



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada



RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT FERROVIAIRE R24Q0089

DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE

Chemin de fer QNS&L
Train de minerai BAL-481-F
Point milliaire 25,4, subdivision de Wacouna
Près de la gare de Saumon (Québec)
3 novembre 2024

À PROPOS DE CE RAPPORT D'ENQUÊTE

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.

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

Utilisation dans le cadre d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre

La *Loi sur le Bureau canadien d'enquête sur les accidents de transport et de la sécurité des transports* stipule que :

- 7(3) Les conclusions du Bureau ne peuvent s'interpréter comme attribuant ou déterminant les responsabilités civiles ou pénales.
- 7(4) Les conclusions du Bureau ne lient pas les parties à une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.

Par conséquent, les enquêtes du BST et les rapports qui en découlent ne sont pas créés pour être utilisés dans le contexte d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.

Aviser le BST par écrit si le présent rapport d'enquête est utilisé ou pourrait être utilisé dans le cadre d'une telle procédure.

Reproduction non commerciale

À moins d'avis contraire, vous pouvez reproduire le contenu du présent rapport d'enquête 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 rapport d'enquête, 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 rapport d'enquête (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 protégée 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 R24Q0089* (publié le 31 mars 2026).

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

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2026

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport ferroviaire R24Q0089

N° de cat. TU3-11/24-0089F-PDF

ISBN 978-0-660-99194-8

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	4
1.1	L'événement	4
1.2	Renseignements sur la subdivision	6
1.3	Renseignements sur la voie.....	6
1.4	Renseignements consignés	6
1.5	Renseignements sur le mécanicien de locomotive.....	7
1.6	Examen des lieux	7
1.7	Examen du dispositif d'attelage du wagon IOCC 11431	8
1.8	Inspection et entretien des wagons.....	11
1.9	Simulations des forces exercées le long du train	11
1.10	Normes régissant les composantes d'attelage.....	12
1.11	Analyses du laboratoire du BST	13
1.12	Autre événement similaire	14
1.13	Rapport de laboratoire du BST	15
2.0	Analyse	16
2.1	L'événement	16
2.2	Examen du dispositif d'attelage du wagon IOCC 11431	16
2.3	Analyses du laboratoire du BST	17
2.4	Forces exercées le long du train.....	18
3.0	Faits établis	19
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs.....	19
3.2	Autres faits établis.....	19
4.0	Mesures de sécurité	20
4.1	Mesures de sécurité prises	20

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT FERROVIAIRE R24Q0089

DÉTAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE

Chemin de fer QNS&L

Train de minerai BAL-481-F

Point milliaire 25,4, subdivision de Wacouna

Près de la gare de Saumon (Québec)

3 novembre 2024

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. **Le présent rapport n'est pas créé pour être utilisé dans le contexte d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.** Voir Conditions d'utilisation à la page 2. Les pronoms et les titres de poste masculins peuvent être utilisés pour désigner tous les genres afin de respecter la *Loi sur le Bureau canadien d'enquête sur les accidents de transport et de la sécurité des transports* (L.C. 1989, ch. 3).

Résumé

Le 3 novembre 2024, vers 19 h 56, heure normale de l'Est, 7 wagons chargés de minerai de fer du train BAL-481-F ont déraillé sur la voie principale au point milliaire 25,4 de la subdivision de Wacouna près de Saumon (Québec). La voie principale a été endommagée sur une distance d'environ 250 pieds. Personne n'a été blessé et il n'y a eu aucun dommage à l'environnement.

1.0 RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 L'événement

Le 3 novembre 2024, vers 14 h 37¹, le train de minerai BAL-481-F (le train) de la compagnie Champion Iron, un train-bloc² exploité par le Chemin de fer QNS&L (QNS&L), est parti de la gare de Mai (Québec) et circulait en destination sud vers Sept-Îles (Québec) sur la subdivision de Wacouna du QNS&L. Le train comptait 3 locomotives (2 à l'avant du train et 1 aux deux tiers de la longueur du train) et 240 wagons-tombereaux chargés de minerai de

¹ Les heures sont exprimées en heure normale de l'Est.

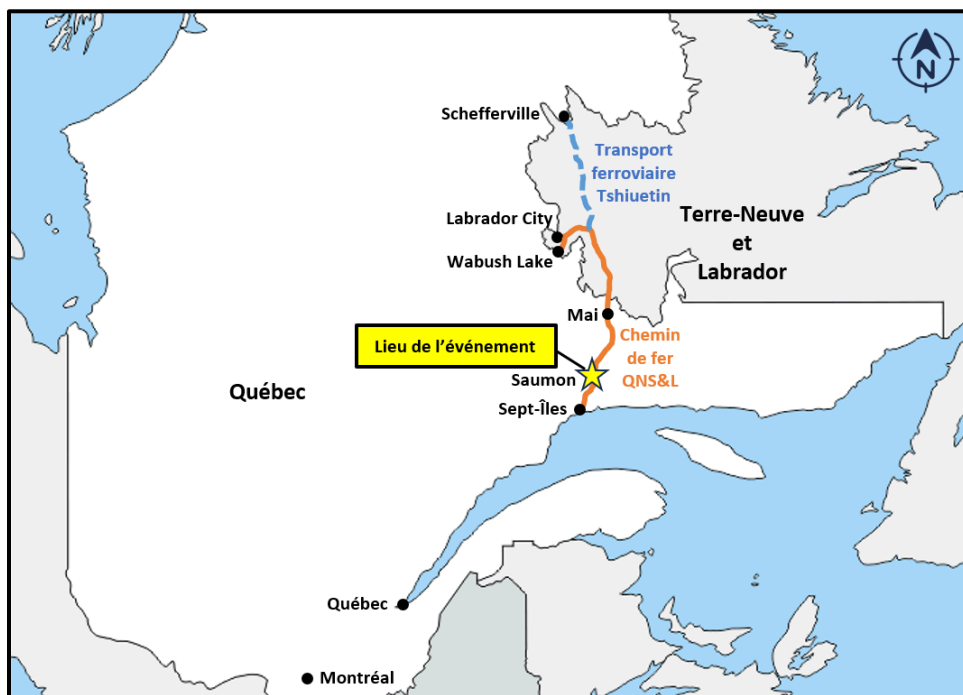
² Un train-bloc est un train transportant une seule marchandise (en l'occurrence, du minerai de fer) dans des wagons de type, de longueur et de poids semblables.

fer. Il pesait environ 29 300 tonnes³ et mesurait 8600 pieds. Il était exploité par un seul mécanicien de locomotive (ML)⁴.

Après son départ de Mai, le train a subi plusieurs inspections au défilé au cours desquelles aucun défaut n'a été signalé. Le train a aussi franchi le détecteur de pièces traînantes du point milliaire 29,7 et le détecteur de boîtes chaudes du point milliaire 59,3 sans déclencher d'alarmes.

Vers 19 h 56, alors que le train roulait à environ 22 mi/h, un serrage d'urgence des freins provenant de la conduite générale a été déclenché au moment où la locomotive de tête se trouvait aux environs du point milliaire 25,6. Juste avant que le train ne s'immobilise, le ML a ressenti un à-coup dans la cabine de la locomotive. La tête du train s'est immobilisée au point milliaire 25,4 (figure 1).

Figure 1. Lieu de l'événement (Source : d-maps.com, avec annotations du BST)



Après avoir pris les mesures d'urgence appropriées, le ML a constaté que les 7 premiers wagons avaient déraillé. Il a aussi constaté qu'une barre d'attelage s'était déboîtée du 2^e wagon et qu'il y avait des dommages d'impact aux extrémités des 2 premiers wagons.

La voie principale a été endommagée sur une distance d'environ 250 pieds. Personne n'a été blessé et il n'y a eu aucun dommage à l'environnement.

Le ciel était nuageux et la température était de 0 °C.

³ Dans le présent rapport, « tonne » désigne une tonne courte, soit 2000 livres ou environ 907 kg.

⁴ Les trains de minerai du QNS&L sont exploités par un seul employé.

1.2 Renseignements sur la subdivision

La subdivision de Wacouna est constituée d'une voie principale simple qui relie Sept-Îles (point milliaire 8,9) à Emeril Junction (Terre-Neuve-et-Labrador) (point milliaire 225,30). Le mouvement des trains est régi par le système de commande centralisée de la circulation (CCC) en vertu du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REF), sous la supervision de 2 contrôleurs de la circulation ferroviaire (CCF) postés à Sept-Îles qui se partagent le territoire.

Il s'agit d'une voie de catégorie 3, au sens du *Règlement concernant la sécurité de la voie* approuvé par Transports Canada. La vitesse maximale permise pour les trains de marchandises est de 40 mi/h⁵. Le trafic ferroviaire dans cette subdivision est constitué de 9 trains par jour (minerai, marchandises et voyageurs), pour un tonnage annuel de près de 28 millions de tonnes brutes.

1.3 Renseignements sur la voie

Dans le secteur de l'événement, la voie est composée de longs rails soudés de 136 livres. Les rails du côté est, fabriqués par la Nippon Steel Corporation en 2022, avaient été installés à l'été 2024. Dans le sens du mouvement, la voie ferrée présente une pente ascendante légère d'environ 0,16 %. À partir du point milliaire 26,66, la voie décrit une courbe vers la gauche de 6° sur une distance de 485 pieds, suivie d'un tronçon de voie en alignement de 130 pieds et d'une courbe vers la droite de 2° d'une longueur de 1775 pieds (entre les points milliaires 25,66 et 25,30).

L'enquête du BST a permis de déterminer que la voie avait été inspectée régulièrement par le QNS&L et qu'aucun défaut n'avait été signalé dans le secteur du déraillement. L'enquête a permis de démontrer que la voie n'était pas un facteur dans l'événement.

1.4 Renseignements consignés

Le BST a obtenu le téléchargement des données des consignateurs d'événements des locomotives de tête du train et des enregistreurs audio-vidéo de locomotive (EAVL) ainsi que les enregistrements des communications radio. Le BST a aussi recueilli les informations pertinentes relatives au profil de la voie et les relevés des détecteurs de boîtes chaudes ainsi que ceux de pièces traînantes le long du parcours.

Les données recueillies ont notamment permis d'établir qu'avant le déclenchement du serrage d'urgence des freins sur chaque wagon, le ML venait de réduire graduellement l'intensité du freinage rhéostatique, conformément aux pratiques d'exploitation en vigueur au QNS&L. Le train arrivait alors au pied d'une pente descendante et s'apprêtait à gravir une section de voie en pente ascendante.

⁵ Au QNS&L, les vitesses maximales permises pour les trains de minerai sont de 40 mi/h pour les trains vides et de 35 mi/h pour les trains chargés.

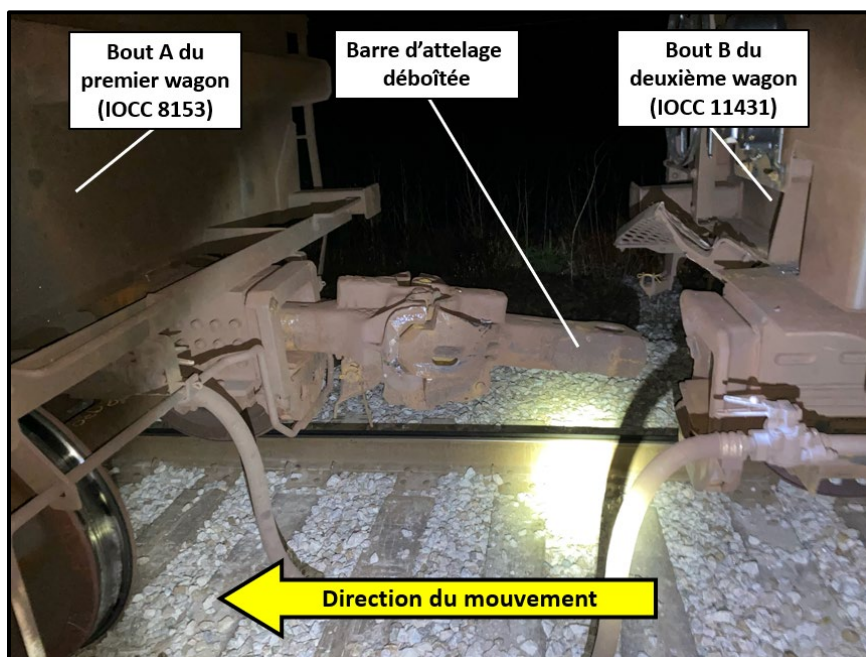
1.5 Renseignements sur le mécanicien de locomotive

Le ML aux commandes du train répondait aux exigences de son poste, connaissait bien le territoire et satisfaisait aux exigences en matière de repos et d'aptitude au travail. Il était à l'emploi du chemin de fer QNS&L depuis août 2022 et avait été qualifié comme ML en juillet 2023.

1.6 Examen des lieux

Le 1^{er} wagon du train (IOCC 8153) a déraillé au bout A et est resté attelé aux locomotives de tête. La barre d'attelage du 2^e wagon (IOCC 11431) s'était déboîtée de la longrine de traction, mais était demeurée attelée au 1^{er} wagon (figure 2).

Figure 2. Déboîtement de la barre d'attelage entre les 1^{er} et 2^e wagons
(Source : Chemin de fer QNS&L, avec annotations du BST)

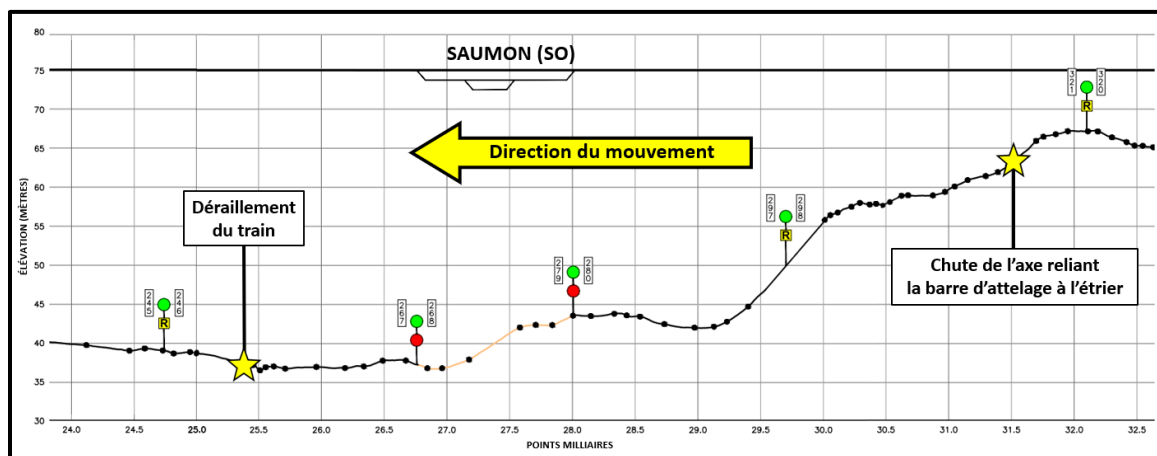


Le 2^e wagon (IOCC 11431) présentait des marques sur la face du pylône de choc au bout B, résultant de la collision entre les 2 parties du train à la suite de la séparation. Les dispositifs de dételage et du frein à main de cette extrémité du wagon ont aussi subi des dommages, de même que la plateforme située sous le volant du frein à main. L'étrier d'attelage situé dans la longrine de traction s'était rompu.

Les bogies des 7 premiers wagons du train avaient déraillé et le rail est s'était renversé vers l'extérieur sur une distance d'environ 250 pieds.

L'axe qui relie la barre d'attelage à l'étrier d'attelage du wagon IOCC 11431 a été trouvé aux environs du point milliaire 31,5 (figure 3) et ne présentait aucun signe de dommage ou d'usure.

Figure 3. Lieu de chute de l'axe de l'étrier d'attelage et lieu du déraillement, avec profil de la voie ferrée (Source : Chemin de fer QNS&L, avec annotations du BST)

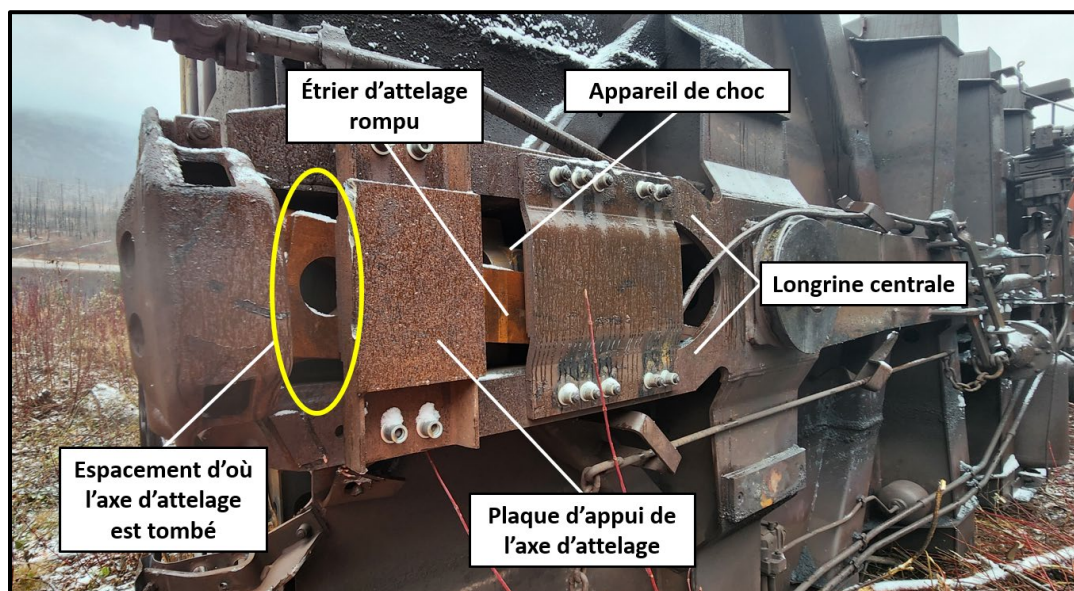


1.7

Examen du dispositif d'attelage du wagon IOCC 11431

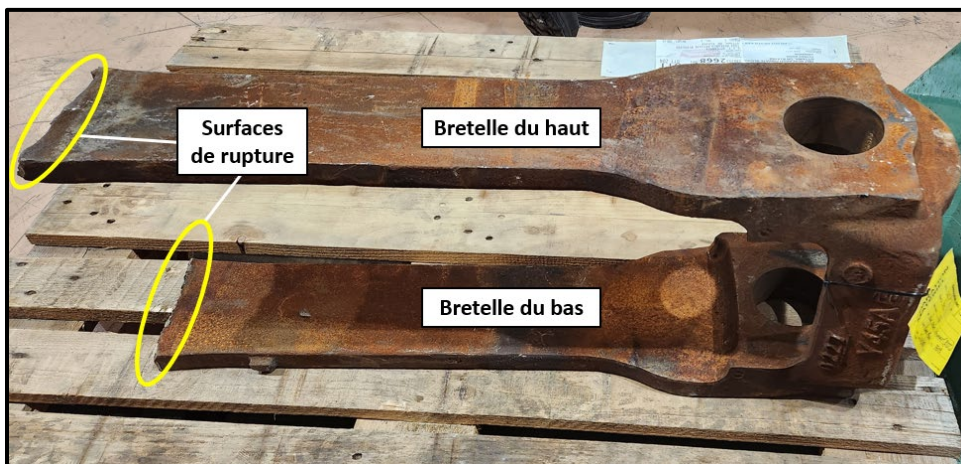
Après l'événement, la plupart des wagons déraillés ont été déplacés hors de l'emprise ferroviaire afin que le service régulier soit rétabli le plus rapidement possible. Le wagon IOCC 11431 s'est ainsi retrouvé sur le côté, ce qui a permis aux enquêteurs du BST d'observer de plus près les principales composantes du dispositif d'attelage de son bout B (figure 4).

Figure 4. Wagon IOCC 11431 sur le côté après son déplacement hors de la voie, montrant la longrine centrale, l'appareil de choc, la plaque d'appui de l'axe d'attelage, l'étrier rompu et l'espace d'où l'axe d'attelage est tombé (Source : BST)



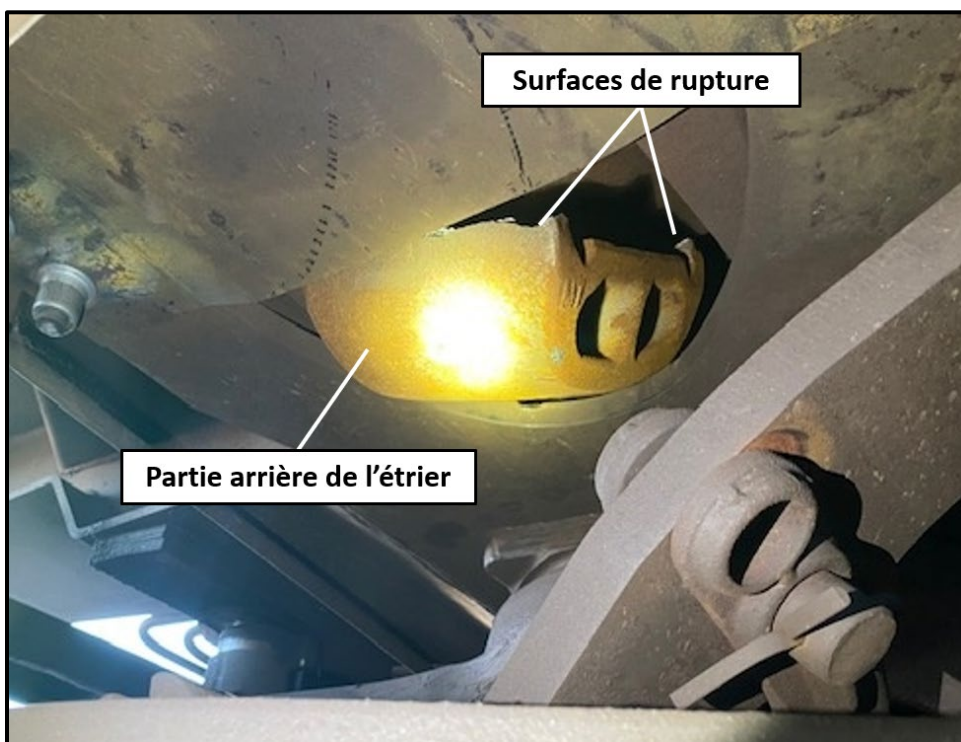
L'examen du dispositif d'attelage au bout B du wagon IOCC 11431 a révélé que l'étrier d'attelage s'était rompu près de sa partie arrière, à l'extrémité de l'appareil de choc (figure 5).

Figure 5. Étrier d'attelage rompu, montrant les surfaces de rupture sur les bretelles du haut et du bas (Source : BST)



La partie arrière de l'étrier d'attelage rompu était restée accrochée au wagon (figure 6).

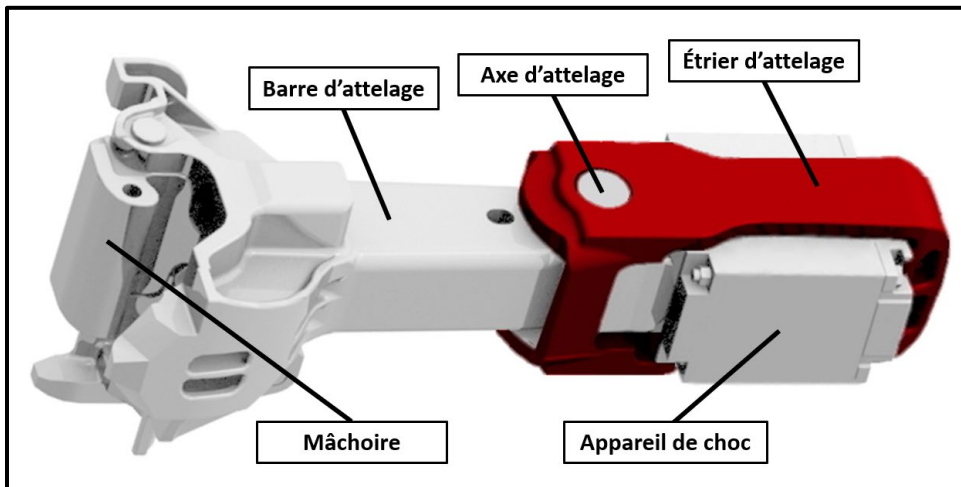
Figure 6. Partie arrière de l'étrier d'attelage rompu, telle qu'elle était positionnée à l'intérieur de la longrine de traction après le déraillement, et montrant les surfaces de rupture (Source : Chemin de fer QNS&L, avec annotations du BST)



L'étrier d'attelage, d'un modèle Y45AE, avait été fabriqué en mars 2024 par le fabricant d'équipements ferroviaires McConway & Torley.

Le dispositif d'attelage, un dispositif de type F, est muni d'une barre d'attelage rattachée à l'étrier au moyen d'un axe d'attelage vertical (figure 7). L'axe vertical est retenu par une plaque d'appui horizontale (figure 4).

Figure 7. Exemple d'un dispositif d'attelage de type F comme celui du wagon IOCC 11431, montrant la barre d'attelage, l'étrier et l'axe d'attelage, la mâchoire et l'appareil de choc (Source : BST)

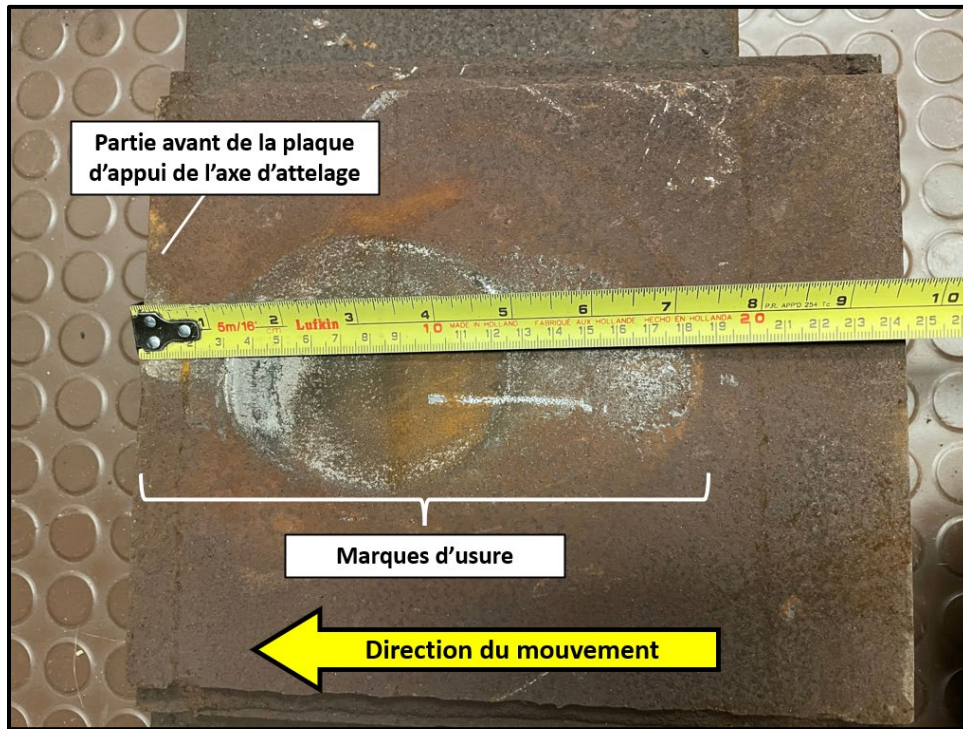


La plaque d'appui, l'étrier et l'appareil de choc font partie des composantes du dispositif d'attelage qui sont fixées à l'intérieur de la longrine centrale sous le wagon. L'axe d'attelage agit comme pivot pour la barre d'attelage, permettant à cette composante une certaine mobilité sur 2 axes de déplacement :

- l'axe transversal, à l'intérieur des limites physiques prévues par l'embout de la longrine centrale, afin que les wagons puissent négocier plus facilement les courbes et les aiguillages;
- l'axe longitudinal, puisque l'orifice conçu pour recevoir l'axe d'attelage est de forme oblongue, afin que l'appareil de choc puisse jouer son rôle d'amortisseur en absorbant les mouvements d'étirement et de compression présents entre les wagons du train.

Lors de l'examen du wagon par les enquêteurs du BST, la plaque d'appui qui retient l'axe d'attelage a été démontée afin de permettre l'observation de la surface de contact de la plaque. Cette dernière présentait des marques d'usure qui s'étendaient jusqu'à son extrémité avant (figure 8).

Figure 8. Plaque d'appui retenant l'axe d'attelage, montrant des marques d'usure jusque sur sa partie avant (Source : BST)



La partie avant de l'étrier d'attelage rompu a été récupérée et acheminée pour fins d'analyse au laboratoire d'ingénierie du BST à Ottawa (Ontario). Un étrier d'attelage neuf du même fabricant et fabriqué à la même période a aussi été sélectionné et expédié au laboratoire du BST pour fins de comparaison.

1.8 Inspection et entretien des wagons

Au QNS&L, les wagons subissent une inspection régulière au triage de Sept-Îles, à leur retour de la mine. Les wagons font aussi l'objet d'un contrôle de la qualité lors des activités d'entretien et de réparation à l'atelier du QNS&L.

Selon les registres du QNS&L, le wagon IOCC 11431 avait fait l'objet de réparations majeures à la fin du mois de septembre 2024, soit environ 4 semaines avant l'événement. Diverses composantes du dispositif d'attelage du bout B, incluant l'étrier d'attelage qui s'est rompu, avaient alors été remplacées par des pièces neuves.

1.9 Simulations des forces exercées le long du train

Les forces exercées le long du train sont des forces dynamiques de compression et de traction appliquées aux wagons et à leurs composants lorsque le train est en mouvement.

Le BST a effectué des simulations⁶ afin de déterminer les forces exercées le long du train à partir du point milliaire 40, soit avant que l'axe qui relie la barre d'attelage à l'étrier d'attelage ne soit tombée.

Selon les simulations effectuées à partir de ce point, les dispositifs d'attelage du wagon IOCC 11431 avant le déraillement ont subi des forces de traction et de compression maximales de moins de 200 kips, ce qui est situé dans la moyenne de l'enveloppe des forces normales le long du train.

1.10 Normes régissant les composantes d'attelage

La conception, la fabrication et l'examen des composantes d'attelage sont régis par les spécifications M-201, M-205 et M-211 du *Manual of Standards and Recommended Practices* de l'Association of American Railroads (AAR)⁷.

Les composantes d'attelage de type E, E/F et F sont des pièces moulées qui doivent se conformer aux exigences suivantes :

- Les mâchoires d'attelage doivent pouvoir résister à une charge en traction de 400 kips⁸.
- Les étriers d'attelage doivent pouvoir résister à une charge en traction de 700 kips.

Les étriers d'attelage sont des pièces fabriquées par moulage. Une fois démoulés, ils subissent un traitement thermique et sont soumis à un contrôle visuel. Ce contrôle consiste principalement en un examen de la surface extérieure des pièces pour déceler les défauts visibles tels que fissures, piqûres, bavures et inclusions⁹.

Si des défauts mineurs de surface sont décelés, ils sont réparés et la pièce est soumise de nouveau à un traitement thermique.

Pour valider le procédé de fabrication de ces pièces moulées, au moins un échantillon représentatif sélectionné aléatoirement chaque année est soumis à une série de tests, dont la plupart sont destructifs. Ces tests comprennent notamment la détermination de la

⁶ Les simulations ont été effectuées à l'aide du logiciel Freight Train Operations Simulator (FTOPS).

⁷ Le *Règlement concernant l'inspection et la sécurité des wagons de marchandises*, approuvé par Transports Canada, prescrit les normes de sécurité minimales qui s'appliquent aux wagons de marchandises. Selon ce règlement, les compagnies ferroviaires doivent s'assurer que les wagons de marchandises qu'elles mettent en service sont exempts de défauts prescrits relatives à la sécurité. De plus, les wagons échangés entre compagnies ferroviaires doivent être conformes au *Field Manual of the AAR Interchange Rules*. Même si la majeure partie des opérations ferroviaires du QNS&L est effectuée de manière « captive », c'est-à-dire sans échanges de wagons avec d'autres compagnies ferroviaires, les fabricants de composants de wagons auprès desquels le QNS&L s'approvisionne sont tenus de respecter les spécifications de l'AAR pour les équipements qu'ils produisent.

⁸ Un kip est une unité de force égale à 1000 livres.

⁹ Les spécifications de l'AAR se réfèrent aux critères d'acceptation pertinents définis par la Steel Castings Research and Trade Association (SCRATA).

solidité interne de l'échantillon, ainsi que l'évaluation des propriétés physiques et la composition chimique du matériau, de même que ses performances¹⁰.

La solidité interne d'un étrier échantillonné est déterminée par la réalisation de coupes transversales à la scie à 4 emplacements prescrits. Les surfaces exposées des pièces ainsi obtenues permettent de révéler les éventuels défauts internes, tels que la présence de discontinuités, porosités et/ou rétrécissements. La taille, la forme et l'emplacement des défauts identifiés sur chacune de ces surfaces sont ensuite comparés visuellement à des photographies de référence standard figurant dans les spécifications de l'AAR¹¹ et chaque surface se voit attribuer une cote¹² représentant le niveau de sévérité des défauts qui s'y trouvent.

Les cotes attribuées aux surfaces exposées sont évaluées selon des critères qualitatifs établis dans les spécifications de l'AAR¹³. Si les conclusions de ces évaluations respectent ces critères, le procédé de fabrication des pièces moulées ainsi que les matériaux utilisés sont considérés comme acceptables, et l'ensemble des pièces produites selon ce procédé est réputé conforme aux exigences.

Il n'y a aucune exigence de l'AAR en matière d'examen non destructif¹⁴ (par exemple, par contrôle ultrasonique ou radiographique) des pièces produites pour y déceler la présence de défauts internes.

1.11 Analyses du laboratoire du BST

Le laboratoire du BST a procédé à des examens approfondis sur la partie récupérée de l'étrier d'attelage en cause dans l'événement à l'étude ainsi que sur l'étrier d'attelage de référence provenant du même fabricant et fabriqué à la même période.

Les examens et analyses de laboratoire effectués comprenaient notamment ce qui suit :

- Tests de solidité interne
- Évaluation des propriétés des matériaux (dureté, composition chimique et résilience)
- Examen visuel et validation des dimensions

¹⁰ Résistance aux chocs, résistance à la traction, composition chimique, dureté.

¹¹ Association of American Railroads, *Manual of Standards and Recommended Practices*, Section S: Casting Details, Specification M-211, section 3.1.4.4 et Appendix I, novembre 2016.

¹² Cette cote de sévérité est basée sur des critères visuels qualitatifs et varie de 1 (la moins sévère) à 6 (la plus sévère).

¹³ Association of American Railroads, *Manual of Standards and Recommended Practices*, Section S: Casting Details, Specification M-211, section 3.1.4.5, novembre 2016.

¹⁴ Méthode d'inspection, d'essai ou d'examen visant à déceler des caractéristiques défectueuses d'une composante sans en altérer la fonction ou la structure.

L'examen visuel de l'étrier d'attelage en cause a permis d'identifier que les 2 bretelles s'étaient rompues par rupture fragile, près de leur partie arrière¹⁵.

L'évaluation de la solidité interne de cet étrier conformément aux exigences des spécifications de l'AAR¹⁶ a aussi permis de déterminer qu'il se conformait aux normes prescrites. Cependant, une des 4 coupes transversales n'avait pas pu être effectuée à l'endroit exact prescrit, car cet endroit se situait sur la partie de l'étrier rompu qui était restée accrochée au wagon et qui n'avait pas pu être récupérée. Cette coupe transversale a ainsi été effectuée sur les bretelles de l'étrier, à environ 51 mm de l'endroit spécifié par l'AAR, soit à environ 32 mm du plan de rupture. Par conséquent, il n'est pas possible de conclure avec certitude que l'étrier en cause satisfaisait aux tests de solidité interne prescrits.

Quant à l'étrier d'attelage de référence examiné par le laboratoire, il a satisfait aux tests de solidité interne prescrits par les spécifications de l'AAR aux 4 endroits prévus.

L'évaluation des propriétés physiques et de la composition chimique du matériau a permis de confirmer que l'étrier d'attelage rompu ainsi que l'étrier de référence étaient conformes aux spécifications de l'AAR.

L'analyse de laboratoire a permis de conclure que l'étrier d'attelage avait subi une rupture fragile par surcharge à 2 endroits, près de la partie arrière de ses 2 bretelles, dans une zone soumise à des contraintes élevées. La rupture initiale s'était produite dans la bretelle du haut, celle se trouvant la plus rapprochée du dessous de la caisse du wagon. Cette bretelle présentait des porosités¹⁷ attribuables à un retrait et qui n'étaient pas visibles à la surface extérieure de la pièce moulée. À la suite de cette première rupture, comme toutes les forces de traction subies par l'étrier étaient concentrées sur la bretelle du bas, cette dernière n'a pu résister à la soudaine surcharge et s'est rompue à son tour. À cet endroit, les contraintes appliquées ont dépassé la résistance à la traction du matériau, laquelle était réduite en raison de la présence de porosités internes qui s'étaient formées lors du moulage de la pièce.

1.12 Autre événement similaire

Le 8 janvier 2020, dans le cadre de son enquête sur un événement lors duquel une mâchoire d'attelage provenant d'un autre fabricant s'était rompue lors de manœuvres à la gare de triage Alyth à Calgary (Alberta)¹⁸, le BST a émis l'avis de sécurité 01/20 concernant la présence de corps étrangers et de porosités dans la mâchoire d'attelage. Le BST y indiquait

¹⁵ Le plan de rupture se trouvait à environ 19 mm d'un des 4 endroits où une coupe transversale est requise par les spécifications de l'AAR afin de permettre d'évaluer la solidité interne de la pièce.

¹⁶ À l'aide de coupes transversales à 4 endroits spécifiés.

¹⁷ Ces porosités avaient une surface totale approximative de 76 mm².

¹⁸ Événement R19C0002 du BST.

que Transports Canada et l'AAR souhaiteraient peut-être faire un suivi auprès des fabricants d'équipement appropriés pour s'assurer que l'on évite d'introduire des vulnérabilités (comme la porosité et des corps étrangers) dans le moulage des mâchoires d'attelage durant le procédé de fabrication. L'AAR était alors entré en communications avec le fabricant de la mâchoire d'attelage en cause afin de discuter de l'avis de sécurité du BST.

1.13 Rapport de laboratoire du BST

Le BST a produit le rapport de laboratoire suivant dans le cadre de la présente enquête :

- LP187/2024 – Draft gear yoke failure analysis [Analyse de la rupture de l'étrier d'attelage]

2.0 ANALYSE

L'enquête a démontré qu'il n'y avait aucun défaut de la voie ferrée ni aucun problème relatif à la conduite du train avant le déclenchement du serrage d'urgence des freins provenant de la conduite générale. Comme le déraillement s'est produit après la séparation du train, l'analyse portera sur les éléments qui ont mené au déboîtement de la barre d'attelage du wagon IOCC 11431.

2.1 L'événement

Le 3 novembre 2024, alors que le train de minerai de fer BAL-481-F roulait à environ 22 mi/h sur la voie principale, un serrage d'urgence des freins provenant de la conduite générale s'est déclenché aux environs du point milliaire 25,6. Juste avant que le train ne s'immobilise au point milliaire 25,4, le mécanicien de locomotive (ML) a ressenti un à-coup dans la cabine de la locomotive.

Après avoir pris les mesures d'urgence appropriées, le ML a constaté que les 7 premiers wagons avaient déraillé. Il a aussi constaté qu'une barre d'attelage s'était déboîtée du 2^e wagon et qu'il y avait des marques d'impact aux extrémités des 2 premiers wagons.

Selon ces marques, la force de l'impact a été appliquée en angle, ce qui a amplifié l'effet de la force latérale générée lors de la collision en poussant sur le rail du côté est, qui s'est alors renversé vers l'extérieur sur une distance d'environ 250 pieds. Ceci a entraîné le déraillement du train dans la courbe au point milliaire 25,4.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

Le train s'est séparé à la suite du déboîtement de la barre d'attelage du 2^e wagon. Les 2 parties du train sont alors entrées en collision, entraînant le renversement du rail du côté est et le déraillement des 7 premiers wagons.

2.2 Examen du dispositif d'attelage du wagon IOCC 11431

Le 2^e wagon (IOCC 11431) présentait des marques d'impact sur la face du pylône de choc au bout B résultant de la collision entre les 2 parties du train, à la suite de sa séparation. La partie arrière de l'étrier d'attelage s'était rompue à l'extrémité de l'appareil de choc. Les dispositifs d'attelage, du frein à main ainsi que la plateforme située sous le volant du frein à main avaient subi des dommages.

La rupture de l'étrier d'attelage a entraîné un déplacement excessif de ce dernier dans la longrine de traction. L'axe d'attelage s'est ensuite déplacé au-delà de la plaque d'appui, entraînant sa chute sur la voie. Comme la barre d'attelage n'était plus connectée à l'étrier d'attelage, celle-ci s'est déboîtée de la longrine de traction. Le wagon, alors désolidarisé du reste du train, était devenu susceptible de se séparer lors d'un éventuel étirement des attelages.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

La barre d'attelage du bout B du 2^e wagon s'est déboîtée après que l'étrier d'attelage s'est rompu, ce qui a entraîné le déplacement de l'axe d'attelage au-delà de la plaque d'appui. L'axe est alors tombé sur la voie, ce qui a désolidarisé le train et l'a rendu susceptible de subir une séparation.

2.3 **Analyses du laboratoire du BST**

Le laboratoire du BST a examiné l'étrier d'attelage rompu ainsi que l'étrier de référence.

Les étriers d'attelage sont des pièces robustes dont la conception date de plusieurs décennies, avec des milliers d'exemplaires en circulation partout en Amérique du Nord. Aucun événement de ce type, en dehors de l'événement à l'étude, n'est répertorié dans les archives du fabricant de l'étrier ni dans la base de données du BST. Par conséquent, la probabilité que ce type d'événement se reproduise est relativement faible.

L'étrier d'attelage en cause dans l'événement a subi une rupture fragile par surcharge dans une zone soumise à des contraintes élevées, où il y avait présence de porosités internes. Ces porosités, qui n'étaient pas apparentes à la surface de la pièce moulée, n'ont pas pu être relevées lors du contrôle visuel de l'étrier après sa fabrication. Par conséquent, la résistance à la traction de cette partie de l'étrier a été réduite en deçà de la résistance minimale prévue par les spécifications de l'AAR. L'étrier était donc plus susceptible de céder lorsque soumis aux forces normales exercées en service le long du train.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

L'étrier d'attelage présentait des porosités internes dans une zone soumise à des contraintes élevées. Ces porosités, qui s'étaient vraisemblablement formées lors du moulage de la pièce, ont réduit la résistance à la traction de cette partie de l'étrier, entraînant sa rupture en service.

Les essais en laboratoire ont permis de déterminer que l'étrier d'attelage rompu ainsi que l'étrier de référence étaient conformes aux exigences de l'AAR en matière de composition et de dureté métallurgique ainsi que de résilience Charpy. L'étrier d'attelage de référence satisfaisait aussi aux exigences de l'AAR en matière de solidité interne. Par conséquent, ces essais ont permis de déterminer que les propriétés des matériaux utilisés par le fabricant pour produire ces pièces étaient valides selon les spécifications de l'AAR.

L'inspection des composantes d'attelage après leur fabrication est essentiellement effectuée de manière visuelle. Cet examen visuel ne permet pas de déceler les éventuels défauts non apparents ou les défauts internes qui pourraient compromettre l'intégrité structurelle des pièces. Aucun examen non destructif, tel qu'un contrôle ultrasonique ou radiographique, n'est effectué ou exigé par les spécifications de l'AAR. L'absence d'un tel examen ne permet pas de déceler l'éventuelle présence d'inclusions ou de porosités à l'intérieur des composantes fabriquées avant leur mise en service.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

Étant donné que les composantes d'attelage ne sont pas tenues, par l'AAR, de subir des essais non destructifs, la porosité interne qui a entraîné la rupture de l'étrier d'attelage n'a pas été relevée après la fabrication de la pièce.

2.4 Forces exercées le long du train

Selon les simulations des forces exercées le long du train avant l'accident effectuées par le BST, le dispositif d'attelage du wagon IOCC 11431 a été soumis à des forces de traction et de compression maximales de moins de 200 kips à partir du point milliaire 40, valeur qui se trouve à l'intérieur de la fourchette normale pour un train de minerai chargé.

Selon les spécifications de l'AAR, les étriers d'attelage doivent pouvoir résister à une charge en traction de 700 kips.

Fait établi : Autre

Les forces exercées le long du train avant la rupture de l'étrier d'attelage sont demeurées en deçà des limites prévues par les spécifications de l'AAR.

3.0 FAITS ÉTABLIS

3.1 Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

Il s'agit des facteurs qui ont causé l'événement ou qui y ont contribué.

1. Le train s'est séparé à la suite du déboîtement de la barre d'attelage du 2^e wagon. Les 2 parties du train sont alors entrées en collision, entraînant le renversement du rail du côté est et le déraillement des 7 premiers wagons.
2. La barre d'attelage du bout B du 2^e wagon s'est déboîtée après que l'étrier d'attelage s'est rompu, ce qui a entraîné le déplacement de l'axe d'attelage au-delà de la plaque d'appui. L'axe est alors tombé sur la voie, ce qui a désolidarisé le train et l'a rendu susceptible de subir une séparation.
3. L'étrier d'attelage présentait des porosités internes dans une zone soumise à des contraintes élevées. Ces porosités, qui s'étaient vraisemblablement formées lors du moulage de la pièce, ont réduit la résistance à la traction de cette partie de l'étrier, entraînant sa rupture en service.
4. Étant donné que les composantes d'attelage ne sont pas tenues, par l'AAR, de subir des essais non destructifs, la porosité interne qui a entraîné la rupture de l'étrier d'attelage n'a pas été identifiée après la fabrication de la pièce.

3.2 Autres faits établis

Ces faits établis règlent une controverse, révèlent des circonstances atténuantes ou soulignent un élément notable de l'événement.

1. Les forces exercées le long du train avant la rupture de l'étrier d'attelage sont demeurées en deçà des limites prévues par les spécifications de l'Association of American Railroads.

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 18 mars 2026. Le rapport a été officiellement publié le 31 mars 2026.

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.