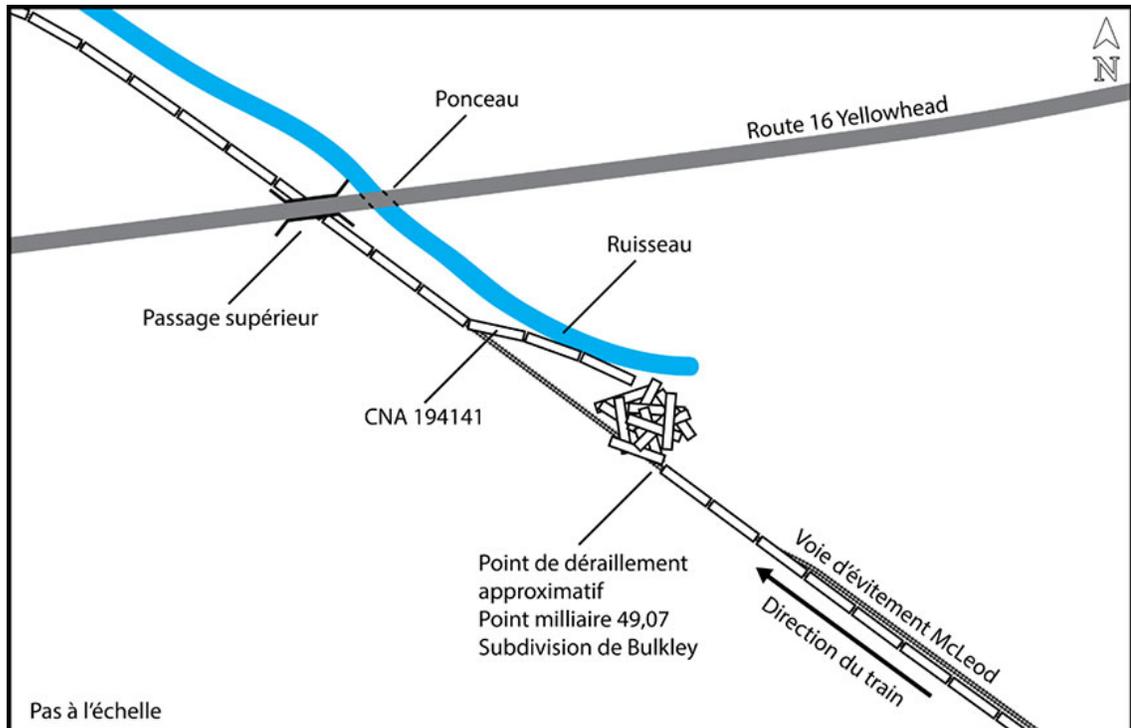
Au moment de l'événement, le ciel était dégagé avec un léger brouillard, et la température était de -2°C .

1.2 Examen des lieux

Les wagons des positions 50 à 76 ont déraillé. Ce déraillement s'étendait sur une longueur de 400 pieds de voie. Il a occasionné des dommages locaux à la voie, notamment à un aiguillage et à un réchauffeur d'aiguilles au point milliaire 48,6. Parmi les 27 wagons ayant déraillé, les 2 wagons à l'extrémité ouest sont demeurés à la verticale; les 3 wagons suivants se sont renversés sur le côté et ont glissé sur la pente de l'emprise vers la crique Mission, un cours d'eau à proximité. Les 22 wagons restants se sont empilés dans divers angles et diverses orientations (figure 3).

L'un des essieux du 52^e wagon, le CNA 194141, s'est rompu. On a déterminé que le point de déraillement se situait aux environs du point milliaire 49,07.

Figure 3. Schéma du lieu de l'événement



Le déraillement a entraîné le déversement de quelque 2900 tonnes courtes de charbon thermique² qui se trouvait dans 24 des wagons-tombereaux ayant déraillé. La majorité du charbon est demeurée sur l'emprise ferroviaire. On estime que le volume total de charbon récupéré était de 2800 tonnes courtes, ce qui représente 97 % du produit déversé. Une petite quantité de charbon s'est déversée dans la crique Mission (figure 4).

² Le charbon thermique sert à produire de l'électricité.

Figure 4. Déversement de charbon, dont une certaine quantité a abouti dans un cours d'eau à proximité (Source : Interior News)



1.3 Renseignements sur la subdivision et la voie

La subdivision de Bulkley comprend essentiellement une voie principale simple. Les mouvements de train sont régis par le système de commande centralisée de la circulation, selon le *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada*, et sont supervisés par un contrôleur de la circulation ferroviaire en poste à Edmonton (Alberta).

Dans les environs du déraillement, la voie était de catégorie 3 selon le *Règlement concernant la sécurité de la voie* (aussi appelé Règlement sur la sécurité de la voie) approuvé par Transports Canada. La vitesse autorisée pour les trains de marchandises dans cette zone était de 30 mi/h. Aucune limitation temporaire de vitesse n'était en vigueur.

La voie dans les environs de l'événement était en bon état. Elle était composée de longs rails soudés de 136 livres fabriqués par Nippon Steel en 1996. Les rails reposaient sur des selles à double épaulement de 14 pouces. Les traverses étaient en bois dur. Le ballast, d'une profondeur de 18 pouces et fait de roche concassée de 2 ½ pouces, était en bon état et se terminait en épaulements de 16 pouces. Le drainage dans les environs de l'événement était bon.

1.4 Renseignements sur l'équipe

L'équipe de train comprenait un mécanicien de locomotive, un chef de train et un troisième membre d'équipe qui effectuait un parcours de familiarisation. Les membres de l'équipe étaient qualifiés pour leurs postes respectifs et satisfaisaient aux exigences de repos et

d'aptitude au travail. Le mécanicien de locomotive et le chef de train connaissaient bien le territoire.

1.5 Inspection du matériel et données enregistrées

Le 15 janvier 2018, le train avait fait l'objet d'une inspection autorisée des wagons et d'un essai de frein à air n° 1 à Prince George (Colombie-Britannique). Une inspection au défilé avait également eu lieu au dernier point de relève d'équipe, à Smithers.

On avait examiné les données des détecteurs de défauts de roue du train. Aucune anomalie n'a été relevée. De plus, le train avait franchi plusieurs systèmes de détection en voie, y compris un détecteur de boîtes chaudes et de pièces traînantes (point milliaire 34) et un détecteur de pièces traînantes (point milliaire 38,15). Aucune alarme n'avait été déclenchée à ces endroits.

On a analysé les données téléchargées du consignateur d'événements de la locomotive de commande. Au moment du déclenchement du freinage d'urgence, le train se trouvait en mode Trip Optimizer³, le freinage dynamique était réglé à 3⁴, et les freins du train étaient desserrés.

On a examiné les renseignements sur le poids de chaque wagon du train. Aucun des wagons n'était surchargé⁵.

On a obtenu et examiné les dossiers de réparations du wagon CNA 194191 (dont l'essieu s'est rompu). Aucune anomalie antérieure n'avait été relevée.

³ Le Trip Optimizer est un système de gestion de l'énergie installé à bord de certaines locomotives qui réduit la consommation de carburant et les forces en-train en ajustant automatiquement le régime du moteur et le frein dynamique.

⁴ Le frein dynamique est un frein électrique installé sur la plupart des locomotives de voie principale et qui sert à mieux contrôler la vitesse. Le freinage dynamique réduit la vitesse de la locomotive en transformant les moteurs de traction en génératrices. On obtient la puissance de freinage dynamique maximale à des vitesses de 0 à 30 mi/h (selon la marque et le modèle de locomotive). Le mécanisme de commande du frein rhéostatique a une plage de réglage de 0 à 8, et la puissance de freinage dynamique varie en conséquence.

⁵ Le poids maximal de chaque wagon, incluant son contenu (charbon), est de 286 000 livres.

L'essieu qui s'est rompu avait été fabriqué en mars 1981 par Valdunes, en France. Il s'agissait d'un essieu de catégorie F (double normalisation et durci). En janvier 2000, cet essieu avait été réparé conformément à la spécification M-967⁶ : les fusées d'essieux ont été réparées par dépôt électrochimique de métal⁷.

Les roues à l'étude avaient été montées sur cet essieu en mars 2005. Le dernier entretien de l'essieu monté (essieu et roues) avait été effectué à l'atelier des roues du CN à Prince George, en janvier 2014. On avait alors reprofilé les roues et posé des roulements remis à neuf sur l'essieu⁸. On avait en outre effectué des examens visuel et magnétoscopique de la fusée d'essieu. Aucune anomalie n'avait été relevée.

1.6 Pratiques de l'atelier des roues et exigences réglementaires

Le *Règlement concernant l'inspection et la sécurité des wagons de marchandises* de Transports Canada établit les normes minimales de sécurité pour les wagons. L'article 10 de ce règlement, Essieux, stipule que « [l]es compagnies ferroviaires ne doivent pas mettre ni maintenir en service un wagon présentant [...] [un] essieu fissuré, déformé ou rompu ».

Durant les vérifications de sécurité du train, la bague d'appui du roulement à rouleaux masque le rayon du congé dans l'ensemble d'essieu monté. L'inspection du rayon du congé n'est possible qu'après le retrait du roulement à rouleaux, qui a lieu durant la remise à neuf de l'essieu monté dans un atelier des roues.

L'article G, partie II du *Manual of Standards and Recommended Practices* de l'Association of American Railroads, *Wheel and Axle Manual* (G-II Manual), énonce les pratiques des ateliers des roues. La règle 1.1 de ce manuel contient les règles que doivent respecter les ateliers des roues, dont la suivante [traduction] :

Règle 1.1 Essieux – Pratiques générales

[...]

1.1.9 Les portées de calage, les fusées d'essieu, et le congé de raccordement de fusée d'essieu usinés, usagés et non montés des wagons affectés au service marchandises ainsi que les essieux usagés non montés affectés aux autres services doivent être

⁶ Association of American Railroads, *Manual of Standards and Recommended Practices*, Section G—Wheels and Axles (en vigueur depuis juin 2013), Specification M-967—Electrochemical Metal Deposition for Repairing Roller Bearing Axle Journals (adopté en 1980, dernière révision en 2008).

⁷ La section 2 de la spécification M-967 décrit le procédé de dépôt électrochimique de métal. Ce procédé de réparation consiste à utiliser le soudage à l'arc pour déposer un métal (le nickel, dans le cas des fusées d'essieu) sans bassin d'immersion ni apport de chaleur. Il n'exige aucun usinage préalable du métal de base ni défragilisation du métal déposé.

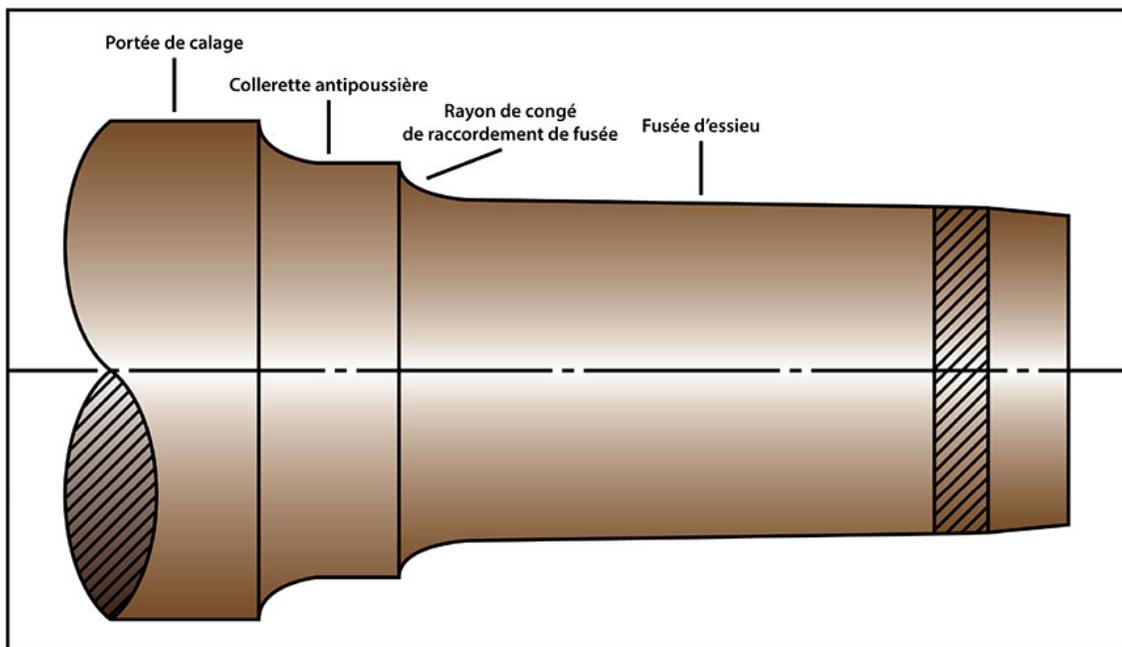
⁸ Les roulements avaient été remis à neuf par Progress Rail à Sparks, au Nevada (États-Unis), en janvier 2014.

soumis à un examen magnétoscopique de fluorescence (lumière noire) par voie humide avant le remontage [...]

Les essieux dont les roues n'ont pas à être démontées doivent être soumis à un examen magnétoscopique par voie humide avant le montage des roulements à rouleaux. Au minimum, la surface du congé de raccordement de fusée compris à l'intérieur de la dimension « A » indiquée dans RP-633, Fig. 4.4, doit être testée sur tout son périmètre [...]⁹.

Durant le montage des essieux, les roues de train sont emmanchées à la presse sur les portées de calage de l'essieu. Les roulements à rouleaux sont ensuite emmanchés à la presse sur les fusées d'essieux. Le diamètre transversal de la portée de calage et de la fusée d'essieu est différent (plus grand et plus petit, respectivement). Ils sont reliés par 2 rayons consécutifs (celui de la collerette antipoussière et celui du congé) (figure 5). Les rayons de la collerette antipoussière du congé requièrent des transitions profilées et lisses.

Figure 5. Essieu de wagon



Quand un essieu monté est envoyé à l'atelier des roues pour une remise à neuf, si la table de roulement des roues est trop usée pour permettre un reprofilage¹⁰, les roues sont retirées de l'essieu, qui est alors soumis à une inspection. Si l'essieu satisfait aux critères de remise à neuf, il est admissible comme essieu usagé non monté.

On peut poser de nouvelles roues ou des roulements à rouleaux remis à neuf, et l'essieu monté peut alors être remis en service. Par cette méthode, les essieux peuvent demeurer en service pendant 40 ans ou plus et recevoir plusieurs roues durant cette période.

⁹ Association of American Railroads, *Manual of Standards and Recommended Practices*, article G, partie II – Wheel and Axle Manual, règle 1.1.

¹⁰ Un essieu dont les roues demeurent montées pendant l'usinage ou le profilage de leur table de roulement pour rétablir leur profil d'origine est considéré comme un « essieu monté reprofilé ».

1.7 Examen en laboratoire de l'essieu rompu

L'essieu rompu du wagon CNA 194141 a été récupéré et transporté au Laboratoire d'ingénierie du BST à des fins d'examen métallurgique et d'analyse de défaillance.

L'essieu s'est rompu entre la bague d'usure de joint de roulement L1 et la bague d'appui, là où la fusée d'essieu est insérée dans le congé de raccordement. Ainsi, la fusée (avec le roulement) s'est séparée du reste de l'ensemble (figure 6).

La rupture était attribuable à des fissures de fatigue dans la fusée près du congé de raccordement. On a constaté des lignes d'arrêt de fissures (ondulations de fatigue) dans les parties relativement lisses de la surface de rupture (figure 7).

Figure 6. Surface de jointement de la rupture d'essieu au roulement L1 (vue vers l'extrémité de l'essieu)



Figure 7. Surface de jointement de la rupture d'essieu au roulement L1 (vue vers le centre de l'essieu)

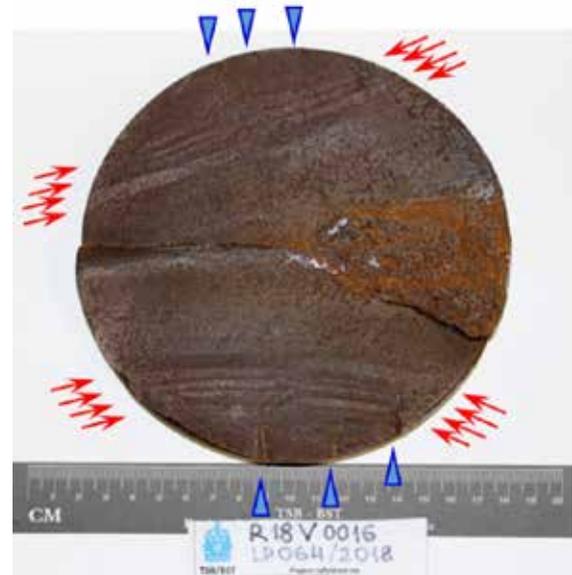


Les nombreuses marques dentelées en bordure de la surface de rupture indiquent de multiples origines de fatigue sur les côtés opposés de la surface cylindrique de la fusée d'essieu. Les fissures de fatigue qui se sont propagées à partir de ces origines ont fusionné en 2 larges fissures de fatigue qui ont convergé (figure 8 et figure 9).

Figure 8. Surface de rupture (vue vers l'extrémité de l'essieu) (les flèches rouges indiquent les ondulations de fatigue et les pointes bleues, les marques dentelées)



Figure 9. Surface de rupture (vue vers le centre de l'essieu) (les flèches rouges indiquent les ondulations de fatigue, et les pointes bleues, les marques dentelées)



Ces fissures de fatigue ont convergé vers le centre de la section transversale. L'essieu s'est finalement rompu en surcharge lorsque le reste de la section transversale ne pouvait plus soutenir la charge. La zone de rupture par contrainte excessive (l'aire irrégulière tracée à la figure 8) représente environ 13 % de la surface de rupture.

Les caractéristiques de la surface de rupture (p. ex., les 2 zones de fatigue s'étendant l'une vers l'autre à partir de côtés opposés) indiquent que la fatigue par flexions alternées a causé la défaillance de l'essieu du wagon. L'ampleur des zones de fatigue ainsi qu'une petite zone de contrainte excessive définitive laissent croire que l'amplitude de l'effort cyclique qui a engendré la fissure était relativement faible. Les multiples origines de la fatigue laissent croire qu'un état de contrainte général de l'essieu, plutôt qu'un défaut de surface particulier, serait la source des fissures de fatigue et de la défaillance de l'essieu.

La rupture s'est produite dans la fusée à proximité du congé de raccordement. Les fusées sont les parties de l'essieu ayant le plus petit diamètre et qui transfèrent le poids du wagon ferroviaire aux roues. Les fusées fléchissent de façon cyclique lorsque les roues roulent sur les rails. La majorité de l'effort mécanique qui en résulte se concentre près des extrémités réduites des congés de raccordement.

L'essieu à l'étude était conforme aux exigences de la spécification, entre autres :

- on a utilisé l'échelle Rockwell B pour mesurer la dureté de l'acier de l'essieu. Les résultats donnaient $85,4 \pm 1,2$ HRBW, soit dans la plage type pour des essieux de wagon ferroviaire de catégorie F;
- on a prélevé un échantillon de l'essieu près de la rupture, que l'on a poli et attaqué au nital 2 %. On a ainsi pu observer au microscope optique une microstructure ferrite-perlite équiaxe uniforme, caractéristique de l'acier d'essieu. Au moyen de la

procédure de comparaison ASTM International¹¹, on a estimé la taille du grain à 7, ce qui satisfait à l'exigence spécifiée d'une taille de grain de 5 ou moins¹².

Les essieux de wagons ferroviaires, y compris les fusées, sont conçus pour supporter des charges opérationnelles normales. Comme l'essieu à l'étude était conforme aux spécifications indiquées, il est probable qu'il ait été soumis à un effort cyclique anormal. Diverses situations peuvent engendrer un effort cyclique anormal, entre autres : une défectuosité de la table de roulement ou une ovalisation générale de la roue; un adaptateur déplacé, usé, rompu ou de mauvaise taille; un effort inégal provenant des composants du bogie et causé par sa déformation. Comme on n'a pu examiner ces composants, y compris les roues, on n'a pu déterminer la cause exacte des fissures de fatigue dans l'essieu.

1.8 Autres incidents similaires

Au cours de la dernière décennie (2008 à 2017), on a dénombré 23 déraillements sur les voies du CN et du Chemin de fer Canadien Pacifique causés par un essieu rompu (annexe A). Dans 9 de ces cas (39 %), l'essieu s'est rompu près du rayon de congé de raccordement de fusée.

Le BST a auparavant enquêté sur 3 autres déraillements avec rupture d'essieu dans le rayon de congé de raccordement de fusée¹³.

1.9 Renseignements environnementaux

Environnement et Changement climatique Canada et le Ministry of Environment and Climate Change Strategy (BCMOECCS) de la Colombie-Britannique ont dépêché leur personnel sur les lieux.

Le BCMOECCS a surveillé les activités de nettoyage du site menées par l'entrepreneur environnemental du CN pour assurer la conformité des mesures de nettoyage et de rétablissement aux exigences réglementaires.

La perturbation physique associée au déraillement et à l'intervention subséquente a été la principale incidence sur le milieu riverain¹⁴. Au moment de la publication du présent rapport, les travaux de remise en état du site tiraient à leur fin. Des levés subséquents étaient prévus pour évaluer le succès des activités de revégétalisation et l'atteinte des objectifs de rétablissement du milieu riverain.

¹¹ ASTM International, ASTM E112-13, *Standard Test Methods for Determining Average Grain Size* (2013).

¹² Association of American Railroads, *Manual of Standards and Recommended Practices*, Section G—Wheels and Axles (en vigueur depuis juin 2013), Specification M-101—Axles, Carbon Steel, Heat-Treated (adopté en 1914, dernière révision en 2013), paragraphe 13.3.

¹³ Rapports d'enquête ferroviaire R01Q0010, R04V0173 et R07T0240 du BST.

¹⁴ Un milieu riverain correspond à l'interface entre la terre et un cours d'eau (rivière ou ruisseau) adjacent.

1.10 Rapports de laboratoire du BST

Le BST a produit les rapports de laboratoire suivants dans le cadre de la présente enquête :

- LP064/2018 – Failure Analysis – Rail Axle [analyse de défaillance – essieu ferroviaire]

2.0 ANALYSE

Aucun problème d'infrastructure de voie ou de conduite du train n'a été un facteur dans l'événement à l'étude. L'analyse portera sur l'essieu rompu et l'inspection du rayon de congé de raccordement de fusée.

2.1 L'événement

Le train a déraillé lorsque l'un des essieux du 52^e wagon (CNA 194141) s'est rompu. Au cours du déraillement qui a suivi, les 2 wagons devant le CNA 194141 ainsi que les 24 wagons qui le suivaient ont aussi déraillé.

L'essieu du CNA 194141 s'est rompu à cause de fissures de fatigue dans le rayon de congé de raccordement de fusée. Des fissures de fatigue de multiples origines ont fusionné en 2 grandes fissures de fatigue qui ont convergé. Ces fissures de fatigue ont fusionné vers le centre de la section transversale. L'essieu s'est rompu en surcharge lorsque la petite section transversale restante de l'essieu ne pouvait plus soutenir la charge.

L'essieu à l'étude était conforme aux exigences de la spécification. Par conséquent, il est probable que l'essieu ait été soumis à un effort cyclique anormal. Plusieurs facteurs peuvent entraîner un effort cyclique anormal, entre autres : une défectuosité de la table de roulement ou une ovalisation générale de la roue; un adaptateur déplacé, usé, rompu ou de mauvaise taille; un effort inégal provenant des composants du bogie et causé par sa déformation. Comme ces composants, y compris les roues, n'ont pu être examinés, on n'a pu déterminer la cause exacte des fissures de fatigue dans l'essieu. On sait qu'un effort cyclique anormal peut générer des fissures de fatigue dans le rayon de congé de raccordement de fusée, mais on n'a pu déterminer la cause exacte de ces fissures de fatigue.

2.2 Inspection du rayon de congé de raccordement de fusée

Les essieux de wagons ferroviaires sont soumis à des charges élevées qui ont une incidence sur leur résistance à la fatigue. La fusée d'essieu est le principal point de portance d'un essieu. Les fusées sont à l'extérieur des portées de calage, et leur diamètre est inférieur à celui de la partie de l'essieu qui comprend la collerette antipoussière et la portée de calage. Ainsi, en service normal, le rayon de congé de raccordement de fusée est soumis à une flexion et à des charges élevées. Les efforts de charge les plus élevés sont appliqués à la base du rayon de congé de raccordement de fusée, là où se fait la transition à la section transversale réduite de la surface de la fusée.

Les inspections de sécurité de routine ne permettent pas de détecter les fissures de fatigue dans le rayon de congé de raccordement de fusée, car la bague d'appui du roulement à rouleaux dissimule cette partie de l'essieu. Une inspection visuelle du rayon de congé de raccordement de fusée n'est donc possible que durant le remplacement de roue et de roulement à rouleaux, ou durant la remise à neuf de l'essieu. Selon le *Manual of Standards*

and Recommended Practices de l'Association of American Railroads, c'est à ce moment-là qu'il faut procéder à un examen magnétoscopique.

Dans l'événement à l'étude, la dernière inspection du rayon de congé de raccordement de fusée de l'essieu en question remontait à 2014, lors de l'installation de roulements à rouleaux remis à neuf. On avait alors effectué des examens visuel et magnétoscopique du rayon de congé de raccordement de fusée. Aucune anomalie n'avait alors été relevée.

L'événement à l'étude démontre que des fissures de fatigue peuvent se produire dans le rayon de congé de raccordement de fusée et se propager jusqu'à causer la défaillance de la pièce, même après une inspection visuelle et un examen magnétoscopique. Sans stratégie de rechange pour détecter les fissures de fatigue dans le rayon de congé de raccordement de fusée ou pour prédire la probabilité de la formation de ces fissures, des essieux problématiques pourraient ne pas être retirés du service à temps, ce qui augmente le risque de déraillements causés par une rupture d'essieu.

3.0 FAITS ÉTABLIS

3.1 Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Un des essieux du 52^e wagon (CNA 194141) s'est rompu, ce qui a entraîné le déraillement de 27 wagons.
2. L'essieu du wagon CNA 194141 s'est rompu à cause de fissures de fatigue dans le rayon de congé de raccordement de fusée; on n'a toutefois pas pu déterminer la cause exacte de ces fissures.
3. Des fissures de fatigue de multiples origines ont fusionné en 2 larges fissures de fatigue qui ont convergé. Ces fissures de fatigue ont fusionné vers le centre de la section transversale.
4. L'essieu s'est rompu en surcharge lorsque la petite section transversale restante de l'essieu ne pouvait plus soutenir la charge.

3.2 Faits établis quant aux risques

1. Sans stratégie de rechange pour détecter les fissures de fatigue dans le rayon de congé de raccordement de fusée ou pour prédire la probabilité de la formation de ces fissures, des essieux problématiques pourraient ne pas être retirés du service à temps, ce qui augmente le risque de déraillements causés par une rupture d'essieu.

3.3 Autres faits établis

1. On sait qu'un effort cyclique anormal peut générer des fissures de fatigue dans le rayon de congé de raccordement de fusée.

4.0 MESURES DE SÉCURITÉ

4.1 Mesures de sécurité prises

Le Bureau n'est pas au courant de mesures de sécurité prises à la suite de l'événement à l'étude.

Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 16 janvier 2019. Le rapport a été officiellement publié le 21 février 2019.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports du Canada (www.bst.gc.ca) pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également la Liste de surveillance, qui énumère les problèmes de sécurité dans les transports qui posent les plus grands risques pour les Canadiens. Dans chaque cas, le BST a constaté que les mesures prises à ce jour sont inadéquates, et que le secteur et les organismes de réglementation doivent adopter d'autres mesures concrètes pour éliminer ces risques.

ANNEXES

Annexe A – Événements sur les voies de la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada et du Chemin de fer Canadien Pacifique mettant en cause des ruptures d'essieux (2008 à 2017)

	Numéro de wagon	Poids brut sur rail (milliers de livres)	Date de l'événement	Emplacement de la rupture	Taille de l'essieu
1	CN 111764	286	2017-12-02	Corps d'essieu	6,5
2	CN 100961	286	2017-06-12	Corps d'essieu	6,5
3	CIGX 802029	286	2017-02-27	Corps d'essieu	6,5
4	AEX 15834	286	2017-02-23	Corps d'essieu	7,25
5	SMW 842980	286	2016-10-06	Corps d'essieu	6,5
6	RRRX 182944	286	2016-01-24	Corps d'essieu	6,5
7	PROX 72733	286	2015-09-03	Congé de raccordement de fusée	6,5
8	SAMX 11692	286	2015-02-06	Congé de raccordement de fusée	6,5
9	CN 110803	286	2014-07-16	Corps d'essieu	6,5
10	DME 51073	286	2014-04-26	Fusée	6,5
11	IC 245948	286	2013-09-24	Congé de raccordement de fusée	6,5
12	CP 964088	286	2013-08-13	Congé de raccordement de fusée	6,5
13	CP 965153	286	2013-07-03	Corps d'essieu	6,5
14	CGTX 22169	286	2013-02-10	Corps d'essieu	6,5
15	UTLX 900665	286	2013-02-03	Congé de raccordement de fusée	6,5
16	IC 798025	286	2012-05-15	Congé de raccordement de fusée	6,5
17	CGTX 22127	286	2011-07-26	Fusée	6,5
18	IC 799596	268	2011-06-13	Corps d'essieu	6,5
19	DMIR 70069	268	2010-10-15	Corps d'essieu	6
20	GTW 517872	286	2010-03-02	Corps d'essieu	6,5
21	CP 384929	286	2010-01-15	Congé de raccordement de fusée	6,5
22	IC 6135	286	2008-11-07	Corps d'essieu	6,5
23	RG 310	S. O.	2008-04-16	Corps d'essieu	6,5