



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport ferroviaire R18E0138

DÉTAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE

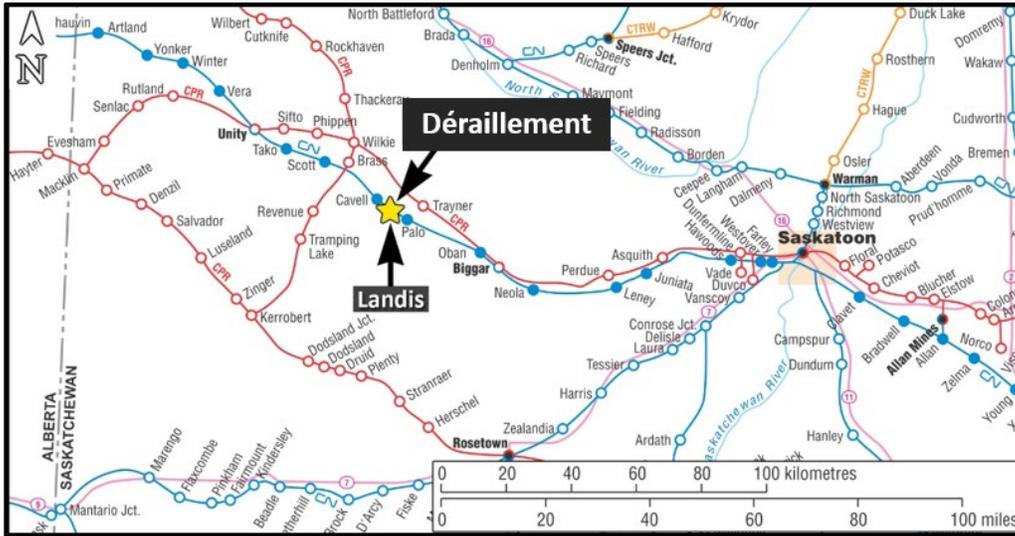
Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada
Train de marchandises G83342-24
Point milliaire 24,30, subdivision de Wainwright
Landis (Saskatchewan)
26 septembre 2018

L'événement

Le 26 septembre 2018, une équipe de train des Chemins de fer nationaux du Canada (CN) a été appelée à se présenter à 2 h¹ à Saskatoon (Saskatchewan) (figure 1). L'équipe devait conduire le train de marchandises G83342-24 du CN (le train) vers l'ouest sur la subdivision de Wainwright, de Saskatoon, au point milliaire 191,9 de la subdivision de Watrous, jusqu'à Edmonton (Alberta), au point milliaire 259,10 de la subdivision de Wainwright. Le train est parti vers 4 h 30.

¹ Les heures sont exprimées en heure normale du Centre.

Figure 1. Lieu de l'événement à l'étude (source : Association des chemins de fer du Canada, Atlas du rail canadien, avec annotations du BST)



Le train comptait 2 locomotives de tête, 2 locomotives télécommandées en milieu de train, 179 wagons-trémies couverts chargés de graines de canola et 3 wagons chargés de bois d'œuvre. Le train pesait environ 24 250 tonnes et mesurait environ 10 800 pieds de long.

Vers 9 h 15, en traversant Landis (Saskatchewan) à 51 mi/h, le train est passé en freinage d'urgence intempestif. Une fois le train immobilisé, l'équipe l'a inspecté et a déterminé que les 2 locomotives télécommandées en milieu de train, aux positions 79 et 80², et 41 wagons-trémies couverts chargés de graines de canola, aux positions 52 à 92, avaient déraillé et gisaient en diverses positions le long de l'emprise (figure 2). On a déterminé que le point de déraillement se trouvait au point milliaire 24,30 de la subdivision de Wainwright.

² La numérotation des positions des locomotives et wagons déraillés commence immédiatement après les locomotives de tête.

Figure 2. Lieu du déraillement, vue vers le sud (Source : BST)



Renseignements sur l'équipe

L'équipe était formée d'un mécanicien de locomotive et d'un chef de train. Les 2 membres de l'équipe étaient qualifiés pour leur poste respectif, satisfaisaient aux exigences en matière de repos et de condition physique, et connaissaient bien la subdivision.

Renseignements sur la subdivision et la voie

La subdivision de Wainwright est orientée d'est en ouest du point milliaire 0 à Biggar (Saskatchewan) au point milliaire 264,7 à Edmonton (Alberta). La circulation des trains y est régie par la commande centralisée de la circulation (CCC) en vertu du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada (REF)*, et supervisée par un contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) en poste à Edmonton. Le trafic ferroviaire sur ce corridor représente environ 42 trains par jour, pour un tonnage annuel de quelque 5,5 millions de tonnes brutes (MTB).

Aux environs du déraillement, la voie est de catégorie 4 selon le *Règlement concernant la sécurité de la voie* approuvé par Transports Canada, connu aussi sous le titre de *Règlement sur la sécurité de la voie (RSV)*. La vitesse maximale autorisée était de 55 mi/h pour les trains de marchandises. La voie se composait de rails Nippon de 136 lb fabriqués et installés en 2013 sur des traverses en bois dur n° 1 en bon état et avec des selles entièrement fixées par des crampons. Les rails, dont le degré d'usure était en deçà des limites acceptables, étaient fixés au moyen de 4 anticheminants par traverse. Le ballast, en bon état, était constitué de pierre concassée. La couche supérieure de plateforme et le drainage aux environs de l'événement étaient excellents.

Inspection et entretien de la voie

Le RSV énonce les normes minimales d'entretien et les exigences d'inspections de la voie connexes. Outre le RSV, le CN avait ses propres Normes de la voie – Ingénierie, dont les lignes directrices satisfont aux exigences du RSV ou les surpassent.

Dans la zone du déraillement, la voie avait été inspectée les 20 et 24 septembre 2018. Aucun défaut n'avait été décelé. Les 2 branchements n° 12 situés à chaque extrémité de l'embranchement industriel à Landis avaient été inspectés le 19 septembre 2018. Aucun défaut n'avait été décelé.

Caméra orientée vers l'avant

La locomotive de tête était dotée d'une caméra vidéo orientée vers l'avant. L'examen de l'enregistrement vidéo n'a révélé aucune anomalie de la voie lorsque la locomotive de tête a franchi le lieu de l'événement.

Examen des lieux

Lors de l'examen des lieux, on a remarqué que le wagon-trémie couvert CEFX 350816 avait été le premier à dérailler. Il est demeuré à la verticale, le bout A sur les rails et le bout B déraillé; l'essieu et les roues n° 1 manquaient (figure 3). Un essieu rompu du wagon CEFX 350816 (figure 4) a été découvert au nord de la voie, à environ 300 pieds de l'aiguillage est de la voie de Landis Producer Co-op. L'autre moitié de l'essieu monté n'a pas été récupérée.

Figure 3. Wagon CEFX 350816 sans l'essieu et les roues n° 1 (Source : CN)

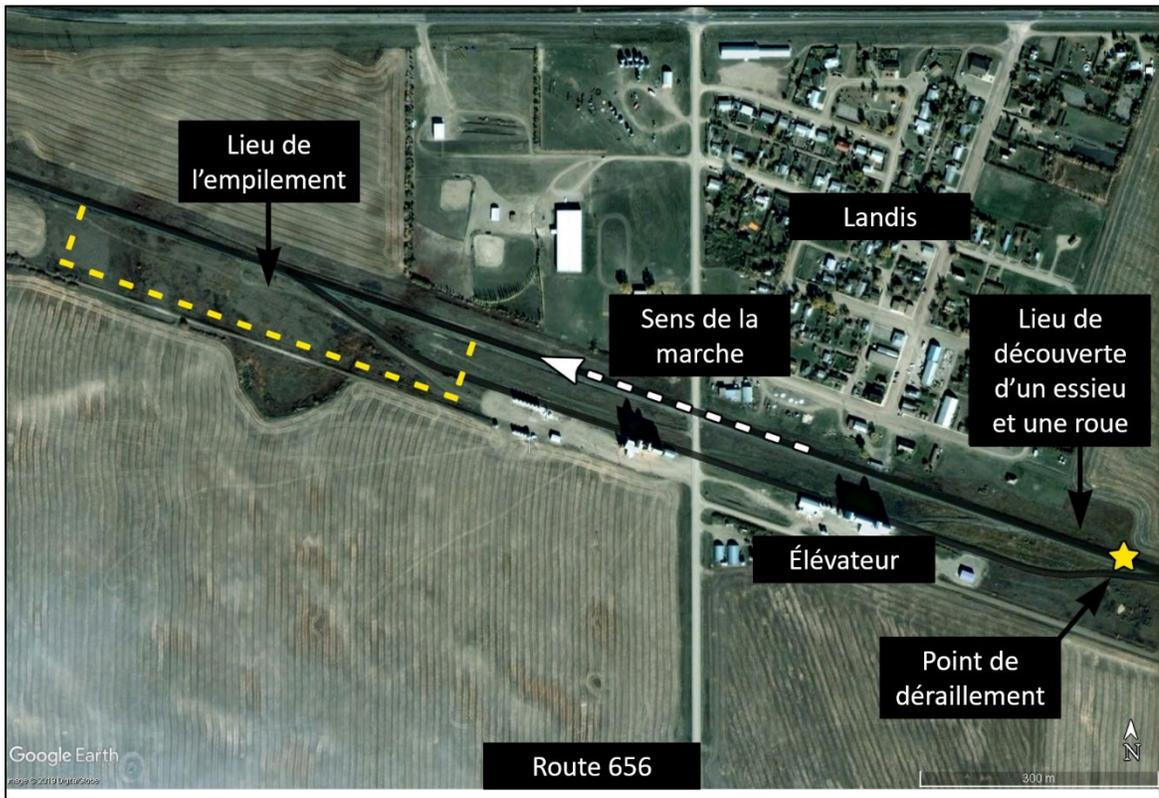


Figure 4. Essieu rompu avec roue du wagon CEFX 350816
(Source : BST)



À partir d'environ 20 pieds à l'ouest de l'aiguillage est de la voie de Landis Producer Co-op, il y avait des marques d'abrasion fraîches sur les traverses entre les rails, ce qui suggère que l'essieu s'est rompu à cet endroit. Après la rupture de l'essieu et le déraillement de l'essieu monté, le bogie arrière du wagon CEFX 350816 a été traîné sur environ 4000 pieds jusqu'au lieu de l'empilement principal des wagons déraillés (figure 5).

Figure 5. Point de déraillement et lieu de l'empilement principal du matériel déraillé (Source : Google Earth, avec annotations du BST)



Méthodes de l'atelier de roues et exigences réglementaires

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

Les wagons font régulièrement l'objet d'inspections autorisées des wagons obligatoires. Toutefois, il se pourrait que de telles inspections visuelles ne permettent pas de détecter les essieux fissurés ou endommagés, selon l'emplacement et l'ampleur des défauts. En outre, les systèmes de détection en voie actuels ne sont pas nécessairement conçus pour repérer les wagons ayant un essieu fissuré. C'est pourquoi les essieux fissurés sont souvent difficiles à détecter.

L'article G, Partie II – Wheel and Axle Manual du *Manual of Standards and Recommended Practices* (G-II Manual) de l'Association of American Railroads (AAR) régit les pratiques des ateliers de roues. La règle 1.1 de ce manuel indique notamment [traduction] :

Règle 1.1 Essieux – Méthodes générales

[...]

1.1.9 Les portées de calage et le congé de raccordement de la fusée usinés ou usagés des essieux usagés non montés des wagons affectés au service marchandises, et l'intégralité des essieux usagés non montés des wagons affectés aux autres services, doivent être soumis à un essai de magnétoscopie par voie humide avant le remontage [...].

Les essieux dont les roues n'ont pas à être démontées doivent être soumis à un essai de magnétoscopie par voie humide avant le montage des roulements à rouleaux. Au minimum, la zone du congé de raccordement de fusée comprise à l'intérieur de la dimension « A » indiquée dans la RP-633, fig. 4.4, doit être testée sur tout son périmètre³ [...]

Quand un essieu monté est envoyé à l'atelier de roues pour une remise à neuf, si la table de roulement des roues est trop usée pour permettre un reprofilage⁴, les roues sont retirées de l'essieu au moyen d'une presse, et l'essieu 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 des roues neuves et des roulements à rouleaux neufs ou remis à neuf sur l'essieu, et l'essieu monté peut alors être remis en service. Ainsi, des essieux peuvent demeurer en service pendant plus de 40 ans et recevoir plusieurs roues durant cette période.

L'essieu rompu

L'essieu rompu était un essieu de catégorie F de 6 ½ po sur 12 po fabriqué en février 1999 par MRF-Standard Forged Products à McKees Rocks (Pennsylvanie, États-Unis)⁵. Les roues montées sur l'essieu au moment de l'événement étaient des roues de 36 po à toile cintrée trempée de catégorie C fabriquées en décembre 2015 par Griffin Wheel de Kansas City (Missouri, États-Unis). Avant la pose des roues et des roulements, l'essieu avait été inspecté le 12 janvier 2016 conformément aux exigences de l'AAR et il pouvait être utilisé comme essieu usagé non monté. Les roulements Timken de 6 ½ po sur 12 po avaient été remis à neuf le 4 janvier 2016. Les roues et roulements avaient été montés sur l'essieu le 13 janvier 2016 par Greenbrier Rail Services à Tacoma (Washington, États-Unis). Le wagon avait été réparé le 15 janvier 2016 à Vancouver (Colombie-Britannique). C'est à ce moment que l'essieu numéro 1 avait été installé sur le wagon.

Une analyse métallurgique de l'essieu rompu a établi ce qui suit :

- Selon l'analyse chimique et les propriétés de traction, l'essieu était conforme aux exigences de la norme M-101 de l'AAR pour les essieux en acier (normalisé et à revenu double) de catégorie F. Il n'y avait aucun signe de défaut préexistant de l'acier, comme une quantité excessive d'inclusions non métalliques ni d'autres détériorations du matériau qui auraient pu contribuer à la rupture.
- La rupture de l'essieu est probablement attribuable à une forte fatigue cyclique⁶ de flexion rotative apparue à 2 points adjacents de la surface de l'essieu.
- Les éraillures et les dommages par contact notés sur la surface extérieure de l'essieu laissent croire que la rupture a sans doute été amorcée par un impact.

³ Association of American Railroads, *Manual of Standards and Recommended Practices*, article G, partie II – Wheel and Axle Manual, Rule 1.1 – Axles—General Practices, entré en vigueur en mars 2018.

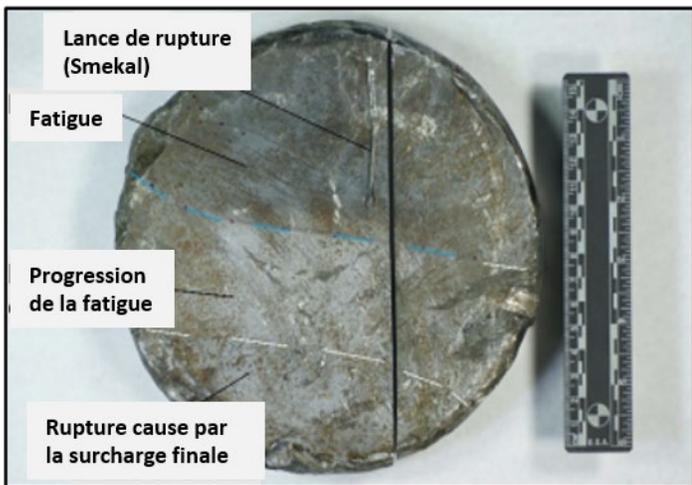
⁴ Un essieu dont les roues demeurent montées pendant l'usinage ou le profilage de leur table de roulement pour rétablir leur profil d'origine est considéré comme un « essieu monté reprofilé ».

⁵ Il n'y avait aucune information disponible sur le moment de la mise en service de l'essieu en question.

⁶ On entend par fatigue cyclique un affaiblissement d'un matériau causé par l'application répétée de charges. Des dommages structurels localisés se produisent progressivement lorsqu'un matériau est soumis à des charges cycliques.

- La corrosion et les dommages par contact postérieurs à la rupture voilaient les emplacements principal et secondaire d’amorce de la fatigue sur la surface extérieure de l’essieu. Il n’a donc pas été possible d’évaluer les caractéristiques de surface antérieures à la rupture de l’essieu.
- Des stries de fatigue corrodées étaient présentes près du site d’amorce secondaire de fatigue, ce qui confirme la forte fatigue cyclique indiquée par les marques concentriques macroscopiques et une unique lance de rupture (de Smekal)⁷ (figure 6).
- La fissure par fatigue s’est propagée sur environ 80 % de la section transversale de l’essieu, jusqu’à ce que le segment de métal intact restant ne puisse plus supporter les contraintes de service, ce qui a provoqué la rupture catastrophique finale de l’essieu.

Figure 6. Essieu rompu du wagon CEFX 350816 (Source : SGS MSi Testing & Engineering Inc., avec annotations du BST)



Heurt de positionneur

L’analyse métallurgique de l’essieu indique que le mécanisme de rupture a sans doute commencé lorsque l’essieu remis à neuf a subi des dommages superficiels. Le CN a déterminé que ces dommages pourraient avoir été causés par un positionneur⁸ défectueux à l’installation de chargement du client.

Message de sécurité

Bien que les wagons fassent régulièrement l’objet d’inspections obligatoires, il se pourrait qu’un essieu fissuré ou endommagé échappe à de telles inspections visuelles, selon l’ampleur et

⁷ Les lances de rupture sont produites par la superposition des modes de déformation en tension (...) et en cisaillement anti-plan (...) et leur formation résulte de l’ajustement [sic] sur l’éprouvette du plan de rupture aux changements de direction de la contrainte principale maximum, à fond de fissure, dans un plan perpendiculaire à la direction de la propagation de la rupture. (Source : *Engineering Fracture Mechanics*, volume 1, numéro 3, avril 1969, pp. 539-540, IN11-IN14, et 541-546. Traduction fournie sur le site Web ScienceDirect, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0013794469900101>, éd. Elsevier, dernière consultation le 2 juillet 2019.)

⁸ Un positionneur est un dispositif mécanique utilisé pour déplacer les wagons dans une installation de chargement et de déchargement. Il existe divers modèles de positionneurs, dont un type composé d’un ensemble qui pousse contre l’essieu d’un wagon pour le propulser.

l'emplacement du défaut. En outre, les essieux fissurés sont souvent difficiles à détecter étant donné que les systèmes de détection en voie actuels ne sont pas nécessairement conçus à cette fin.

Mesures de sécurité prises

Le CN est en train d'instaurer et de diffuser des directives d'inspection et de maintenance des positionneurs dans les installations de ses clients afin de prévenir les dommages aux essieux.

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 19 juin 2019. Le rapport a été officiellement publié le 9 juillet 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 principaux enjeux de sécurité auxquels il faut remédier pour rendre le système de transport canadien encore plus sécuritaire. 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.

À PROPOS DE CE RAPPORT D'ENQUÊTE

Ce rapport est le résultat d'une enquête sur un événement de catégorie 4. Pour de plus amples renseignements, se référer à la Politique de classification des événements au www.bst.gc.ca.

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.

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 [URL où le document original se trouve].

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 R18E0138* (publié le 9 juillet 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 R18E0138

Cat. No. TU3-11/18-0138F-PDF

ISBN 978-0-660-31744-1

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.