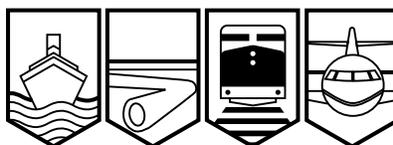


Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE
R01Q0010



DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE
DU TRAIN G-894-31-14 DU CANADIEN NATIONAL
AU POINT MILLIAIRE 12,56
DE LA SUBDIVISION DRUMMONDVILLE
TRUDEL (QUÉBEC)
LE 15 FÉVRIER 2001

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 G-894-31-14 du Canadien National
au point milliaire 12,56
de la subdivision Drummondville
Trudel (Québec)
le 15 février 2001

Rapport numéro R01Q0010

Sommaire

Vers 8 h 20, heure normale de l'est, le 15 février 2001, 25 wagons du train n° G-894-31-14 du Canadien National, roulant vers l'est en direction de Québec (Québec), ont déraillé au point milliaire 12,56 de la subdivision Drummondville, près de Trudel (Québec). Vingt-quatre wagons ont été détruits et un wagon a subi des dommages légers. Un aiguillage de la voie principale, le système de signalisation, 800 mètres de voie ainsi que des biens entreposés dans la propriété d'un distributeur de matériaux de construction ont été endommagés. Il n'y a pas eu de déversement de matières dangereuses, et personne n'a été blessé.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Le 15 février 2001, le train part de Turcot (Québec) avec 3 locomotives et 93 wagons-trémie couverts chargés de blé. Il pèse 12 158 tonnes et mesure 6 043 pieds. L'équipe de train se compose d'un chef de train, d'un mécanicien de locomotive et d'un mécanicien-pilote. Tous les employés connaissent bien les caractéristiques du trajet, répondent aux exigences de leurs postes respectifs et satisfont aux exigences en matière de repos et de condition physique.

Le train roule normalement en direction de Québec (Québec) jusqu'au branchement de la voie industrielle M-211, situé sous le passage supérieur de la route 171 qui surplombe l'autoroute 20 et la voie ferrée, où un freinage intempestif provenant de la conduite générale se déclenche. L'équipe du train suit les mesures d'urgence et constate que 25 wagons ont déraillé (du 57^e au 81^e). Le consignateur d'événements de la locomotive de tête indique qu'au moment du serrage des freins d'urgence, le train circulait à une vitesse de 51,8 mi/h et la manette des gaz était à la position 5.

Selon le calendrier d'inspections de sécurité, le train a fait l'objet d'une vérification de sécurité par du personnel certifié lors de sa formation au triage Symington, à Winnipeg (Manitoba). Sur son parcours, le train est passé par plusieurs systèmes de détection en voie (SDV)¹, le dernier étant au point milliaire 22,2 de la subdivision Drummondville; il a également fait l'objet d'inspections au défilé² par d'autres équipes de train, et aucune anomalie n'a été signalée. Une inspection au défilé faite du côté sud de la voie principale par un contremaître du Canadien National (CN) au bout ouest de la voie d'évitement à Trudel (point milliaire 13,8) n'a pas non plus révélé d'anomalie. Selon le contremaître, la neige fraîche, tombée le jour précédent l'accident, soufflait et tourbillonnait lors du passage du train, ce qui a réduit la visibilité.

La subdivision Drummondville s'étend sur une distance de 120,7 milles entre Saint-Romuald (Québec) et Sainte-Rosalie (Québec). Le déplacement du train est régi par les règles de la commande centralisée de la circulation (CCC), en vertu du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REF), sous la surveillance d'un contrôleur de la circulation ferroviaire posté à Montréal (Québec). La voie principale se compose d'une voie simple et est orientée dans l'axe est-ouest. Dans la zone de l'accident, la vitesse maximale est de 90 mi/h pour les trains de voyageurs et de 60 mi/h pour les trains de marchandises. Chaque jour, 6 trains de VIA Rail Canada et environ 20 trains de marchandises circulent dans la subdivision.

Entre les points milliaires 12,10 et 15,80, la voie est en alignement droit avec une pente descendante dans la direction est. La voie est constituée de longs rails soudés de 132 livres reposant sur des traverses de bois dur. Les selles de rail sont à double épaulement et sont retenues aux traverses par quatre crampons; il y a des anticheminants à chaque traverse. Les traverses étaient en bon état. Le ballast de granite avait un diamètre d'environ un pouce à un pouce et demi et une profondeur de 18 pouces; la largeur de l'épaulement variait de 18 à 24 pouces.

¹ Un système composé d'un détecteur de boîtes chaudes, d'un détecteur de roues chaudes, d'un détecteur de pièces traînantes et parfois d'un détecteur de défauts de roues.

² Inspection faite au passage d'un train par des employés se tenant sur le bord de la voie ou positionnés sur des voies adjacentes.

La voie a été inspectée régulièrement selon les fréquences requises par les règlements en vigueur. Dans la zone du déraillement, aucune anomalie n'a été notée lors des dernières inspections visuelles, ni lors des inspections par la voiture d'auscultation de la géométrie de la voie et par la voiture d'auscultation des rails. L'évaluation et le contrôle de sécurité de Transports Canada (TC) ont été effectués deux semaines avant le déraillement, et aucune défectuosité n'a été observée.



Figure 1. Vue d'ensemble du lieu de l'accident

Le 57^e wagon du train est resté debout à une distance de 788 mètres à l'est de la zone principale du déraillement; son bogie arrière a déraillé du côté sud de la voie principale. Les 23 wagons suivants se sont renversés et se sont immobilisés en accordéon (voir la figure 1) sur une distance de 64 mètres, immédiatement à l'est du branchement M-211, empiétant sur le terrain d'une entreprise de matériaux de construction adjacente à l'emprise ferroviaire. Le dernier wagon déraillé est resté debout avec son bogie menant déraillé du côté sud. La guérite de signalisation qui se trouve à l'est du branchement M-211 ainsi qu'un poteau de communications appartenant au CN ont été détruits. Le câble souterrain de fibre optique a été sectionné.

Un examen de la voie à l'ouest du branchement M-211 (point milliaire 12,65) a révélé la présence de traces intermittentes d'impact sur la table de roulement du rail sud ainsi que sur les traverses, les crampons et les selles de rail sur le côté extérieur sud de la voie. Il y avait des marques de boudin de roue sur l'aiguille sud de branchement M-211 à un pied de la pointe de l'aiguille et sur le rail nord à 15 pieds de la pointe de l'aiguille. L'aiguille nord était pliée et l'entretoise du talon de l'aiguille était cassée. Le rail sud de l'embranchement s'est cassé sous l'impact à 13 mètres des pointes de l'aiguille; le coeur de croisement a également été endommagé.

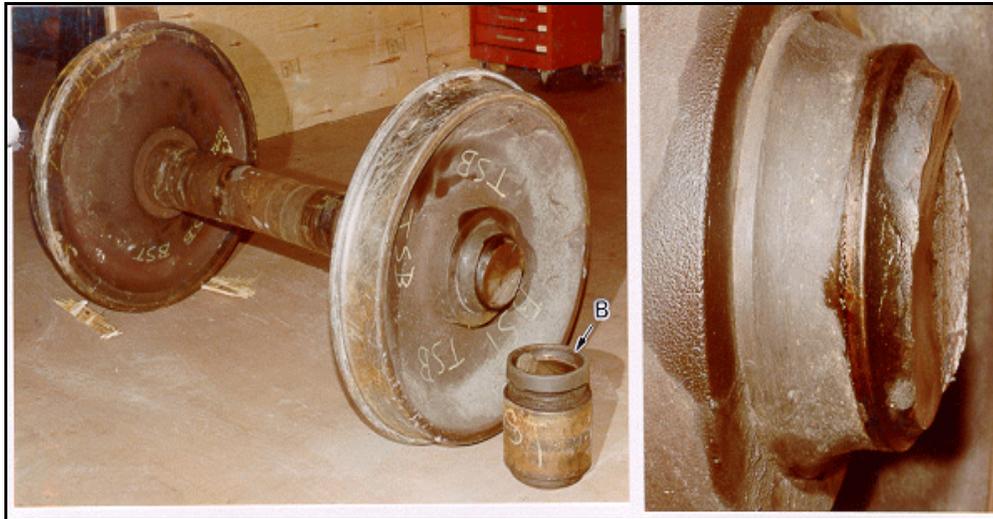


Figure 2. Essieu brisé et bout de fusée incluant le roulement à rouleaux

Le bout d'une fusée d'essieu cassée a été trouvé, avec son roulement à rouleaux (voir la figure 2), dans le fossé du côté sud de la voie, au point milliaire 16,25; il provenait du wagon CNWX 107921, le deuxième wagon déraillé. Il s'agit d'un wagon-trémie couvert construit en aluminium, ayant une tare de 41 000 lb (20 045 kg) et un poids maximal en charge de 220 000 lb (100 000 kg). La fiche d'expédition du wagon indiquait que, lors de l'accident, il était chargé à sa capacité maximale.

Les morceaux de l'essieu ont été envoyés au Laboratoire technique du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) pour fins d'analyse. L'examen (rapport n° LP 11/01) a révélé la présence d'une fissure de fatigue qui couvrait plus de 65 % de la surface de rupture (voir la figure 3). La fissure s'était manifestée d'abord dans des foyers multiples du congé de raccordement de la fusée d'essieu et de l'obturateur de boîte d'essieu (le congé de raccordement de la fusée d'essieu) et coïncidait avec les piqûres de corrosion. Les surfaces de fracture étaient fortement oxydées, mais il n'y avait pas de signe de surchauffe sur les composantes. Selon la base de données du BST, sept ruptures d'essieu se sont produites au Canada dans des circonstances similaires à cet accident entre 1998 et 2000 (cassure de l'essieu due à la présence d'une fissure de fatigue qui coïncidait avec des piqûres de corrosion).³

Le revêtement utilisé pour protéger la zone du congé de raccordement des fusées d'essieu avait perdu de sa flexibilité et était complètement séché; il s'agissait d'un enduit inhibiteur d'oxydation à base d'asphalte approuvé par l'Association of American Railroads (AAR) et d'un type couramment utilisé sur les essieux. La bague de roulement, les cônes et les rouleaux du roulement de l'essieu, du côté de la rupture, présentaient des signes d'écaillage.

³ Rapports d'enquête du BST : R00V0014, R00Q0013, R00V0213, R99V0173, R99C0019, R99V0051, R98V0114.



Figure 3. Surface de rupture de l'essieu; la flèche montre l'amorce de la fissure.

L'essieu a été fabriqué par Standard Steel Castings en mars 1964 et a été reprofilé chez GE Railcar en 1991. Les dossiers d'entretien du CN indiquent que des roues neuves ont été posées sur l'essieu, avec des roulements à rouleaux de 6 pouces x 11 pouces de type AP, en février 1994, à l'atelier de Transcona à Winnipeg. L'essieu a été installé au bout A du wagon (4^e essieu à partir du bout du frein à main), le 28 mars 1994. Tous les travaux ont été effectués selon les normes de l'AAR.

Le *Règlement concernant l'inspection et la sécurité des wagons de marchandises* de TC prescrit les normes de sécurité minimales pour les wagons. La partie du règlement concernant l'inspection et la sécurité des essieux stipule ce qui suit :

Les compagnies ferroviaires ne doivent pas mettre ni maintenir en service un wagon présentant une des anomalies suivantes :

- essieu fissuré, déformé ou rompu;
- fusée qui a chauffé;
- essieu à paliers lisses avec :
 - champignon de fusée fissuré ou rompu; ou
 - sillon, piqûres, rouille ou corrosion à la surface de la fusée; ou
- essieu de mauvaises dimensions.

Les normes et les pratiques recommandées qui régissent la conception, la fabrication et l'entretien des essieux sont incluses dans le *Manual of Standards and Recommended Practices, G*, de l'AAR (manuel de l'AAR). En particulier, la règle 1A8 du manuel de l'AAR exige que les portées de calage et les portions des fusées d'essieu de réemploi des essieux destinés aux wagons de marchandises soient soumises à un contrôle par particules magnétiques en milieu humide. Cette procédure n'est pas spécifiquement requise pour le congé de raccordement de la fusée d'essieu, seule une inspection visuelle et l'élimination des piqûres de corrosion, le cas échéant, sont demandées. Cependant, certains ateliers certifiés et les principaux chemins de fer canadiens, y compris le CN, vont au delà des exigences de l'AAR et ont étendu, depuis quelques années,

l'utilisation du contrôle par particules magnétiques au congé de raccordement. Dans le cas de l'essieu en cause dans cet accident, l'enquête n'a pas pu déterminer si cette pratique était déjà en vigueur lorsque l'essieu a été installé à l'atelier de Transcona en 1994.

Selon la règle 1K8 du manuel de l'AAR, les ateliers de roues doivent appliquer un revêtement protecteur approuvé sur le congé de raccordement de la fusée d'essieu, avant de procéder au montage des roulements à rouleaux. Le revêtement protège l'essieu usiné de l'humidité; il doit bien adhérer à la surface et demeurer flexible.

Bien que l'huile de ricin est utilisée comme lubrifiant pour faciliter le montage des roues sur l'essieu, sa présence est indésirable car, étant un absorbant d'eau, elle peut former une pellicule d'humidité qui reste emprisonnée sous le revêtement et entraîner une oxydation prématurée de l'essieu. De plus, l'huile peut affecter l'adhérence du revêtement et par conséquent, son élimination de la surface de l'essieu est essentielle à la bonne performance du revêtement.

Après l'assemblage des roues sur le bogie, les surfaces des congés de raccordement de la fusée d'essieu sont cachées par le joint d'étanchéité des roulements à rouleaux et ne sont donc plus visibles lors des inspections de sécurité par du personnel certifié.

Analyse

Il est probable que la rupture de l'essieu s'est produite là où le bout de la fusée d'essieu a été trouvé, soit au voisinage du point milliaire 16,25; n'étant pas retenu au longeron de bogie, le bout de la fusée d'essieu est devenu libre au moment de la rupture, il s'est détaché et est tombé dans le fossé. N'ayant plus de support, le longeron de bogie s'est alors affaissé sur la table de roulement du rail; le bogie a ensuite été traîné le long du rail jusqu'à ce qu'il percute l'aiguillage M-211, provoquant le déraillement des autres wagons.

Selon les résultats de l'analyse du Laboratoire technique du BST, la rupture de l'essieu est due à la présence d'une fissure de fatigue qui a débuté dans le congé de la fusée d'essieu et qui coïncidait avec des piqûres de corrosion. Étant donné que la zone du congé de raccordement de l'essieu est assujettie à des contraintes élevées et que les piqûres de corrosion sont des zones de concentration de contraintes, le nombre de cycles de chargement que l'essieu peut supporter a été réduit, ce qui a donc engendré l'apparition et le développement de fissures de fatigue et par conséquent la rupture de l'essieu.

La corrosion par piqûres sur les congés de raccordement de la fusée d'essieu ainsi que l'écaillage observé sur la bague de roulement, sur les cônes et sur les rouleaux du roulement de l'essieu indiquent qu'il y a eu une pénétration et une accumulation d'humidité. Cette humidité aurait pu provenir de la condensation qui se forme quand les roulements refroidissent, mais elle aurait aussi pu pénétrer à travers le revêtement protecteur, qui, étant complètement séché, était devenu perméable à l'humidité; de ce fait, un contrôle de la mise en place du revêtement est critique pour assurer une protection contre la corrosion.

L'AAR n'exige pas spécifiquement que le congé de raccordement de la fusée d'essieu soit vérifié par un contrôle par particules magnétiques; elle exige seulement une inspection visuelle et l'élimination des piqûres de corrosion, le cas échéant. Cette procédure peut s'avérer insuffisante dans certains cas car des fissures sous-surfaciques initiées par des piqûres de corrosion peuvent persister même après l'élimination des piqûres. Les principaux chemins de fer canadiens et certains ateliers certifiés ont étendu le contrôle par particules magnétiques au congé de

raccordement. Cependant cette pratique n'a pas été adoptée à travers toute l'industrie, vu qu'elle n'est pas requise par l'AAR. Par ailleurs, le *Règlement concernant l'inspection et la sécurité des wagons de marchandises* de TC n'a pas de clause relative au contrôle des défauts internes, par conséquent, certains essieux comportant des fissures sub-surfaciques risquent d'être mis en service.

Étant donné que ces fissures ne peuvent pas être décelées lors des vérifications de sécurité vu que la zone des congés de raccordement est couverte par le joint d'étanchéité du roulement à rouleaux, il est primordial qu'un contrôle des défauts internes du congé de raccordement de la fusée d'essieu soit effectué pour identifier les fissures sous-surfaciques et réduire les risques associés aux ruptures d'essieu.

Les fissures de fatigue sur l'essieu ne pouvaient pas être détectées par le détecteur de boîtes chaudes, car il s'agissait de fissures de fatigue sans surchauffe. Par ailleurs, comme le longeron de bogie a commencé à traîner sur la voie environ quatre milles avant l'accident, il ne pouvait pas être décelé par le détecteur de pièces traînantes, qui lui se trouve beaucoup plus loin. À la voie d'évitement de Trudel, il y a eu une inspection visuelle au défilé. Toutefois, l'état du wagon n'a pas été remarqué à cause de la mauvaise visibilité, due au tourbillonnement de la neige lors du passage du train.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Le train a déraillé suite à une rupture de fatigue de l'essieu du wagon CNWX 107921.
2. La pénétration et l'accumulation d'humidité ont occasionné des piqûres de corrosion, ce qui a engendré l'apparition et le développement de fissures de fatigue et par conséquent la rupture de l'essieu.

Faits établis quant aux risques

1. Vu que le contrôle par particules magnétiques du congé de raccordement n'est pas requis spécifiquement par l'Association of American Railroads (AAR) ni par le *Règlement concernant l'inspection et la sécurité des wagons de marchandises* de Transports Canada et qu'il n'a pas été adopté à travers toute l'industrie, certains essieux ayant des défauts internes risquent d'être mis en service.
2. Comme les piqûres de corrosion et les fissures de fatigue ne peuvent pas être décelées lors des vérifications de sécurité, il est primordial qu'un contrôle de tous les défauts du congé de raccordement de la fusée d'essieu et de la mise en place du revêtement de protection soit effectué lors du montage pour réduire les risques associés aux ruptures d'essieu.
3. Les inspections visuelles au défilé ne sont pas toujours efficaces car les conditions météorologiques peuvent réduire la visibilité.
4. Les fissures de fatigue sur les essieux ne peuvent pas être détectées par les détecteurs de boîtes chaudes, car il s'agit de fissures sans dégagement notable de chaleur.

Mesures de sécurité

Mesures prises

Transports Canada fera un suivi auprès des compagnies de chemin de fer au sujet de la défaillance du revêtement protecteur du congé de raccordement de la fusée d'essieu et prendra les mesures nécessaires pour assurer la sécurité.

Mesures à prendre

L'industrie du transport ferroviaire améliore sans cesse les systèmes de détection en voie et en atelier qui réduisent les risques d'accident en permettant la détection et la réparation préventive des wagons de marchandises présentant des conditions de roue ou des roulements à rouleaux potentiellement dangereuses. Ces améliorations ne permettent malheureusement pas de surveiller le développement des fissures de fatigue sur les essieux, car elles provoquent des ruptures sans surchauffe qui ne sont pas détectables par les présents systèmes de détection en voie.

De plus, ces fissures et les piqûres de corrosion, qui souvent les accompagnent (comme cela a été le cas dans les sept ruptures d'essieu survenues au Canada entre 1998 et 2000), ne peuvent pas être décelées lors des vérifications de sécurité vu que la zone des congés de raccordement est couverte par le joint d'étanchéité du roulement à rouleaux. En conséquence, l'inspection ne peut se faire que lors de la réfection des essieux, de la pose de roues neuves ou lors du remplacement des roulements à rouleaux.

Par ailleurs, en ce qui concerne l'entretien et le réemploi des essieux, le Bureau reconnaît que l'extension du contrôle par particules magnétiques au congé de raccordement est une mesure positive prise par les principaux chemins de fer canadiens et par certains ateliers certifiés. Cependant cette pratique n'a pas été adoptée à travers toute l'industrie, vu qu'elle n'est pas requise par l'*Association of American Railroads* (AAR). Par conséquent, certains wagons de marchandises étrangers ou appartenant à des propriétaires privés seront entretenus selon les normes minimales de l'AAR et risquent donc d'être mis en service avec des fissures sub-surfaciques.

Avec l'augmentation continuelle des charges des wagons, les essieux sont soumis à des contraintes et des sollicitations de plus en plus élevées qui auront un effet sur leur résistance à la fatigue. Il devient donc primordial que l'état de ces essieux soit régulièrement surveillé pour identifier les défauts et réduire les risques associés aux ruptures d'essieu. Par conséquent, le Bureau s'inquiète de l'absence de moyens de détection des fissures de fatigue et d'inspection des zones des congés de raccordement lorsque les wagons sont en service et de l'application inégale des normes d'entretien des essieux.

Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet accident. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 22 avril 2003.