

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR ACCIDENT FERROVIAIRE

DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE

CANADIEN NATIONAL
TRAIN NUMÉRO E-283-21-05
POINT MILLIAIRE 34,55, SUBDIVISION KINGSTON
COTEAU-DU-LAC (QUÉBEC)
6 MAI 1997

RAPPORT NUMÉRO R97D0113

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 sur accident ferroviaire

Déraillement en voie principale

Canadien National

Train numéro E-283-21-05

Point milliaire 34,55, subdivision Kingston

Coteau -du-Lac (Québec)

6 mai 1997

Rapport numéro R97D0113

Résumé

Le train n° E-283-21-05 du Canadien National (CN) roulait vers l'ouest dans la subdivision Kingston. Après être passé dans une dépression de la plate-forme de la voie, le train a déraillé au point milliaire 34,55, près de Coteau-du-Lac (Québec) vers 0 h 40, heure avancée de l'Est, le 6 mai 1997. Deux locomotives et 12 wagons de marchandises ont déraillé. Quelque 12 000 litres de gazole se sont répandus, dont une grande partie n'a pas été récupérée. Deux membres de l'équipe de train ont été légèrement blessés.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Vers 21 h le 5 mai 1997, le train part de Drummondville (Québec) en direction ouest à destination de Toronto (Ontario). Vers 0 h 40 le 6 mai 1997, le train roule sur la voie nord à la hauteur du point milliaire 34,55.

L'équipe sent alors que la locomotive de tête se dérobe et que le train s'enfonce dans une dépression de la plate-forme. Les 2 locomotives et les 12 premiers wagons déraillent. La locomotive de tête se couche sur le côté, obstruant la voie principale sud. La seconde locomotive reste sur ses roues mais finit sa course sous le matériel roulant qui vient de dérailler. L'équipe communique avec le contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) et prend les mesures d'urgence nécessaires. Le CCF avait remarqué que le circuit de signalisation du secteur venait de cesser de fonctionner. L'équipe de train n'avait observé aucune condition inhabituelle sur la voie avant d'arriver au point milliaire 34,55.

Les réservoirs de carburant des deux locomotives ont été perforés et ont laissé fuir environ 12 000 litres de gazole. Le combustible s'est déversé dans la rivière Rouge. Les équipes d'intervention d'urgence ont placé des barrages flottants et des matières absorbantes dans la rivière, mais n'ont pu récupérer qu'une faible quantité de gazole (1 000 litres).

Le train comptait 19 wagons Ecorail chargés. Il mesurait environ 1 060 pieds et pesait quelque 1 000 tonnes. Les 2 locomotives et 12 wagons de marchandises ont été légèrement endommagés. Quelque 270 pieds de voie ont été détruits.

L'équipe de train était formée d'un mécanicien et d'un chef de train. Ils se trouvaient dans la locomotive de tête. Ils répondaient aux exigences de leurs postes respectifs et satisfaisaient aux exigences en matière de repos et de condition physique pour assurer la conduite du train en toute sécurité. Le mécanicien et le chef de train ont subi des blessures légères.

La voie était faite de longs rails soudés de 136 livres posés sur des selles à double épaulement qui reposaient sur des traverses de bois dur. Les rails étaient fixés à chaque traverse par quatre crampons. Les cases étaient bien garnies et le ballast de pierre concassée remplissait des banquettes de 24 pouces. Tous les éléments de la voie étaient en bon état.

Le train a déraillé dans une section en alignement de la voie principale double qui est construite sur un talus. Le talus était fait d'une couche d'environ 3 m de ballast de pierre concassée et de gravier qui reposait sur un terrain argileux mesurant plus de 11 m d'épaisseur. La rivière Rouge coule à une dizaine de mètres au nord des voies ferrées.

¹ Les heures sont exprimées en heure avancée de l'Est (temps universel coordonné (UTC) moins quatre heures), sauf indication contraire.

² Ecorail est un terme qui désigne un train formé de remorques routières de conception spéciale qui sont munies d'un attelage pivotant à l'avant et à l'arrière. La remorque est fixée aux bogies par l'attelage pivotant.

La pente nord du talus et de la plate-forme s'est affaissée, laissant la voie nord non supportée sur une distance d'environ 20 m. Le matériau de remblayage et la couche de base ont glissé vers le nord et sont tombés dans la rivière Rouge. Le matériel qui s'est affaissé a rempli complètement le lit de la rivière et en a détourné le cours.

Des morceaux de câble à fibres optiques ont été retrouvés parmi le matériel qui s'est affaissé. Un câble de télécommunications à fibres optiques avait été enfoui le long de l'emprise de la voie. Ce câble transmettait des codes qui n'avaient rien à voir avec les opérations ferroviaires. Il avait cessé de fonctionner à 0 h 20 le 6 mai 1997. La compagnie à qui appartenait le câble pouvait localiser immédiatement la panne, à 20 milles près, et il existait un protocole informel visant à signaler la panne à la compagnie ferroviaire, mais il n'existait pas de processus pour reconnaître qu'un problème de câble de télécommunications pourrait probablement indiquer une situation plus grave comme un affaissement.

La rivière Rouge passe sous un ponceau qui croise la route 338 à quelque 800 m au sud du lieu du déraillement; elle passe ensuite par un siphon aménagé sous le canal de Soulanges, à 1 km au sud, avant de se jeter dans le fleuve Saint-Laurent. Des résidents ont déclaré qu'au printemps, le ponceau et le siphon étaient souvent bloqués par la glace et les débris, ce qui faisait augmenter considérablement le niveau de la rivière Rouge. Le 7 mai 1997, on a trouvé un amoncellement important de débris aux abords du ponceau. Un examen sous-marin du siphon, commandé par le CN, a révélé que le siphon était partiellement bloqué. Des signes de niveau d'eau élevé le long de la rive indiquaient que le niveau d'eau avait récemment dépassé de quelque 2,25 m les niveaux observés le 7 mai 1997. Le niveau élevé de la crue printanière à cet endroit n'avait pas inquiété les employés chargés de l'entretien et de l'inspection de la voie du CN.

Au point milliaire 34,55, la vitesse maximale autorisée par l'indicateur est de 95 mi/h pour les trains de voyageurs et de 60 mi/h pour les trains de marchandises. Une instruction spéciale stipule que toutes les rames Ecorail peuvent rouler à la vitesse autorisée pour les trains express (65 mi/h). En moyenne, 20 trains de voyageurs et 35 trains de marchandises empruntent les voies nord et sud chaque jour. Le mouvement des trains est régi par le système de commande centralisée de la circulation en vertu du Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada. Le mouvement des trains est surveillé par un CCF qui se trouve à Montréal. Le consignateur d'événements révèle que le train roulait à quelque 45 mi/h au moment où les freins d'urgence se sont déclenchés.

Vers 23 h 40 le 5 mai 1997, le train de marchandises n° 149 avait emprunté la voie nord où s'est produit le déraillement. L'équipe de ce train n'avait observé aucune condition inhabituelle à ce moment-là.

L'inspection faite le 14 avril 1997 par une voiture de contrôle de l'état géométrique de la voie n'avait révélé aucune anomalie. La voie avait été inspectée par véhicule rail-route le 5 mai 1997; aucune condition inhabituelle n'avait été relevée à ce moment-là. Les inspecteurs de la voie ne possèdent pas de formation en géotechnique, mais ils possèdent une formation en gestion des systèmes de distribution d'eau.

Les Services géotechniques de l'Ingénierie du CN sont un groupe de soutien qui fournit des services aux ingénieurs des bureaux régionaux. La région de l'est, dont les bureaux sont situés à Montréal, a recours aux services d'un ingénieur géotechnicien principal qui est assisté d'ingénieurs-conseils. Leur programme

d'inspection comprend des inspections sur le terrain et des inspections des conditions susceptibles de causer des problèmes. Le secteur du point milliaire 34,55 n'avait pas été porté à l'attention des Services géotechniques de l'Ingénierie du CN dans le passé.

Au moment du déraillement, il faisait environ 10 degrés Celsius et il n'y avait pas de précipitations. Toutefois, du 18 avril au 5 mai 1997, les précipitations mesurées totalisaient 114,4 mm, tandis que les précipitations totales pour la journée du 18 avril 1997 (42,2 mm) avaient établi un record pour une journée d'avril. Les registres météorologiques signalent que le secteur avait été relativement exempt de gel au cours de l'hiver et que le dégel printanier avait été rapide.

Le rapport technique n° LP 72/97 du Laboratoire technique du BST indique que l'affaissement du talus résulte de l'interaction de plusieurs facteurs :

1. Des conditions météorologiques favorisant la saturation du sol et l'élévation du niveau des eaux souterraines.
2. La présence d'argile superficielle dans le talus (l'argile a une faible résistance au cisaillement et est susceptible de se saturer d'eau, ce qui réduit encore davantage sa résistance au cisaillement).
3. La présence d'argile grise dont la résistance diminue considérablement lorsqu'elle est saturée d'eau et lorsqu'elle est perturbée.
4. L'état de la surface et de la couche superficielle favorisait une migration importante de l'eau vers la rivière en passant par le talus.
5. La possibilité d'un abaissement rapide du niveau des eaux de la rivière et la présence d'érosion des berges et d'érosion par les glaces.
6. La présence probable de fissures de dessiccation dans l'argile à proximité du pied du talus, en raison de la croissance de grands arbres.
7. Les vibrations et les effets de pompage dynamique attribuables au passage de trains lourdement chargés.

Le rapport technique du BST indique également que la panne du câble à fibres optiques, une vingtaine de minutes avant le déraillement, donne à penser que le pied du talus a pu céder à ce moment, ce qui aurait affaibli le talus mais l'aurait laissé intact en grande partie. L'enquête a révélé que le talus a été construit il y a quelque 90 ans, à une époque où les connaissances en géotechnique en étaient encore à leurs premiers balbutiements (c'est-à-dire qu'on n'a peut-être pas bien apprécié les propriétés et les caractéristiques de l'argile superficielle de faible résistance ou qu'on ne comprenait peut-être pas bien ses propriétés et ses caractéristiques à ce moment-là).

Analyse

La méthode d'exploitation du train n'a joué aucun rôle dans le déraillement. La plate-forme saturée d'eau s'est effondrée lors du passage du train dans un secteur qui présente des risques d'effondrement. La saturation en eau a été attribuée aux conditions inhabituelles de l'hiver et du printemps. L'affaiblissement du talus a été attribué à la présence d'argile de faible résistance dans la couche supérieure de la plate-forme ainsi qu'autour et sous la plate-forme. On croit que l'argile grise, dont la résistance diminue considérablement si elle est saturée d'eau et si elle subit des perturbations, a joué un rôle important dans l'effondrement. On croit également que la présence d'argile grise dans les autres plates-formes ferroviaires ou au voisinage des plates-formes constitue un danger. La présence de matériaux de remblayage qui peuvent être instables dans le talus et autour du talus est à la fois attribuable à des lacunes dans les méthodes de construction de l'époque et à la compréhension qu'on avait alors des propriétés des sols. Un grand nombre de tronçons de chemin de fer au Canada ont été construits de façon similaire et doivent être protégés de l'action des eaux, si l'on veut assurer la sécurité du réseau ferroviaire.

Il n'existait pas d'étude exhaustive des propriétés géotechniques du secteur au moment de l'effondrement. Une évaluation de ce genre aurait révélé que ce secteur est extrêmement instable pendant les périodes où les conditions météorologiques favorisent la saturation des sols et l'élévation du niveau des eaux souterraines.

Comme la plate-forme s'est effondrée lors du passage du train, on considère peu probable qu'un abaissement rapide du niveau des eaux de la rivière, attribuable à la rupture de l'amoncellement de débris sous le ponceau de la route 338, soit à l'origine de l'effondrement. Toutefois, un événement de ce genre aurait pu provoquer l'effondrement du pied du talus 20 minutes avant le passage du train. Une chose est certaine, à un moment donné, le niveau élevé de l'eau a dû contribuer à la saturation du talus. Un abaissement rapide du niveau de l'eau à proximité d'une voie ferrée peut provoquer un effondrement de la plate-forme et un déraillement. Le 19 juillet 1992, une brèche dans une digue de castors a provoqué un abaissement soudain du niveau des eaux d'un étang voisin du point milliaire 135,0 de la subdivision Caramat du CN et a provoqué l'effondrement de la plate-forme et fait dérailler un train de marchandises. Le groupe de traction est tombé dans l'étang, et deux membres de l'équipe de train se sont noyés (rapport n° R92T0183 du BST). L'élévation du niveau d'eau de la rivière par suite de l'obstruction du ponceau se produisait régulièrement, et on pouvait facilement l'observer de la voie ferrée. Les employés chargés de l'entretien et de l'inspection de la voie devraient être sensibilisés à la possibilité d'abaissement rapide et aux dangers connexes et prendre des mesures préventives, et ce même si le problème causant la limitation du débit d'eau n'est pas dans les environs immédiats des installations de la compagnie ferroviaire.

La rupture du câble de télécommunications à fibres optiques peut être attribuée à d'autres facteurs, mais l'effondrement de la plate-forme peut certainement en être la cause. L'enquête a révélé que ce système est installé sur l'emprise à bien des endroits dans la subdivision Kingston et qu'il pourrait servir à signaler des problèmes éventuels de la plate-forme dans ce couloir. Comme la compagnie à qui appartient le câble peut localiser immédiatement une panne à 20 milles près, il serait possible d'utiliser cette information pour signaler un effondrement possible de la plate-forme, et on pourrait établir un protocole qui permettrait de prévenir rapidement la compagnie ferroviaire.

Une quantité importante de gazole s'est déversée dans la nature. Les réservoirs de carburant des locomotives sont susceptibles d'être endommagés lors d'un impact; ils ne résistent pas comme ils le devraient aux perforations et ne sont pas conçus pour limiter la quantité de carburant répandue.

Faits établis

1. La méthode d'exploitation du train n'a joué aucun rôle dans l'accident.
2. La plate-forme s'est effondrée lors du passage du train.
3. L'effondrement de la plate-forme a été attribuée à la présence d'argile de faible résistance dans le talus, dont la résistance a été compromise par la saturation en eau.
4. Des conditions hivernales anormales, le dégel rapide au printemps et des précipitations record pour la saison ont occasionné une saturation en eau.
5. L'argile grise était particulièrement susceptible de subir une perte de résistance si elle était saturée d'eau et si elle était perturbée.
6. Une évaluation de l'état géotechnique des lieux aurait probablement permis de déceler le danger lié à l'instabilité de la couche superficielle du talus.
7. L'obstruction du ponceau ou du siphon, entraînant l'élévation du niveau d'eau près du talus, a pu contribuer à l'effondrement.
8. Les employés chargés de l'entretien et de l'inspection de la voie ferrée n'étaient pas, semble-t-il, sensibilisés aux dangers que posent les événements inhabituels dans des cours d'eau adjacents aux talus de chemin de fer.
9. La rupture d'un câble de télécommunications à fibres optiques en bordure de la voie pourrait servir d'alarme pour signaler un effondrement de la plate-forme.
10. Les réservoirs de carburant des locomotives sont susceptibles d'être perforés lors d'un déraillement et de laisser fuir leur contenu.

Causes

La plate-forme de la voie s'est effondrée lors du passage du train parce qu'il y avait de l'argile peu résistante et saturée d'eau dans le talus de chemin de fer et autour du talus.

Mesures de sécurité

Mesures prises

Détection des plates-formes déstabilisées

Après des accidents causés par des affaissements de plates-formes survenus à Conrad, en Colombie-Britannique (rapport n° R97V0063) et à Pointe au Baril, en Ontario (rapport n° R97T0097), le Bureau a publié les recommandations provisoires suivantes :

Le ministère des Transports, en collaboration avec le Canadien National, le Canadien Pacifique Limitée et le service de voirie de la Colombie-Britannique :

- a) identifie les endroits où la plate-forme des voies ferrées ou de la route adjacente est constituée de remblai placé sur des dépôts ou sur un matériau semblable;
- b) pour les endroits relevés en vertu du paragraphe précédent, évalue si le drainage actuel est suffisant compte tenu de l'écoulement printanier et détermine si les assises de la plate-forme risquent d'être saturées d'eau;
- c) le cas échéant, mette en oeuvre un programme de surveillance pour détecter les instabilités de la couche supérieure de la plate-forme causées par une saturation d'eau.

(R97-01, publiée en avril 1997)

Le ministère des Transports, en collaboration avec l'Association des chemins de fer du Canada :

- a) évalue l'efficacité, dans le cas d'effondrements de la plate-forme, des systèmes d'avertissement actuels servant à vérifier l'intégrité de la voie;
- b) évalue d'autres méthodes pour confirmer l'intégrité de la plate-forme durant les périodes à risque élevé;
- c) commandite des recherches visant à mettre au point des dispositifs de surveillance de l'intégrité de la voie et de la plate-forme plus fiables.

(R97-02, publiée en avril 1997)

Par suite de ces recommandations, le Canadien National (CN), le Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP), le ministère des Transports et de la Voirie provincial, Transports Canada (TC) et la Commission géologique du Canada (CGC) ont tenu des réunions afin de tenter de résoudre les questions soulevées dans les recommandations. Diverses mesures ont été prises afin de réduire les problèmes dans le corridor Thompson-Fraser. Le CN continue de travailler sur son système d'avertissement servant à vérifier l'intégrité de la plate-forme des voies ferrées qui consiste en des essais sur le terrain en faisant appel à la technologie de réflectométrie à dimension temporelle ainsi qu'une méthode d'électrométrie à télé-détection (RADAR).

Réflectométrie à dimension temporelle

La réflectométrie à dimension temporelle servant à déterminer l'intégrité des câbles ou des fils sur de longues distances a évolué en une méthode de repérage de phase pour la commande à niveau continu utilisée pour mesurer les produits liquides et solides dans les silos, les citernes et d'autres récipients fermés. On a entrepris une analyse conceptuelle afin de déterminer si l'on pouvait utiliser le repérage de phase pour obtenir les caractéristiques de la sous-plate-forme en utilisant la gaine des câbles à fibres optiques enfouis existants comme capteur. On voudrait de cette façon pouvoir produire une alarme lorsqu'il y a des variations des caractéristiques causées par des affaissements ou des glissements de terrain.

Radar

On fait appel à la technologie par radar depuis un grand nombre d'années pour la détection d'intrusion périmétrique. On utilise des câbles coaxiaux à dispersion pour guider un champ d'ondes radio à basse fréquence dans les secteurs où la détection des perturbations est requise. Toute intrusion dans un secteur a un effet sur le champ d'ondes, ce qui fait déclencher des alarmes. L'élaboration et l'essai d'un prototype d'un système de détection des glissements de terrain ont été entrepris de 1989 à 1992. On a proposé de prendre comme base le prototype et de l'améliorer de façon à ce qu'il puisse fournir non seulement la détection des débris rocheux et des glissements de terrain, mais aussi la détection des affaissements.

En outre, le CFCP et le CN ont conjointement élaboré un programme de formation intitulé *Geotechnology for Railroaders* (géotechnologie pour les employés de chemins de fer). Ce programme traite des circonstances qui mènent à des problèmes d'ordre géotechnique liés aux plates-formes et se fonde sur des accidents survenus récemment.

À la suite du déraillement, le district de Champlain du CN a commencé à donner à tous les employés responsables des inspections des voies de la formation sur les principes de base en matière de géotechnologie afin de les sensibiliser à la question des glissements de terrain. Tous les présidents des comités de santé et sécurité du district de Champlain ont également assisté à une session d'information.

On a élaboré une procédure d'urgence détaillée en cas de rupture de câbles à fibres optiques. Grâce à cette procédure, dès qu'un problème au niveau d'un câble à fibres optiques est détecté, la compagnie ferroviaire devrait être avertie et prendre les décisions appropriées pour assurer l'exploitation des trains en toute sécurité.

Résistance à l'impact des réservoirs de carburant des locomotives

Le Règlement relatif à l'inspection et à la sécurité des locomotives de chemin de fer, qui est entré en vigueur le 18 mars 1998, traite de la résistance à l'impact des réservoirs de carburant des locomotives. Ce règlement exige que les réservoirs de carburant des locomotives neuves (le règlement ne s'applique pas aux locomotives de la flotte actuelle) soient conçus pour résister à des charges d'impact élevées et que les jauges de carburant soient protégées contre les bris accidentels pouvant causer un déversement de carburant.

Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. La publication de ce rapport a été autorisée le 10 décembre 1998 par le Bureau qui est composé du Président Benoît Bouchard et des membres Maurice Harquail, Charles Simpson et W.A. Tadros.