

Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE
R06Q0046



DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE

TRAIN DE MARCHANDISES N° M-36921-15
EXPLOITÉ PAR LE CANADIEN NATIONAL

POINT MILLIAIRE 137,68

DE LA SUBDIVISION LAC SAINT-JEAN

LAC BOUCHETTE (QUÉBEC)

LE 15 MAI 2006

Canada

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet accident 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

Canadien National

Train de marchandises n° M-36921-15

Point milliaire 137,68 de la subdivision Lac-Saint-Jean

Lac Bouchette (Québec)

Le 15 mai 2006

Rapport numéro R06Q0046

Résumé

Le 15 mai 2006 à 15 h 45, heure avancée de l'Est, 18 wagons du train de marchandises n° M-36921-15 du Canadien National ont déraillé au point milliaire 137,68 de la subdivision Lac-Saint-Jean, près de Lac Bouchette (Québec). Personne n'a été blessé et il n'y a pas eu de déversement de marchandises dangereuses.

This report is also available in English

L'examen de données environnementales qui remontaient à l'an 2000 a révélé que la température, les chutes de neige et l'enneigement avaient été supérieurs à la moyenne dans le secteur tout au long de l'hiver 2005/2006.

Examen des lieux

À l'extrémité nord-est du secteur du déraillement, on a relevé trois marques de boudin de roue sur le champignon du rail ouest (rail haut). Ces marques se trouvaient à l'entrée de la courbe de raccordement de sortie ² d'une courbe vers la gauche dans le sens d'avancement du train, en l'occurrence au point milliaire 137,68. Les marques s'étendaient en diagonale vers le sud à partir du côté intérieur du rail, sur une distance de 18 pouces. À trois pieds de là, on a remarqué que les têtes des crampons et les têtes des traverses du côté extérieur de la voie étaient endommagées. Les dommages causés aux têtes des traverses s'étendaient vers le sud sur une distance d'environ 20 pieds. On a relevé des marques de roues et des traverses endommagées du côté intérieur du rail est. Les dommages causés à la voie ferrée s'étendaient sur une distance de 1 900 pieds en direction sud, et s'arrêtaient à la hauteur du bogie arrière du premier wagon déraillé, n° CNA 405536 (le 39^e wagon à partir de la tête du train). Les autres wagons qui ont déraillé étaient le CNA 406497 (46^e wagon), le CNA 406135 (50^e wagon) et les 15 wagons qui suivaient (du 51^e au 65^e).

Les trois premiers wagons déraillés sont restés à la verticale. Leurs bogies arrière étaient en travers de la voie, leur essieu monté avant ayant déraillé du côté extérieur du rail ouest. L'essieu monté arrière du troisième wagon était tombé entre les rails. Quant aux wagons 51 à 65, ils se sont immobilisés dans différentes positions le long de l'emprise (voir la figure 2).

² Des courbes de raccordement sont situées à l'entrée et à la sortie des courbes. Elles permettent de faire la transition entre une courbure et un dévers nuls (zéro) et la valeur maximale de courbure et de dévers. La courbure et le dévers d'une courbe de raccordement changent à un taux uniforme, de façon à faciliter le passage des trains dans les courbes.

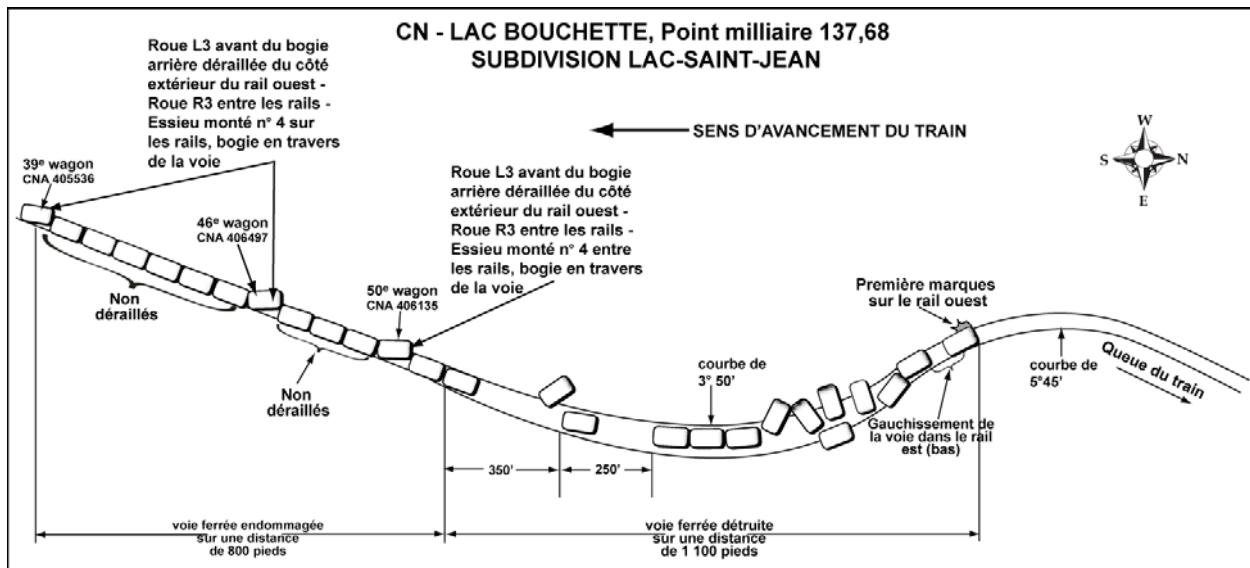


Figure 2. Diagramme représentant les lieux de l'accident

Les wagons nos CNA 405536, CNA 406497 et CNA 406135 étaient des wagons couverts du même modèle, appelés « wagons couverts surdimensionnés »³. Du fait de leur conception, ces wagons ont un centre de gravité élevé. Chacun de ces wagons avait une masse brute maximale de 286 000 livres et transportait du papier. Ils avaient un espacement de 40 pieds et 10 pouces entre les centres de leurs bogies et ils étaient équipés de glisseurs de traverse danseuse à contact continu de marque Stucki. Les wagons ont été envoyés à Chambord, où leurs bogies ont été démontés et ont fait l'objet d'une inspection détaillée.

Entre le 39^e et le 50^e wagons, neuf wagons (les wagons nos 40 à 45 et 47 à 49) n'ont pas déraillé. Sept des wagons avaient une hauteur standard, étaient équipés de glisseurs à galets et avaient des espacements variés entre les centres de leurs bogies. Les deux autres wagons (le 42^e et le 49^e) étaient des wagons couverts « surdimensionnés » chargés qui étaient du même type que les trois premiers wagons à dérailler. L'inspection préliminaire de tous les wagons n'a révélé la présence d'aucun défaut mécanique visible qui aurait été antérieur au déraillement.

Renseignements sur la voie ferrée

La subdivision Lac-Saint-Jean est constituée d'une voie principale simple qui, du sud vers le nord, relie le triage Garneau (point milliaire 0,0) à Arvida (Québec) (point milliaire 203,5). La circulation ferroviaire y est régie grâce au système de contrôle de l'occupation de la voie, en vertu du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada*, et elle est supervisée par un contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) posté à Montréal (Québec). Il s'agit d'une voie de catégorie 3, au sens du *Règlement sur la sécurité de la voie* (RSV) approuvé par Transports Canada. La vitesse

³ Le terme surdimensionné est un terme de l'industrie qui désigne les wagons ayant une hauteur supérieure à la norme, qui correspondent aux critères dimensionnels du tableau F de l'AAR. Les mots « EXCESS HEIGHT » (hauteur excessive) sont imprimés au pochoir sur les bouts des 39^e, 42^e, 46^e, 49^e et 50^e wagons.

maximale autorisée est de 30 mi/h pour les trains de marchandises et de 40 mi/h pour les trains de voyageurs. La subdivision voit passer 24 trains de marchandises et 6 trains de voyageurs par semaine, ce qui représente un tonnage annuel de quelque 8 millions de tonnes.

Dans le secteur où le déraillement s'est produit, la voie est faite de longs rails soudés de 136 livres. Dans les courbes, les rails sont retenus aux traverses par quatre crampons et sont encadrés par des anticheminants à toutes les deux traverses. Dans les tronçons en alignement droit, ils sont retenus aux traverses par deux crampons et sont encadrés par des anticheminants à toutes les trois traverses. On compte approximativement 3 200 traverses par mille de voie. Les traverses sont dans un état passable, une traverse neuve étant posée à environ toutes les 5 traverses. Le ballast consiste principalement en pierres concassées dont le diamètre va de 1 pouce à 2 ¼ pouces. Il est en bon état et ne montre pas de signes de colmatage. Les cases sont garnies et les banquettes mesurent 24 pouces de largeur.

La voie décrit une contre-courbe et, en direction sud, gravit une rampe dont l'inclinaison varie entre 0,6 et 1,0 p. 100. La contre-courbe consiste en une courbe vers la gauche de 5 degrés et 45 minutes, suivie d'une courbe à droite de 3 degrés et 50 minutes. La courbe vers la gauche est précédée d'une courbe de raccordement de 200 pieds de longueur, après quoi viennent le corps de la courbe elle-même, mesurant 260 pieds de longueur, et la courbe de raccordement de sortie, mesurant 250 pieds. Après la contre-courbe, la voie est en alignement droit sur une distance de 800 pieds environ.

On a mesuré l'écartement et le nivellement transversal de la voie non chargée, en pleine courbe et dans la courbe de raccordement d'entrée, en commençant au point milliaire 137,68 et en continuant vers le nord sur une distance de 400 pieds (le tronçon sud de la courbe vers la gauche, y compris la courbe de raccordement de sortie, ayant été détruit). Les enquêteurs ont fait les observations suivantes :

- En pleine courbe, les valeurs de dévers variaient entre 3 9/16 pouces et 3 7/8 pouces, ce qui est en deçà des limites tolérées, compte tenu de la vitesse d'exploitation autorisée.
- L'écart de nivellement transversal à la sortie de la courbe de raccordement d'entrée était de 1 5/16 pouce sur une distance de 56 pieds. Pour une voie de catégorie 3, la Circulaire sur les méthodes normalisées (CMN) n° 3101 du CN indique qu'un écart de 1 ½ pouce du nivellement transversal, entre deux points situés à moins de 62 pieds l'un de l'autre, constitue un défaut de type Warp62 qui nécessite une intervention prioritaire. Les défauts nécessitant une intervention prioritaire doivent faire l'objet d'une surveillance tant qu'ils ne sont pas réparés.

Dans le secteur du déraillement, des inspections de la voie ont été faites régulièrement, conformément aux dispositions du RSV. La dernière inspection de la voie remontait au 14 mai 2006 et avait été faite par un véhicule rail-route de contrôle; l'inspection n'avait révélé aucune anomalie. Une voiture rail-route de contrôle de la géométrie de la voie avait inspecté le secteur le 9 juin 2005 et n'avait rien relevé d'anormal. Un second contrôle de la géométrie, réalisé le 3 août 2005 par un engin TEST d'évaluation de la voie, a révélé la présence de deux défauts nécessitant une intervention prioritaire : un défaut de nivellement de type Warp62 dans

la courbe de raccordement d'entrée et un surécartement dans la courbe de raccordement de sortie de la courbe vers la gauche. Le 20 septembre 2005, on a procédé au dégarnissage et au nivellement de la voie. D'après le CN, les travaux ont été exécutés conformément aux CMN.

Renseignements sur les wagons

Les bogies arrière des trois premiers wagons déraillés ont été démontés et ont fait l'objet d'une inspection détaillée, laquelle a révélé que les pièces des bogies étaient usées à des degrés divers.

- Le bogie du 39^e wagon (CNA 405536) était en bon état, et ses roues avant avaient un profil neuf.
- Sur le bogie du 46^e wagon (CNA 406497), la cuvette de la traverse pivot était séchée et montrait des signes de grippage, et deux clavettes internes de la traverse pivot excédaient les limites d'usure indiquées dans la règle 47⁴ du manuel de l'AAR sur l'échange de matériel roulant (*Field Manual of the AAR Interchange Rules*). Un glissoir de traverse danseuse à contact continu était écrasé alors que l'autre avait un jeu excessif. Sa roue avant avait le profil d'une roue très usée, mais dans les limites tolérées. La traverse danseuse usée et le glissoir écrasé ont été remplacés avant que le wagon soit remis en service.
- Le bogie du 50^e wagon (CNA 406135) montrait une certaine usure, mais qui n'excédait pas les limites critiques; la roue avant montrait le profil d'une roue dont l'usure est modérée.

Les trois premiers wagons déraillés (les 39^e, 46^e et 50^e) et les deux autres wagons « surdimensionnés » qui n'ont pas déraillé (42^e et 49^e) étaient chargés conformément aux pratiques établies. Les diagrammes de chargement indiquent que les chargements des 39^e, 46^e, 49^e et 50^e wagons étaient répartis également. Dans le 42^e wagon, il a été impossible de connaître la répartition exacte du chargement, étant donné que le wagon transportait des rouleaux de plusieurs tailles différentes. Le 39^e wagon pesait 107 tonnes, le 46^e wagon pesait 125 tonnes et le 50^e wagon pesait 126 tonnes. Quant au 42^e et au 49^e wagons, ils pesaient respectivement 110 et 132 tonnes. Le 49^e wagon avait un centre de gravité en charge plus bas que celui des trois premiers wagons déraillés.

⁴ La règle 47.A.4 du *Field Manual of the AAR Interchange Rules* (manuel de l'AAR sur l'échange de matériel roulant) précise qu'au moment de remplacer des roues ou de démonter des bogies, on doit mesurer l'usure des longerons de bogie et des clavettes de longeron avant de procéder au démontage, et qu'on doit corriger l'usure si celle-ci est supérieure à 1 ½ pouce.

Analyse

La conduite du train s'est avérée conforme aux consignes de la compagnie et aux exigences de la réglementation. Les enquêteurs n'ont rien relevé dans les conditions d'exploitation qu'on pourrait considérer comme étant un facteur de causalité. Certaines pièces du bogie du deuxième wagon « surdimensionné » qui a déraillé (46^e wagon) étaient usées. Toutefois, il est peu probable que ce mauvais état du bogie ait eu un rôle à jouer puisqu'il n'affectait pas les autres wagons « surdimensionnés » qui ont déraillé. L'analyse portera donc surtout sur la géométrie de la courbe vers la gauche et sur l'effet qu'elle a eu sur le comportement des wagons couverts « surdimensionnés ».

On a relevé des dommages sur la voie ferrée jusqu'au point milliaire 137,68, soit à l'endroit où les trois marques de boudin de roue avaient été observées sur le champignon du rail ouest. L'orientation des marques et la position des essieux avant déraillés des bogies arrière des 39^e, 46^e et 50^e wagons donnent à penser que ces wagons ont quitté la voie à cet endroit. Les marques de boudin de roue peuvent avoir été causées par un chevauchement du rail ou un soulèvement des roues. L'inspection mécanique des bogies démontés des trois premiers wagons déraillés n'a pas permis de déceler des facteurs communs qui auraient pu entraîner le chevauchement du rail, étant donné que les pièces des bogies n'étaient pas toutes usées également. De plus, l'absence de marques sur la face intérieure du rail indique que le déraillement a été déclenché par un soulèvement des roues qui s'est produit tandis que les trois premiers wagons à dérailler s'engageaient dans la courbe de raccordement située à la sortie de la courbe vers la gauche.

La roue avant de chaque bogie arrière a chevauché le rail haut, ce qui a entraîné le soulèvement des roues et le déraillement de l'essieu monté. Le bogie arrière de chacun des wagons s'est mis en travers et a exercé une contrainte de surcartement sur les rails. Puis, l'essieu monté arrière du 50^e wagon est tombé entre les rails, ce qui a entraîné le déraillement des 15 wagons qui suivaient.

Les mesurages faits dans la courbe de raccordement située à l'entrée de la courbe vers la gauche ont démontré que la voie avait subi un début de gauchissement. On a noté une augmentation de 1 5/16 pouce de la valeur de nivellement transversal sur une distance de 56 pieds. Bien que cette valeur soit inférieure à la limite correspondant à un défaut de type Warp62 qui nécessite une intervention prioritaire, il reste que cela dénote une détérioration de l'état géométrique de la voie dans la courbe de raccordement. Il est vraisemblable que la courbe de raccordement de sortie ait présenté le même gauchissement puisque la courbe au complet reposait sur un terrain similaire, qu'elle acheminait le même trafic ferroviaire et qu'elle faisait l'objet des mêmes travaux d'entretien. En outre, les mesurages ayant été faits lorsque la voie n'était pas en charge, le gauchissement de la voie n'a pu être que plus accentué au moment du passage d'un train.

Les trois premiers wagons déraillés présentaient des similitudes en ce qui a trait à leur conception et à leur chargement, en ce sens que c'étaient tous des wagons couverts « surdimensionnés » équipés de glissoirs de traverse danseuse à contact continu. Ils avaient donc un centre de gravité élevé et une grande rigidité en torsion; or, on sait que ces caractéristiques ont une incidence sur les réactions dynamiques des wagons et causent un

soulèvement des roues lorsque ces wagons roulent sur une voie qui présente un début de gauchissement, comme celle de la courbe de raccordement située à l'entrée de la courbe vers la gauche.

Neuf wagons sont passés sans dérailler sur la courbe de raccordement qui présentait un début de gauchissement. Sept d'entre eux étaient des wagons de hauteur standard qui étaient équipés de glisseurs à galets et avaient des espacements variés entre les centres de leurs bogies, ce qui les rendait moins susceptibles de réagir au gauchissement de la voie. Les deux autres wagons (le 42^e et le 49^e) étaient du même modèle que les trois premiers wagons déraillés, sauf que leurs chargements étaient différents. On ignore comment était disposée la charge du 42^e wagon; le wagon contenait des rouleaux de papier de plusieurs tailles différentes qui n'étaient pas nécessairement répartis également dans le wagon. Le 49^e wagon était plus lourd et avait un centre de gravité en charge plus bas que les trois premiers wagons déraillés. Il s'ensuit que les bogies arrière de ces deux wagons étaient probablement moins sujets au soulèvement des roues, et donc moins susceptibles de dérailler.

L'inspection des trois premiers wagons déraillés n'a pas permis de déceler des défauts mécaniques communs qui auraient pu donner lieu à un soulèvement des roues. De plus, les similitudes de modèle et de chargement des wagons ne sont pas des facteurs qui auraient pu entraîner le déraillement à eux seuls. Donc, une interaction inhabituelle qui se serait produite au moment du passage des trois premiers wagons déraillés sur la voie ferrée serait la seule façon plausible d'expliquer le déraillement de ces wagons chargés de 100 tonnes. Pour que le déraillement se produise, il a fallu que la voie présente un gauchissement qui aura affecté la réaction des wagons au moment où ceux-ci passaient sur le tronçon gauchi.

Les courbes de raccordement de la courbe vers la gauche présentaient un début de gauchissement, et ce, même si l'on avait procédé au dégarnissage et au nivellement de la courbe en septembre 2005. Vu que les travaux de remise en état ont été faits en conformité avec les CMN du CN, il faut conclure que les conditions environnementales et l'état de la plate-forme ont dû jouer un rôle dans le début de gauchissement de la voie qui a été observé dans la courbe de raccordement d'entrée. Il se peut que les chutes de neige plus abondantes que d'habitude et la fonte de la neige au printemps aient miné la plate-forme et aient accéléré la détérioration de la géométrie dans les courbes de raccordement de la courbe vers la gauche.

La fréquence des contrôles de l'état géométrique de la voie était conforme à la réglementation; toutefois, aucun contrôle n'avait été fait depuis les travaux de dégarnissage et de nivellement de septembre 2005. Même si les inspections visuelles de la voie sont importantes lorsqu'il s'agit de détecter l'apparition de défauts de la surface, il se peut qu'elles ne soient pas suffisantes pour détecter des écarts du nivellement transversal, comme le gauchissement de la voie d'une courbe de raccordement, étant donné que les courbes de raccordement comportent déjà des écarts du nivellement transversal, lesquels sont prévus au moment de la conception.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Les 39^e, 46^e et 50^e wagons ont déraillé pendant qu'ils s'engageaient dans la courbe de raccordement de sortie de la courbe de 5 degrés et 45 minutes, suite au soulèvement de leurs roues. L'essieu monté arrière du 50^e wagon est ensuite tombé entre les rails, ce qui a entraîné le déraillement des autres wagons.
2. Bien que la conception et le chargement des trois premiers wagons déraillés aient fait en sorte qu'ils soient davantage susceptibles de subir un soulèvement des roues, le déraillement n'a pu se produire qu'en raison de la présence d'un gauchissement de la voie dans la courbe de raccordement de la courbe vers la gauche, qui aura affecté la réaction de ces wagons au moment où ils passaient sur le tronçon.
3. Il est possible que les chutes de neige plus abondantes que d'habitude et la fonte de la neige au printemps aient miné la plate-forme et aient accéléré la détérioration de la géométrie des courbes de raccordement de la courbe vers la gauche.

Fait établi quant aux risques

1. Même si les inspections visuelles de la voie sont importantes lorsqu'il s'agit de détecter l'apparition de défauts de surface, il se peut qu'elles ne soient pas suffisantes pour détecter des écarts du nivellement transversal, comme le gauchissement de la voie d'une courbe de raccordement, étant donné que les courbes de raccordement comportent déjà des écarts du nivellement transversal, lesquels sont prévus au moment de la conception.

Mesures de sécurité prises

Le Canadien National (CN) a accru ses activités d'inspection de la voie dans la subdivision Lac-Saint-Jean, en l'occurrence en remplaçant le contrôle de l'état géométrique fait par une voiture rail-route par une seconde évaluation de la voie faite par une voiture TEST d'évaluation de la géométrie de la voie, et en réduisant les intervalles entre les vérifications faites par la voiture TEST d'évaluation de l'état géométrique de la voie.

Le CN prévoit faire l'achat d'une autre voiture TEST de vérification de la géométrie de la voie, afin d'accroître la fréquence des vérifications dans l'ensemble de son réseau.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports au sujet de cet accident. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 5 février 2007.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports (www.tsb.gc.ca) pour en savoir plus sur le Bureau de la sécurité des transports et ses produits et services. Vous y trouverez aussi des liens donnant accès à d'autres organisations qui s'occupent de sécurité et à des sites connexes.