

Bureau de la sécurité des transports  
du Canada



Transportation Safety Board  
of Canada

**RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE**  
**R07Q0001**



**DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE**  
**DU TRAIN DE MARCHANDISES M-308-31-06**  
**EXPLOITÉ PAR LE CANADIEN NATIONAL**  
**AU POINT MILLIAIRE 78,13**  
**DE LA SUBDIVISION MONTMAGNY**  
**À MONTMAGNY (QUÉBEC)**  
**LE 7 JANVIER 2007**

**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-308-31-06  
exploité par le Canadien National  
au point milliaire 78,13  
de la subdivision Montmagny  
à Montmagny(Québec)  
le 7 janvier 2007

Rapport numéro R07Q0001

### *Sommaire*

Le 7 janvier 2007, à 1 h 33, heure normale de l'Est, 24 wagons (19 wagons chargés et 5 wagons vides) du train de marchandises M-308-31-06 du Canadien National ont déraillé au point milliaire 78,13 de la subdivision Montmagny, dans la ville de Montmagny (Québec). Quatre des wagons qui ont déraillé contenaient de l'acide sulfurique. L'accident n'a fait aucun blessé et n'a pas causé de déversement de marchandises dangereuses. Une remorque d'atelier a été détruite; le bâtiment de la gare de VIA Rail Canada Inc. et deux maisons ont été légèrement endommagés.

*This report is also available in English.*

## Autres renseignements de base

### L'accident

Le 7 janvier 2007, le train de marchandises M-308-31-06 (le train) du Canadien National (CN) part de la gare de triage Joffre (Québec) et roule en direction est dans la subdivision Montmagny à destination d'Edmundston (Nouveau-Brunswick). Le train compte 3 locomotives et 122 wagons (72 wagons chargés, 50 wagons vides); il pèse quelque 10 587 tonnes et mesure 8384 pieds. Le mécanicien et le chef de train qui forment l'équipe de conduite se conforment aux normes de repos et de condition physique, ils répondent aux exigences de leurs postes respectifs et ils connaissent bien le territoire.

À 1 h 33, heure normale de l'Est<sup>1</sup>, pendant que le train passe dans la ville de Montmagny (voir la figure 1), un freinage d'urgence provenant de la conduite générale se déclenche au moment où la locomotive se trouve au point milliaire 77,2. Le train roule à 48 mi/h avec la manette des gaz à la position de ralenti. La locomotive de tête s'immobilise au point milliaire 76,85. L'équipe du train suit les consignes d'urgence, inspecte le train et constate que 24 wagons (du 68<sup>e</sup> wagon au 91<sup>e</sup> wagon) ont déraillé.



**Figure 1.** Endroit où est survenu le déraillement à Montmagny (Québec) (source : Association des chemins de fer du Canada, *Atlas des chemins de fer canadiens*)

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

Une remorque d'atelier appartenant au CN a été détruite; le bâtiment de la gare de VIA Rail Canada Inc. (VIA) et deux maisons inhabitées ont été légèrement endommagés. Environ 600 pieds de voie, un branchement de voie principale, le tablier et la travée ouest du pont enjambant la Rivière du Sud au point milliaire 77,8 ont été endommagés. Au moment de l'accident, la température était de 2 °C et le ciel était nuageux.

Le service des incendies est avisé de l'accident par des résidents locaux et il arrive sur les lieux moins de cinq minutes plus tard. Le chef de train renseigne immédiatement les pompiers sur le train et sur son chargement. On détermine que l'accident n'a pas causé de déversement de marchandises dangereuses et qu'il n'est pas nécessaire d'évacuer, par mesure de précaution, les résidents locaux. Le travail effectué par le service des incendies et le service de police pendant la phase de nettoyage se limite donc à collaborer avec la compagnie ferroviaire pour assurer la sécurité de l'endroit et à laisser pénétrer sur les lieux uniquement les résidents locaux et les intervenants participant au nettoyage jusqu'à ce que les risques pour la sécurité publique soient éliminés.

### *Examen des lieux*

Le matériel roulant qui a déraillé comptait quatre wagons-citernes chargés de marchandises dangereuses, trois wagons-citernes chargés de liquides non dangereux, quatre wagons plats à longrine centrale, deux wagons porte-automobiles, et onze wagons-trémies couverts. Tout le matériel roulant qui a déraillé a été examiné; aucun défaut antérieur au déraillement n'a été décelé sur les wagons.

Les quatre premiers wagons qui ont déraillé (du 68<sup>e</sup> wagon au 71<sup>e</sup> wagon) étaient des wagons-citernes chargés d'acide sulfurique (UN 1830), et ils se trouvaient sur le pont. La paroi de la citerne du 71<sup>e</sup> wagon, SHPX 207620, un wagon-citerne de catégorie 111A, a été déformée sous l'impact après avoir heurté le coin nord-ouest de la dernière travée du pont. La paroi de la citerne n'a pas été perforée et il n'y a pas eu de déversement. Le wagon a perdu son bogie arrière et on l'a retrouvé à proximité du branchement de voie principale au point milliaire 78,13 menant à une voie industrielle située au nord de la voie principale. Les wagons qui se trouvaient derrière les wagons-citernes ont déraillé en accordéon sur la voie principale, le quai de la gare et la rue située derrière la gare.

Le branchement situé au point milliaire 78,13 était un branchement à manœuvre manuelle du CN n° 12 de 115 livres (dessin du plan norme TS-012 du CN) et les lames d'aiguille faisaient face à l'est (voir l'annexe A). Il n'y avait pas de document indiquant l'origine et l'historique du rail de la lame d'aiguille nord. Il a été fabriqué en 1965, mais n'avait probablement jamais été utilisé sur la voie avant son installation sur le lieu de l'accident en 2004. Il avait moins de 2 mm d'usure.

La voie était endommagée à partir de la zone située à proximité du branchement. La structure de la voie était détruite à partir de ce point, en direction est, sur une distance de 600 pieds. La lame d'aiguille nord était brisée en plusieurs morceaux. Trois éclisses ont été récupérées. Il manquait l'éclisse intérieure de la lame d'aiguille nord. Une platine d'aiguillage était brisée et

les platines d'aiguillage adjacentes étaient courbées vers le bas. Elles affichaient des surfaces fortement polies et usées. Les quatre trous d'éclissage de l'éclisse extérieure, à l'entretoise de talon, étaient allongés de façon asymétrique et deux des boulons d'éclisse s'étaient rompus.

La traverse située juste au-dessous du joint de l'entretoise de talon a été lourdement endommagée lors du déraillement, mais elle affichait des signes de dégradation antérieure et plusieurs vieilles fissures longitudinales (voir la photo 1). Cette traverse est la seule traverse d'aiguillage qui ne s'est pas déplacée latéralement lors du déraillement.



**Photo 1.** Traverses situées au-dessous de l'entretoise de talon

Plusieurs composants brisés ont été récupérés dans la zone du joint de l'entretoise de talon et ont été expédiés au Laboratoire technique du BST pour analyse. L'examen des composants a révélé que de vieilles fissures dues à la fatigue existaient déjà à l'extrémité du rail de la lame d'aiguille nord, sur la platine d'aiguillage brisée et sur les deux boulons d'éclisse qui fixaient les rails à l'entretoise de talon (rapport LP 08/2007).

L'entretoise de talon nord s'était fendue en deux en raison d'une contrainte excessive. La surface de rupture affichait une vieille fissure présentant une surface foncée causée par une oxydation à long terme. Les bords de l'entretoise de talon, qui étaient en contact avec les rails, présentaient une surface lisse et polie correspondant à une usure à long terme par frottement.

L'extrémité du rail de raccord nord s'était brisée en plusieurs morceaux. Les surfaces verticales de rupture présentaient une texture rugueuse correspondant à une rupture récente due à une contrainte excessive alors que les surfaces horizontales de rupture étaient endommagées en raison d'un frottement important. Aucune bavure ou autre anomalie n'a été observée sur les trous d'éclissage.

On a relevé une fissure à l'extrémité du rail de la lame d'aiguille nord, au joint de raccordement avec le rail de raccord. La fissure s'est étendue horizontalement à travers les deux trous d'éclissage, puis elle s'est propagée verticalement depuis le trou du fil de connexion (voir la photo 2).



**Photo 2.** Fissure à travers les trous d'éclissage

Les trous ont subi une déformation plastique, mais on n'a relevé aucune bavure autour de ceux-ci. Bien que les fins détails des surfaces de rupture du rail aient été masqués, l'apparence lisse et polie des surfaces de rupture correspondait à de vieilles fissures dues à la fatigue dont les surfaces frottaient depuis longtemps. On a comparé le patin du rail de la lame d'aiguille nord qui s'est rompue au patin du rail de la lame d'aiguille sud; les indications d'usure à long terme par frottement étaient plus importantes sur le rail de la lame d'aiguille nord.

L'analyse métallurgique a révélé que le rail de la lame d'aiguille nord était un rail d'acier au carbone alors que le rail de raccord était un rail standard. On n'a pas relevé de défauts de fabrication ou d'anomalies comme des inclusions ou des porosités. La lame d'aiguille avait été fabriquée avec un matériau à gros grain (grain de taille 1 à 2 de l'American Society for Testing and Materials [ASTM]) présentant une dureté interne moyenne de 255 BHN (indice de dureté Brinell) alors que le rail de raccord avait été fabriqué avec un matériau à grain fin (grain de taille 4 à 5 de l'ASTM) présentant une dureté de 341 BHN. On retrouve des aciers à grain fin dans les rails qui ont été fabriqués en utilisant des processus plus modernes. Ils sont moins susceptibles de se fissurer et ont une ténacité<sup>2</sup> plus élevée que les aciers à gros grain.

Le rail d'acier au carbone n'est plus utilisé sur les voies principales. Le rail standard est installé sur les voies en alignement droit, alors que le rail à haute résistance est normalement utilisé dans les courbes et dans les composants spéciaux de la voie comme les cœurs de croisement ou les lames d'aiguille. L'annexe B de la Circulaire sur les méthodes normalisées (CMN) 3200

---

<sup>2</sup> La ténacité est la résistance aux ruptures fragiles (le degré de difficulté avec lequel les fissures se propagent dans un matériau).

relative à l'entretien de la voie du CN exige que, sur les voies principales affichant un tonnage supérieur à 7 millions de tonnes brutes, on utilise un « rail neuf »<sup>3</sup> pour les rails de raccord droits et courbés. L'annexe C de la même CMN exige que, sur les voies principales affichant un tonnage supérieur à 10 millions de tonnes brutes, on utilise un rail standard « neuf » (indice de dureté Brinell minimal de 300 BHN) sur les voies en alignement droit et dans les courbes affichant un degré de courbure inférieur à deux degrés, et un rail à haute résistance (indice de dureté Brinell minimal de 341 BHN) dans les courbes affichant un degré de courbure supérieur à deux degrés.

Les CMN du CN ne mentionnent pas précisément les spécifications exigées pour un rail de lame d'aiguille, mais la pratique est d'utiliser un rail standard ou un rail à haute résistance. La Notice technique 9 du Chemin de fer Canadien Pacifique exige qu'on utilise un « rail de qualité supérieure » dans les branchements des voies principales (un rail de qualité supérieure affiche un indice de dureté Brinell minimal de 370 HB).

### *Renseignements sur la voie*

La subdivision Montmagny se compose d'une voie principale simple qui s'étend de la jonction du Chemin de fer de la Matapédia et du Golfe (point milliaire 1,3) près de Rivière-du-Loup (Québec) à la gare de triage de Joffre (point milliaire 118,0). Le mouvement des trains est régi par le système de commande centralisée de la circulation, tel qu'autorisé par le *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada*, sous la supervision d'un contrôleur de la circulation ferroviaire posté à Montréal (Québec). Il s'agit d'une voie de catégorie 4 au sens du *Règlement sur la sécurité de la voie* (RSV) approuvé par Transports Canada (TC). Entre les points milliaires 15,3 et 86,3, la vitesse maximale autorisée est de 80 mi/h pour les trains de voyageurs et de 60 mi/h pour les trains de marchandises. Le trafic ferroviaire est constitué de 12 trains de marchandises et 2 trains de voyageurs par jour, ce qui représente un tonnage annuel de quelque 25 millions de tonnes brutes.

Dans le secteur du déraillement, la voie se compose de longs rails soudés de 115 livres fabriqués en 1991 (RE Sydney Steel). Les rails étaient posés sur des selles de rail, étaient fixés aux traverses par deux crampons et étaient encadrés par des anticheminants à toutes les trois traverses. Il y avait environ 3200 traverses par mille de voie. Le ballast avait environ 12 pouces d'épaisseur, avec des épaulements de 18 à 24 pouces, et il était principalement constitué de pierre concassée de 1 pouce à 2 pouces ½ de diamètre.

Le RSV régit la fréquence des inspections faites par les voitures de contrôle de l'état géométrique de la voie, des inspections faites par les voitures de détection des défauts de rails, et des inspections visuelles de la voie, en se fondant sur le tonnage et la catégorie de la voie. Le RSV exige ce qui suit :

- Des inspections doivent être faites au moins deux fois par année à l'aide d'une voiture de contrôle de l'état géométrique de la voie.

---

<sup>3</sup> Un « rail neuf » est défini comme étant un rail qui n'a pas été mis en service, quelle que soit sa date de fabrication.

- Une inspection doit être faite au moins une fois par année à l'aide d'une voiture de détection des défauts de rails.
- Des inspections visuelles régulières de la voie doivent être faites deux fois par semaine par un inspecteur autorisé de la voie, à des intervalles d'au moins deux jours civils.
- Une fois par mois, les branchements doivent faire l'objet d'une inspection à pied pour observer l'état général. Une observation détaillée et minutieuse de l'état de chaque composant est effectuée annuellement; les inspecteurs doivent également inspecter tous les branchements lors de leurs inspections visuelles régulières.

Toutes les inspections ont été effectuées dans la subdivision Montmagny conformément aux dispositions du RSV.

Quatre inspections de l'état géométrique de la voie ont été effectuées en 2006; la plus récente inspection remontait au 9 novembre 2006. Aucune défectuosité n'a été signalée. Les inspections de l'état géométrique de la voie sont effectuées à l'aide d'une voiture d'évaluation de la voie (voiture TEST). Les instruments utilisés comprennent des capteurs, des ordinateurs, des moniteurs, des imprimantes et un équipement d'enregistrement pour mesurer et enregistrer plusieurs caractéristiques de l'état géométrique de la voie pendant le passage du matériel roulant.

Huit inspections à l'aide d'un véhicule de détection des défauts de rails ont été effectuées en 2006. La dernière inspection dans le secteur du déraillement a été effectuée le 5 décembre 2006. Aucune défectuosité n'a été signalée. Un examen des dossiers d'essai indique que, dans la zone de l'entretoise de talon nord, les seuls retours de signal observés avaient été générés par les trous d'éclissage. Aucune anomalie n'a été relevée et la surface du rail était en bon état.

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 CN sont effectués par différents entrepreneurs. Tous les véhicules de la flotte de véhicules rail-route du CN sont équipés 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.

Le branchement était rarement utilisé, mais il faisait l'objet d'une inspection visuelle à pied à chaque mois. Plusieurs défauts ont été signalés pendant les inspections du branchement qui ont été effectuées au cours des 12 mois précédant l'accident (voir l'annexe B). Selon les rapports d'entretien, la plupart de ces défauts avaient été corrigés. En particulier, les boulons brisés de l'entretoise de talon avaient été remplacés en novembre 2006. Aucun dossier n'a été trouvé concernant le mauvais état des traverses et de la surface qui a été signalé en mai 2006. La dernière inspection mensuelle avait été effectuée le 18 décembre 2006; la seule observation notée portait sur le surécartement de ½ pouce qui avait été signalé depuis mai 2006. On n'a pas trouvé de dossier sur l'inspection périodique du branchement effectuée pendant la dernière inspection visuelle de la voie à l'aide d'un véhicule rail-route environ trois jours avant l'accident, soit le 4 janvier 2007, et aucune exception n'avait été notée dans la zone du branchement.

Après avoir quitté la gare de triage Joffre, le train avait circulé sur plusieurs systèmes de détection en voie (SDV), dont le dernier était situé au point milliaire 81,58, sans qu'aucune alarme ne soit déclenchée.

### *Déraillements à Montmagny*

Le 7 février 2004, 27 wagons du train de marchandises A-403-21-07 du CN, dont un wagon-citerne sous pression chargé de chlore, ont déraillé au point milliaire 77,8 alors que le train circulait à une vitesse de 58 mi/h. La voie ferrée a été endommagée sur une distance d'environ 1500 pieds; deux passages à niveau publics ont également été endommagés. Trois travées du pont ferroviaire qui enjambe la Rivière du Sud ont été détruites. L'accident n'a causé aucun déversement de marchandises dangereuses, et personne n'a été blessé. Le déraillement a été causé par le soulèvement d'une roue à la suite d'un mouvement de galop du bogie, au moment de la compression des attelages consécutive au freinage rhéostatique des locomotives (rapport d'enquête R04Q0006 du BST).

Lorsque ce dernier déraillement est survenu à l'intérieur des limites de la municipalité de Montmagny, à moins d'un demi-mille des lieux du déraillement de 2004, le maire et le conseil municipal de Montmagny, ainsi que le député représentant la circonscription électorale de Montmagny-L'Islet-Kamouraska-Rivière-du-Loup, ont adressé des lettres au CN, à Transports Canada et au Bureau de la sécurité des transports du Canada pour demander de réduire la vitesse à 40 mi/h dans toute la municipalité de Montmagny afin de réduire au minimum les risques pour la population locale.

### *Stratégies de réduction des risques*

L'atténuation des risques comprend les mesures à prendre pour réduire la fréquence des accidents et les mesures à prendre pour réduire au minimum les conséquences d'un accident.

Afin de réduire au minimum la fréquence des accidents, l'industrie a amélioré les inspections automatisées effectuées à l'aide de voitures TEST pour vérifier l'état de la voie; de plus, les compagnies ferroviaires ont installé des systèmes de détection en voie (SDV) et des détecteurs de défauts de roues (DDR) dans tout leur réseau pour vérifier l'état du matériel roulant.

Les SDV comprennent des détecteurs de pièces traînantes, des détecteurs de boîtes chaudes et des détecteurs de roues chaudes. Les détecteurs de pièces traînantes servent à relever la présence d'objets traînant sous un wagon ou une locomotive. Les détecteurs de boîtes chaudes et les détecteurs de roues chaudes ont comme fonction de déceler les roulements ou les roues surchauffés. Une température anormalement élevée indique un manque de lubrification des roulements ou des boîtes d'essieux ou des plaquettes de frein collées sur les tables de roulement. Les SDV sont installés à intervalles de 10 à 20 milles dans la subdivision Montmagny. Après le déraillement de 2004, deux autres SDV ont été installés de chaque côté de la municipalité de Montmagny, l'un au point milliaire 75,02 et l'autre au point milliaire 81,58.

Les DDR permettent de mesurer la charge d'impact générée par chaque roue d'un wagon. Ce système aide à identifier les roues ayant des méplats et les roues dont la table de roulement est exfoliée, écaillée, excentrée ou affectée par un excédent de métal de sorte que les roues défectueuses puissent être retirées du service avant qu'elles ne causent des dommages au matériel roulant ou à l'infrastructure de la voie. La subdivision Montmagny est protégée par deux DDR, dont l'un est installé entre la ville de Québec (Québec) et Montréal, et l'autre est installé entre Moncton et Edmundston (Nouveau-Brunswick) (ils ont également été installés après 2004).

Des mesures conçues pour réduire les conséquences des accidents de trains transportant des marchandises dangereuses ont également été examinées par l'industrie et les organismes de réglementation au Canada et aux États-Unis. Des efforts particuliers sont axés sur l'adoption de mesures opérationnelles comme la réduction de la vitesse et le triage des wagons, ou sur l'amélioration de la résistance aux chocs des wagons-citernes transportant des marchandises dangereuses.

### *Réduction de la vitesse*

Une analyse des données sur les accidents de la Federal Railroad Administration (FRA) concernant 839 déraillements<sup>4</sup> en voie principale de wagons de marchandises entre 1992 et 2001<sup>5</sup> a révélé une relation linéaire statistiquement significative entre la vitesse au moment du déraillement et le nombre moyen de wagons qui ont déraillé. De plus, la vitesse au moment du déraillement et le nombre de wagons qui ont déraillé sont étroitement liés avec les déversements de marchandises dangereuses. Ces résultats ont également été confirmés par une étude indépendante, effectuée sur les données du BST concernant les déraillements en voie

---

<sup>4</sup> Événements au cours desquels au moins un wagon de marchandises dangereuses a déraillé ou a été endommagé.

<sup>5</sup> C.P.L. Barkan, C.T. Dick et R. Anderson, *Railroad Derailment Factors Affecting Hazardous Materials Transportation Risk*, Transportation Research Record 1825, Paper No. 03-4429, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 2003 (en anglais seulement).

principale survenus entre 1997 et 2006, indiquant qu'il y a une relation significative entre les trains circulant à plus grande vitesse et le nombre plus élevé de wagons qui ont déraillé. Deux autres projets de recherche réalisés pour analyser les mesures opérationnelles visant à réduire la vulnérabilité des wagons-citernes transportant des marchandises dangereuses aux États-Unis<sup>6,7</sup> ont permis de conclure que le dernier quart d'un train est l'endroit pour placer les wagons transportant des marchandises dangereuses, et qu'en réduisant la vitesse et la longueur des trains, il est possible de réduire le nombre de wagons qui déraillent lors d'un accident.

D'autre part, une voie de catégorie supérieure, qui permet aux trains de circuler sur la voie à une vitesse plus élevée, affiche une plus faible probabilité de déraillement. Selon les données du BST pour la période allant de 1997 à 2006, le taux d'accidents (dérailllements en voie principale par million de tonnes brutes-milles) était plus faible sur les voies permettant aux trains de circuler à une vitesse plus élevée. Pour les voies de catégorie 4, 5 et 6 (vitesse supérieure à 40 mi/h), le taux était 7 fois plus faible que celui des voies de catégorie 1, 2 et 3 (vitesse inférieure à 40 mi/h). Plusieurs autres études ont démontré que des résultats semblables ont été observés aux États-Unis<sup>5</sup>.

En se fondant sur les recommandations de l'Inter-industry Task Force on the Safe Transportation of Hazardous Materials by Rail (groupe de travail inter-industrie sur le transport de marchandises dangereuses par voie ferrée), l'Association of American Railroads (AAR) a publié la circulaire OT-55 en janvier 1990, *Recommended Railroad Operating Practices for Transportation of Hazardous Materials* (Pratiques d'exploitation recommandées pour le transport de marchandises dangereuses par voie ferrée). La circulaire, qui a été modifiée dernièrement en septembre 2007, comprenait les pratiques d'exploitation des routes et des gares de triage, la désignation des itinéraires clés et la réduction de la vitesse concernant des trains particuliers<sup>8</sup>. Elle recommandait une limite de vitesse de 50 mi/h pour les trains comptant plus qu'un nombre spécifié de wagons transportant certaines marchandises dangereuses particulières, principalement des produits toxiques par inhalation (plus de 200 produits, y compris du chlore et de l'ammoniac anhydre).

Au Canada, une réduction de la vitesse des trains transportant des « marchandises dangereuses spéciales » est appliquée dans les zones sujettes à de graves conséquences (principalement les grandes municipalités). Par exemple, l'indicateur de la subdivision Montmagny spécifie que la vitesse maximale de ce type de train ne doit pas dépasser 35 mi/h entre les points milliaires 75,0

---

<sup>6</sup> R.E. Thompson, E.R. Zamejc et D.R. Ahlbeck, *Hazardous Materials Car Placement in a Train Consist*, Volume 1, Review and Analysis, Report DOT/FRA/ORD-92/18.I, Federal Railroad Administration, U.S. Department of Transportation, Washington, D.C., 1992 (en anglais seulement).

<sup>7</sup> F.F. Saccomarino et S. El-Hage, *Minimizing Derailments of Railcars Carrying Dangerous Commodities Through Effective Marshaling Strategies*, Transportation Research Record 1245, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 1989 (en anglais seulement).

<sup>8</sup> Ces trains, appelés « trains clés », sont définis comme étant des trains comptant cinq wagons-citernes transportant des marchandises dangereuses toxiques par inhalation, ou 20 wagons transportant une combinaison de marchandises dangereuses toxiques par inhalation, des gaz inflammables, des explosifs, et des produits chimiques écotoxiques, ou un ou plusieurs wagons transportant des déchets fortement radioactifs.

et 82,0, à moins qu'une inspection du train ait été effectuée par les membres de l'équipe, les inspecteurs de matériel remorqué ou les SDV avant d'entrer dans cette zone. Depuis l'installation des SDV aux points milliaires 75,02 et 81,58, les trains transportant des marchandises dangereuses spéciales sont autorisés à circuler à des vitesses maximales de 60 mi/h à Montmagny parce qu'ils sont inspectés juste avant d'entrer à l'intérieur des limites de la ville.

### *Résistance aux chocs des wagons-citernes*

Au fil des ans, l'industrie et le gouvernement ont travaillé ensemble pour améliorer l'aspect physique des wagons-citernes et l'environnement dans lequel ils sont exploités. Les wagons-citernes utilisés pour le transport de marchandises dangereuses sont construits conformément à des normes différentes selon l'utilisation. Les wagons-citernes de la catégorie 111A sont des wagons polyvalents servant au transport de liquides inflammables, d'acides et d'autres produits corrosifs. Ces wagons-citernes sont non pressurisés et parfois isolés. Ils ne sont habituellement pas équipés d'un bouclier protecteur. La paroi et la tête des citernes sont généralement construites avec de l'acier TC-128 de l'AAR, de nuance B, mesurant 7/16 de pouce d'épaisseur. Ces wagons n'ont pas de capots de protection destinés à protéger les raccords supérieurs contre les dommages causés par un choc. Des protubérances sont situées sur et sous les citernes et risquent d'être endommagées lors d'un déraillement.

On considère que les wagons-citernes de la catégorie 111A n'assurent pas la même protection contre la perte de leur contenu que les wagons-citernes construits conformément aux catégories 105, 112 ou 114. Ces trois dernières spécifications sont conçus pour transporter des gaz inflammables, toxiques et corrosifs, ou des liquides très toxiques, et sont souvent munis de boucliers protecteurs, d'une protection thermique et d'un dôme de protection dans le secteur du trou d'homme.

À plusieurs reprises, les enquêtes du BST ont révélé que les wagons-citernes de catégorie 111A sont vulnérables lorsqu'ils sont utilisés pour le transport de marchandises dangereuses. Dans ses rapports d'enquête sur les événements R94C0137, R95D0016, R99D0159, R04Q0040 et R05H0011, le BST a signalé que ces wagons étaient particulièrement susceptibles d'être perforés et de laisser fuir leur contenu en cas d'accident. À la suite de ses enquêtes sur les événements R94C0137 (Lethbridge, en Alberta) et R04Q0040 (Lévis, au Québec), le Bureau a formulé des recommandations à l'organisme de réglementation afin de réduire les risques auxquels est confronté le public par suite de déraillements et du déversement de marchandises dangereuses.

Des mesures correctives ont été prises par Transports Canada et par l'industrie. On a modifié le *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* de façon à limiter le nombre de produits qui peuvent être transportés par les wagons-citernes de catégorie 111A et on a établi de nouvelles normes de construction des wagons-citernes. Les nouvelles exigences applicables aux wagons ayant un poids brut plus élevé, qui ont été intégrées aux spécifications M-1002-2003 de l'AAR sur les wagons-citernes, prévoient une meilleure résistance à la perforation grâce à la sélection de meilleurs matériaux, à l'ajout de demi-boucliers protecteurs et à l'amélioration de la protection du matériel de service comme les soupapes.

La FRA a entamé en juin 2006 une évaluation en profondeur des normes de construction des wagons-citernes pressurisés utilisés pour le transport des marchandises dangereuses dans le but de réduire au minimum les risques de déversement lors de déraillements. Transports Canada travaille étroitement avec la FRA afin de régler les problèmes communs et d'harmoniser leurs mesures. De plus, dans le cadre d'un projet explorant la prochaine génération de wagons-citernes, « Next Generation Tank Car », Transports Canada, la FRA, la Dow Chemical Company, l'Union Pacific Railway Company et l'Union Tank Car Company ont signé un protocole d'entente en avril 2007 afin de mieux comprendre les facteurs ayant une incidence sur la sécurité des wagons-citernes à haute pression et d'améliorer l'efficacité de certains contenants en vrac pour le transport de marchandises dangereuses spécifiques. L'Union Tank Car Company a indiqué qu'un prototype du nouveau wagon devrait être construit en 2009. Le wagon présentera des améliorations au niveau de la résistance à la perforation, de l'équipement de protection et de la conception des soupapes et des raccords ainsi qu'au niveau de la construction de la paroi et de la tête de citerne en utilisant des aciers améliorés et plus résistants.

En mars 2008, une proposition de règle a été élaborée par le Department of Transportation des États-Unis en consultation avec la FRA pour traiter les questions soulevées par le National Transportation Safety Board (NTSB) à la suite de l'accident survenu à Graniteville, en Caroline du Sud, où 9 personnes ont perdu la vie après avoir inhalé du chlore gazeux. La proposition de règle exigerait que les wagons-citernes transportant du chlore, de l'ammoniac anhydre et d'autres gaz liquéfiés toxiques par inhalation soient équipés d'une protection contre la perforation qui éliminerait la possibilité de perforation à des vitesses qui dépasseraient deux fois les vitesses actuellement stipulées. La quantité moyenne d'énergie qu'un wagon-citerne doit absorber lors d'un accident avant d'être perforé augmentera de 500 %. La règle proposée établit également une vitesse maximale de 50 mi/h pour les wagons transportant des produits toxiques par inhalation. En ce qui concerne les wagons qui ne répondent pas à la norme de résistance à la perforation, une limitation de vitesse temporaire de 30 mi/h doit être appliquée dans les zones exemptes de signalisation.

## *Analyse*

On considère que ni l'état du matériel roulant, ni la conduite du train n'ont été des facteurs contributifs de cet accident. Des défauts ont été relevés dans plusieurs bouts de rail et éléments de la voie qu'on a récupérés à proximité de l'entretoise de talon nord. L'analyse portera sur les défauts des éléments de la voie, l'inspection de la voie et les stratégies de réduction des risques.

## *L'accident*

L'examen en laboratoire des éléments brisés qui ont été récupérés dans la zone du joint de l'entretoise de talon nord a révélé que de vieilles fissures dues à la fatigue existaient déjà. La surface de rupture de l'entretoise de talon nord affichait une vieille fissure présentant une surface foncée causée par une oxydation à long terme. Bien que les fins détails des surfaces de rupture du rail de la lame d'aiguille aient été masqués, l'apparence lisse et polie des surfaces de rupture correspondait à de vieilles fissures dues à la fatigue dont les surfaces frottaient depuis longtemps.

L'état des platines d'aiguillage, la déformation plastique des trous d'éclissage et la dégradation de la traverse d'aiguillage située juste sous l'entretoise de talon indiquaient que la voie n'était pas bien supportée et qu'il y avait des signes de pompage de la voie lors du passage du matériel roulant. Le mouvement répétitif causé par le passage de chaque bogie a fait desserrer et rompre les boulons du joint de l'entretoise de talon nord et a fait augmenter le risque de développement de fissures. Les fissures se sont d'abord développées sur le rail de la lame d'aiguille nord, puis elles se sont propagées horizontalement entre les trous d'éclissage, et ensuite verticalement au trou du fil de connexion, ce qui a fait rompre le rail et causé le déraillement du train.

### *Inspection du branchement*

Le pompage dans la zone de l'entretoise de talon nord causé par la dégradation de la traverse d'aiguillage et le desserrement des différents éléments a aggravé l'impact des charges et a contribué au développement de fissures dues à la fatigue.

Le branchement faisait régulièrement l'objet d'une inspection visuelle à pied. Des inspections approfondies ont été effectuées par des inspecteurs expérimentés du service de génie, ce qui a permis d'identifier et de corriger plusieurs défauts, y compris les boulons brisés du joint de l'entretoise de talon nord qui ont été remplacés en novembre 2006. Par contre, les éléments desserrés dans la zone de l'entretoise de talon nord n'ont pas attiré l'attention des inspecteurs. Il est tout probable que ce grave problème n'a pas attiré l'attention des inspecteurs parce que le branchement était rarement utilisé et il était presque toujours placé dans la position correspondant à la voie principale. En outre, le pompage, qui était en deçà des limites acceptables, n'avait jamais été signalé par la voiture de contrôle de l'état géométrique de la voie lors des quatre inspections effectuées en 2006; donc, les inspecteurs n'y étaient pas sensibilisés.

### *Spécifications du rail de la lame d'aiguille*

Il n'existait aucun défaut de fabrication ni aucune anomalie comme des inclusions ou des porosités qui pourraient avoir causé une fatigue du métal. Toutefois, les propriétés métallurgiques et mécaniques du rail de la lame d'aiguille nord et du rail de raccord étaient très différentes en termes de taille du grain et d'indice de dureté Brinell. Le rail de la lame d'aiguille nord était un rail d'acier au carbone; ce rail avait donc été fabriqué avec un matériau à gros grain et selon un indice de dureté Brinell interne plus faible. Par conséquent, sa résistance à la traction et sa ténacité étaient plus faibles, ce qui le rendait plus susceptible à la propagation des fissures.

Les CMN du CN ne mentionnent pas précisément les spécifications exigées pour un rail de lame d'aiguille; de plus, les critères énumérés dans la CMN 3200 ne fournissent pas des lignes directrices claires sur l'utilisation du rail. Par exemple, l'annexe B exige qu'on utilise un « rail neuf » pour les rails de raccord droits et courbés, sans mentionner un indice quelconque de dureté Brinell, alors que l'annexe C exige qu'on utilise un rail standard « neuf » (indice de dureté Brinell minimal de 300 BHN) sur les voies en alignement droit et dans les courbes affichant un degré de courbure inférieur à deux degrés, mais on ne fait pas référence à une pièce d'aiguillage quelconque. Puisqu'il n'y a pas de spécifications et de lignes directrices claires, on n'a pas répondu aux exigences de la pratique courante d'utiliser un rail standard sur les voies en alignement droit et un rail à haute résistance dans les courbes prononcées et dans les

aménagements spéciaux de la voie comme les cœurs de croisement ou les lames d'aiguille, ce qui peut expliquer pourquoi la lame d'aiguille qui a été installée en 2005 était en acier au carbone même si ce type d'acier n'est plus utilisé sur les voies principales. Si les propriétés mécaniques du rail de la lame d'aiguille avaient été identiques à celles du rail de raccord, les fissures auraient été moins susceptibles de se développer.

### *Détection des défauts de rails*

Les fissures observées sur le rail de la lame d'aiguille nord se sont propagées horizontalement entre les trous d'éclissage. Elles étaient masquées par les éclisses du rail et seulement une inspection à l'aide d'une voiture de détection des défauts de rails aurait permis de les détecter. Huit inspections à l'aide d'une voiture de détection des défauts de rails ont été effectuées en 2006; la dernière inspection avait été effectuée moins de cinq semaines avant le déraillement et elle n'avait pas permis de détecter des défauts quelconques. La surface du rail était en bon état et on n'avait pas relevé de microfissures de surface du champignon ou d'écailles internes qui auraient pu faire obstacle aux signaux ultrasonores et influencer sur l'exactitude des essais. De plus, on a également examiné les dossiers d'inspection du rail dans la zone de l'entretoise de talon nord, et on n'a pas relevé d'anomalie quelconque qui n'aurait pas été signalée par l'opérateur. Par conséquent, le fait que des défauts n'ont pas été détectés ne peut pas être attribué à une fausse interprétation de l'opérateur ou à une interférence de signaux causée par des microfissures de surface du champignon ou des écailles internes. Il est probable que les défauts étaient trop petits pour qu'on puisse les détecter ou que ceux-ci n'existaient pas au moment où l'inspection a été effectuée. La propagation des fissures a été accélérée par le pompage et le desserrement du joint de l'entretoise de talon et par les faibles propriétés mécaniques du rail de la lame d'aiguille nord.

### *Stratégies de réduction des risques*

Des efforts continus sont déployés par l'industrie et les organismes de réglementation en Amérique du Nord afin de réduire les risques auxquels est confronté le public par suite de déraillements et du déversement de marchandises dangereuses. Les compagnies ferroviaires ont multiplié les SDV dans l'ensemble de leur réseau; deux de ces systèmes ont été installés récemment de chaque côté de la municipalité de Montmagny. Les compagnies ferroviaires ont constamment amélioré la fréquence et la précision des inspections automatisées effectuées à l'aide de véhicules ferroviaires pour détecter les défauts critiques de la voie et réduire la fréquence des accidents.

Des efforts particuliers ont été axés sur l'amélioration de la résistance aux chocs des wagons-citernes transportant des marchandises dangereuses à la suite des recommandations formulées par le BST et le NTSB sur la sécurité des citernes. Les mesures qui ont été prises à ce jour, les améliorations futures qui seront apportées au niveau de la détection des conditions dangereuses et l'amélioration de la résistance aux chocs des wagons-citernes n'élimineront pas immédiatement les risques de déraillement, mais ce sont des mesures positives visant à les réduire davantage.

La gravité et les conséquences d'un déraillement sont liées à la vitesse puisque l'énergie dissipée lors d'un déraillement dépend de l'énergie cinétique du train en mouvement, soit sa vitesse et sa masse. Ceci a été confirmé par plusieurs études qui démontrent que le nombre de wagons qui dérailent, un indicateur de la gravité de l'accident, est étroitement lié à la vitesse. Par contre, les données historiques indiquent clairement que le taux d'accidents est plus élevé sur les voies à basse vitesse. Ceci est dû au fait que les normes d'entretien de la voie sont moins rigoureuses pour les voies de catégorie inférieure. Par conséquent, même si une réduction de la vitesse réduirait la gravité et les conséquences des déraillements, ceci ne se traduirait pas nécessairement par une réduction du nombre de déraillements, sauf si la voie est entretenue à un niveau plus élevé que ce qui est exigé par le RSV. Une réduction de la vitesse peut avoir une incidence négative sur la capacité de transporter efficacement des voyageurs et des marchandises. Toutefois, les incidences négatives sur l'exploitation ferroviaire peuvent être réduites au minimum si la réduction de la vitesse est appliquée de façon sélective aux trains qui présentent le plus de risques.

Les mesures visant à réduire au minimum la fréquence des accidents ou les conséquences des déraillements et des déversements de marchandises dangereuses peuvent être prises individuellement ou collectivement. Ceci peut se traduire par d'autres avantages sur le plan de la sécurité lorsque la réduction de la vitesse est jumelée à d'autres mesures d'atténuation, tel que stipulé dans la proposition de règle de la FRA sur la sécurité des wagons-citernes.

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

1. Le train a déraillé quand le rail de la lame d'aiguille nord s'est brisé sous le poids du train.
2. Le fait que la voie n'était pas bien supportée et le pompage de la voie lors du passage du matériel roulant ont fait desserrer et rompre les boulons du joint de l'entretoise de talon nord et ont fait augmenter le risque de développement de fissures.
3. Le rail de la lame d'aiguille nord était un rail d'acier au carbone; sa résistance à la traction et sa ténacité étaient donc plus faibles, ce qui le rendait plus susceptible à la propagation des fissures.
4. Il est tout probable que ce grave problème de desserrement du joint de l'entretoise de talon n'a pas attiré l'attention des inspecteurs parce que le pompage, qui était en deçà des limites acceptables, n'avait jamais été signalé par la voiture de contrôle de l'état géométrique de la voie et parce que le branchement était rarement utilisé.

### *Faits établis quant aux risques*

1. Puisqu'il n'y a pas de spécifications et de lignes directrices claires, on ne répond pas toujours aux exigences de la pratique courante d'utiliser un rail standard sur les voies en alignement droit et un rail à haute résistance dans les courbes prononcées et dans les aménagements spéciaux de la voie comme les cœurs de croisement ou les lames d'aiguille.

2. Une réduction de la vitesse réduirait les conséquences des déraillements, mais ceci ne se traduirait pas nécessairement par une réduction du nombre de déraillements, sauf si la voie est entretenue à un niveau plus élevé que ce qui est exigé par le *Règlement sur la sécurité de la voie* (RSV).

### *Autre fait établi*

1. Puisque la propagation des fissures a été accélérée par le pompage et le desserrement du joint de l'entretoise de talon et par les faibles propriétés mécaniques du rail de la lame d'aiguille nord, l'inspection effectuée à l'aide d'une voiture de détection des défauts de rails n'a pas permis de détecter ces fissures à temps.

### *Mesures de sécurité prises*

Après le déraillement, un ordre de marche au ralenti à 40 mi/h a été imposé temporairement; l'ordre est toujours en vigueur. Tous les éléments du branchement ont été retirés et remplacés par une voie standard, et tous les joints de rail ont été éliminés dans la région de Montmagny pour réduire les discontinuités de la voie et améliorer la qualité de la voie. La fréquence des inspections a été accrue; la voie sera inspectée à pied deux fois par mois et des auscultations du rail par ultrasons seront effectuées 12 fois par année. Le Canadien National (CN) a modifié ses plans normes d'aiguillage et a retiré les entretoises de talon.

### *Préoccupations liées à la sécurité*

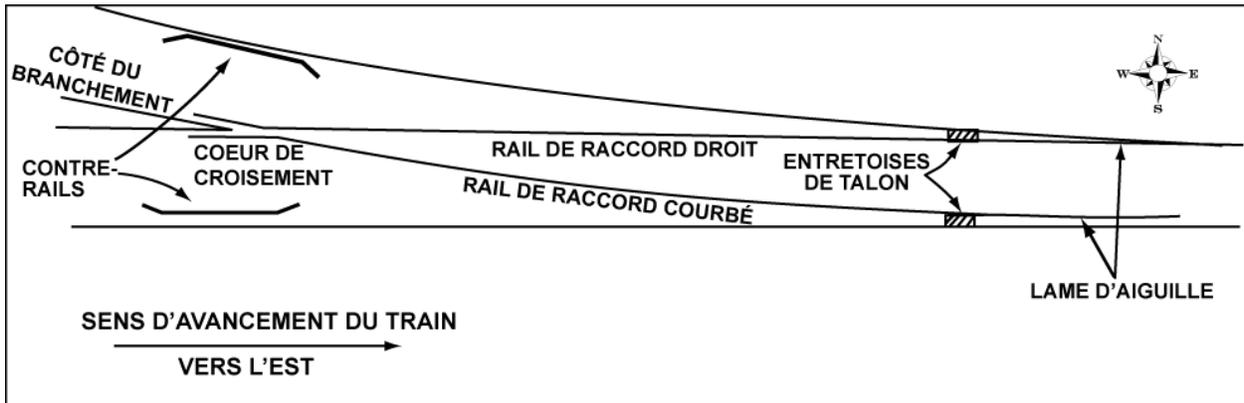
Bien qu'en pratique, le CN demande l'utilisation de rails à haute résistance pour toute nouvelle construction ou remplacement de lame d'aiguille et pour d'autres aménagements spéciaux de la voie, il n'y a pas d'exigences spécifiques dans les circulaires sur les méthodes normalisées (CMN) à propos des lames d'aiguille. De plus, les critères présentés à la CMN 3200 ne fournissent pas de lignes directrices claires sur l'utilisation du rail. Par conséquent, les renseignements de sécurité cruciaux ne sont pas distribués aux employés sur le terrain, permettant ainsi l'existence de conditions semblables à celles observées lors de cet événement. Sans spécifications ni lignes directrices claires, un mécanisme de sécurité additionnel a été rendu inefficace puisque les employés de l'entretien de la voie situés à divers niveaux de supervision n'avaient pas accès à des outils pour déterminer si la lame d'aiguille nord était adéquate.

Le Bureau est préoccupé par le fait qu'en l'absence de spécifications et de lignes directrices formalisées et exhaustives, la capacité de la compagnie ferroviaire de maintenir des pratiques sûres, comme l'utilisation de rails à haute résistance pour les lames d'aiguille et autres aménagements spéciaux de la voie, ne sera pas respectée de façon constante, ce qui augmente les risques d'accident.

*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 31 juillet 2008.*

*Visitez le site Web du BST ([www.bst.gc.ca](http://www.bst.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 – Schéma du branchement



*Annexe B – Dossiers des inspections mensuelles effectuées en 2006 sur le branchement situé au point milliaire 78,13*

<b>Mois</b>	<b>Rapport d'état</b>
Mars	Réglage de la pédale d'aiguillage
Avril	Besoin en matière de chevilles pour traverses
Mai	Mauvais état des traverses
Mai	Nivellement
Mai	Reconstruction du cœur de croisement
Mai	Besoin en matière de renouvellement et d'alignement
Mai	Surécartement de ½ pouce
Juin	Remplacement de la platine d'aiguillage 567R
Juin	Les boulons doivent être serrés
Septembre	Reconstruction de la lame d'aiguille nord
Septembre	Le cœur de croisement doit être soudé
Octobre	Boulons manquants au niveau du cœur de croisement
Octobre	Installation d'une plaque Pandrol sur le contre-rail
Octobre	Alignement du contre-rail
Novembre	Remplacement de boulons au niveau du contre-rail
Novembre	Remplacement de boulons brisés au niveau de l'entretoise de talon nord