



RAPPORT D'ENQUÊTE SUR ACCIDENT FERROVIAIRE

**CN AMÉRIQUE DU NORD
DÉRAILLEMENT
TRAIN NUMÉRO 336-KP-24
POINT MILLIAIRE 89,7, SUBDIVISION KINGHORN
ORIENT BAY (ONTARIO)
25 AVRIL 1994**

RAPPORT NUMÉRO R94W0101

Canada

MISSION DU BST

La Loi sur le Bureau canadien d'enquête sur les accidents de transport et de la sécurité des transports établit les paramètres légaux qui régissent les activités du BST. La mission du BST consiste essentiellement à promouvoir la sécurité du transport maritime, par productoduc, ferroviaire et aérien:

- en procédant à des enquêtes indépendantes et, au besoin, à des enquêtes publiques sur les événements de transport, afin d'en dégager les causes et les facteurs;
- en publiant des rapports rendant compte de ses enquêtes, publiques ou non, et en présentant les conclusions qu'il en tire;
- en constatant les manquements à la sécurité mis en évidence par de tels accidents;
- en formulant des recommandations sur les moyens d'éliminer ou de réduire ces manquements;
- en menant des enquêtes et des études spéciales en matière de sécurité des transports.

Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales. Ses conclusions doivent toutefois être complètes, quelles que soient les inférences qu'on puisse en tirer à cet égard.

INDÉPENDANCE

Pour que le public puisse faire confiance au processus d'enquête sur les accidents de transport, il est essentiel que l'organisme d'enquête soit indépendant et libre de tout conflit d'intérêt et qu'il soit perçu comme tel lorsqu'il mène des enquêtes sur les accidents, constate des manquements à la sécurité et formule des recommandations en matière de sécurité. La principale caractéristique du BST est son indépendance. Il relève du Parlement par l'entremise du président du Conseil privé de la Reine pour le Canada et il est indépendant de tout autre ministère ou organisme gouvernemental. Cette indépendance assure l'objectivité de ses conclusions et recommandations.



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

CN Amérique du Nord

Déraillement

Train numéro 336-KP-24

Point milliaire 89,7, subdivision Kinghorn

Orient Bay (Ontario)

25 avril 1994

Rapport numéro R94W0101

Résumé

Deux locomotives et 15 wagons chargés du train de marchandises n° 336-KP-24 du CN Amérique du Nord (CN) en direction est ont déraillé au point milliaire 89,7 de la subdivision Kinghorn à Orient Bay (Ontario) lorsque le train a franchi une grande section où la plate-forme s'était affaissée. L'équipe n'a pu arrêter le train avant la dépression. Trois employés ont été blessés.

Le Bureau a déterminé que de l'eau s'est infiltrée dans la plate-forme constituée de limon et d'argile glaciolacustres. En conséquence, la plate-forme s'est saturée jusqu'à un niveau plus élevé qu'auparavant, est devenue instable et s'est affaissée, formant une grande dépression sous la voie. L'eau qui s'était infiltrée dans la plate-forme provenait d'une accumulation causée par le blocage partiel d'un canal d'évacuation et probablement par des sources souterraines à basse pression.

This report is also available in English.

Table des matières

	Page
1.0 Renseignements de base	1
1.1 L'accident	1
1.2 Victimes	1
1.3 Dommages au matériel.....	1
1.4 Autres dommages	1
1.5 Renseignements sur le personnel.....	1
1.6 Renseignements sur le train	2
1.7 Particularités de la voie	2
1.8 Renseignements sur le lieu de l'événement.....	2
1.9 Méthode de contrôle du mouvement des trains.....	4
1.10 Conditions météorologiques	4
1.11 Renseignements consignés.....	4
1.12 Géologie locale et écoulement d'eau.....	4
1.12.1 Observations générales	4
1.12.2 Laboratoire technique du BST (LP64/94).....	5
1.12.3 Experts-géologues du CN.....	5
1.13 Autres renseignements	7
1.13.1 Observations d'une autre équipe	7
1.13.2 Inspections des canaux d'évacuation	7
1.13.3 Accidents similaires	7
1.13.3.1 Subdivision Caramat du CN	7
1.13.3.2 Subdivision Saint-Maurice du CN.....	8
2.0 Analyse.....	9
2.1 Introduction.....	9
2.2 Examen des faits.....	9
2.2.1 Affaissement de la plate-forme.....	9

2.2.2	Blocage du canal d'évacuation.....	10
2.2.3	Particularités du sol.....	10
3.0	Conclusions.....	11
3.1	Faits établis.....	11
3.2	Cause.....	11
4.0	Mesures de sécurité.....	13
4.1	Mesures prises.....	13
4.1.1	Limitations de la vitesse des trains.....	13
4.1.2	Programme de gestion de l'eau.....	13

1.0 Renseignements de base

1.1 L'accident

Le train n° 336-KP-24 du CN Amérique du Nord (CN) a quitté Thunder Bay (Ontario) vers 8 h 10, heure avancée de l'Est (HAE) le 25 avril 1994, à destination du triage MacMillan à Toronto (Ontario). Peu après 12 h 40 HAE, alors que le train traçait une courbe à gauche dans le sens du mouvement au point milliaire 91,0 de la subdivision Kinghorn, juste après Orient Bay (Ontario), le chef de train a remarqué qu'environ 1 000 pieds devant le train, une grande section de la plate-forme s'était affaissée. Il a informé le mécanicien qui a serré les freins d'urgence.

Au moment du freinage, le train roulait à environ 34 mi/h. Le train n'a pu être arrêté avant d'atteindre la dépression, et la locomotive de tête s'est engagée dans le trou à une vitesse d'environ 26 mi/h. Quinze wagons à l'avant du train ont déraillé dans un rayon d'environ 400 pieds, certains d'entre eux s'immobilisant sur les locomotives.

Des résidants ont entendu le fracas de l'accident. Après avoir avisé la compagnie ferroviaire et la police, ils se sont rendus sur les lieux pour porter secours. Le mécanicien a réussi à se dégager des débris et à tirer le chef de train adjoint d'entre la deuxième locomotive et un wagon. Le chef de train est resté coincé dans la cabine de la locomotive de tête jusqu'à ce que les premiers intervenants lui prêtent secours. Les membres de l'équipe ont été transportés par avion à un hôpital de Thunder Bay.

1.2 Victimes

Le chef de train adjoint et le chef de train ont été grièvement blessés, et le mécanicien a subi de légères blessures.

1.3 Dommages au matériel

Deux locomotives et 14 wagons ont été détruits. Le 15^e wagon a été légèrement endommagé.

1.4 Autres dommages

La voie a été détruite sur une distance d'environ 500 pieds. De plus, des rouleaux de papier sont tombés sur l'emprise et sur la glace du lac Nipigon, et ont été endommagés.

Environ 1 500 gallons de gazole en provenance des locomotives se sont déversés dans le lac Nipigon. Le déversement a été maîtrisé par le ministère de l'Environnement de l'Ontario, et le gazole a été récupéré en très grande partie.

1.5 Renseignements sur le personnel

L'équipe du train était composée d'un chef de train et d'un mécanicien tous deux postés dans la locomotive de tête, et d'un chef de train adjoint qui se trouvait dans la deuxième locomotive. Tous les membres de l'équipe répondaient aux exigences de leurs postes respectifs et satisfaisaient aux exigences en matière de repos et de condition physique.

1.6 Renseignements sur le train

Le train était constitué de 2 locomotives, de 79 wagons chargés et de 8 wagons vides. Il pesait environ 8 421 tonnes et mesurait 5 051 pieds.

1.7 Particularités de la voie

La subdivision Kinghorn commence à la jonction Longlac (point milliaire 0,0), près de Longlac (Ontario), et se termine à la jonction Current (point milliaire 195,5), à Current River (Ontario). Elle est ouverte à la circulation depuis 1915.

La voie était constituée de rails éclissés de 100 livres en longueurs de 39 pieds qui ont été laminés et posés

en 1952. Chaque rail était fixé au moyen de 12 ou 14 anticheminants. Les traverses en bois mou, au nombre d'environ 3 040 par mille, étaient chacune fixées au moyen de quatre crampons. Les selles étaient à double épaulement, et le ballast de pierre concassée avait été renouvelé en 1982. À l'endroit du déraillement, la voie était en bon état. Dans le secteur de l'accident, la vitesse maximale autorisée pour les trains était de 35 mi/h.

1.8 Renseignements sur le lieu de l'événement

Le déraillement s'est produit sur un tronçon de voie qui est parallèle à la rive est du lac Nipigon et près de ce dernier. À cet endroit, la voie est essentiellement orientée dans une direction nord-sud. Les pentes ascendantes du terrain à l'est de la voie étaient raides. La plate-forme avait été construite sur 18 pouces de ballast déposé sur les dépôts de limon en place.

La voie se trouvait à environ 25 pieds au-dessus de la surface du lac. De grosses roches avaient été placées à la base de la plate-forme pour éviter le plus possible l'érosion par l'action des vagues du lac et pour aider à stabiliser la pente.

Une grande partie du matériau de la plate-forme s'était déplacée dans le lac Nipigon au sud et à l'ouest. Ce déplacement de matériaux avait créé une grande dépression d'environ 20 pieds de large sur 75 pieds de long sur 20 pieds de profond dans la plate-forme à l'endroit du déraillement. Les parois de la dépression étaient verticales ou en surplomb, et le périmètre supérieur était dentelé.

À environ 75 pieds au nord de la dépression, un ruisseau drainait l'eau d'un terrain élevé situé à l'est de la voie et la transportait jusqu'au lac par un canal d'évacuation de 36 pouces de diamètre construit sous la plate-forme. Un fossé de drainage de profondeur et de largeur variables

longeait le côté est de la plate-forme, au nord et au sud de la dépression. À la hauteur du canal d'évacuation, le fossé s'enfonçait à environ sept pieds sous le niveau de la voie. Immédiatement au sud de la dépression, le fossé se vidait dans un grand bassin, d'environ 10 pieds de profond par endroits, jouxtant le côté est de la plate-forme.

Au moment du déraillement, il y avait une couche de glace dans le fossé de drainage au nord de la dépression. On a remarqué que la surface de la glace était plus élevée que le dessus du canal d'évacuation et se trouvait à environ un pied sous la surface de la plate-forme.

Peu après l'événement, on a aussi remarqué que la glace s'étendait jusqu'à l'endroit jouxtant l'extrémité nord de la dépression. Elle était assez épaisse pour supporter un premier intervenant pendant qu'il tentait d'aider un membre de l'équipe à sortir de la cabine. On a remarqué que de l'eau s'écoulait du nord sur la surface de la glace dans la dépression. Pour endiguer cet écoulement, on a placé une traverse sur la glace, perpendiculairement à la voie. Le lendemain, le gros de la glace avait fondu.

Les deux locomotives gisaient dans la dépression. Le dessus de la cabine de la locomotive de tête se trouvait légèrement sous le niveau original de la voie. Les 15 wagons déraillés se sont presque tous immobilisés sur le côté et cinq d'entre eux ont dégringolé la pente du côté du lac. La plupart ont aussi été éventrés et ont perdu leur contenu (du papier journal).

Le jour de l'événement, l'eau coulait dans le canal d'évacuation; par contre, à l'extrémité aval découverte du canal d'évacuation (extrémité ouest), un gros bouchon de glace bloquait environ les trois quarts de la surface de section transversale du passage. L'eau circulait par un trou arqué entre la surface inférieure du bouchon de glace et le fond du canal d'évacuation. L'eau s'écoulait sous une épaisse couche de glace, pour descendre jusqu'au lac Nipigon. Près de la rive où s'est produit le déraillement, la surface du lac était gelée. Les représentants du CN ont

indiqué que la voie au-dessus de la dépression n'avait jamais montré de signes d'affaissement par le passé, et que la plate-forme à cet endroit n'avait jamais causé de problèmes; toutefois, au nord de la dépression et au-dessus du canal d'évacuation, la voie avait été arasée récemment et les rails étaient supportés latéralement à cause de l'affaissement de la plate-forme.

D'une vue plongeante, la dépression ressemblait à un grand fossé courbé traversant la voie en diagonale, du nord-est au sud-ouest. Le fossé était fermé à l'extrémité nord-est et ouvert à l'extrémité sud-ouest. Vue d'en haut, l'extrémité nord du fossé pointait plus ou moins vers le fossé menant au canal d'évacuation et au ruisseau.

Vue de côté, l'extrémité nord du fossé présentait un affaissement qui s'avancait sous la voie. Le fossé s'approfondissait et s'élargissait à mesure qu'on approchait de son extrémité sud-ouest découverte qui donnait sur le lac Nipigon à partir de l'extrémité nord-est.

Les matériaux de la plate-forme s'étaient déplacés de manière fluide le long du fossé, jusqu'à la surface gelée du lac. Les dépôts avaient dans l'ensemble la forme d'un éventail d'environ 25 mètres sur 75 mètres en plan et d'environ deux mètres de profondeur près de la dépression. Le matériau saturé de la plate-forme semblait s'être relâché d'un coup sec, mais il a aussi pu être en partie projeté sur la glace sous l'effet de compression rapide causée par la chute des locomotives dans la dépression.

L'eau s'écoulant sur l'éventail de matériau affaissé après l'événement avait creusé d'est en ouest des rigoles et gisait sur la glace autour de l'éventail.

Au sud de la dépression et en face du bassin de 10 pieds de profondeur à l'est de la voie, la pente la plus à l'ouest de la plate-forme avait cédé et le matériau de surface avait glissé vers le lac. Le matériau de la pente à cet

endroit était très meuble et saturé d'eau, et a cédé le lendemain de l'événement.

1.9 Méthode de contrôle du mouvement des trains

Dans la subdivision Kinghorn, le mouvement des trains est régi par la régulation d'occupation de la voie (ROV), conformément au Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada, sous la surveillance d'un contrôleur de la circulation ferroviaire posté à Winnipeg (Manitoba).

1.10 Conditions météorologiques

Au moment de l'événement, il faisait environ huit degrés Celsius, il ne ventait pas et ne pleuvait pas.

D'après les relevés météorologiques pour la période du 6 avril 1994 au 28 avril 1994, la température maximale de jour la plus basse était de deux degrés Celsius et la température minimale de nuit était sous le point de congélation. Pendant les quatre jours qui ont précédé l'accident, la température maximale moyenne de jour était de 10,8 degrés Celsius et la température minimale moyenne de nuit était de moins 5 degrés Celsius.

La couverture de neige au sol dans la région était inférieure à la moyenne saisonnière qui varie entre 10 et 20 centimètres à la mi-avril. Dix centimètres et demi de neige était tombée le 16 avril 1994, et un millimètre de pluie le 23 avril 1994.

1.11 Renseignements consignés

Les données du consignateur d'événements ont révélé que sept secondes se sont écoulées entre le serrage des freins d'urgence (à environ 34 mi/h) et l'arrêt soudain des locomotives (à environ 26 mi/h).

Les autres systèmes du train dont le fonctionnement est consigné ont fonctionné de la façon voulue.

1.12 Géologie locale et écoulement

1.12.1 Observations générales

Le déraillement a eu lieu dans une région de limon et d'argile glaciolacustres variés qui se sont formés pendant la déglaciation de la région et qui ont été perturbés par effet d'affaissement à l'époque où ils se sont déposés.

La région entre les points milliaires 89,5 et 91,0 était réputée pour ses effondrements et ses affaissements locaux, accompagnés d'éboulis rocheux sporadiques et de la formation de pentes d'éboulis. Les particularités du lieu de l'événement comprenaient des glissements de talus assez récents près du niveau de la voie, des trous coniques formés par des affaissements, et des couches d'argile déposées, déformées et faillées de manière différentielle.

Les dimensions et la composition des dépôts au point milliaire 89,7 étaient telles que l'eau pouvait s'y déplacer à raison d'environ trois pieds en 10 jours. Le matériau formant la dépression à l'origine et qui s'était écoulé sur la surface du lac en forme d'éventail était saturé d'eau et très fluide.

Lorsque la locomotive se trouvant le plus au nord a été retirée de la dépression, l'eau a jailli de l'«espèce

de soupe de boue» au fond de la dépression. On a évalué que la surface de cette boue se trouvait légèrement au-dessus du niveau du lac. On ne connaît pas l'épaisseur de la couche de boue, mais elle était supérieure à quelques pouces. On ne sait pas pendant combien de temps l'eau s'est écoulée avant l'événement, ou même si de l'eau s'écoulait. De plus, on ne sait pas d'où cette eau provenait. La description de l'eau jaillissant de la boue porte à croire qu'elle jaillissait à basse pression.

1.12.2 Laboratoire technique du BST (LP64/94)

Un expert des sols de la Commission géologique du Canada, travaillant en collaboration avec le Laboratoire technique du BST, a inspecté les lieux de l'accident. Il a déterminé que la géométrie de la dépression et des dépôts sur la glace du lac Nipigon porte à croire que l'affaissement de la plate-forme a été causé par une érosion souterraine (aussi appelée érosion par infiltration ou foudroyage). On a d'ailleurs observé une érosion souterraine à l'endroit du déraillement, à l'extrémité nord de la dépression. D'après l'orientation de la dépression, il se peut que de l'eau ait été détournée d'un ravin se trouvant à 75 pieds au nord. Tout indique que l'eau ne se rendait pas au lac Nipigon à cause de la terre gelée. Comme la partie encavée du talus est orientée vers l'ouest, il est probable que la terre dégèle plus rapidement à cet endroit, d'où l'érosion souterraine. Les éléments suivants portent à conclure que l'affaissement a été causé par une érosion souterraine :

- a) les dépôts en forme d'éventail sur la glace du

o
n

g
e
l
é
,

s
i
g

b) les délimitations irrégulières marquées de la
e

q
u
e

l
e

l
i
m

c) les parois abruptes en surplomb de la
n

a

é
t
é

d
é
p

d) la forme allongée de la dépression;
é

e) l'érosion souterraine active à l'endroit de

l
,
a
c
c
i
d
e
n
t
.

1.12.3 *Experts-géologues du CN*

Les experts-géologues du CN suggèrent que les éléments qui suivent sont indicateurs du type et du mécanisme d'affaissement de la plate-forme de la voie :

1) falaise de limon lacustre calcaire non

p
l
a
s
t
i
q
u
e

c
o
m
p
o
r
t
a
n

- u
- l
- i
- e
- u
- 2) Trou conique profond d'effondrement derrière cette falaise, communiquant avec un ravin d'effondrement «aveugle»;
- l
- 3) 'deux dépressions d'affaissement' ressemblant à des caniveaux, sus-jacentes à ce qui a été pris pour des diaclases ouvertes ou pour des fissures de détente, orientées plus ou moins parallèlement à la falaise;
- e
- 4) Le phénomène d'effondrement au lieu de l'événement est lié au lessivage du carbonate fin, à l'enlèvement mécanique des particules de limon et de sable fin, et au tassement par mouillage;
- e
- 5) Comme l'érosion souterraine et le tassement par mouillage dans le secteur de l'événement sont des phénomènes géologiques naturels qui ont été présents depuis plusieurs milliers d'années, il a fallu qu'un facteur extraordinaire de déclenchement de l'effondrement intervienne;
- s
- 6) Le facteur de déclenchement a dû être le déboulement accru d'eau souterraine dans des sédiments limoneux lacustres, de non plastiques à très légèrement cohérents, sujets à l'effondrement, ce qui a pu agrandir ou ouvrir de nouveau une cavité ou un conduit déjà existant, ou produire un tassement par mouillage et une densification soudains ou un
- e

sol limoneux poreux, propices aux effondrements.

Les mêmes géologues sont d'avis que le facteur de déclenchement a été une infiltration anormale d'eau qui pouvait probablement difficilement s'échapper à cause de la surface gelée et que l'eau qui a précipité l'effondrement provenait probablement d'une origine incertaine, mais qui pourrait être :

1) de l'eau artésienne souterraine sous la

p
l
a
t
e
-
f
o
r
m
e
;

2) le ruissellement accru et l'infiltration d'eau de

f
o
n
t
e

a
u

p
r
i
n
t
e

e
,
y
c
o
m
p
r
i
s

l
,
a
c
c
u
m
u
l
a
t
i
o
n

t
e
m
p
o
r
a
i
r
e

d

«
a
v
e
u
g
l
e
»

e
t

p
e
u
t
-
ê
t
r
e

l
e

t
r
o
u

d
,
e
f
f
o
n
d
r

s
e

d
e

l
i
m
o
n
;

3) la migration d'eau de ruissellement de

p
r
i
n
t
e
m
p
s

d
u

r
u
i
s
s
e
a
u

a
v
o

e

d

é

t

e

n

t

e

,

i

m

m

é

d

i

a

t

e

m

e

n

t

d

e

r

r

i

è

r

e

l

a

f

a

l

Un autre facteur possible a été observé : vibrations intermittentes (dues au passage des trains) dans le limon poreux meuble au-dessus d'une cavité créée par la migration antérieure d'eau dans ce matériau, avec effondrement ultérieur de cette cavité. Il n'existe toutefois aucune preuve solide de l'existence d'une telle cavité.

1.13 *Autres renseignements*

1.13.1 *Observations d'une autre équipe*

Les membres de l'équipe d'un train en direction sud qui est passé dans le secteur le 23 avril 1994 ont déclaré qu'il semblait y avoir plus d'eau que d'habitude du côté est de la voie. Par contre, tout allait bien et la voie n'était pas ramollie. Ne jugeant pas la situation anormale, l'équipe de ce train ne l'a pas signalée.

1.13.2 *Inspections des canaux d'évacuation*

D'après les carnets d'inspection de la subdivision, les préposés de l'entretien de la voie ont débloqué 11 canaux d'évacuation dans la subdivision Kinghorn entre le 22 mars 1994 et le 25 avril 1994.

On utilise habituellement un générateur de vapeur pour percer la glace d'un canal d'évacuation obstrué jusqu'à ce que l'eau s'écoule. Si de l'eau s'écoule par le canal d'évacuation lors d'une inspection, aucune mesure n'est prise, aussi faible que soit le débit.

1.13.3 *Accidents similaires*

1.13.3.1 *Subdivision Caramat du CN*

Au mois de juillet 1992, un train de marchandises du CN s'est retrouvé sur une plate-forme affaissée au point

milliaire 135,0 de la subdivision Caramat, près de Nakina (Ontario). Lorsque le train est passé sur le tronçon de voie suspendu dans les airs, il est tombé dans l'étang. Deux membres de l'équipe sont morts et le troisième a subi des blessures graves. La plate-forme s'était affaissée par suite d'une baisse soudaine du niveau d'eau dans l'étang à cause de la rupture d'une digue construite par les castors. La plate-forme avait été construite sur une couche de limon et de tourbe au début du siècle.

Au mois de juillet 1993, le Bureau a recommandé au ministère des Transports qu'un programme soit créé pour trouver d'autres lieux possibles d'affaissement imminent où une voie principale a été aménagée sur des sédiments instables ou d'autres lieux où le niveau des eaux adjacentes à une voie principale pourrait baisser rapidement (R93-04), et que des limites de vitesse soient imposées pour les trains qui traversent les endroits reconnus comme les plus propices à un affaissement attribuable à la baisse du niveau des eaux adjacentes (R93-05).

De plus, le Bureau a recommandé que des mesures correctives soient identifiées et prises pour améliorer la stabilité du sol et lui conférer un facteur de sécurité acceptable dans les endroits reconnus comme propices à un affaissement de terrain (R93-06), et que les critères actuels de calcul des plates-formes aménagées sur de la tourbe, du limon ou d'autres sédiments instables soient examinés pour s'assurer qu'ils sont convenables (R93-07).

La plate-forme dans la subdivision Kinghorn ne s'est pas affaissée de la même façon que celle dans la subdivision Caramat, mais dans les deux cas, la cause sous-jacente de l'accident était la même (une voie construite sur des sédiments instables).

Le CN a pris des mesures correctives pour réduire en partie le problème des castors près des emprises.

Par contre, très peu a été accompli dans l'industrie pour ce qui est du repérage des sols instables, de la stabilisation des talus et de la mise sur pied de systèmes d'avertissement.

En réponse à la recommandation R93-07 du Bureau concernant les critères de conception des plates-formes, le ministre des Transports a déclaré que la conception et la construction seraient effectuées conformément aux normes d'ingénierie en vigueur de nos jours. Cependant, rien n'indique que les normes ont été améliorées ou qu'elles seront adaptées au matériel moderne et à la vitesse des nouveaux trains.

1.13.3.2 *Subdivision Saint-Maurice du CN*

Au mois d'avril 1993, un train de voyageurs de VIA Rail Inc. est tombé dans un grand trou qui s'était formé dans la plate-forme. À la fonte des neiges, l'eau avait ruisselé sur le flanc d'une colline puis s'était ramassée derrière un canal d'évacuation gelé, causant l'érosion de la plate-forme. Cinq membres de l'équipe du train et sept voyageurs ont été blessés. Après cet accident, le CN a conçu une "liste de contrôle du printemps" qu'il a distribuée à l'échelle de son réseau le 14 mars 1994. Cette liste rappelait entre autres aux équipes de train et aux équipes d'entretien de la voie les responsabilités suivantes :

- s'assurer que les canaux d'évacuation sont

i
n
s
p
e
c
t
é
s

a
v

a

g

l

a

c

e

e

t

l

e

s

d

é

b

r

i

s

;

- surveiller le niveau des eaux, les sols mous et

l

e

s

s

e

c

t

e

u

r

s

s

u

j

i

l

e

c

o

n

t

r

ô

l

e

u

r

d

e

l

a

c

i

r

c

u

l

a

t

i

o

n

f

e

r

r

o

v

2.0 Analyse

2.1 Introduction

L'exploitation du train était conforme aux méthodes de la compagnie et aux normes de sécurité du gouvernement. Rien n'indique que l'exploitation du train ait causé l'accident ou qu'il y avait des défaillances de matériel roulant ou de rails. L'équipe n'a pas pu arrêter le train avant que celui-ci ne s'engage dans la partie affaissée de la plate-forme.

Cette analyse portera donc sur les facteurs liés à la cause même de l'accident, c'est-à-dire la création de la dépression sous la voie.

2.2 Examen des faits

2.2.1 Affaissement de la plate-forme

La plate-forme se trouvait dans une zone parsemée de limon et d'argile glaciolacustres. Les terrains de ce type ont tendance à s'affaisser lorsqu'ils sont saturés d'eau. La plate-forme dans le secteur de la dépression était saturée d'eau avant son affaissement sur la glace du lac.

On était en période de dégel et, bien que la couverture de neige était inférieure à la moyenne pour ce temps de l'année dans la région, les températures le jour étaient assez élevées les jours qui ont précédé l'accident.

Les eaux de ruissellement étaient d'autant plus abondantes puisque la région avait connu une bonne chute de neige le 16 avril 1994.

Les températures nocturnes sous le point de congélation ont contribué à réduire le ruissellement et à accroître le gel, facteurs qui à leur tour ont contribué au blocage des canaux d'évacuation par la glace. On ne sait pas si le canal d'évacuation était complètement bloqué peu avant l'événement. Mais cela est possible car le canal

d'évacuation était aux trois quarts bloqué peu après l'événement.

La glace dans le canal d'évacuation au nord du lieu de l'événement montait au-dessus de l'entrée du canal d'évacuation, à moins d'un pied du niveau de la voie. Il est clair que, peu avant l'événement, beaucoup d'eau s'était accumulée dans le fossé. Cette eau provenait surtout du ruisseau situé au nord et à l'est du lieu de l'événement, ruisseau qui s'écoulait par le canal d'évacuation. Il est possible que le niveau d'eau n'ait auparavant jamais monté à moins d'un pied de la voie à cet endroit.

L'accumulation d'eau dans le fossé ne peut être dû qu'au fait que le canal d'évacuation était incapable d'évacuer l'eau du ruisseau et du fossé. Une telle accumulation se serait produite si le canal d'évacuation avait été bloqué complètement, ou même s'il l'avait été en partie, ne laissant passer qu'un faible débit.

L'eau dans le fossé a pu s'infiltrer dans la plate-forme et donner lieu à un écoulement souterrain vers la zone générale de la dépression, comme le laisse aussi supposer la géométrie de la partie la plus au nord de la dépression. En outre, il se peut que ce soit cette venue d'eau qui ait saturé la plate-forme. Ainsi, il avait fallu araser la voie au-dessus du canal d'évacuation peu avant l'événement à la suite de l'ameublissement de la plate-forme autour du canal d'évacuation probablement à cause de l'infiltration de l'eau du fossé.

À cause du niveau de la glace dans le fossé, qui aurait été le niveau d'eau dans le fossé à un moment donné, l'eau a pu migrer vers la zone au sud de la dépression qui forme un bassin relativement étendu et profond. L'eau de surface a aussi pu s'écouler dans cette zone depuis les hauteurs à l'est. Il n'y avait pas de canal d'évacuation à travers la plate-forme pour évacuer l'eau vers le lac. À cet endroit, la pression d'eau aurait dépasser 10 pieds, ce qui a

pu également entraîner l'infiltration d'eau dans la plate-forme à la hauteur de la dépression.

L'affaissement du matériau de surface du côté du lac, de l'autre côté du bassin, indique sans doute que la plate-forme, là où elle jouxtait le bassin, était saturée d'eau.

Puisque la surface à l'ouest de la plate-forme était exposée vers l'ouest, elle a dégelé plus rapidement que le terrain environnant. Le dégel local de la surface de la plate-forme a réduit sa capacité de résister à la pression du matériau de la plate-forme qui était saturée d'eau sur une telle épaisseur que la plate-forme fluide a glissé sur la surface du lac.

2.2.2 *Blocage du canal d'évacuation*

Cet accident a permis de démontrer que, même si les préposés de l'entretien de la voie surveillent bien les canaux d'évacuation dans cette subdivision, et que la direction exige cette surveillance, les canaux d'évacuation bloqués présentent ou peuvent présenter une préoccupation liée à la sécurité. Le blocage complet ou même partiel de canaux d'évacuation par la glace peut être suivi d'une accumulation d'eau qui peut s'infiltrer dans certains types de plates-formes, rendant ces dernières instables. Il ressort aussi que de grands écarts de température entre le jour et la nuit peuvent favoriser la formation de tels barrages de glace.

2.2.3 *Particularités du sol*

Les plates-formes qui ont été construites sur des dépôts d'argile et de limon avant l'introduction d'exigences et de techniques modernes à des endroits où se produit ou risque de se produire une saturation du sol en eau présentent un risque à la sécurité de l'exploitation des trains. Le personnel ferroviaire doit surveiller constamment les changements de conditions à ces endroits et réagir immédiatement.

3.0 Conclusions

3.1 Faits établis

1. L'exploitation du train était conforme aux méthodes de la compagnie et aux normes de sécurité du gouvernement. La plate-forme et la voie avaient été inspectées en bonne et due forme.
2. Comme il faisait doux le jour et que la température baissait sous le point de congélation la nuit, le canal d'évacuation situé au nord de l'endroit du déraillement s'est partiellement bloqué de glace.
3. Le blocage partiel du canal d'évacuation empêchait l'eau de la fonte des neiges de bien circuler, d'où le détournement et l'accumulation d'eau, la saturation de la plate-forme jusqu'à un niveau plus élevé qu'auparavant à cet endroit, l'érosion souterraine et le déplacement soudain de la plate-forme.
4. La plate-forme avait été construite sur des dépôts de limon et d'argile glaciolacustres. Ces dépôts deviennent instables lorsqu'ils sont saturés d'eau.
5. Les méthodes actuelles d'inspection des canaux

d
,
é

t
a
i
n
e
s

c
i
r
c
o
n
s
t
a
n
c
e
s
,

l
,
é
c
o
u
l
e
m
e
n
t

d
,
e
a
u

o
q
u
é

n
e

s
i
g
n
i
f
i
e

p
a
s

q
u
e

c
e
t
t
e

e
a
u

e
s
t

3.2 Cause

De l'eau s'est infiltrée dans la plate-forme constituée de limon et d'argile glaciolacustres. En conséquence, la plate-forme s'est saturée jusqu'à un niveau plus élevé qu'auparavant, est devenue instable et s'est affaissée, formant une grande dépression sous la voie. L'eau qui s'était infiltrée dans la plate-forme provenait d'une accumulation causée par le blocage partiel d'un canal d'évacuation et probablement par des sources souterraines à basse pression.

4.0 *Mesures de sécurité*

*est composé du Président, John W. Stants, et des membres
Zita Brunet et Hugh MacNeil.*

4.1 *Mesures prises*

4.1.1 *Limitations de la vitesse des trains*

Le CN a identifié certaines zones qui présentent des risques d'éboulis de terre et de roches pendant la période de ruissellement au printemps dans la subdivision Kinghorn. La vitesse des trains sera limitée à 10 mi/h à ces endroits pendant le ruissellement.

4.1.2 *Programme de gestion de l'eau*

Un vidéo sur les conditions anormales d'écoulement de l'eau et sur les mesures efficaces de communication interministérielle des problèmes d'évacuation, ainsi que des affiches sont maintenant utilisés dans une campagne de sensibilisation des préposés à l'entretien de la voie, des superviseurs locaux, des contrôleurs de la circulation ferroviaire et des équipes de trains. Le CN prépare aussi un manuel technique et un vidéo de formation qui traiteront de sujets tels que les systèmes d'évacuation naturels, la composition de la plate-forme de la voie, le déblocage des canaux d'évacuation obstrués, le déplacement des castors nuisibles, la méthode recommandée pour le démantèlement des digues et la gestion contrôlée de l'eau.

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 20 avril 1995 par le Bureau, qui

BUREAUX DU BST

ADMINISTRATION CENTRALE

HULL (QUÉBEC)*

Place du Centre
4^e étage
200, promenade du Portage
Hull (Québec)
K1A 1K8
Tél. (819) 994-3741
Télécopieur (819) 997-2239

INGÉNIERIE

Laboratoire technique
1901, chemin Research
Gloucester (Ontario)
K1A 1K8
Tél. (613) 998-8230
24 heures(613) 998-3425
Télécopieur (613) 998-5572

BUREAUX RÉGIONAUX

ST. JOHN'S (TERRE-NEUVE)

Marine
Centre Baine Johnston
10, place Fort William
1^{er} étage
St. John's (Terre-Neuve)
A1C 1K4
Tél. (709) 772-4008
Télécopieur (709) 772-5806

LE GRAND HALIFAX (NOUVELLE-ÉCOSSE)*

Marine
Place Metropolitan
11^e étage
99, rue Wyse
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
B3A 4S5
Tél. (902) 426-2348
24 heures(902) 426-8043
Télécopieur (902) 426-5143

MONCTON (NOUVEAU-BRUNSWICK)

Productoduc, rail et aviation
310, boulevard Baig
Moncton (Nouveau-Brunswick)
E1E 1C8
Tél. (506) 851-7141
24 heures(506) 851-7381
Télécopieur (506) 851-7467

LE GRAND MONTRÉAL (QUÉBEC)*

Productoduc, rail et aviation
185, avenue Dorval
Pièce 403
Dorval (Québec)
H9S 5J9
Tél. (514) 633-3246
24 heures(514) 633-3246
Télécopieur (514) 633-2944

LE GRAND QUÉBEC (QUÉBEC)*

Marine, productoduc et rail
1091, chemin Saint-Louis
Pièce 100
Sillery (Québec)
G1S 1E2
Tél. (418) 648-3576
24 heures(418) 648-3576
Télécopieur (418) 648-3656

LE GRAND TORONTO (ONTARIO)

Marine, productoduc, rail et aviation
23, rue Wilmot est
Richmond Hill (Ontario)
L4B 1A3
Tél. (905) 771-7676
24 heures(905) 771-7676
Télécopieur (905) 771-7709

PETROLIA (ONTARIO)

Productoduc et rail
4495, rue Petrolia
C.P. 1599
Petrolia (Ontario)
N0N 1R0
Tél. (519) 882-3703
Télécopieur (519) 882-3705

WINNIPEG (MANITOBA)

Productoduc, rail et aviation
335 - 550, rue Century
Winnipeg (Manitoba)
R3H 0Y1
Tél. (204) 983-5991
24 heures(204) 983-5548
Télécopieur (204) 983-8026

EDMONTON (ALBERTA)

Productoduc, rail et aviation
17803, avenue 106 A
Edmonton (Alberta)
T5S 1V8
Tél. (403) 495-3865
24 heures(403) 495-3999
Télécopieur (403) 495-2079

CALGARY (ALBERTA)

Productoduc et rail
Édifce Sam Livingstone
510 - 12^e avenue sud-ouest
Pièce 210, C.P. 222
Calgary (Alberta)
T2R 0X5
Tél. (403) 299-3911
24 heures(403) 299-3912
Télécopieur (403) 299-3913

LE GRAND VANCOUVER (COLOMBIE-BRITANNIQUE)

Marine, productoduc, rail et aviation
4 - 3071, rue Number Five
Richmond (Colombie-Britannique)
V6X 2T4
Tél. (604) 666-5826
24 heures(604) 666-5826
Télécopieur (604) 666-7230

*Services disponibles dans les deux langues officielles

o Services en français (extérieur de la RCN) : 1-800-387-3557