

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR ACCIDENT FERROVIAIRE  
R98V0100

DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE

CHEMIN DE FER CANADIEN PACIFIQUE  
TRAIN DE MARCHANDISES NUMÉRO 981-31  
POINT MILLIAIRE 59,1, SUBDIVISION NELSON  
CRESTON (COLOMBIE-BRITANNIQUE)

31 MAI 1998





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 ou à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

## Rapport d'enquête sur accident ferroviaire

### Déraillement en voie principale

Chemin de fer Canadien Pacifique  
Train de marchandises numéro 981-31  
Point milliaire 59,1, subdivision Nelson  
Creston (Colombie-Britannique)  
31 mai 1998

Rapport numéro R98V0100

### *Résumé*

Le 31 mai 1998, vers 4 h 55, heure normale du Pacifique, trois locomotives et huit wagons-tombereaux du train de marchandises n° 981-31 du Chemin de fer Canadien Pacifique, qui allait de Cranbrook (Colombie-Britannique) à Nelson (Colombie-Britannique) dans la subdivision Nelson, ont déraillé au point milliaire 59,1, près de Creston (Colombie-Britannique), où la voie ferrée s'était affaissée. Environ 90 mètres cubes de concentré d'argent/de plomb se sont échappés des wagons-tombereaux déraillés. Les réservoirs de carburant d'une locomotive ont été perforés et ont laissé fuir quelque 21 000 litres de carburant diesel. La plus grande partie du concentré d'argent/de plomb et du carburant diesel a été récupérée. Personne n'a été blessé.

Le Bureau a déterminé que la rupture de la voie a été causée par la saturation et l'affaissement du remblai formant la plate-forme. Une pluviosité record, le rendement du système de drainage, le talus abrupt et le fait que le matériel de remblayage de la plate-forme était très susceptible d'être affaibli par l'eau ont contribué à l'accident.

*This report is also available in English.*



1.0	Renseignements de base .....	1
1.1	L'accident.....	1
1.2	Domages au matériel roulant .....	1
1.3	Autres dommages .....	1
1.4	Renseignements sur le personnel.....	1
1.5	Renseignements sur le train.....	2
1.6	Particularités de la voie .....	2
1.7	Renseignements sur le lieu de l'événement .....	2
1.7.1	Généralités .....	2
1.7.2	Concentré d'argent/de plomb répandu .....	3
1.8	Conditions météorologiques .....	3
1.9	Renseignements consignés .....	5
1.10	Programme d'inspection de la voie du CFCP .....	5
1.10.1	Généralités .....	5
1.10.2	Inspection régulière de la voie.....	5
1.10.3	Inspections supplémentaires de la voie .....	6
1.10.4	Programmes de stabilité des talus .....	7
1.10.4.1	Stabilité des talus rocheux.....	7
1.10.4.2	Stabilité des talus en terre .....	7
1.10.5	Horaire de travail.....	8
1.11	Programme d'inspection des ponceaux de chemin de fer .....	8
1.12	Vérifications des inspections de Transports Canada.....	9
1.13	Rapports de génie géotechnique .....	10
1.14	Analyse hydraulique .....	11
1.15	Recommandations antérieures du BST .....	12
2.0	Analyse .....	15
2.1	Introduction.....	15
2.2	Identification des lieux .....	15
2.3	Drainage.....	16
2.4	Programmes de surveillance .....	16
2.4.1	Formation.....	16
2.4.2	Pertinence des inspections de la voie .....	17
2.4.3	Inspections supplémentaires.....	18
2.5	Avertissement des affaissements de la plate-forme .....	19

3.0	Conclusions.....	21
3.1	Faits établis.....	21
3.2	Cause.....	22
4.0	Mesures de sécurité.....	23
4.1	Mesures prises .....	23
4.2	Préoccupations liées à la sécurité.....	24
5.0	Annexe	
	Annexe A - Sigles et abréviations .....	25

## *1.0 Renseignements de base*

### *1.1 L'accident*

Le train de marchandises n° 981-31 (le train) quitte Cranbrook, point milliaire 0,0 de la subdivision Nelson, vers 1 h 55, heure normale du Pacifique (HNP), à destination de Nelson, point milliaire 137,8, et roule en direction ouest.

Le trajet entre le point milliaire 0,0 et le point milliaire 59,1 se déroule sans incident. Dans une courbe à gauche située au point milliaire 59,0, l'équipe du train constate que la plate-forme de la voie s'est affaissée et que la voie est suspendue dans le vide. Trois locomotives et quatre wagons-tombereaux (du premier au quatrième à partir de la tête du train) glissent dans le talus et finissent leur course au fond de la dépression. Les quatre wagons suivants, à savoir du cinquième au huitième wagons-tombereaux, dérailent et s'immobilisent sur l'emprise. Quatre des wagons-tombereaux dérailés perdent environ 90 m<sup>3</sup> de leur chargement de concentré d'argent/de plomb. Les réservoirs de carburant d'une locomotive sont perforés; environ 21 000 litres de carburant diesel et quelque 200 litres d'huile à transmission se déversent.

Les deux membres de l'équipe ne sont pas blessés et sont en mesure de se libérer des débris et de lancer un appel d'urgence.

### *1.2 Dommages au matériel roulant*

Deux locomotives et sept wagons-tombereaux ont été endommagés sans espoir de réparation. Une locomotive et un wagon-tombereau ont subi des dommages importants.

### *1.3 Autres dommages*

La voie ferrée a été détruite sur une distance d'environ 150 pieds.

### *1.4 Renseignements sur le personnel*

L'équipe du train comptait un mécanicien et un chef de train, qui prenaient place tous deux 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.

---

<sup>1</sup> La subdivision Nelson est exploitée par la Kootenay Valley Railway (KVR), laquelle est un chemin de fer interne sur courtes distances qui appartient au Chemin de fer Canadien Pacifique.

<sup>2</sup> Toutes les heures sont exprimées en HNP (temps universel coordonné (UTC) moins huit heures), sauf indication contraire.

## *1.5 Renseignements sur le train*

Le train comptait 3 locomotives, 31 wagons chargés et 58 wagons vides. Il mesurait environ 5 200 pieds et pesait quelque 5 400 tonnes.

## *1.6 Particularités de la voie*

La voie était faite de rails éclissés de 132 livres. Les rails étaient posés sur des traverses de bois tendre munies de selles à simple épaulement, et étaient fixés sur chaque selle par cinq crampons. Le ballast était fait de pierre concassée. Tous les éléments de la voie étaient en bon état.

Au point milliaire 59,1, le mouvement des trains est régi par le système de régulation de l'occupation de la voie en vertu du Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada, et est surveillé par un contrôleur de la circulation ferroviaire posté à Calgary. Entre le point milliaire 57,5 et le point milliaire 63,2, la vitesse maximale autorisée est de 20 mi/h pour les trains de marchandises.

Le train de marchandises n° 984 du Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP) qui roulait vers l'est est passé à cet endroit environ huit heures avant le déraillement. L'équipe n'a relevé aucune irrégularité sur la voie à cette occasion.

## *1.7 Renseignements sur le lieu de l'événement*

### *1.7.1 Généralités*

Dans le secteur où s'est produit le déraillement, le talus de la voie s'est affaissé, laissant un trou d'environ 27 m de longueur et 5 m de profondeur.

Dans le secteur où s'est produit le déraillement, la voie ferrée a été construite (vers 1895) sur un talus formé par une alternance de déblais et de remblais à flanc de montagne, qui culminait à 25 m au-dessus de la plaine d'inondation de la rivière Goat. L'endroit se trouve en aval d'un cône alluvial situé entre deux affleurements rocheux à flanc de montagne. Les pentes de la montagne sont couvertes d'une forêt de conifères adultes auxquels se mêlent des bouquets de feuillus. La partie basse du cône alluvial constitue une surface d'écoulement pour les eaux d'infiltration venant de la partie haute du cône.

À plusieurs endroits faisant face à la pente qui surplombe la voie ferrée, on a relevé des indices de ruissellement significatif et d'écoulement d'eaux de surface et d'eau qui remontait par des talus naturels situés sous la voie. L'eau qui s'écoule est captée par un fossé parallèle au talus et s'écoule sous la voie en passant par des ponceaux. Le ponceau le plus rapproché se trouvait à



environ 10 m à l'est de la zone de l'affaissement et laissait passer un fort volume d'eau. Le ponceau a été obstrué partiellement par suite du déraillement; on ignore dans quel état il était avant l'affaissement.

L'examen de plus de 30 ponceaux et des fossés qui longeaient la voie entre le point milliaire 58,0 et le point milliaire 61,0 a révélé :

- qu'environ la moitié des ponceaux étaient de faible diamètre, soit de 30 cm et de 45 cm;
- que les entrées ou les sorties, ou les deux, de huit ponceaux étaient obstruées partiellement par le ballast;
- que, dans deux ponceaux en tôle d'acier ondulée, les orifices d'entrée étaient partiellement écrasés;
- qu'à certains endroits, des dépôts de limon ont été observés au fond des ponceaux, et de l'eau s'accumulait et pénétrait dans la plate-forme.

### *1.7.2 Concentré d'argent/de plomb répandu*

Le chargement des quatre wagons-tombereaux qui ont glissé et sont tombés dans la dépression s'est répandu le long du talus et sur la plaine d'inondation de la rivière Goat. Le concentré d'argent/de plomb répandu a été entouré d'une barrière mécanique et a été récupéré par un entrepreneur spécialiste de l'environnement. Le concentré d'argent/de plomb (UN 3077) est considéré comme étant une matière dangereuse pour l'environnement, dont la toxicité est de faible à modérée. Cette substance peut causer des dommages par inhalation ou par contact.

## *1.8 Conditions météorologiques*

Au moment du déraillement, la température était d'environ neuf degrés Celsius, et des vents légers soufflaient de l'est.

Le tableau 1 présente les précipitations qu'on a enregistrées au cours de la semaine précédant le déraillement aux stations météorologiques les plus rapprochées du lieu du déraillement, soit Creston (point milliaire 67,2) et Goatfell (point milliaire 45,6). Les valeurs, exprimées en millimètres (mm), ont été fournies par le ministère des Forêts de la Colombie-Britannique.

	Jour de la semaine	Creston	Goatfell
25 mai	Lundi	0,0	0,0
26 mai	Mardi	5,2	23,4
27 mai	Mercredi	59,6	35,8
28 mai	Jeudi	0,3	21,5
29 mai	Vendredi	0,0	0,0
30 mai	Samedi	26,9	30,5
31 mai	Dimanche	0,0	0,0
Total de la semaine		92,0	111,2

Tableau 1 - Précipitations au cours de la semaine qui a précédé le déraillement (en mm)

Le tableau 2 présente les détails des statistiques météorologiques historiques pour différentes durées et périodes de récurrence. Ces données ont été compilées par Environnement Canada pour le secteur de Cranbrook, en l'occurrence la station la plus rapprochée pour laquelle on tient des données historiques.

Durée des chutes de pluie	Période de récurrence		
	5 ans	50 ans	100 ans
Une journée	30,4	50,0	55,7
Une semaine	53,7	90,2	100,8

Tableau 2 - Données historiques sur la pluviosité à Cranbrook (en mm)

D'après des résidents de l'endroit, les précipitations ont été variables le 27 mai 1998, intermittentes au cours de l'avant-midi et de l'après-midi, et continues au cours de la soirée. Les précipitations enregistrées ont été confirmées par un agriculteur établi près des lieux du déraillement; il a remarqué que son abreuvoir à bestiaux débordait et que le niveau d'eau avait monté d'au moins 50 mm.

<sup>3</sup> Date du déraillement.

<sup>4</sup> Pour désigner une accumulation hebdomadaire de pluie qui serait dépassée une fois tous les 100 ans, on utilise le terme pluviosité hebdomadaire pour une période de récurrence de 100 ans.

Au cours de la semaine du 25 mai 1998, la quantité de pluie enregistrée à Goatfell (111,2 mm) a excédé la pluviosité pour une période de récurrence de 100 ans. La quantité enregistrée à Creston au cours de la même période (92 mm), a été supérieure à la pluviosité pour une période de récurrence de 50 ans; la quantité quotidienne de pluie reçue le mercredi 27 mai 1998 (59,6 mm) a dépassé la pluviosité pour une période de récurrence de 100 ans.

## *1.9 Renseignements consignés*

Les données enregistrées par le consignateur d'événements de la locomotive de tête ont révélé que le train roulait à une vitesse consignée de 22 mi/h et que la vitesse est soudainement tombée à 10 mi/h. Il n'y a pas eu de réduction de pression dans la conduite générale, ce qui indique que les freins d'urgence du train n'ont pas été serrés.

## *1.10 Programme d'inspection de la voie du CFCP*

### *1.10.1 Généralités*

Le programme d'inspection des voies du CFCP vise à déceler les irrégularités et à planifier l'entretien afin d'assurer la sécurité ininterrompue de l'exploitation des trains. Le Règlement sur la sécurité de la voie de Transports Canada et la notice technique n° 32 du CFCP sur l'entretien de la voie exposent les spécifications relatives aux inspections (régulières et supplémentaires) de la voie ferrée.

La subdivision Nelson est divisée en territoires aux fins des programmes d'entretien de la voie. Le territoire où le déraillement s'est produit va de Curzon (point milliaire 42,5) à Nelson (point milliaire 137,8). La responsabilité du tronçon incombe à un superviseur d'entretien de la voie, assisté de deux superviseurs adjoints d'entretien de la voie.

### *1.10.2 Inspection régulière de la voie*

Les spécifications relatives aux inspections régulières identifient le ou la responsable de l'inspection, précisent la fréquence des inspections, les méthodes d'inspection, les éléments à inspecter, ainsi que les exigences concernant l'enregistrement des résultats des inspections. Le personnel chargé des inspections de la voie peut comprendre un superviseur d'entretien de la voie, un superviseur adjoint d'entretien de la voie ou une personne qualifiée aux termes du Règlement sur la sécurité de la voie. Dans le secteur de Creston, la voie doit être inspectée deux fois par semaine. Les inspections de la voie sont habituellement faites à bord d'un véhicule rail-route qui se déplace à 20 mi/h.

La dernière inspection faite par le contremaître d'entretien de la voie à bord d'un véhicule rail-route dans le secteur de Creston remonte au 27 mai 1998, entre 7 h et 13 h; l'inspection n'a révélé aucune irrégularité. Une voiture de contrôle de l'état géométrique de la voie a inspecté le secteur pour la dernière fois le 27 novembre 1997; aucune anomalie n'a été relevée au point milliaire 59,1.

### 1.10.3 Inspections supplémentaires de la voie

La notice technique n° 32 du CFCP et le Règlement sur la sécurité de la voie exigent qu'on procède à des inspections supplémentaires de la voie au cours ou à la suite d'intempéries inhabituelles.

La notice technique n° 32 du CFCP explique que des inspections supplémentaires de la voie peuvent s'avérer nécessaires si :

- a) des vents forts risquent de faire tomber des arbres ou d'autres obstacles sur la voie.
- b) de fortes précipitations de pluie ou de neige ou des cycles de gel et de dégel répétés peuvent causer une élévation du niveau de l'eau, des chutes de pierres, des affouillements ou des coulées de boue.
- c) des températures extrêmement chaudes ou froides risquent d'occasionner un gauchissement de la voie ou des ruptures d'éclissage des rails.
- d) de longues périodes sèches, combinées à des travaux d'entretien de la voie ou à la circulation ferroviaire, peuvent causer des incendies.

Le Règlement sur la sécurité de la voie décrit les exigences relatives à des inspections supplémentaires, à la section intitulée Inspections spéciales :

Après un incendie, une inondation, une tempête importante ou d'autres phénomènes qui peuvent avoir endommagé la structure de la voie, on doit entreprendre une inspection spéciale de la voie, aussi rapidement que possible après l'événement.

D'autres compagnies ferroviaires ont aussi des exigences similaires. Par exemple, la Circulaire sur les méthodes normalisées n° 3100 du Canadien National (CN) précise que :

L'ingénieur ou l'ingénieure de district ou le superviseur ou la superviseure de la voie peuvent faire procéder à des inspections supplémentaires dans des circonstances où il pourrait exister un danger pour la circulation.

Il n'y a pas de surveillance formelle des conditions météorologiques locales dans le secteur de Creston, et rien n'oblige à ce qu'il en ait une. L'évaluation des conditions météorologiques se base sur les observations des superviseurs adjoints d'entretien de la voie et sur l'information qu'ils ont pu recueillir dans les environs. On a signalé que, dans une subdivision voisine, un superviseur adjoint d'entretien de la voie surveillait les conditions météorologiques grâce à un lien direct avec les stations locales d'Environnement Canada.

Le personnel a déclaré qu'il pouvait procéder à des inspections supplémentaires au besoin. Aucune inspection supplémentaire n'a été effectuée après les précipitations record de pluie du mercredi 27 mai 1998.

### 1.10.4 Programmes de stabilité des talus

#### 1.10.4.1 Stabilité des talus rocheux

En 1974, le CFCP a établi un programme d'inspection de la stabilité des talus rocheux qui se fondait sur des inspections annuelles menées par le personnel du groupe de géotechnique du CFCP ou par des consultants. À la suite d'un déraillement précédent survenu le 20 janvier 1995 près de Proctor, point milliaire 111,0 de la subdivision Nelson (rapport n° R95V0017 du BST), le CFCP a complété le programme en affectant des patrouilles régulières chargées de détecter des roches avant le passage de chaque train. Au cours de ces patrouilles, les inspecteurs locaux surveillent les zones dangereuses pour trouver des roches qui seraient tombées sur la voie et qui l'obstrueraient.

Quand le présent déraillement est survenu, un superviseur adjoint d'entretien de la voie de la subdivision Nelson avait suivi la formation sur la stabilité des talus rocheux. Le superviseur d'entretien de la voie, le second superviseur adjoint d'entretien de la voie et deux contremaîtres de relève qui s'occupaient des patrouilles de la voie n'avaient pas suivi cette formation.

#### *1.10.4.2 Stabilité des talus en terre*

En 1997, le CFCP a institué un programme de stabilité des sols afin d'évaluer l'état de la plate-forme et les conditions de drainage le long de la plupart des itinéraires de voie principale. Ce programme comprenait une identification systématique des endroits où le sol était susceptible d'être instable et une caractérisation des angles de pentes, des types de sols et des conditions de drainage. La subdivision Nelson n'a pas été incluse dans ce programme puisqu'elle n'est pas un itinéraire de voie principale.

De plus, le CFCP et le CN ont mis au point conjointement en 1997 un cours sur la stabilité des talus en terre, intitulé «Geotechnology for Railroaders» (géotechnologie pour les employés ferroviaires). Ce cours expose les mécanismes pertinents ainsi que les méthodes d'évaluation des sites et d'atténuation de l'instabilité des sols.

Les deux compagnies ferroviaires avaient entrepris de former leur personnel d'entretien de la voie. Le personnel de la KVR n'avait pas suivi le cours avant ce déraillement.

### *1.10.5 Horaire de travail*

Dans le territoire où le déraillement s'est produit, les tâches d'inspection de la voie sont réparties entre les deux superviseurs adjoints d'entretien de la voie. Un superviseur adjoint d'entretien de la voie travaillait du dimanche au mercredi, et l'autre était de service du mercredi au samedi. Quand les deux superviseurs adjoints d'entretien de la voie sont absents, l'inspection est confiée à un contremaître d'entretien de la voie.

Des patrouilles de détection de roches sont menées chaque jour avant le passage de chaque train; le dimanche et le mercredi, elles sont combinées à l'inspection régulière de la voie. Les heures de début et de fin des quarts varient en fonction des mouvements des trains, lesquels sont communiqués à l'inspecteur par téléphone. Le mercredi, les deux superviseurs adjoints d'entretien de la voie se partagent le territoire : un superviseur adjoint d'entretien de la voie travaille pendant un quart de 13 heures et l'autre, pendant un quart de 8 heures. Le dimanche, toutefois, un seul superviseur adjoint d'entretien de la voie est de service et, pour être en mesure d'effectuer la patrouille de détection de roches et l'inspection de la voie dans l'ensemble du territoire, l'inspecteur travaille pendant un quart de 16 heures (habituellement de 4 h à 20 h). La durée du quart de travail ne comprend pas le temps qui précède le début et qui suit la fin du travail (p. ex. temps de navettage, repas, etc.), ce qui peut représenter plusieurs heures additionnelles.

## *1.11 Programme d'inspection des ponceaux de chemin de fer*

On procède régulièrement à des inspections afin de déterminer l'état des ponceaux et les travaux d'entretien nécessaires pour s'assurer de leur sécurité.

Les pratiques d'inspection et d'entretien des ponceaux sont exposées en détail dans les Livrets d'inspection des ponts (imprimé 920) et dans la notice technique n° 1 du CFCP (emprise, plate-forme et drainage) qui dit notamment qu'on doit inspecter les ponceaux dès que possible au printemps de chaque année, et les inspecter de nouveau à l'automne, avant la période de gel. Il faut signaler au chef de la voie les problèmes qu'il est impossible de corriger.

Le 27 mai 1997, le CFCP a publié une nouvelle politique d'inspection des ponceaux qui donnait plus de détails sur les instructions contenues dans les Livrets d'inspection des ponts (imprimé 920) et dans la notice technique n° 1 du CFCP. Voici un résumé des points saillants de la nouvelle politique :

L'inspection des ponceaux du Chemin de fer Canadien Pacifique répond à plusieurs impératifs : préserver l'intégrité des ouvrages, assurer le maintien d'un régime hydrographique adéquat, noter l'état de l'ouvrage ponceaux et tout changement s'y

rapportant, recueillir des informations qui permettront d'évaluer la capacité de l'ouvrage d'un point de vue structural ou hydraulique et/ou de déterminer les besoins en matière de réparation ou de remise en état.

Les ponceaux d'une portée ou d'un diamètre inférieur ou égal à 1 mètre doivent être inspectés par le personnel d'entretien de la voie, tandis que l'inspection des autres ponceaux est confiée au personnel de la section Ouvrages. Une Notice technique ou une révision de la Notice technique - Voie n° 1 est en cours de rédaction et portera sur l'inspection des ponceaux dont le diamètre est égal ou inférieur à 1 mètre.

L'inspection annuelle doit être effectuée au moins une fois par année et au printemps.

Pendant les inspections, les inspecteurs consignent l'état des ponceaux dans le Registre des ponts et des ponceaux (imprimé 925). L'imprimé 925 s'ajoute aux Livrets d'inspection des ponts (imprimé 920) et constitue un dossier historique que chaque district doit tenir à jour et mettre à la disposition des intéressés.

On inspectait les petits ponceaux situés entre Curzon (point milliaire 42,5) et Nelson (point milliaire 137,8) quand des signes d'un écoulement d'eau irrégulier ou d'affaissement de la voie commençaient à se manifester. Cette pratique était observée dans d'autres subdivisions et l'est aussi dans l'ensemble de l'industrie; par exemple, en janvier 1998, le CN a rendu officielles les instructions de la Circulaire sur les méthodes normalisées n° 4402, intitulée *Small Surface Drainage and Pipe Type Culverts* (petits ponceaux de drainage de surface et petits ponceaux de tuyau), qui stipule que l'inspection des petits ponceaux doit être faite au besoin quand les ponceaux commencent à montrer des signes d'anomalies.

L'examen de l'imprimé 925 pour la subdivision Nelson a révélé qu'il a été mis à jour pour la dernière fois entre 1988 et 1991. Un échantillonnage a montré que 95 p. 100 des inscriptions remontaient à 1988, que 3 p. 100 remontaient à 1991 et que 2 p. 100 n'étaient pas datées. Des pratiques d'enregistrement similaires ont été relevées dans d'autres subdivisions du CFCP de l'ouest du Canada.

### 1.12 *Vérifications des inspections de Transports Canada*

Transports Canada est responsable de l'administration et de l'application des modalités de la *Loi sur la sécurité ferroviaire*, laquelle attribue en théorie les rôles suivants aux compagnies ferroviaires et à l'organisme de réglementation :

- la direction des compagnies ferroviaires est responsable et répond de la sécurité de l'exploitation;
- l'organisme de réglementation doit avoir les pouvoirs nécessaires pour assurer la sécurité du public et des employés.

Pour surveiller la sécurité de l'infrastructure ferroviaire, Transports Canada examine et vérifie les dossiers des programmes de surveillance de la conformité de la compagnie, puis examine les résultats obtenus en procédant à des inspections au hasard. La méthode se base sur un échantillonnage stratifié dans lequel on divise chaque région en groupes homogènes et on choisit des subdivisions ou des tronçons de subdivision à l'intérieur des

groupes. Pour les subdivisions sélectionnées, on examine les livrets d'inspection et on prélève des échantillons aux fins d'une vérification des programmes d'inspection et d'entretien. Cette vérification porte sur l'état des rails, l'état géométrique de la voie, les branchements et les ponts. Le drainage et les programmes de géotechnique n'ont pas été inclus officiellement à la vérification.

Transports Canada utilise le formulaire «Rapport d'inspection de la voie - Défectuosités» pour signaler les non-conformités aux exigences du Règlement sur la sécurité de la voie qui sont relevées par la vérification des programmes, et fait parvenir ce formulaire aux compagnies ferroviaires pour que ces dernières prennent des mesures correctives. On note aussi sur le formulaire les autres non-conformités qui sont observées pendant les parcours sur la voie ferrée. Quand un taux anormal de non-conformité est signalé dans un territoire donné à la suite des inspections régulières, on effectue une inspection spéciale et le territoire fait l'objet d'une nouvelle inspection au cours de l'année suivante.

La subdivision Nelson relève du bureau du transport ferroviaire de Transports Canada pour la région du Pacifique, situé à Vancouver. Un agent de l'infrastructure ferroviaire est chargé de contrôler l'état de l'infrastructure. L'agent a reçu sa formation pour les secteurs dont il a fait la vérification et avait suivi une version abrégée du cours «Geotechnology for Railroaders», en mars 1998.

La subdivision Nelson a été inspectée en septembre 1997, entre le point milliaire 0,0 et le point milliaire 67,0; l'inspection a révélé trois défauts de drainage, en l'occurrence au point milliaire 58,28 (défaut d'entretien du dispositif d'évacuation des eaux), au point milliaire 50,33 (défaut d'entretien du dispositif de drainage), et au point milliaire 44,65 (défaut d'entretien du dispositif de drainage).

### *1.13 Rapports de génie géotechnique*

Le D<sup>r</sup> Stephen G. Evans (ingénieur géotechnicien et ingénieur-géologue à la Commission géologique du Canada) a rédigé un rapport de génie géotechnique à titre de conseiller du Bureau de la sécurité des transports du Canada. Dans son rapport, il a conclu que le déraillement a été causé par l'affaissement d'un remblai de 5 m de hauteur situé au bas d'une pente raide à flanc de montagne. Les observations sur place et l'analyse de stabilité indiquent que l'affaissement a été causé par la saturation du remblai. De l'eau d'infiltration venue de la pente située en amont de la voie s'est accumulée dans le fossé amont et s'est infiltrée dans le



remblai. L'écoulement souterrain a aussi contribué à l'accumulation d'eau dans le remblai. Au cours du mois de mai, on a connu dans le secteur une des périodes de pluviosité les plus fortes qu'on ait vues depuis la construction de la voie.

Dans son rapport, le D<sup>r</sup> Stephen G. Evans a aussi expliqué que les matériaux du remblai renfermaient principalement du sable et du limon, lesquels constituent la matrice des dépôts glaciaires et colluviaux voisins des lieux du déraillement. Ces matériaux sont d'origine glaciolacustre, et leur existence a été une condition préalable à l'affaissement de la plate-forme. Les limons glaciolacustres s'affaiblissent considérablement quand ils sont saturés. C'est pourquoi il est essentiel de contrôler l'évacuation des eaux et d'assurer un drainage adéquat.

Dans son rapport de génie géotechnique, le groupe de géotechnique du CFCP a conclu que l'affaissement a probablement été causé par une pluviosité plus forte que la normale, qui a entraîné une accumulation d'eau dans le fossé amont parallèle à la voie. Par la suite, l'eau s'est infiltrée dans la plate-forme de la voie. Le remblai saturé s'est affaissé quand le gradient hydraulique est devenu suffisamment élevé pour causer l'affaissement de la partie médiane supérieure du talus. Si la capacité du ou des ponceaux avait été plus grande, l'accumulation d'eau dans le fossé aurait été limitée et l'affaissement ne se serait probablement pas produit. En outre, les précipitations qui sont tombées sur le secteur de Creston - Goatfell à la fin de mai constituaient un phénomène rare; toutefois, un drainage adéquat du fossé, grâce à des ponceaux placés à des endroits stratégiques et entretenus adéquatement, est un élément critique de la bonne tenue de la plate-forme de la voie.

### *1.14 Analyse hydraulique*

L'analyse hydraulique présentée dans le rapport de géotechnique du CFCP a indiqué que, pour se conformer aux critères de conception existants du CFCP, des ponceaux additionnels seraient nécessaires; la profondeur de l'eau à l'entrée ne doit pas excéder les 2/3 du diamètre du ponceau. Toutefois, le diamètre du ponceau existant serait considéré adéquat si l'on appliquait les normes de l'American Railroad Engineering and Maintenance-of-Way Association (AREMA). L'analyse a été basée sur un débit prévu de 0,51 m<sup>3</sup>/s, ce qui correspond au débit qui résulterait d'une pluviosité pour une période de récurrence de 100 ans.

Un calcul du BST, fait à l'aide des mêmes valeurs de débit, a démontré que la profondeur de l'eau à l'entrée du ponceau voisin de la dépression aurait dépassé le sommet du ponceau, et que l'accumulation d'eau dans le fossé aurait eu plus de 30 pouces de profondeur.

---

<sup>5</sup>

Ce calcul suppose que l'entrée du ponceau était dégagée.

### 1.15 *Recommandations antérieures du BST*

Des matériaux susceptibles d'être affectés par une saturation, comme les limons glaciolacustres, ont été en cause dans d'autres événements : à Orient Bay (Ontario) (rapport n° R94W0101 du BST), à Pointe-au-Baril (Ontario) (rapport n° R97T0097 du BST), et à Conrad (Colombie-Britannique) (rapport n° R97V0063 du BST). À la suite de l'accident survenu à Conrad, le Bureau a publié les recommandations provisoires suivantes afin d'atténuer les risques que des matériaux de ce genre représentent pour la sécurité ferroviaire :

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)

En réponse à la recommandation R97-01, Transports Canada a précisé qu'on avait pris plusieurs mesures, notamment l'utilisation de relevés aériens et de relevés au sol, l'identification des lieux où des problèmes similaires pourraient survenir et l'installation d'un détecteur d'effondrement et d'affouillement à Conrad. À la suite de la recommandation R97-02, Transports Canada a tenu des réunions avec l'Association des chemins de fer du Canada, le CN et le CFPC au sujet des systèmes actuels d'avertissement relatifs à la continuité de la voie. On a examiné les technologies existantes et a reconnu leurs limites; la réponse a indiqué qu'on entendait

soumettre les différentes technologies à des essais. Transports Canada n'a pas précisé à cette étape qu'il allait commanditer spécifiquement les recherches proposées dans la recommandation.

---

<sup>6</sup> Voir le paragraphe 4.1 pour avoir des renseignements à jour.



## 2.0 *Analyse*

### 2.1 *Introduction*

L'affaissement de Creston illustre encore une fois combien des remblais de dépôts boueux qui remontent aux premiers temps du réseau ferroviaire peuvent être instables quand ils sont saturés.

Même si la majorité des plates-formes ont une tenue adéquate, leur stabilité est tributaire du type de matériaux qui les composent, de la pente du terrain et du drainage. On reconnaît d'ailleurs cet état de fait dans la recommandation provisoire sur la sécurité ferroviaire R97-01, publiée en avril 1997 à la suite du déraillement de Conrad, et dans les mesures que l'industrie ferroviaire a prises le long des itinéraires de voie principale. Les programmes visant à réduire les risques associés à l'instabilité des talus intègrent les éléments suivants : identification des endroits où les matériaux sont sensibles aux effets d'une saturation, évaluation du drainage, et mise en oeuvre d'un programme de surveillance.

Par suite des précipitations record, les matériaux de remblayage de la plate-forme se sont saturés et ont été affaiblis; quand il est devenu impossible de maintenir son intégrité, la voie s'est effondrée avant que le train atteigne le point milliaire 59,1. Les observations sur place, les rapports de géotechnique et les calculs d'hydraulique du BST concordent, à savoir que l'eau s'est accumulée dans les fossés et a contribué à la saturation de la plate-forme. Si une inspection supplémentaire avait été faite avant le déraillement, l'accumulation d'eau aurait été détectée; toutefois, faute d'avoir suivi une formation sur la stabilité des sols et d'avoir identifié les lieux comme étant susceptibles d'être saturés d'eau, l'importance de cette accumulation d'eau n'aurait pas été complètement appréciée. L'analyse traitera des lacunes de l'inspection et de celles des programmes de stabilité des sols qui étaient en place dans la subdivision Nelson au moment du déraillement.

### 2.2 *Identification des lieux*

Bien que la subdivision Nelson soit située dans un terrain montagneux sujet aux éboulements rocheux et à l'instabilité des talus en terre, seul le programme de stabilité des talus rocheux avait été mis en place. Le programme de stabilité des talus en terre que le CFCP a mis sur pied portait surtout sur les itinéraires de voie principale et n'avait pas encore été étendu aux voies à faible trafic. Il s'ensuit que des endroits sujets à l'instabilité des sols n'ont pas été identifiés dans la subdivision Nelson. Comme l'instabilité des sols est un phénomène localisé, il est primordial d'identifier correctement les secteurs à risques et d'y concentrer les ressources du programme de surveillance, faute de quoi les efforts d'atténuation des risques associés à l'instabilité des sols seront inefficaces.

## 2.3 *Drainage*

Même si le CFCP a édicté une politique claire au sujet des ponceaux et du drainage, cette politique n'est pas appliquée sur le terrain.

Normalement, l'excès d'eau s'écoule par les ponceaux placés le long de la voie; toutefois, comme on l'a observé dans le secteur du déraillement, les ponceaux n'ont pas fonctionné comme ils auraient dû le faire. On a noté que l'écoulement de l'eau par les petits ponceaux était limité, que les dépôts de limon s'accumulaient et que l'eau s'accumulait au fond du fossé de surface, le long de la voie. On n'applique pas systématiquement les programmes annuels, et on ne fait pas de mise à jour des dossiers portant sur les petits ponceaux, données dont les préposés à l'entretien de la voie ont la responsabilité. Il n'y a pas eu d'inspection «à quatre pattes» pour vérifier l'intégrité des ponceaux et les conditions hydrauliques de ceux-ci. Essentiellement, quand ils roulent à bord du véhicule rail-route pour inspecter les voies, les inspecteurs observent l'affaissement de la voie et le reflux de l'eau venant de l'amont.

Bien que les fossés et les petits ponceaux fassent partie intégrante du système de drainage, on a tendance à sous-estimer leur rôle. D'après les perceptions, le mauvais fonctionnement des petits ponceaux cause l'accumulation de l'eau mais pas le reflux des eaux venant de l'amont ni les affouillements. Il s'ensuit qu'on ne prend des mesures que si des signes d'anomalies sont visibles. Il en est ainsi, même si les petits ponceaux, de par leur nature, sont davantage susceptibles d'être obstrués par des débris ou la végétation et devraient donc faire l'objet d'une attention accrue. Cette pratique est généralisée dans toute l'industrie et est devenue pratique courante au CN.

Cette pratique peut être acceptable pour la grande majorité des emplacements du pays, mais elle ne convient pas pour tous les emplacements. Le reflux des eaux venant de l'amont constitue peut-être un avertissement adéquat dans un territoire en palier où les pentes sont relativement stables, mais dans un secteur sujet aux mouvements des talus, un affaissement soudain de la plate-forme peut résulter de la formation d'un étang peu profond.

## 2.4 *Programmes de surveillance*

### 2.4.1 *Formation*

Parmi les deux superviseurs adjoints d'entretien de la voie et les deux contremaîtres de relève qui se chargeaient des inspections, un seul avait suivi une formation officielle sur la stabilité des talus rocheux, et aucun d'eux n'avait suivi une formation sur la stabilité des talus en terre.

Bien que les programmes de stabilité des talus du CFCP se fondent sur des inspections annuelles effectuées par son groupe de géotechnique et par des consultants, ces programmes sont tributaires de renseignements fournis par des inspecteurs locaux qui, travaillant continuellement dans le territoire, sont en mesure d'évaluer la tenue des talus. Non seulement les inspecteurs doivent reconnaître qu'il y a eu un changement, mais ils doivent aussi

avoir une compréhension élémentaire de l'importance des changements relevés, pour être en mesure de les signaler de façon appropriée et de prendre les mesures voulues.

Des inspecteurs non formés peuvent déterminer si des roches bloquent la voie, si la voie est affaissée ou si le niveau de l'eau est élevé en amont et, au besoin, prendre des mesures pour protéger le train qui arrive. Toutefois, ils n'ont pas les connaissances et les compétences nécessaires pour évaluer la tenue des talus en terre et des talus rocheux, ce qui compromet le succès des programmes de stabilité des talus et fait en sorte que des conditions peu sûres ne soient pas détectées.

#### 2.4.2 *Pertinence des inspections de la voie*

Pour faire une inspection de la voie, il faut exécuter un grand nombre d'inspections visuelles séparées mais concurrentes (rails, joints de rail, anticheminants, traverses, selles, crampons, ballast, branchements, passages à niveau, équipement de signalisation, drainage, creux et talus, clôtures et dégagements). Les branchements et les passages à niveaux font l'objet d'inspections séparées, mais le reste des tâches d'inspection se font simultanément pendant les inspections menées à 20 mi/h à bord d'un véhicule rail-route. Quand des gens doivent s'acquitter de plus d'une tâche à la fois, leur rendement est moindre dans l'exécution d'au moins une des tâches. De façon générale, il est admis que les humains ont une capacité limitée de traitement de l'information et que, s'ils effectuent plusieurs tâches en même temps, ils excèdent parfois cette capacité. Les gens peuvent suivre l'évolution de cinq à neuf éléments d'information en même temps. Toutefois, si plusieurs tâches concurrentes font appel à une faculté donnée, en l'occurrence la vision dans le cas des inspecteurs de la voie, ce nombre diminue.

Le nombre d'heures de service est un autre facteur qui peut réduire la capacité cognitive que les inspecteurs de la voie peuvent mettre à contribution. Le dimanche, quand il n'y a pas de partage des tâches, l'inspecteur peut être de service pendant 16 heures. Si l'on inclut d'autres activités nécessaires avant l'exécution du travail, p. ex. le navettage et les repas, un inspecteur peut être éveillé depuis plus de 18 heures quand il termine ses tâches d'inspection. La diminution du rendement dans l'exécution de tâches cognitives et de tâches exigeant de la vigilance n'est pas bien documentée pour les périodes de veille inférieures à 18 heures, mais les chercheurs de l'Institut militaire et civil de médecine environnementale ont constaté que le rendement diminuait de 30 p. 100 après 18 heures de veille.

De plus, les inspections de la voie se déroulent en moyenne entre 4 h et 20 h. Or, même si cela n'a pas eu d'incidence dans le cas à l'étude, cela signifie que certaines inspections de la voie sont effectuées pendant la nuit au cours des mois d'hiver.

Chacun des facteurs qui précèdent (tâches concurrentes, longueur des heures de travail et obscurité) peut réduire à lui seul la capacité des inspecteurs de s'acquitter de leurs fonctions. La situation s'aggrave quand une combinaison de facteurs fait en sorte que les inspecteurs ont de la difficulté à effectuer des inspections complètes et adéquates afin d'assurer la sécurité ferroviaire.

#### 2.4.3 *Inspections supplémentaires*

Même si la pluie n'est qu'une des nombreuses variables qui peuvent affecter la stabilité des talus, les précipitations record qu'on a reçues au cours de la semaine précédant le déraillement auraient dû justifier la tenue d'au moins une inspection supplémentaire. Aucune inspection supplémentaire n'a eu lieu, même si les employés ont affirmé qu'ils auraient pu procéder à des inspections supplémentaires en cas de besoin. Ne disposant pas de critères quantifiables quant à la gravité ou à l'intensité des chutes de pluie, les employés n'étaient pas en mesure de déterminer s'il fallait procéder à une inspection supplémentaire pour vérifier si les fortes pluies avaient occasionné une situation dangereuse.

Même si le CFCP et Transports Canada exigent tous deux qu'on procède à des inspections supplémentaires au cours ou à la suite d'intempéries inhabituelles, ni l'un ni l'autre ne quantifient clairement les critères qui définissent des conditions météorologiques inhabituelles. Par exemple, il n'y a pas de critères permettant de décrire sans équivoque en quoi consistent des «fortes chutes de pluie» mentionnées dans la notice technique n° 32 ou une «tempête importante» dont il est question dans le Règlement sur la sécurité de la voie.

De plus, aucun système officiel de surveillance des conditions météorologiques n'est en place. La décision de procéder à des inspections supplémentaires est laissée à la discrétion du superviseur d'entretien de la voie ou du superviseur adjoint d'entretien de la voie local. Les employés locaux s'en remettent à leur propre évaluation des conditions météorologiques dans l'ensemble de leur territoire. Leur connaissance des conditions météorologiques dans l'ensemble du territoire pourrait se limiter à l'information qu'ils ont recueillie personnellement dans leur milieu immédiat. Une forte tempête survenue en pleine nuit ou pendant que les employés locaux sont temporairement absents de leur territoire pourrait passer inaperçue, ce qui fait que des conditions dangereuses pourraient ne pas être détectées. Un avertissement relatif aux conditions météorologiques défavorables donnera une idée des prévisions météorologiques pour l'ensemble du territoire et fera en sorte que le superviseur d'entretien de la voie soit en état d'alerte et prêt à intervenir. La nécessité d'un tel système est évidente puisque certains superviseurs d'entretien de la voie ont mis au point leur propre système et que d'autres compagnies ferroviaires ont mis en oeuvre des systèmes exhaustifs de surveillance des conditions météorologiques.



Étant donné l'importance de l'eau pour la stabilité des talus, des inspections supplémentaires consécutives à des intempéries inhabituelles constituent un élément essentiel du succès du programme de stabilité des talus en terre. Pour ce faire, il faut compter sur un système d'avertissement météorologique et sur des critères qui précisent à quel moment des inspections supplémentaires s'imposent.

## *2.5 Avertissement des affaissements de la plate-forme*

La configuration de la voie à l'est de la dépression et la lumière limitée ont dû empêcher l'équipe de se préparer efficacement en fonction des risques imminents. Comme cet accident et d'autres accidents du même type l'ont démontré (rapports n<sup>os</sup> R97V0063 et R97T0097 du BST), les affaissements de la plate-forme ne se produisent pas nécessairement lorsqu'une charge est appliquée et peuvent se produire avant l'arrivée d'un train. Ce déraillement renforce la pertinence de la recommandation provisoire sur la sécurité ferroviaire R97-02 et réitère la nécessité de méthodes permettant d'avertir les équipes des trains qu'une voie est impraticable par suite de l'affaissement de la plate-forme.



## 3.0 Conclusions

### 3.1 Faits établis

1. L'exploitation du train n'est pas en cause dans ce déraillement.
2. En raison de la configuration de la voie, de l'heure (pendant la nuit) et de l'absence d'un système d'avertissement relatif aux affaissements de la plate-forme, les membres de l'équipe du train ignoraient que la plate-forme s'était affaissée avant le passage du train.
3. Le matériau de remblayage de la plate-forme, composé surtout de limons glaciolacustres, est devenu saturé et la voie s'est effondrée avant l'arrivée du train.
4. Les limons glaciolacustres s'affaiblissent considérablement quand ils sont saturés. Par conséquent, il est essentiel de contrôler l'écoulement de l'eau et d'assurer un drainage approprié aux endroits où ces dépôts sont présents.
5. Des quantités record de pluie sont tombées pendant le mois de mai et pendant les jours qui ont précédé l'affaissement de la plate-forme. Le mercredi 27 mai 1998, on a dépassé la pluviosité quotidienne pour une période de récurrence de 100 ans.
6. L'eau s'est accumulée dans les fossés et a contribué à la saturation de la plate-forme.
7. Au sein de l'industrie, l'évaluation des fossés et des petits ponceaux est une activité dite réactive, en ce sens qu'on ne prend des mesures que si des signes d'anomalies sont visibles.
8. Quand ils circulent à bord de véhicules rail-route, les inspecteurs de la voie se fient sur l'affaissement de la voie et le reflux des eaux venues de l'amont pour déterminer s'il y a des problèmes de drainage; toutefois, un effondrement de la plate-forme peut se produire par suite d'une saturation du sol, causée par une accumulation d'eau de faible profondeur dans des secteurs sujets à l'instabilité des talus.
9. Même si la subdivision Nelson est en terrain montagneux, le programme de stabilité des talus en terre du CFCP n'était pas en vigueur dans ce territoire; par conséquent, les emplacements sujets à l'instabilité des talus en terre n'ont pas été identifiés.
10. Parmi les employés affectés aux tâches d'inspection, un seul avait suivi la formation sur la stabilité des talus rocheux, et aucun d'eux n'avait suivi celle qui portait sur la stabilité des talus en terre. Le recours à du personnel non formé peut compromettre le succès des programmes de stabilité des talus.

11. La longueur des périodes de service, combinée au grand nombre de tâches et de conditions qui entourent les inspections de la voie, peut avoir un effet néfaste sur la pertinence des inspections de la voie.
12. Même si les employés ont affirmé qu'ils étaient entièrement libres de procéder à des inspections supplémentaires au besoin, aucune inspection supplémentaire n'a été faite à la suite des précipitations record du mercredi 27 mai 1998.
13. Aucun système d'avertissement météorologique n'est en place, et ni le Règlement sur la sécurité de la voie ni les notices techniques ou les circulaires sur les méthodes normalisées des compagnies ferroviaires ne renferment de critères clairs qui aident à déterminer à quel moment des inspections supplémentaires sont nécessaires.
14. Si une inspection supplémentaire avait eu lieu avant le déraillement, l'accumulation d'eau dans les fossés aurait été détectée; toutefois, comme le personnel n'avait pas suivi de formation sur la stabilité des sols et sur l'identification des sites sujets à la saturation par l'eau, il est probable qu'il n'aurait pas apprécié toutes les répercussions liées aux accumulations d'eau.
15. Les programmes de surveillance de Transports Canada n'ont pas été mis sur pied en fonction des problèmes de drainage et de stabilité des talus.

### *3.2 Cause*

La rupture de la voie a été causée par la saturation et l'affaissement du remblai formant la plate-forme. Une pluviosité record, le rendement du système de drainage, le talus abrupt et le fait que le matériel de remblayage de la plate-forme était très susceptible d'être affaibli par l'eau ont contribué à l'accident.

## 4.0 *Mesures de sécurité*

### 4.1 *Mesures prises*

Le CFCP a mis sur pied un programme visant à s'attaquer au problème de la fatigue chez le personnel des services techniques du district de Colombie-Britannique. Dans le cadre de cette initiative, on a mis sur pied un programme de sensibilisation des employés intitulé *Lifestyle Employee Awareness Program* (LEAP), en l'occurrence un projet conjoint patronal/syndical qui s'adresse aux équipes. Plusieurs mesures portant sur les horaires de travail, l'hébergement et le transport des équipes, et le navettage, ont été incluses au programme. Dernièrement, le LEAP a été restructuré et a changé de nom; il s'appelle maintenant *Shifting to Wellness*. Ce programme est maintenant offert à d'autres secteurs de services et deviendra partie intégrante de la formation de base offerte à tous les employés de l'exploitation.

Les trois superviseurs d'entretien de la voie de la subdivision Nelson ont maintenant terminé les cours de formation sur la stabilité des talus rocheux et des talus en terre.

Une nouvelle politique d'inspection des ponceaux a été publiée en juin 1999. Elle exige que toutes les inspections de ponceaux soient effectuées une fois l'an par le personnel de la section Ouvrages.

Le CFCP a retenu par contrat les services de Veille météorologique mondiale pour la mise en place d'un système d'avertissement. Ce système fournit aux employés des chemins de fer des prévisions météorologiques détaillées qui tiennent compte des points milliaires et de la position des gares. Le système fournit aussi des avertissements sur les phénomènes météorologiques violents et des avis d'inondation.

Le programme de surveillance des voies de Transports Canada a été modifié en 1998. Transports Canada a demandé à ses inspecteurs de la sécurité ferroviaire de concentrer leurs efforts sur les questions de drainage et d'examiner les pratiques d'entretien de la voie dans les territoires sujets à l'instabilité des talus. De plus, le bureau régional de Transports Canada à Vancouver a embauché au cours de l'été 1999 un ingénieur professionnel chargé de mener des inspections et des vérifications dans le cadre des programmes de stabilité des talus rocheux et des talus en terre.

Transports Canada négocie actuellement avec la Commission géologique du Canada et avec d'autres commanditaires afin de mettre sur pied un projet de recherche complémentaire concernant l'atténuation des risques liés aux glissements de terrain. Grâce aux résultats de la recherche, on disposera d'outils d'analyse qui permettront de caractériser les risques de glissement de terrain et aideront les compagnies ferroviaires à identifier les zones susceptibles d'être instables.

La Direction générale de la sécurité ferroviaire de Transports Canada commandite aussi un projet de recherche visant la mise au point de techniques fiables de surveillance des voies ferrées, qui permettront de contrôler les éboulements rocheux et les glissements de terrain et d'avertir les équipes des trains lorsque la voie est impraticable. On étudie actuellement un système radar téléguidé, basé sur la détection des perturbations causées par ces risques dans le champ électromagnétique entourant des câbles capteurs posés le long de la

voie. Un prototype a été mis à l'essai sur la voie principale du CFCP, près de Golden (Colombie-Britannique). Un second dispositif, installé sur les voies du CN à Stoney Plains, vise à vérifier le rendement de l'installation sur des traverses en béton. Un rapport technique sur le projet devrait être bientôt disponible.

#### 4.2 *Préoccupations liées à la sécurité*

Le Bureau reconnaît que la compagnie et l'organisme de réglementation collaborent afin de régler les problèmes relatifs à l'instabilité des talus rocheux et des talus en terre. Des projets de recherche comme le projet de système radar téléguidé et le projet d'atténuation des risques dus aux glissements de terrain sont bien sûr des étapes positives en vue de la réduction des risques associés à l'instabilité des talus. Grâce à la mise en oeuvre par les compagnies ferroviaires d'un système complet de surveillance des conditions météorologiques, il sera aussi possible d'être alerté à l'avance des conditions météorologiques défavorables, de sorte que les superviseurs d'entretien de la voie seront alertés plus tôt et seront en mesure de procéder à des inspections supplémentaires.

Même si le CFCP et Transports Canada exigent tous deux qu'on procède à des inspections supplémentaires au cours ou à la suite d'intempéries inhabituelles ou de conditions météorologiques défavorables, ni l'un ni l'autre ne quantifient clairement les critères qui définissent ces intempéries inhabituelles. Le Bureau constate que les conditions météorologiques ne sont qu'une des nombreuses variables qui affectent la stabilité des talus et qu'il est impossible de prédire leur influence de façon fiable. En outre, il est difficile et pratiquement impossible d'inclure toutes les variables et d'établir des valeurs minimales à partir desquelles il faudrait procéder à des inspections supplémentaires à la suite d'intempéries inhabituelles. Toutefois, compte tenu de l'impact de l'eau sur la stabilité des talus, le Bureau craint que, ne disposant pas de directives claires, les employés sur place ne s'en remettent qu'à leur jugement pour apprécier la gravité ou l'intensité des pluies et ne soient pas en mesure de déterminer à quel moment il faut intervenir pour s'assurer que les conditions dangereuses sont détectées comme il se doit.

*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 13 janvier 2000 par le Bureau qui est composé du Président Benoît Bouchard et des membres Jonathan Seymour, Charles Simpson, W.A. Tadros et Henry Wright.*

---

## *Annexe A - Sigles et abréviations*

BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
CFCP	Chemin de fer Canadien Pacifique
cm	centimètre(s)
CN	Canadien National
HNP	heure normale du Pacifique
KVR	Kootenay Valley Railway
LEAP	<i>Lifestyle Employee Awareness Program</i>
m	mètre(s)
m <sup>3</sup>	mètre(s) cube(s)
m <sup>3</sup> /s	mètre(s) cube(s) à la seconde
mi/h	mille(s) à l'heure
mm	millimètre(s)
UTC	temps universel coordonné