

Bureau de la sécurité des transports  
du Canada



Transportation Safety Board  
of Canada

**RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE**  
**R09Q0047**



**DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE**

**DU TRAIN DE MARCHANDISES M-365-21-21**  
**EXPLOITÉ PAR LE CANADIEN NATIONAL**  
**AU POINT MILLIAIRE 6,53 DE LA SUBDIVISION LAC-ST-JEAN**  
**PRÈS DE SAINT-TITE (QUÉBEC)**  
**LE 21 NOVEMBRE 2009**

**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 de marchandises M-365-21-21  
exploité par le Canadien National  
au point milliaire 6,53  
de la subdivision Lac-St-Jean  
près de Saint-Tite (Québec)  
le 21 novembre 2009

Rapport numéro R09Q0047

### *Sommaire*

Le 21 novembre 2009, à 20 h 46, heure normale de l'Est, 10 wagons (5 wagons chargés et 5 wagons vides) du train M-365-21-21 du Canadien National ont déraillé sur le pont ferroviaire qui enjambe la rivière des Envies, au point milliaire 6,53 de la subdivision Lac-St-Jean, près de Saint-Tite (Québec). La voie ferrée a été endommagée sur une distance d'environ 200 pieds et une travée du pont a été détruite. L'accident n'a fait aucun blessé et n'a pas causé de déversement de marchandises dangereuses.

*This report is also available in English.*

## Autres renseignements de base

### L'accident

Le 21 novembre 2009, le train de marchandises M-365-21-21 (le train) du Canadien National (CN) roule en direction sud dans la subdivision Lac-St-Jean à destination de Montréal (Québec). Le train compte 2 locomotives et 11 wagons (5 wagons chargés et 6 wagons vides). Il pèse environ 1250 tonnes et mesure quelque 850 pieds. L'équipe de train se compose d'un mécanicien et d'un chef de train. Ils connaissent bien le territoire, se conforment aux normes de repos et de condition physique et répondent aux exigences de leurs postes respectifs.

À 20 h 46<sup>1</sup>, à la sortie de la ville de Saint-Tite (voir la figure 1), les membres de l'équipe de train ressentent une secousse inhabituelle alors que le train passe sur le pont ferroviaire de la rivière des Envies, au point milliaire 6,53. Immédiatement après, un serrage intempestif des freins d'urgence provenant de la conduite générale se déclenche. Le train roule à 38 mi/h et la manette des gaz est à la position 1. La locomotive de tête s'immobilise à environ 1800 pieds au sud du pont. Après avoir pris les mesures d'urgence, l'équipe du train constate que 10 wagons (du 1<sup>er</sup> wagon au 10<sup>e</sup> wagon) ont déraillé. Une travée du pont ferroviaire s'est effondrée et trois wagons sont tombés dans le lit de la rivière. Le ciel est dégagé et la température est de 2 °C.

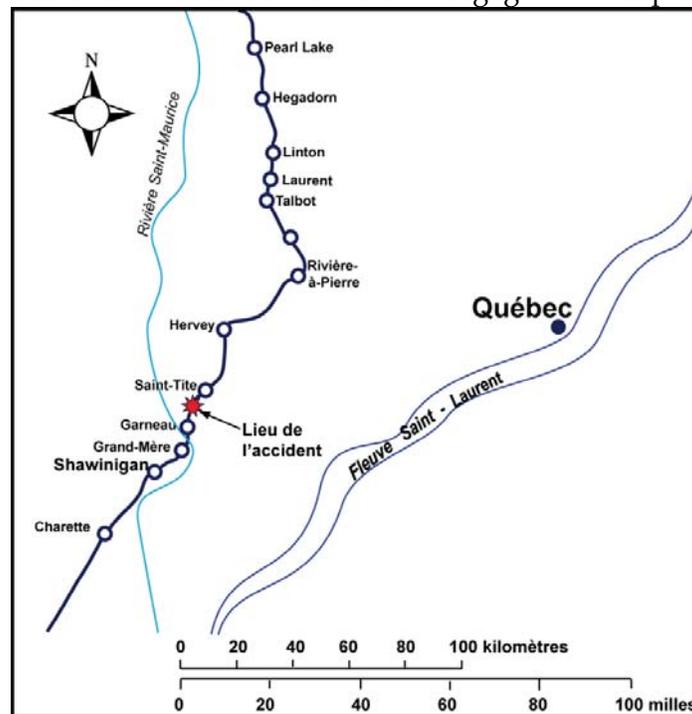


Figure 1. Lieu du déraillement (source : Association des chemins de fer du Canada, *Atlas des chemins de fer canadiens*)

<sup>1</sup> Les heures sont exprimées en heure normale de l'Est (temps universel coordonné moins cinq heures).

## Particularités de la voie

Au sud de la ville de Saint-Tite, la voie ferrée décrit une courbe de 4 degrés 15 minutes et est d'une longueur de 800 pieds avant de traverser la rivière des Envies, au point milliaire 6,53, sur un pont en acier à tablier supérieur de bois ajouré. Le pont était constitué de deux travées, d'une longueur totale d'environ 160 pieds, reposant sur deux culées et un pilier central. La travée sud se composait de poutres à treillis et avait une longueur de 111 pieds alors que la travée nord, constituée de poutres à âme pleine, avait une longueur de 50 pieds.

La voie était composée de longs rails soudés (LRS) de 115 livres reposant sur des selles de rail à double épaulement et fixées aux traverses par trois crampons. Il y avait environ 3200 traverses de bois dur par mille de voie. Des anticheminants encadraient chaque traverse. Le ballast, constitué principalement de pierre concassée, était en bon état et ne montrait pas de signe de colmatage. Les cases étaient garnies et les épaulements mesuraient environ 18 pouces de largeur.

## Examen des lieux

Le matériel roulant qui a déraillé comptait cinq wagons couverts chargés et cinq wagons-citernes vides (voir la figure 2). Aucune marque de roue ou de pièce traînante n'a été observée au nord du pont. Près de la culée sud du pont, on a remarqué des marques de boudin de roue sur le dessus des traverses et sur les selles de rail. Ces marques s'étendaient sur une distance de 1600 pieds en direction sud et s'arrêtaient à la hauteur du bogie arrière du premier wagon déraillé, le wagon couvert TBOX665577. Ce wagon est resté attelé à la partie avant du train avec le bogie arrière déraillé du côté est de la voie. Les trois wagons suivants ont dévalé le talus et se sont immobilisés dans le fossé est de la voie, à proximité de la culée sud du pont. Les 5<sup>e</sup>, 6<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup> wagons gisaient sur les membrures de la travée sud qui s'est effondrée dans le lit de la rivière (voir la photo 1). Les autres wagons déraillés se trouvaient sur la rive nord de la rivière.

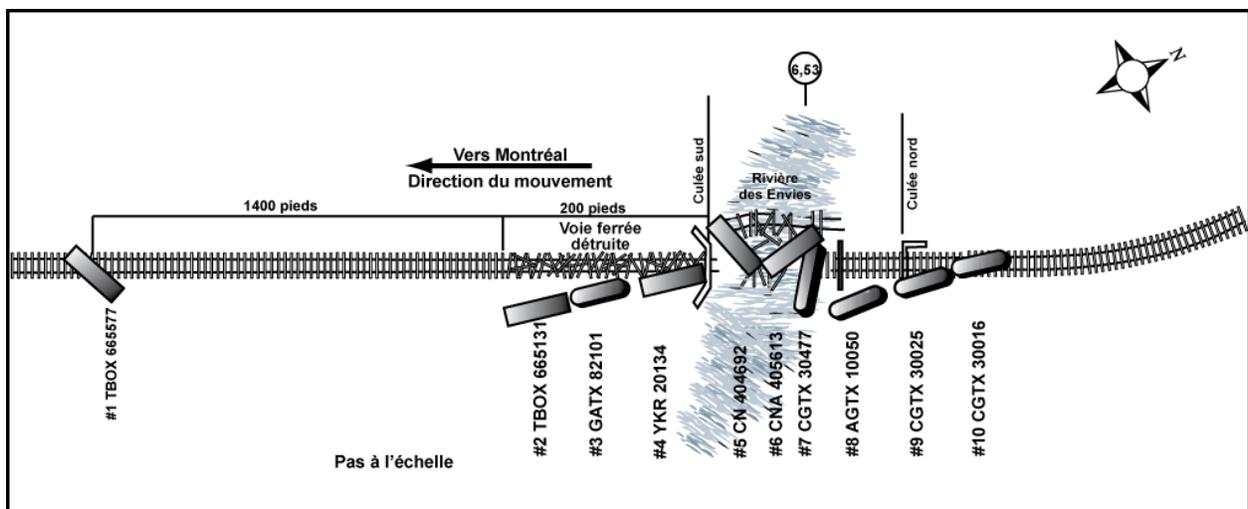


Figure 2. Diagramme représentant les lieux de l'accident

Les membrures d'acier principales et secondaires de la travée sud ont été tordues, des marques de boudins de roue et des éraflures étaient visibles sur le dessus de la membrure supérieure et plusieurs têtes de rivets ont été cisaillées (voir l'annexe A). Les traverses du tablier ont été morcelées; cependant, les fibres de bois des fragments de traverse ne montraient pas de signes de détérioration ou de pourriture. Le mur garde-grève de la culée sud a été heurté par l'avant droit et l'attelage du 5<sup>e</sup> wagon et était fracturé en plusieurs morceaux.



**Photo 1.** Vue aérienne des lieux du déraillement

Tout le matériel roulant qui a déraillé ainsi que les membrures de la travée sud ont été examinés; aucun défaut antérieur au déraillement n'y a été décelé. Plus d'une trentaine de morceaux de rail brisé ont été récupérés et expédiés au Laboratoire du BST où l'on a procédé à la reconstitution d'environ 130 pieds linéaires de rail (voir l'annexe B et l'annexe C). Le morceau A, provenant de la file de rail est, était resté fixé aux traverses. Son extrémité, qui était de 18 pouces en saillie au-dessus du pilier central du pont à l'extrémité de la travée nord, était fracturée et écrasée. Le morceau B, d'une longueur de 3 pieds 10 pouces, a été retrouvé près du pilier central, enfoui sous la membrure inférieure de la travée effondrée.

### *Renseignements sur la voie*

La subdivision Lac-St-Jean est constituée d'une voie principale simple qui relie le triage Garneau près de Grand-Mère (Québec) (point milliaire 0,0) à Arvida (Québec) (point milliaire 203,5). Le mouvement des trains est régi par la régulation de l'occupation de la voie autorisée en vertu du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada*, sous la supervision d'un contrôleur de la circulation ferroviaire posté à Montréal. Il s'agit d'une voie de catégorie 3, au

sens du *Règlement sur la sécurité de la voie* (RSV) approuvé par Transports Canada. Dans la zone de l'accident, la vitesse maximale autorisée est de 40 mi/h pour les trains de marchandises et de 45 mi/h pour les trains de voyageurs. Le trafic ferroviaire est constitué de quatre à sept trains de marchandises et d'un train de voyageurs par jour, ce qui représente un tonnage annuel de près de 12 millions de tonnes brutes (MTB) sur cette ligne secondaire.

## *Inspections*

Le train avait circulé sur plusieurs systèmes de détection en voie (SDV) sans qu'aucune alarme n'ait été déclenchée. Le détecteur de défauts de roues, situé au point milliaire 7,7, soit à moins de deux milles au nord du lieu de l'accident, n'a enregistré aucune lecture excédant les critères de charge d'impact limite du CN sur le train M-365-21-21 et les trois trains précédents.

En 2009, toutes les inspections ont été effectuées dans la subdivision Lac-St-Jean conformément aux dispositions du RSV. Deux inspections ont été faites à l'aide d'une voiture de contrôle de l'état géométrique de la voie. La plus récente inspection, effectuée le 15 octobre 2009, n'avait identifié aucune défectuosité dans le secteur de Saint-Tite.

Il y a eu 27 inspections régulières de la voie avec un véhicule rail-route au cours des trois mois précédant le déraillement. La dernière avait été effectuée le 19 novembre 2009 et aucune exception n'avait été notée dans la zone du déraillement.

La structure d'acier et le tablier du pont ont été inspectés régulièrement, la dernière inspection visuelle ayant été effectuée le 11 novembre 2009. Aucune exception n'avait été notée. Le pont était entretenu périodiquement. Lors des dernières réparations remontant à 2002, la capacité du pont a été augmentée pour permettre le passage des wagons de 286 000 livres sans restrictions.

## *Auscultation des rails*

Cinq auscultations en continu pour détecter les défauts internes de rail ont été effectuées en 2009 à l'aide d'un véhicule équipé de transducteurs, d'un générateur de signaux ultrasonores, d'un processeur de signaux et d'un ordinateur hôte (voir l'annexe D). Le système peut détecter les défauts internes de moins de ½ pouce dans le champignon et l'âme du rail. Un logiciel est utilisé pour reconnaître, classer et mesurer les défauts. Cette technologie avancée trie les signaux reçus et aide l'opérateur dans l'interprétation des données. Aucun défaut n'avait été décelé dans le secteur du déraillement lors de la dernière inspection par ultrasons du 12 novembre 2009.

Les auscultations par ultrasons sont la principale méthode dont on se sert pour détecter les défauts internes de rail et limiter les risques de rupture. Au fil des ans, les méthodes d'essai de rails ont connu des améliorations, notamment l'amélioration de la formation des opérateurs, l'ajout de sondes additionnelles placées à des angles différents et l'amélioration des logiciels de reconnaissance des défauts. C'est une méthode d'essai qui s'avère fiable et économique. Toutefois, les fissures transversales sont parfois indétectables en raison de leur orientation par rapport à la surface du rail ou du fait qu'elles sont masquées par des écailles qui les recouvrent.

Par suite d'un déraillement en Colombie-Britannique (rapport d'enquête R06C0104 du BST), le CN a exigé que la vitesse d'auscultation des rails n'excède pas 5 mi/h sur les ponts de plus de 100 pieds de longueur ou ceux passant au-dessus d'une route ou d'une voie navigable, et toutes les imperfections détectées par ce système doivent être identifiées par l'opérateur, par un icône ou un commentaire explicatif. De plus, tous les défauts identifiant une fissure ou un défaut de soudure doivent être examinés visuellement ou vérifiés à l'aide d'un appareil à main. Un examen des dossiers indique que le rail est, situé sur le pont, a transmis un signal qui a été attribué à l'état de la surface du rail et n'a pas été vérifié à l'aide d'un appareil à main.

### *Le rail*

La Circulaire sur les méthodes normalisées (CMN) 3200 du CN en date d'avril 2005, en vigueur lors de l'installation du rail de 115 livres sur le pont de Saint-Tite, présentait des instructions relatives à l'usure et à l'utilisation des rails.

En 2006, le rail de la courbe située au nord du pont a été remplacé par un rail neuf. Le rail Sydney de 1976 récupéré a été reclassé et, par la suite, un coupon de 190 pieds de longueur a été utilisé pour remplacer le rail éclissé de la file est du pont qui était de moindre qualité. Il est de pratique courante et de bonne gestion des actifs de réutiliser certains rails. L'usure verticale a été mesurée entre 10 et 13 mm avec une usure latérale négligeable. L'addition des deux valeurs est sous la limite de 21 mm pour un rail de 115 livres. La surface de roulement du rail présentait des signes de fissuration du champignon et d'écaillage ou de défibrage au congé de roulement.

### *Le meulage*

Le CN procède au meulage des rails pour retirer les fissures de fatigue, les criques du champignon et le défibrage au congé de roulement. L'uniformisation de la surface de contact entre la roue et le rail limite l'amorçage et la propagation des défauts de rail. Le rail se trouvant dans la courbe au nord du pont avait été meulé pour la dernière fois en 2005.

Le meulage du rail sur la subdivision Lac-St-Jean, sauf sur le pont de la rivière des Envies, avait été exécuté en juillet 2007. Le rail compris dans les courbes avoisinantes avait été meulé à nouveau en juillet 2008.

### *Analyse du rail en laboratoire*

Le Laboratoire du BST a procédé à un examen visuel détaillé des coupons de rail récupérés afin de caractériser les surfaces de rupture et de documenter le nombre, la taille et les emplacements des fissures transversales. La plupart des fractures montrent une surface granuleuse et rude, et elles affichent des marques en forme de chevrons et des crêtes de déchirement, ce qui est caractéristique d'une rupture par contraintes excessives causée par le déraillement.

Toutefois, les morceaux identifiés A1<sup>2</sup> et B1 montrent des caractéristiques indicatrices différentes. Dans certaines régions du champignon, les deux surfaces de rupture présentent une forme de contour près du congé de roulement qui semble indiquer des fissures de fatigue préexistantes. La fissure préexistante sur la fracture A1 ne mesure que 4,5 mm de long, tandis que celle sur la fracture B1 s'étend sur environ 40 % du flanc intérieur du champignon. Cette dernière montre de nombreuses lignes d'arrêt avec progressivement moins de corrosion et une surface de plus en plus rugueuse au fur et à mesure que l'on s'éloigne du congé de roulement. En outre, un examen par microscope électronique à balayage (MEB) à divers points dans la région de rupture progressive a montré des plages de clivage transgranulaire, ce qui dénote une croissance rapide de la fissure, entremêlées avec des plages de surface lisse qui dénotent une croissance lente de la fissure. Cela indique que le taux de croissance de la fissure varie (voir la photo 2). La surface de rupture dans la dernière région de croissance progressive, celle immédiatement précédant la rupture finale en surcharge, montre du clivage transgranulaire indiquant que la dernière étape de croissance progressive était relativement rapide.



**Photo 2.** Les flèches indiquent les lignes d'arrêt de fissures. Il y a progressivement moins de corrosion et une surface plus rugueuse au fur et à mesure que l'on s'éloigne du congé de roulement.

La table de roulement du rail à proximité des fractures A1 et B1 laisse supposer un problème de d'écaillage. Les fissures d'écaillage se forment sous la table de roulement d'un rail et dans le même sens que cette dernière. Il s'agit d'une fatigue de contact causée principalement par la

---

<sup>2</sup>

Voir l'annexe B pour la nomenclature des morceaux de rail récupérés.

pression exercée par les roues<sup>3</sup> sur le rail, et les fissures sont situées normalement aux endroits qui subissent les plus grandes charges, comme à proximité du congé de roulement.

Lorsqu'une écaille se forme près de la surface d'un rail et devient suffisamment longue, une petite partie de la surface se détache et entraîne l'effritement du rail. Cependant, dans certains cas, une fissure peut prendre naissance à partir de l'écaille et se propager perpendiculairement à la table de roulement en traversant le champignon, causant ainsi une fissure de fatigue.

### *Fissuration transversale progressive amorcée en surface*

Les fissures transversales font partie d'un groupe de défauts dus à la fatigue. Ce sont des ruptures progressives qui résultent d'une séparation longitudinale voisine de la surface de roulement, ou d'un écaillage qui prend naissance au congé de roulement intérieur et s'étend transversalement dans le champignon du rail. Elles se produisent par la forte densité du trafic ferroviaire et de la charge. Une fracture peut se développer dans n'importe quel rail, mais progresse habituellement dans les plus vieux rails, surtout lorsqu'il y a absence de lubrification ou de meulage.

L'écaillage et les microfissures de surface du champignon dans un rail sont des défauts de fatigue de surface qui sont causés par les efforts exercés par le passage du matériel roulant et d'une géométrie non conforme du contact entre les roues et les rails. Une fois qu'elles se sont formées, les écailles peuvent se propager sur une certaine longueur.

La progression des fissures est imprévisible et relativement lente entre l'apparition de la fissure et le moment où celle-ci atteint 10 % de la surface du champignon, mais elle peut augmenter rapidement une fois ce seuil dépassé. L'auscultation par ultrasons est la seule façon qui permette de les déceler avant que la rupture du rail ne se produise.

L'âge du rail est Sydney de 1976, provenant de la courbe située au nord du pont, suggère qu'il est en service depuis longtemps. Le tonnage accumulé pour le rail est inconnu. Le rail n'a pas atteint la limite d'usure, mais il peut aussi se fracturer par la fatigue. Le développement des fissures causées par la fatigue dépend d'une combinaison de facteurs comme le tonnage accumulé, la localisation (courbe ou tangente), la propreté et la classification de l'acier, l'état du soutien et l'entretien du rail. Une fissure de fatigue ne peut être observée que par des inspections de détection de défauts internes de rail et le rail Sydney de 1976 a été contrôlé à maintes reprises, dans la courbe ou sur le pont, depuis son installation à l'origine.

---

<sup>3</sup>

H. Hay, *Railroad Engineering*, second edition, John Wiley and Sons, 1982, p. 510.

## *Vitesse de croissance des fissures transversales progressives*

Les trois facteurs qui influent le plus sur la vitesse de croissance des fissures transversales sont la différence entre la température réelle du rail et la température neutre à laquelle le rail a été installé<sup>4</sup>, les contraintes résiduelles<sup>5</sup> qui s'exercent dans l'ensemble de la section de rail et qui l'affectent en tension ou en compression et le degré de courbure puisque les efforts latéraux accrus qui s'exercent dans les courbes ont pour effet d'accroître les efforts cycliques dus au passage des roues.

## *Analyse*

On estime que ni l'état du matériel roulant ni la structure ferroviaire ni la conduite du train n'ont contribué à cet accident. Des défauts ont été relevés sur au moins un bout de rail qu'on a récupéré sur les lieux du déraillement. L'analyse portera sur les défauts dans le rail, la gestion des rails, l'interprétation des normes et l'inspection de la voie.

## *L'accident*

Le train a déraillé à la suite d'une rupture de rail au moment du passage du train sur le pont. Les surfaces de roulement des morceaux de rail identifiés indiquent que le train a déraillé tout juste au sud du pilier central du pont. Le rail brisé et le tablier de pont détruit sous l'impact des roues n'ont plus permis au train de rester à niveau sur les rails. Comme le train a roulé sur la membrure supérieure de la structure d'acier et que celle-ci s'est trouvée poussée simultanément, le pont s'est renversé et s'est effondré sous les efforts latéraux exercés par les wagons déraillés. Le tablier du pont et la structure d'acier se sont rompus sous l'impact du déraillement du matériel roulant.

Les défauts préexistants qui ont été trouvés sur la surface de rupture étaient des défauts de fatigue appelés fissures transversales. Ces défauts provenaient d'écailles sous-surfaciques qui ont progressé dans le sens longitudinal du rail. Les écailles sous-surfaciques sont aussi des fissures transversales consécutives au passage répété des roues. Une fois qu'elles se sont formées, les fissures transversales continuent de s'étendre et en viennent à réduire la capacité du rail de résister aux charges exercées par les roues. La progression du défaut a réduit la capacité portante du rail jusqu'au point où il ne pouvait plus supporter la charge des trains, de sorte que le rail s'est brisé.

---

<sup>4</sup> La température neutre du rail est la température à laquelle la compagnie ferroviaire recommande de poser les LRS. Il s'agit d'une température qui équilibre le risque de rupture du LRS lorsque celui-ci est à la température minimale et le risque de gauchissement du LRS lorsque celui-ci est à la température maximale probable.

<sup>5</sup> Les contraintes résiduelles peuvent être définies comme étant les contraintes qui restent à l'intérieur du matériau une fois que toutes les contraintes externes sont supprimées.

Lors du passage du train sur le pont, une secousse inhabituelle a été ressentie. Le train a heurté le rail brisé, et des fissures se sont propagées sous l'effet de contraintes excessives et ont fracturé le rail en plusieurs morceaux. Ceci a élargi l'ouverture jusqu'au point où les roues ont quitté la surface de roulement et circulé sur le tablier du pont.

L'examen a révélé que la surface B1 comportait une grande fissure transversale préexistante qui s'étendait du congé de roulement à environ la moitié du champignon. Cette fissure transversale s'est amorcée à une fissure sous la surface et s'est propagée par fatigue vers le bas du champignon. La fissure transversale a progressé à des taux de croissance variable depuis son initiation. Il n'a pas été possible de mesurer ces taux de croissance, mais le mélange de caractéristiques indiquant des taux rapides et lents suggère que la fissure grandissait d'une façon instable. Puisque les caractéristiques de la dernière région de croissance progressive indiquent un taux de croissance rapide, il est donc possible que cette fissure se soit rapidement propagée après la dernière inspection des défauts internes du rail et qu'elle était beaucoup plus petite au moment de la dernière inspection.

### *Gestion des rails*

Le fait de remplacer le rail éclissé par un LRS pour éliminer les charges d'impact et l'entretien des joints de rail est une pratique courante et une utilisation économique valable des actifs. Bien que le LRS installé sur le pont en 2006 soit une amélioration par rapport au rail éclissé, l'utilisation d'un rail de remploi présentant des écailles, n'est pas souhaitable sur une infrastructure critique comme un pont.

Quoique le rail provenant de la courbe ait été évalué satisfaisant pour sa réutilisation, il n'a pas été meulé pour retirer les défauts en formation avant d'être relocalisé sur le pont. Ceci a contribué à la progression de défauts existants et au développement de nouvelles fissures transversales et d'écaillage de roulement dans le rail est de remploi, faussant les résultats de l'auscultation des défauts internes de rail du 12 novembre 2009.

Les défauts existants ont été masqués par la piètre condition de la surface de roulement. Les ultrasons ont été diffusés et reflétés, et n'ont pas permis l'identification en bonne et due forme de défauts internes de rail.

La CMN 3200 du CN aurait exigé que tout rail neuf ou de remploi installé sur la voie principale soit un rail de 136 livres à traitement thermique complet (de l'anglais *fully head-hardened* ou FHH) conforme aux spécifications relatives à l'acier propre. Par contre, la seule exigence imposée par le CN quant à la sélection des rails servant aux remplacements ponctuels veut que l'usure et le profil du rail soient similaires à ceux des rails déjà en place. L'utilisation d'un rail de remploi non meulé sur une infrastructure critique comme un pont accroît le risque que des défauts non détectés se propagent jusqu'au point de rupture.

### *Inspection de la voie*

La voie a fait régulièrement l'objet d'inspections approfondies qui ont été effectuées par des inspecteurs expérimentés du service de génie, ce qui a permis d'identifier et de corriger plusieurs défauts sur la subdivision Lac-St-Jean. Par contre, les fissurations transversales qui

progressent sous la surface du rail ne peuvent être détectées que par une inspection faite à l'aide d'une voiture de détection des défauts internes de rail. Malgré les fréquentes inspections et puisqu'elles ne sont pas toujours visibles, ces fissurations préexistantes peuvent grossir rapidement à des dimensions critiques et de façon incontrôlée.

Bien que l'auscultation des défauts internes de rail faite le 12 novembre 2009 sur le tronçon de voie passant sur le pont de Saint-Tite ait été faite à la vitesse appropriée, toutes les imperfections relevées sur le rail ont été attribuées à l'état de la surface de roulement (éclats, fluage/écaillage, saleté/graisse) et n'ont pas été examinées ou vérifiées à l'aide d'un appareil à main. Étant donné que ces imperfections n'ont pas été vérifiées à l'aide d'un appareil à main, l'opportunité de confirmer un défaut a été perdue.

En 2007, la compagnie Sperry Rail Service a présenté une nouvelle sonde appelée « X-fire (crossfire) » qui a été développée pour améliorer la détection de défauts dans la zone du congé de roulement du rail. Un logiciel est utilisé pour reconnaître, classer et mesurer les défauts. Cette technologie avancée trie les signaux reçus et aide l'opérateur dans l'interprétation des données. Cette nouvelle technologie permet des auscultations plus précises et plus rapides et identifie des anomalies qui étaient mal interprétées par le passé. Quand le camion servant à l'auscultation n'est pas équipé de la nouvelle sonde « X-Fire (crossfire) », il y a un risque accru que les défauts internes de rail et les fissures de fatigue ne soient pas identifiés de manière efficace sous l'écaillage.

L'enquête a donné lieu au rapport de laboratoire du BST suivant :

LP 169/2009 – Examen du rail.

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

### *Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs*

1. Le train a déraillé à la suite d'une rupture de rail au moment du passage du train sur le pont. Le tablier du pont et la structure d'acier se sont rompus sous l'impact du déraillement du matériel roulant.
2. Le rail n'avait pas été meulé depuis 2005. En l'absence de meulage du rail, la progression de défauts existants et le développement de nouvelles fissures transversales et d'écaillage ou défibrage du congé de roulement n'ont pas été ralentis.
3. La progression du défaut existant a réduit la capacité portante du rail jusqu'au point où il ne pouvait plus supporter la charge des trains.
4. Les défauts existants ont été masqués par la piètre condition de la surface de roulement. Les ultrasons ont été diffusés et reflétés et n'ont pas permis l'identification en bonne et due forme de défauts internes de rail.

5. Bien que l'auscultation ait été faite à la vitesse appropriée, toutes les imperfections détectées sur le rail ont été attribuées à l'état de la surface de roulement et n'ont pas été examinées ou vérifiées à l'aide d'un appareil à main.

### *Faits établis quant aux risques*

1. L'utilisation d'un rail de remploi non meulé sur une infrastructure critique comme un pont accroît le risque que des défauts non détectés se propagent jusqu'au point de rupture.
2. Quand le camion servant à l'auscultation n'est pas équipé de la nouvelle sonde « X-Fire (crossfire) », il y a un risque accru que les défauts internes de rail et les fissures de fatigue dans la zone du congé de roulement ne soient pas identifiés de manière efficace sous l'écaillage.

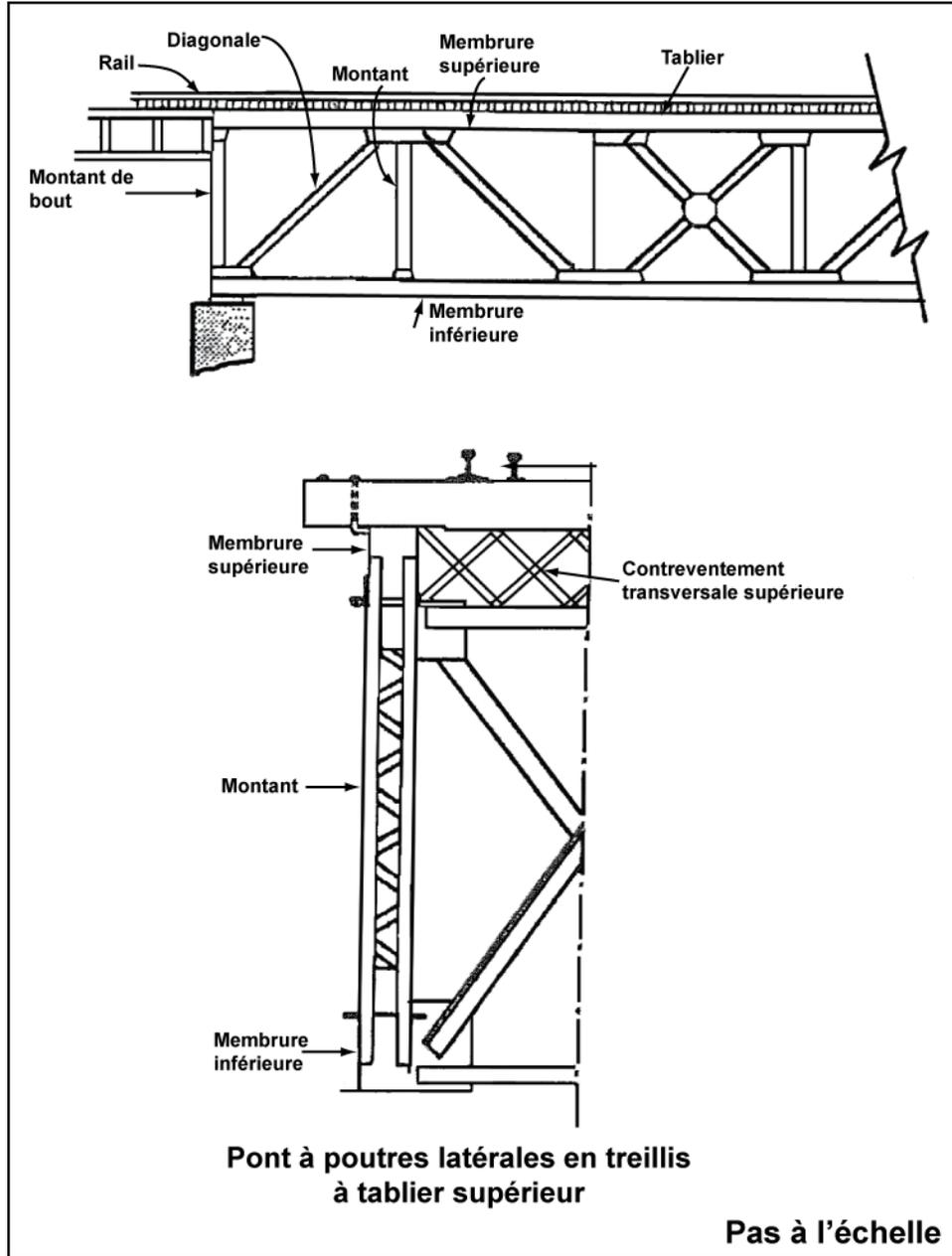
### *Autres faits établis*

1. Puisque les caractéristiques de la dernière région de croissance progressive indiquent un taux de croissance rapide, il est donc possible que cette fissure se soit rapidement propagée après la dernière inspection des défauts internes du rail et qu'elle était beaucoup plus petite au moment de la dernière inspection.
2. Malgré les fréquentes inspections et étant donné que les fissurations ne sont pas toujours visibles, les fissurations préexistantes peuvent croître rapidement à des dimensions critiques et de façon incontrôlée.

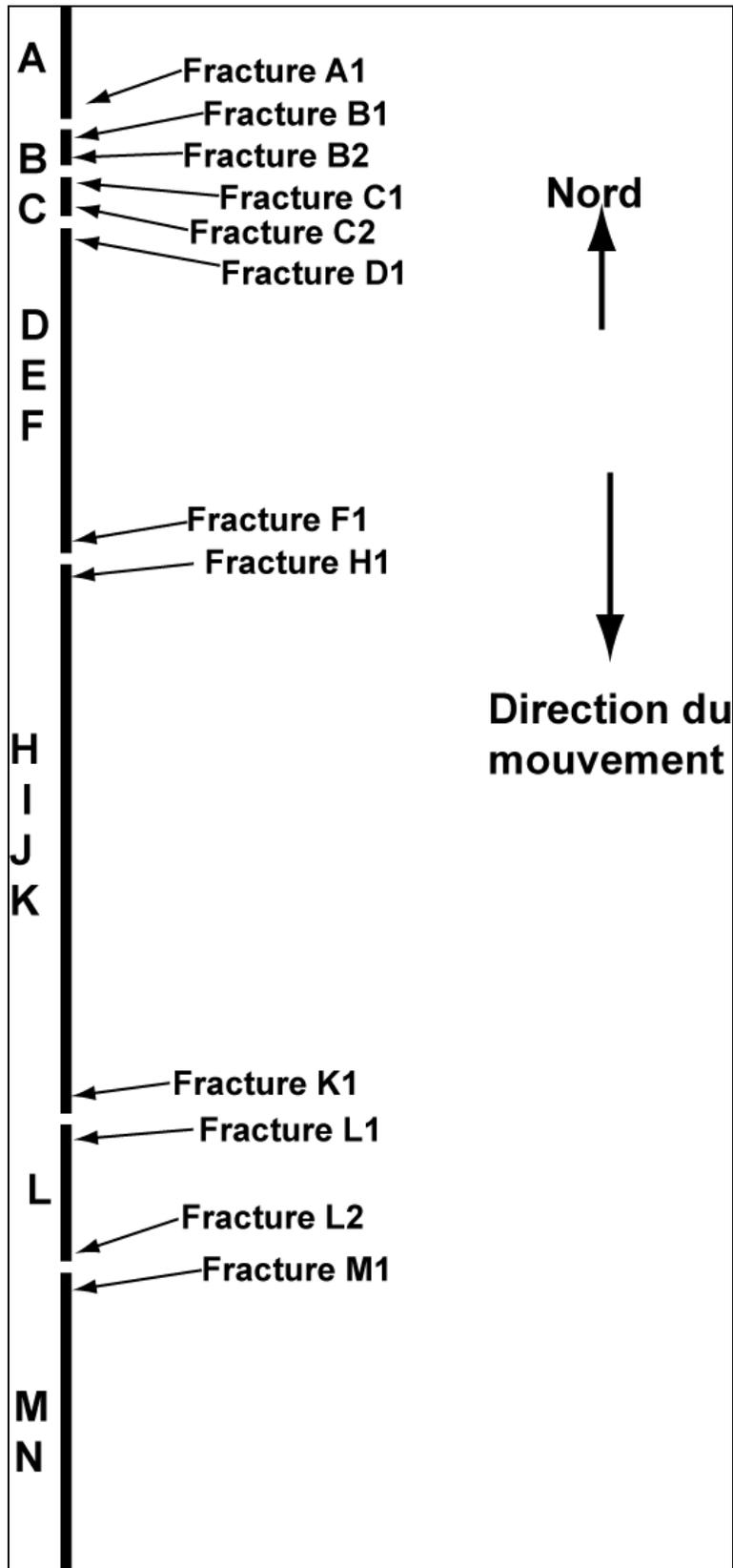
*Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 30 septembre 2010.*

*Visitez le site Web du BST ([www.bst-tsb.gc.ca](http://www.bst-tsb.gc.ca)) pour plus d'information sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également des liens vers d'autres organismes de sécurité et des sites connexes.*

*Annexe A – Croquis d'un pont ferroviaire*



*Annexe B – Nomenclature des morceaux de rails récupérés*



*Annexe C – Description des morceaux de rails récupérés*

<b>Morceau de rail</b>	<b>Longueur (pouces)</b>	<b>Descriptions et notes</b>
A	119	11501 SYDNEY VT 115 LBS RE 1976 II CC 68665 23 D
B	39	501 SYDNEY VT 115 LBS RE 1976 II 665 23 D
C	38	II
D	106	11501 SYDNEY VT 115 LBS RE 1976 II 68666 23 C
E	127	Morceau avec une soudure Section 1 – 115 LBS RE 1976 II Section 2 – Aucune marque
F,G	125	115 RE SYDNEY 1994 IIIIIIII 04 VT 3HB 47544 P2
H	151	115 RE CC BSCo LACKAWANNA 1954 IIII A1
I	144	115 RE CC BSCo LACKAWANNA 1954 IIII
J	144	Morceau avec une soudure Section 1 – 11501 SYDNEY VT 115 LBS RE 1976 II – 68666-23 C Section 2 – 991190
K	86	11501 SYDNEY VT 115 LBS RE 1976 II 68666 23 C
L	152	115 RE SYDNEY 1994 IIIIIIII 3HB 47544 P2
M	110	CC BS Co LACKAWANNA 1954 IIII 921190 D 13
N	95	Morceau avec deux soudures Section 1 – S Co LACKAWANNA 195 Section 2 – T-115 LBS RE 1976 IIII Section 3 – Aucune marque

## *Annexe D – Essais de rails*

Le système de base d'inspection à l'aide d'un véhicule de détection des défauts de rails comprend un véhicule équipé de sondes ultrasonores, un générateur de signaux ultrasonores, un processeur de signaux et un ordinateur hôte. Tous les paramètres d'essai sont calculés en temps réel et ils peuvent être analysés à bord du véhicule ferroviaire ou pendant les activités de traitement effectuées après les essais. Les essais visant à détecter les défauts internes des rails du Canadien National (CN) sont effectués par différents entrepreneurs. Toute leur flotte de véhicules rail-route est équipée d'un équipement de détection à ultrasons de pointe qui permet d'analyser le tronçon de rail en temps réel. Les véhicules sont équipés pour fonctionner dans les conditions climatiques extrêmes observées partout en Amérique du Nord.

Le système d'inspection à l'aide d'un véhicule de détection des défauts de rails a été constamment amélioré pour réduire le nombre d'accidents causés par des défauts de rails, mais il a tout de même ses limites et l'équipement actuel ne permet pas d'obtenir une précision de 100 %. L'exactitude des essais dépend de la compétence, de la formation et de l'expérience des opérateurs qui doivent interpréter les données et identifier les défauts. L'état des rails peut aussi influencer sur l'exactitude des essais, car la présence de graisse ou de saleté sur le champignon, des microfissures de surface du champignon et des écailles internes peuvent faire obstacle aux signaux ultrasonores. Les défauts doivent avoir une taille suffisante et doivent être orientés d'une façon telle qu'ils présentent une surface réfléchissante suffisamment grande pour être détectés.