

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR UN ACCIDENT FERROVIAIRE

AFFAISSEMENT DE LA PLATE-FORME

CHEMIN DE FER CANADIEN PACIFIQUE

TRAIN NUMÉRO 935-06

POINT MILLIAIRE 44,8, SUBDIVISION PARRY SOUND

POINTE AU BARIL (ONTARIO)

7 AVRIL 1997

RAPPORT NUMÉRO R97T0097

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 un accident ferroviaire

### Affaissement de la plate-forme

Chemin de fer Canadien Pacifique

Train numéro 935-06

Point milliaire 44,8, subdivision Parry Sound

Pointe au Baril (Ontario)

7 avril 1997

Rapport numéro R97T0097

### *Résumé*

Le 7 avril 1997, vers 2 h, heure avancée de l'Est, une dépression dans la plate-forme à la hauteur du point milliaire 44,8 de la subdivision Parry Sound, près de Pointe au Baril (Ontario), a entraîné le déraillement du groupe de traction et de 14 wagons du train de marchandises n° 935-06 du Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP) qui roulait vers le nord. Environ 45 000 litres (10 000 gallons) de gazole se sont échappés des réservoirs endommagés des locomotives; le gazole s'est enflammé et a brûlé jusqu'à ce qu'il soit absorbé par la plate-forme. Un des membres de l'équipe du train a été grièvement blessé et les deux autres ont subi des blessures légères.

L'affaissement du remblai est attribuable à une augmentation des pressions d'eau interstitielles dans le sable meuble du remblai. L'augmentation des pressions d'eau interstitielles est la conséquence d'une charge hydrostatique créée par la présence d'un étang de castor le long du versant ouest du remblai. La fonte rapide des neiges au cours des deux semaines précédant le déraillement a aussi contribué à la charge hydrostatique.

*This report is also available in English.*

## *Autres renseignements de base*

Le train quitte MacTier, point milliaire 0,0 de la subdivision Parry Sound, vers 0 h 58, heure avancée de l'Est (HAE), en direction nord à destination de Romford (point milliaire 121,7). Le trajet entre les points milliaires 0,0 et 44,8 se déroule sans incident. Le train roule en vertu d'un signal de voie libre affiché sur le signal de block automatique du point milliaire 43,5.

Comme le train s'engage dans une courbe de trois degrés au point milliaire 44,8, les membres de l'équipe de train s'aperçoivent que la plate-forme s'est affaissée. Les rails sont suspendus au-dessus de la dépression. Le mécanicien serre immédiatement les freins, mais les 4 locomotives, 10 wagons-citernes contenant des résidus d'acide sulfurique, 1 wagon-tombereau chargé et 2 wagons couverts plongent dans le vide avant de s'immobiliser pêle-mêle. Le 14<sup>e</sup> wagon, un autre wagon-citerne contenant des résidus d'acide sulfurique, déraile mais reste sur ses roues au bord de la dépression. Les réservoirs des quatre locomotives se perforent mais l'incendie se limite aux alentours de la deuxième locomotive. Trente tonnes de sulfure de plomb, une marchandise (en poudre) dangereuse pour l'environnement, s'échappent du wagon-tombereau déraillé. (Tout le sulfure de plomb est récupéré au cours du nettoyage des lieux.)

L'équipe de train se compose d'un chef de train, d'un mécanicien et d'un agent de train. Le chef de train perd connaissance après avoir heurté le pare-brise de la locomotive pendant le déraillement. Le mécanicien et l'agent de train subissent des blessures légères. Les deux membres de l'équipe, qui n'ont pas perdu connaissance, quittent immédiatement la cabine de leur locomotive; à l'aide d'un poste radio portatif, ils communiquent avec le contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) et lui demandent de l'aide. Ils retournent ensuite à la locomotive pour aider le chef de train. Ils le portent jusque sur le remblai et le couvrent de leur manteau et d'une couverture de secours qui se trouvait dans la locomotive pour attendre la venue des premiers intervenants.

Le CCF communique d'abord avec le service ambulancier de Parry Sound (qui se trouve à environ 25 milles au sud du lieu de déraillement) vers 2 h 13. Les employés locaux du CFCP sont ensuite avisés, de même que le service de police et le service des incendies de Nobel (à environ 19 milles au sud du lieu de déraillement). Vers 3 h 34, après un délai de 15 minutes pendant que le CCF essaie en vain de déterminer si les wagons déraillés transportent des marchandises dangereuses, les premiers intervenants atteignent la voie ferrée à la hauteur du passage à niveau du point milliaire 48,9 et se dirigent vers le sud sur la voie dans un véhicule rail-route du CFCP. Vers 5 h 22, les trois membres de l'équipe du train sont admis à l'hôpital de Parry Sound.

Le train se compose de 2 wagons chargés et de 46 wagons vides, dont 14 wagons de résidus. Le train mesure quelque 3 000 pieds et pèse environ 2 380 tonnes.

L'affaissement de la plate-forme s'est produit sur un tronçon de voie (construit aux alentours de 1914) où le remblai, constitué de sable meuble, avait été construit sur du sol marécageux entre deux talus rocheux. Le remblai mesurait environ 140 m de longueur sur 15 m de hauteur (depuis la base) sur 90 m de largeur (à la base); il avait une inclinaison latérale de 1,5 pour 1 (de l'horizontale à la verticale). Un tunnel de drainage en

---

<sup>1</sup> Toutes les heures sont exprimées en HAE (temps universel coordonné (UTC) moins quatre heures), sauf indication contraire.

Pierre (de 1,2 m de largeur sur 1,8 m de hauteur sur 75 m de longueur) traversait l'extrémité sud du remblai pour permettre à l'eau de s'écouler. Une digue construite par les castors, située à l'ouest près de l'entrée du tunnel, avait créé un étang du côté ouest du remblai. L'eau s'écoulait librement d'ouest en est à travers le tunnel.

Une importante quantité de matériau de la plate-forme a glissé vers l'est dans le sol marécageux. Le remblai s'est affaissé à un angle d'environ 40 degrés et s'est déplacé vers l'est d'environ 10 m. On calcule que le niveau de l'eau se trouvait à 9,08 m sous la table de roulement du rail du côté ouest du remblai et à 11,15 m sous la table de roulement du rail du côté est. Du côté est du remblai, en surface, une croûte de sable de 0,6 m d'épaisseur était couverte de glace et de neige. Rien n'indique que le niveau d'eau avait changé récemment du côté ouest du remblai et il n'y avait aucun signe d'érosion.

Durant les deux semaines précédant le 7 avril 1997, la température moyenne quotidienne a graduellement augmenté. La température maximale a été au-dessus du point de congélation et la température minimale quotidienne s'est surtout maintenue sous le point de congélation. Le 6 avril 1997, la température maximale a été d'environ 20 degrés Celsius et elle a chuté à environ moins 6 degrés Celsius au moment du déraillement.

La voie est constituée de longs rails soudés de 115 livres posés sur des selles à double épaulement fixées à des traverses en bois dur à l'aide de six crampons par traverse. Le ballast se compose de laitier concassé, les cases sont pleines et les épaulements ont 16 pouces de largeur. Tous les éléments de la voie sont en bon état.

La subdivision Parry Sound ne compte qu'une voie principale simple. Au point milliaire 44,8, le mouvement des trains est régi par la régulation de l'occupation de la voie en vertu du Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada et par block automatique et est surveillé par un CCF en poste à Calgary (Alberta). Au point milliaire 44,8, la vitesse maximale pour les trains de marchandises est de 50 mi/h.

Les données recueillies par le consignateur d'événements indiquent que le train roulait à 41 mi/h lorsque les freins ont été serrés. Dans l'espace de 1,4 seconde et de 84 pieds, la vitesse consignée est soudainement tombée à 35 mi/h. Selon le consignateur, la marche avant du train s'est arrêtée 4 secondes et 200 pieds après le serrage des freins.

L'enquête géotechnique du CFCP sur les circonstances de l'affaissement a conclu que le glissement a pu être déclenché par une combinaison des facteurs suivants : une augmentation des pressions d'eau interstitielles à l'intérieur du remblai à cause d'une inondation provoquée par la présence d'une digue construite par les castors du côté ouest du remblai, une fonte des neiges rapide équivalente à une pluie abondante au cours des deux semaines précédant le déraillement, et la présence de sol gelé et de glace à la surface du remblai, dans la partie

inférieure du versant est. Le fait que le matériau du remblai était plutôt meuble et de nature uniforme de même que le chargement dynamique du remblai par les trains peuvent aussi avoir contribué au glissement.

Le Laboratoire technique du BST (rapport n° LP 053/97) a formulé à cet égard les observations suivantes :

1. Le remblai était constitué de sable meuble (à grains fins de granulométrie uniforme), d'un peu d'argile et de gravier, et probablement de pierres et de rochers à la base. La structure, dont les pentes étaient relativement abruptes, reposait sur une couche de tourbe saturée d'eau (avec du sable et de l'argile sous-jacents à cette couche) au milieu d'un marécage dans une dépression rocheuse.
2. Selon toute vraisemblance, l'accumulation de glace et la création d'une couche gelée (imperméable) sur le versant est du remblai peuvent être en partie attribuées à l'alignement nord-nord-ouest de la structure et à divers facteurs environnementaux.
3. La veille de l'affaissement, la température maximale a presque atteint la température la plus élevée, soit presque 20 degrés Celsius; la précipitation quotidienne équivalente totale a été l'une des plus importantes (10 mm) et la fonte de la neige a atteint son maximum (40 cm). La température a chuté sous la barre du zéro au cours des heures précédant immédiatement l'affaissement.
4. La digue construite par les castors découverte près de l'entrée du tunnel en pierre du côté ouest du remblai empêchait le drainage des eaux. En raison de la hauteur de la digue et vu que le versant est était gelé et donc imperméable, le niveau de l'eau s'est élevé considérablement du côté ouest du remblai, ce qui a créé un déséquilibre de charge et une augmentation des pressions d'eau interstitielles à l'intérieur de la structure et causé l'affaissement.
5. Selon toute vraisemblance, si la digue n'avait pas existé, l'affaissement ne se serait pas produit même avec les importantes précipitations et le niveau élevé d'eaux de ruissellement qui ont prévalu.
6. La configuration de l'écoulement, les distances parcourues par les eaux de ruissellement et l'angle étroit formé par le matériau déplacé lors de l'affaissement indiquent que le remblai s'est probablement affaissé soudainement et que l'événement s'est déroulé rapidement.
7. La marge de sécurité prévue en cas d'une crue des eaux équivalente à celle en cause dans l'événement était tellement mince qu'il est peu probable que la présence d'un train chargé puisse être une condition indispensable pour qu'un affaissement se produise. Le passage du train précédent peut avoir ou non amorcé l'affaissement.
8. La trajectoire et l'éparpillement des débris indiquent que l'affaissement s'est produit avant que le train en cause ne s'engage sur le remblai.

La voie avait été inspectée pour la dernière fois le 4 avril 1997 par le superviseur de la voie à bord d'un véhicule rail-route et aucune irrégularité n'avait été remarquée. L'emplacement avait été examiné le 14 mars

---

<sup>2</sup> On peut se procurer ce rapport auprès du Bureau de la sécurité des transports du Canada.

1997 à l'aide d'une voiture d'auscultation des rails et aucune anomalie n'avait été remarquée. La patrouille aérienne de reconnaissance des digues construites par les castors avait survolé la région le 21 mai 1996. On avait alors jugé qu'il n'y avait pas lieu de se préoccuper de la digue construite par les castors qui se trouvait à proximité du lieu de l'affaissement. Le personnel, les superviseurs et les gestionnaires locaux de l'entretien de la voie, de même qu'un expert en géotechnique du CFCP, savaient qu'il y avait une digue construite par les castors à cet endroit et n'ont pas jugé qu'elle représentait une menace pour la stabilité de la plate-forme.

Le personnel d'inspection de la voie est formé pour identifier les problèmes de gestion des eaux au cours des inspections régulières mais il ne possède pas la formation nécessaire pour évaluer les conditions géotechniques.

Le train de marchandises n° 404 qui roulait vers le sud est passé à cet endroit environ quatre heures avant le déraillement. À ce moment-là, l'équipe de train n'a remarqué aucune irrégularité à la hauteur ou aux environs du point milliaire 44,8.

## *Analyse*

La méthode d'exploitation du train n'est pas en cause dans le déraillement. Rien au cours des inspections régulières de la voie n'avait indiqué au personnel d'entretien qu'un affaissement était imminent. L'équipe de train, dont la portée visuelle était limitée par la courbure de la voie et par la noirceur, n'a même pas eu le temps de faire ralentir le train avant que ce dernier ne plonge dans la dépression.

L'affaissement de la plate-forme est attribuable à l'augmentation des pressions d'eau interstitielles dans un remblai constitué de sable meuble par suite d'une charge hydrostatique créée par une digue construite par les castors. La fonte rapide des neiges au cours des deux semaines précédant le déraillement a contribué à la création de la charge hydrostatique. La croûte gelée sur le versant est du remblai et les différentes vitesses de dégel entre les versants est et ouest ont pu avoir une certaine incidence sur le mécanisme d'affaissement, qui est d'ailleurs similaire à ce qui a été constaté lors de l'affaissement de la plate-forme du point milliaire 89,7 de la subdivision Kinghom du Canadien National le 25 avril 1994, près de Orient Bay (Ontario) (rapport n° R94W0101 du BST).

Le remblai était constitué de sable meuble parce que les techniques de construction et la compréhension des caractéristiques du sol étaient limitées à l'époque où il a été construit. Un grand nombre de sections du réseau ferroviaire canadien sont construites sur des remblais semblables; c'est pourquoi elles doivent être protégées contre les phénomènes hydrographiques inhabituels pour que les trains puissent y rouler en toute sécurité.

Même si rien ne semblait indiquer un affaiblissement latent de la plate-forme (p. ex. des zones faibles, des problèmes de géométrie de la voie), il faut signaler que les employés d'entretien de la voie concernés n'ont pas jugé que la digue construite par les castors, qui créait des niveaux d'eau différents de part et d'autre du remblai, était dangereuse. Puisque les affaissements de plates-formes sont habituellement attribuables à l'action des eaux dormantes sur la plate-forme, une telle situation aurait dû susciter des inquiétudes.

Dans les territoires qui sont régis par commande centralisée de la circulation (CCC) et par block automatique, les affaissements de plate-forme laissent souvent la voie intacte et ne déclenchent pas les signaux d'avertissement comme prévu. Des systèmes pourraient être mis au point pour identifier les affaissements de

plate-forme et déclencher immédiatement un signal d'arrêt sur les signaux en bordure de voie. Des systèmes pourraient aussi être mis au point pour déclencher des alarmes dans les cabines des locomotives dans les territoires qui sont régis par CCC à l'extérieur d'un block automatique.

L'éloignement du déraillement et la noirceur ont compliqué les opérations de sauvetage. Il a fallu près d'une heure et demie aux premiers intervenants pour atteindre le lieu de l'accident, mais il faut quand même reconnaître que l'intervention s'est faite dans les meilleurs délais.

Une quantité importante de gazole s'est répandue et a provoqué un incendie qui a mis la vie de l'équipe de train en danger. Les réservoirs de carburant des locomotives sont vulnérables aux chocs, ils ne sont pas aussi résistants aux perforations qu'ils devraient l'être et ils ne sont pas conçus pour limiter la quantité de carburant déversée.

## *Conclusions*

1. La méthode d'exploitation du train n'est pas en cause dans le déraillement.
2. L'affaissement de la plate-forme est attribuable à une augmentation des pressions d'eau interstitielles dans un remblai constitué de sable meuble.
3. L'augmentation des pressions d'eau interstitielles est la conséquence d'une élévation du niveau d'eau causée par une digue construite par les castors.
4. La fonte rapide des neiges au cours des deux semaines précédant le déraillement a contribué à l'élévation du niveau d'eau.
5. La présence d'une croûte gelée et de glace sur le versant est du remblai peut avoir contribué dans une certaine mesure à l'affaissement.
6. La faiblesse latente de la plate-forme n'était pas visible aux employés d'entretien de la voie.
7. La charge hydrostatique créée le long du remblai par la digue construite par les castors n'était pas considérée comme un danger potentiel.
8. Les affaissements de plate-forme laissent souvent les systèmes de signalisation en bordure de voie intacts et en état de fonctionner comme prévu.
9. Même si l'éloignement et la noirceur ont compliqué les opérations de sauvetage, l'intervention s'est faite dans les meilleurs délais.
10. Les réservoirs de carburant des locomotives sont susceptibles de se perforer et de déverser leur contenu lors d'un déraillement.

## *Causes et facteurs contributifs*

L'affaissement du remblai est attribuable à une augmentation des pressions d'eau interstitielles dans le sable meuble du remblai. L'augmentation des pressions d'eau interstitielles est la conséquence d'une charge hydrostatique créée par la présence d'un étang de castor le long du versant ouest du remblai. La fonte rapide des neiges au cours des deux semaines précédant le déraillement a aussi contribué à la charge hydrostatique.

## *Mesures de sécurité*

### *Mesures prises*

#### *Détection des plates-formes instables*

L'enquête sur cet événement (et sur un autre accident similaire qui s'est produit à Conrad en Colombie-Britannique en mars 1997 (R97V0063) quand un train de marchandises est arrivé à la hauteur d'une grande dépression dans la plate-forme et a déraillé, causant la mort de deux membres de l'équipe de train) a permis de constater des lacunes en matière de sécurité en ce qui a trait à la détection opportune des plates-formes instables. Pour traiter de la question, le Bureau, par le biais d'une recommandation provisoire sur la sécurité ferroviaire, a recommandé que :

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)

En réponse à cette recommandation, Transports Canada a rencontré des représentants de l'industrie ferroviaire le 8 mai 1997 pour parler des systèmes d'avertissement sur la continuité de la voie suivants et évaluer d'autres méthodes de contrôle de l'intégrité de la plate-forme :

1. détecteurs de niveau à faisceau dotés de capteurs électroniques pour détecter les mouvements;
2. réflectométrie à dimension temporelle faisant appel aux gaines de câbles à fibre optique enfouis existants pour détecter les affouillements ou les glissements de terrain;
3. systèmes radar téléguidés faisant appel aux câbles coaxiaux et aux fréquences radio pour détecter les dérangements;
4. détecteurs sismiques (accéléromètres) pour détecter les mouvements du sol;



5. détecteurs d'effondrement ou d'affouillement utilisés conjointement avec les circuits de voie existants pour déclencher des signaux d'arrêt, des avis au CCF et des messages radio de diffusion générale.

L'industrie ferroviaire a décidé que le système radar téléguidé serait la meilleure façon de détecter les discontinuités de voie. Des sites d'essai ont été établis pour contrôler le rendement du système. La mise au point de la version de production devrait se faire d'ici la fin novembre 1998. Elle devrait être suivie d'une période de vérification de 12 semaines. Le processus de surveillance et d'optimisation du système devrait être terminé aux alentours de mars 1999. Transports Canada est directement engagé dans l'élaboration de cette nouvelle technologie par l'entremise du Centre de développement des transports.

Transports Canada est en train de modifier son programme de surveillance de la voie en exigeant que, dans des territoires particuliers, l'état des ponceaux et le drainage soient inclus dans les activités de surveillance des inspecteurs régionaux.

De plus, le Chemin de fer Canadien Pacifique et le Canadien National ont élaboré en collaboration un programme de formation intitulé « Geotechnology for Railroaders » (Géotechnologie pour les employés de chemin de fer). Ce programme, qui se fonde sur des cas d'accidents récents, décrit les circonstances qui ont mené aux problèmes géotechnologiques qui touchent les plates-formes.

#### *Résistance des réservoirs de carburant des locomotives aux chocs*

La résistance des réservoirs de carburant des locomotives aux chocs est maintenant régie par 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. Ce règlement stipule que les réservoirs de carburant des nouvelles locomotives doivent être très résistants aux chocs et que les pièces dont le bris peut provoquer des fuites de carburant soient protégées contre les bris accidentels. Le règlement ne s'applique pas aux 3 000 locomotives existantes qui seront encore en service au Canada pour les 17 prochaines années environ.

*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 15 octobre 1998 par le Bureau qui est composé du Président Benoît Bouchard et des membres Maurice Harquail, Charles Simpson et W.A. Tadros.*