

Bureau de la sécurité des transports  
du Canada



Transportation Safety Board  
of Canada

**RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE**  
**R06V0183**



**TRAIN À LA DÉRIVE ET DÉRAILLEMENT**

**DU TRAIN DE TRAVAUX 114**  
**EXPLOITÉ PAR LA WHITE PASS AND YUKON ROUTE**  
**AU POINT MILLIAIRE 36,5 DE LA SUBDIVISION CANADIAN**  
**À LOG CABIN (COLOMBIE-BRITANNIQUE)**  
**LE 3 SEPTEMBRE 2006**

**Canada**





Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le seul but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

## Rapport d'enquête ferroviaire

### Train à la dérive et déraillement

du train de travaux 114

exploité par la White Pass and Yukon Route

au point milliaire 36,5 de la subdivision Canadian  
à Log Cabin (Colombie-Britannique)

le 3 septembre 2006

Rapport numéro R06V0183

### *Résumé*

Le 3 septembre 2006, vers 13 h, heure avancée du Pacifique, le train de travaux 114 de la White Pass and Yukon Route en direction nord, comprenant une locomotive et huit wagons à ballast chargés, est parti à la dérive dans une pente abrupte; la locomotive et les six premiers wagons à ballast ont déraillé au point milliaire 36,5 de la subdivision Canadian. Une personne a été mortellement blessée et trois autres ont subi des blessures graves. Les six wagons à ballast qui ont déraillé ont été détruits.

*This report is also available in English.*



1.0	Renseignements de base.....	1
1.1	L'accident .....	1
1.2	Après l'accident.....	3
1.3	Intervention d'urgence.....	4
1.4	Examen des lieux .....	4
1.5	White Pass and Yukon Route.....	6
1.6	Renseignements sur la voie .....	7
1.7	Méthode de contrôle de la circulation ferroviaire .....	8
1.8	Renseignements sur le personnel .....	8
1.9	Locomotive 114.....	9
1.10	Wagons à ballast.....	11
1.11	Chargement des wagons à ballast .....	12
1.12	Essai de puissance des sabots de frein (rapport LP 091/2006 du Laboratoire technique du BST) .....	13
1.13	Procédures de conduite des trains.....	14
1.13.1	Freinage cyclique .....	14
1.14	Rapport LP 091/2006 du Laboratoire technique du BST .....	15
1.15	Évanouissement par échauffement .....	16
1.16	Transports Canada.....	16
1.17	Système de gestion de la sécurité .....	16
1.18	Formation.....	17
2.0	Analyse .....	19
2.1	Introduction .....	19
2.2	L'accident .....	19
2.3	Chargement des wagons à ballast .....	20
2.4	Procédures de manipulation de matériel de trains de travaux .....	22
2.5	Procédures de conduite des trains.....	22
2.6	Formation.....	23
2.7	Frein dynamique .....	24
2.8	Système de gestion de la sécurité .....	24
2.9	Communication.....	25
2.10	Intervention d'urgence.....	25
3.0	Conclusions.....	27
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs .....	27
3.2	Faits établis quant aux risques .....	27
3.3	Autres faits établis.....	28

4.0	Mesures de sécurité .....	29
4.1	Mesures prises .....	29
4.1.1	Avis de sécurité ferroviaire du BST .....	29
4.1.2	Transports Canada .....	29
4.1.3	White Pass and Yukon Route .....	31
<b>Annexes</b>		
	Annexe A – Sigles et abréviations .....	35
<b>Photos</b>		
	Photo 1. Déraillement du train de travaux .....	3
	Photo 2. Roue de locomotive .....	5
	Photo 3. Wagons à ballast .....	12
<b>Figures</b>		
	Figure 1. Diagramme des lieux .....	1
	Figure 2. Disposition du matériel roulant déraillé .....	5
	Figure 3. Calculs de surcharge .....	21

## 1.0 Renseignements de base

### 1.1 L'accident

Le 3 septembre 2006, vers 7 h, heure avancée du Pacifique<sup>1</sup>, l'équipe du train de travaux 114 (le train) de la White Pass and Yukon Route (WP&YR)<sup>2</sup> se présente au travail à Skagway (Alaska) (voir la figure 1) et se rend par la route jusqu'à Log Cabin (Colombie-Britannique), point milliaire 33,0 de la subdivision Canadian. Huit wagons à ballast sont stationnés à Log Cabin et attendent d'être chargés et amenés jusqu'à Bennett (Colombie-Britannique), point milliaire 40,6 de la subdivision Canadian. Le répartiteur<sup>3</sup>, basé à Skagway, n'est pas informé de l'opération.

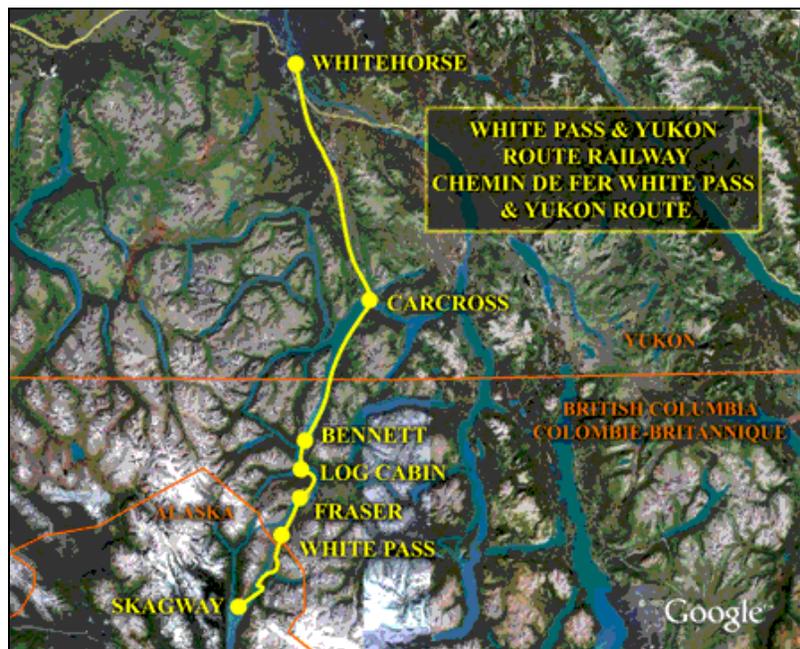


Figure 1. Diagramme des lieux

L'équipe du train, composée d'un mécanicien et d'un chef de train, arrive à Log Cabin vers 7 h 45 et rencontre deux opérateurs de matériel lourd. L'équipe décide de remorquer les huit wagons à ballast chargés jusqu'à Bennett en un seul trajet à l'aide de la locomotive disponible (locomotive 114 de la WP&YR). Les quatre employés voyagent ensemble à bord du train.

- 
- <sup>1</sup> Toutes les heures sont exprimées en heure avancée du Pacifique (temps universel coordonné moins sept heures).
- <sup>2</sup> Voir l'annexe A pour la signification des sigles et abréviations.
- <sup>3</sup> « Répartiteur » est le terme désignant le « contrôleur de la circulation ferroviaire » au sein de la WP&YR.

Les huit wagons sont poussés jusqu'à la ballastière et chargés un à la fois. Une fois le septième wagon chargé, la locomotive a de la difficulté à tirer les huit wagons pour mettre le dernier en position pour le chargement. En conséquence, l'équipe décide de mettre quatre des wagons chargés sur la voie d'évitement.

Vers 11 h, le chef de canton, qui fait un voyage non relié à son emploi, avertit l'équipe du train par radio qu'il va suivre le train de travaux à bord de sa draine.

Vers 11 h 40, une fois le dernier wagon chargé, le chef de train et deux opérateurs de matériel lourd montent à bord du train et les quatre wagons à ballast chargés sur la voie d'évitement sont réintégrés dans le convoi. L'équipe effectue un essai des freins<sup>4</sup> et le mécanicien explique au chef de train la procédure permettant de régler les robinets de retenue<sup>5</sup>. Il demande que le chef de train règle un robinet de retenue en position *high pressure*. Le mécanicien desserre le frein automatique<sup>6</sup> et le train se met en marche. Le chef de train demeure sur la plate-forme du capot court à l'extérieur de la locomotive, car les trois sièges à l'intérieur de la cabine sont occupés. L'extrémité de la locomotive où est situé le capot court est attelée aux wagons à ballast, c'est-à-dire que la locomotive doit être conduite avec son capot long vers l'avant.

Au point milliaire 33,8, alors que le train roule à environ 15 mi/h dans la pente descendante de 1,5 %, le mécanicien réduit la manette des gaz et serre le frein automatique de 18 livres au pouce carré (lb/po<sup>2</sup>). Il ralentit le train de façon contrôlée jusqu'à ce qu'il s'arrête au point milliaire 34,2. Le mécanicien demande que le chef de train règle les robinets de retenue qui restent en position *high pressure*. Le chef de train descend du train et règle les robinets de retenue sur les deux wagons à ballast équipés de façon semblable qui restent.

Le mécanicien desserre le frein indépendant<sup>7</sup> et le frein automatique et le train se met en marche. Aux environs du point milliaire 34,5, où la pente commence à descendre à une inclinaison d'environ 1,5 % avant de se redresser brièvement au point milliaire 34,9, le mécanicien place la manette des gaz en position de ralenti, serre le frein indépendant et serre une autre fois le frein automatique de 18 lb/po<sup>2</sup>. Le train de travaux ralentit ensuite jusqu'à moins de 10 mi/h; le mécanicien desserre donc le frein automatique pour éviter un calage. Il contrôle ensuite le train à l'aide du frein indépendant.

---

<sup>4</sup> Lors d'un essai des freins, le chef de train descend du train et observe les freins se serrer et se desserrer.

<sup>5</sup> Un robinet de retenue est un robinet manuel à trois ou quatre positions qui peut être utilisé pour limiter l'évacuation de la pression d'air des cylindres de frein après le desserrement du frein automatique. On l'utilise souvent pour conserver la pression dans les cylindres de frein en descendant de fortes pentes en montagne.

<sup>6</sup> « Frein automatique » fait référence au système de freins à air du train. Ce frein se serre sur les wagons et la ou les locomotives.

<sup>7</sup> Le frein indépendant actionne seulement les freins de la locomotive.

Le train commence ensuite à descendre la pente de 3,3 % au point milliaire 35,0 et la vitesse augmente jusqu'à environ 12 mi/h. Le mécanicien attend aussi longtemps que possible, plus de 30 secondes, pour recharger le circuit de freinage du train avant de serrer le frein automatique de 20 lb/po<sup>2</sup> juste au moment où le train atteint le sommet de la pente. Cependant, la vitesse du train continue à augmenter. Le mécanicien augmente l'effort de freinage du frein indépendant afin de tenter de contrôler la vitesse. Aux environs du point milliaire 35,3, alors que le train roule à environ 18 mi/h, le mécanicien augmente le serrage du frein automatique juste un peu à court d'un serrage complet de frein de service.<sup>8</sup> À ce moment, on voit de la fumée provenant des roues de la locomotive.

Aux environs du point milliaire 35,5, la vitesse du train est d'environ 20 mi/h et le mécanicien, réalisant que le train est parti à la dérive, met le frein automatique en position d'urgence et lance un appel d'urgence par radio. Cependant, comme il n'y a pas de lien direct par radio, ni le répartiteur ni le chef de canton n'entend l'appel. Le train continue à accélérer.

Au moment où le train négocie la courbe de 16 degrés vers la gauche au point milliaire 36,5, le chef de train saute du côté est et se retrouve dans un petit ruisseau. Le train déraille ensuite vers l'extérieur de la courbe, soit du côté est (voir la photo 1). Le mécanicien et les deux opérateurs de matériel lourd sont emprisonnés dans la cabine.



**Photo 1.** Déraillement du train de travaux

## 1.2 *Après l'accident*

L'un des deux opérateurs de matériel lourd était conscient, mais la partie inférieure de son corps était enfouie dans des roches et des débris. En se dégageant, il a découvert le mécanicien et l'a réanimé. Il a ensuite utilisé une radio portative située à proximité pour informer le chef de

<sup>8</sup> Sans information provenant du consignateur d'événements de locomotive, l'enquête n'a pas pu déterminer avec précision le réglage de la pression dans la conduite générale. Ce réglage a été estimé à 100 lb/po<sup>2</sup> à l'aide d'information obtenue dans le cadre de l'enquête.

canton de l'accident. Le chef de canton s'est rendu sur le lieu du déraillement et a trouvé les deux opérateurs de matériel lourd et le mécanicien emprisonnés dans la cabine. Il a ensuite trouvé le chef de train frappé d'incapacité dans un petit ruisseau sous l'emprise du chemin de fer et l'a sorti de l'eau. On a appelé le répartiteur et on a demandé de l'aide d'urgence.

### 1.3 *Intervention d'urgence*

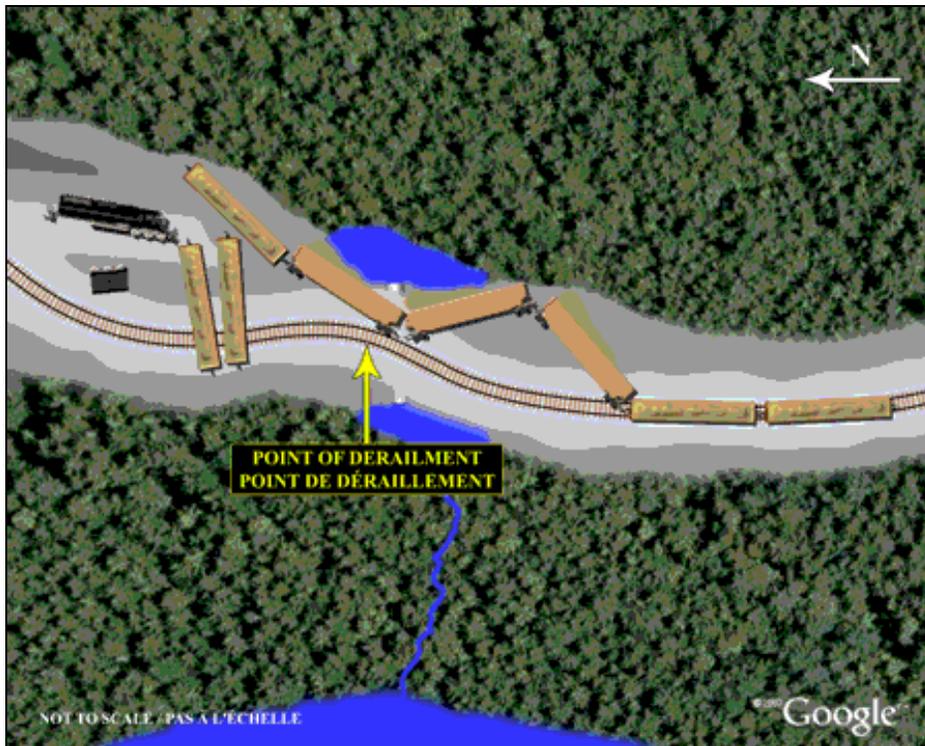
Vers 13 h 30, le répartiteur a appelé le personnel d'intervention d'urgence, les agents de la compagnie ferroviaire et les membres de la famille immédiate des employés en cause dans le déraillement afin de les informer de l'accident. Les services médicaux d'urgence de Tagish (Yukon) et de Skagway sont intervenus, ainsi que les pompiers de Skagway et de Whitehorse (Yukon), les services ambulanciers de Carcross (Yukon) et la Gendarmerie royale du Canada (GRC) de Carcross. Le personnel d'intervention d'urgence avait présumé que l'accident mettait en cause des voyageurs et, en conséquence, les pompiers de Skagway ont passé 25 minutes supplémentaires à rassembler les ressources appropriées.

Le personnel d'intervention d'urgence est arrivé à Log Cabin par hélicoptère et par automobile, puis a été transporté sur le lieu de l'accident par draine; il est arrivé sur les lieux vers 14 h 30. Une fois qu'une zone d'atterrissage sûre a été établie, les hélicoptères ont été en mesure de transporter les premiers intervenants sur les lieux. À cause de problèmes de communication par radio, le personnel d'intervention d'urgence a dû installer des stations-relais pour communiquer avec le répartiteur du train.

Le chef de train a subi des blessures graves et a été transporté par hélicoptère jusqu'à l'hôpital. Après avoir été réanimé, le mécanicien a réussi à s'extirper de la cabine de la locomotive. L'opérateur de matériel lourd qui a effectué l'appel par radio à l'intention du chef de canton a été dégagé par les premiers intervenants vers 18 h. Les deux hommes étaient gravement blessés et ont été transportés à l'hôpital. Le deuxième opérateur de matériel lourd a été mortellement blessé et on l'a sorti par le capot de la locomotive vers 21 h.

### 1.4 *Examen des lieux*

La locomotive et les six premiers wagons ont déraillé du côté est de la voie ferrée (voir la figure 2). La locomotive s'est immobilisée sur son côté, parallèlement à la voie ferrée, après avoir glissé sur une distance d'environ 135 pieds le long de l'emprise. Le côté de la cabine situé du bord du chef de train et le nez du capot court se sont écrasés et ont été partiellement emplis de roches et de débris, ce qui a enterré les membres de l'équipe. L'intérieur de la cabine a subi de lourds dommages.



**Figure 2.** Disposition du matériel roulant déraillé

Un examen de la locomotive a montré que les jantes des roues étaient bleuies<sup>9</sup> (voir la photo 2) et que certaines jantes montraient des signes de patinage. Les sabots de frein ont été endommagés par la chaleur.



**Photo 2.** Roue de locomotive

<sup>9</sup> Bleuissage est un terme qui fait référence à l'apparence de la surface de la bande de roulement de la roue qui est causée par le fait de soumettre la bande de roulement à une chaleur excessive (habituellement, en raison de serrages de frein prolongés ou intenses).

Les deux wagons à ballast situés directement derrière la locomotive s'étaient mis en portefeuille, debout, contre la locomotive. Les quatre wagons suivants étaient parallèles à la voie ferrée et étaient soit inclinés soit couchés sur le côté. Les deux derniers wagons à ballast sont demeurés sur les rails attelés aux wagons devant et n'avaient pas déraillé.

Un examen des wagons à ballast a révélé la présence de bleuissage et des signes de patinage sur certaines des roues, ce qui indique que les freins ont été fortement serrés. Les sabots de frein étaient en état de fonctionnement. Les robinets de retenue, présents sur le premier, le troisième et le huitième wagon à partir de la tête du train, étaient réglés en position *slow direct*.<sup>10</sup> Les pistons sur les deux derniers wagons étaient déployés, ce qui indique que les freins à air étaient serrés.

Une marque de boudin de roue a été trouvée au point milliaire 36,5 sur la surface de roulement du rail est. La marque s'étendait sur environ 36 pouces à partir du côté intérieur jusqu'au côté extérieur, et était orientée vers le nord, en direction de la locomotive. La voie ferrée a été endommagée sur une distance d'environ 120 pieds.

Environ 300 gallons de carburant diesel, de lubrifiant et de liquide de refroidissement se sont échappés de la locomotive. La majeure partie du déversement a été contenue et récupérée. Il n'y a pas eu d'impact durable sur l'environnement.

Le jour du déraillement, le temps était clair et calme, et la température était de 10 °C.

## 1.5 *White Pass and Yukon Route*

La WP&YR est un chemin de fer utilisé pour les excursions qui s'étend sur 110,5 milles entre Skagway et Whitehorse. Environ 440 000 voyageurs ont voyagé entre avril 2006 et la fin de septembre 2006 à bord des trains de la WP&YR. Jusqu'à 13 trains de voyageurs circulent quotidiennement et transportent jusqu'à 6000 voyageurs. En 2006, les trains de voyageurs n'allaient que jusqu'à Bennett en direction nord. En 2007, le service a été prolongé jusqu'à Carcross. Les trains de travaux circulaient vers le nord jusqu'à Carcross entre mars et octobre. La voie ferrée située entre Carcross et Whitehorse a été retirée du service en 1982. Il n'y avait pas de train de marchandises régulier.

Les équipes des trains de voyageurs comportaient un chef de train, un agent de train et un mécanicien. Les équipes des trains de travaux comportaient un chef de train et un mécanicien. Il y avait huit équipes de train de voyageurs et une équipe de train de travaux. Vers la fin de la saison d'exploitation des trains de voyageurs, des équipes de trains de travaux supplémentaires étaient formées à partir des équipes des trains de voyageurs. Habituellement, les employés comptant le plus d'ancienneté étaient assignés au train de travaux, qui continuerait à rouler jusqu'en octobre.

---

<sup>10</sup> Cette position permet un échappement direct lent pouvant atteindre 50 lb/po<sup>2</sup> de pression dans les cylindres de frein pendant environ 1 minute ½.

La WP&YR emploie un maximum de 175 personnes pendant la haute saison (150 aux États-Unis et 25 au Canada). Pendant la saison morte, le nombre d'emplois chute à 15 aux États-Unis et 2 au Canada.

Puisque la WP&YR est un chemin de fer utilisé pour les excursions, elle est exempte du *Règlement relatif à l'inspection et à la sécurité des voitures voyageurs* approuvé par Transports Canada. Cependant, elle n'est pas exempte des règlements suivants approuvés par Transports Canada :

- *Règlement sur les freins des trains de marchandises et de passagers,*
- *Règlement concernant l'inspection et la sécurité des wagons de marchandises<sup>11</sup>,*
- *Règlement relatif à l'inspection et à la sécurité des locomotives de chemin de fer pour toutes les locomotives, sauf celles utilisées dans le transport des voyageurs.*

La WP&YR n'est pas membre de l'Association of American Railroads (AAR). Cependant, elle est soumise au *Règlement sur les freins des trains de marchandises et de passagers* et, donc, doit s'assurer que les systèmes de freins à air de tous les wagons sont entretenus conformément aux exigences de l'AAR.

## 1.6 Renseignements sur la voie

La WP&YR comprend deux subdivisions : la subdivision American, qui commence à Skagway (point milliaire 0,6) et s'étend jusqu'à la frontière américaine à White Pass (Colombie-Britannique) (point milliaire 20,4), et la subdivision Canadian, qui commence à White Pass et s'étend jusqu'à Whitehorse (point milliaire 110,5). La subdivision Canadian est classée comme une voie de catégorie 2 conformément au *Règlement sur la sécurité de la voie* et la vitesse maximale autorisée en voie est de 20 mi/h. Il s'agit d'une voie étroite de 36 pouces de largeur dont l'inclinaison maximale est de 3,5 % et qui a une courbure horizontale maximale de 18 degrés. Entre Log Cabin et Bennett, l'élévation de la voie ferrée diminue de 759 pieds sur environ 7 milles.

Dans le secteur du déraillement, la voie descend une pente de 3,3 % et se compose d'une voie principale simple dans une configuration de courbe inversée : une courbe de 5 degrés vers la droite (dans la direction du déplacement) suivie d'une courbe de 16 degrés vers la gauche. La courbe vers la droite mesurait 209 pieds de long et ne comportait pas de dévers. La courbe vers la gauche mesurait 229 pieds de long et comportait un dévers de 1 pouce  $\frac{3}{4}$ . Le rail était un rail Lackawanna éclissé de 90 livres fabriqué entre 1910 et 1934 et posé en 1974. Il avait été installé sur des selles à simple épaulement. Il était fixé à des traverses en bois mou de huit pieds de long avec deux crampons sur le rail de la file basse et trois crampons sur le rail de la file haute. Les

---

<sup>11</sup> Il existe une exception pour le matériel de service restreint, comme les wagons à ballast, en autant que ce matériel porte l'inscription RSE (*restricted service equipment*) et que la compagnie ferroviaire ait fourni des plans d'exploitation à Transports Canada. Les wagons à ballast utilisés lors du présent accident ne portaient pas l'inscription en question et, donc, devaient respecter ce règlement.

rails étaient raccordés à l'aide d'éclisses à quatre trous. Des anticheminants étaient posés sur le côté élevé de chaque troisième traverse. Des tringles d'écartement étaient placées dans les courbes. Les traverses ont été posées en 2003. Elles étaient espacées de 19 pouces ½ et étaient en bon état. Le ballast était de pierre concassée. Les cases étaient garnies et les épaulements se prolongeaient sur une distance de 18 pouces au-delà des traverses. Le ponceau se trouvant au point milliaire 36,5 était en bon état. La voie ferrée avait été inspectée visuellement pour la dernière fois le 28 août 2006, et aucun défaut n'avait été décelé.

### 1.7 *Méthode de contrôle de la circulation ferroviaire*

Pendant qu'ils se trouvent au Canada, les trains de la WP&YR sont exploités en vertu du système de régulation de l'occupation de la voie<sup>12</sup> et sont régis par le *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REF). Le 28 août 2006, le bulletin d'exploitation 06-16 de la WP&YR a établi des « zones de marche prudente » entre le panneau indicateur de zone de marche prudente nord à Fraser et le panneau indicateur de zone de marche prudente sud à Whitehorse. Tous les mouvements devaient être faits conformément à la règle 94 du REF, qui autorise les employés à circuler à une vitesse de marche prudente sur la voie principale dans des zones identifiées à l'aide de panneaux indicateurs de zone de marche prudente. La vitesse de marche prudente est une vitesse permettant de s'arrêter en deçà de la moitié de la distance de visibilité d'un matériel roulant ou d'un véhicule d'entretien. Il y avait une restriction permanente de la vitesse de 20 mi/h entre le point milliaire 31,0 et le point milliaire 38,9. Il n'était pas nécessaire de contacter le répartiteur si les trains roulaient dans des zones de marche prudente. Cependant, conformément à l'article 5.9 de l'indicateur de la WP&YR, il était obligatoire de contacter le répartiteur lors de l'arrivée à certains points de contrôle, en passant à leur hauteur ou en les quittant. Log Cabin et Bennett étaient deux de ces endroits. Le jour de l'accident, il n'est pas fait mention nulle part que l'équipe a signalé qu'elle partait de Log Cabin.

La subdivision Canadian est contrôlée par le répartiteur à Skagway. Le répartiteur communique avec les employés sur le terrain à l'aide d'une radio ou d'un radiotéléphone mobile. Au point milliaire 36,5, il est seulement possible de communiquer à l'aide du radiotéléphone mobile. Cette forme de communication exige que le répartiteur appelle l'opérateur mobile de Northwest Telephone en utilisant un numéro d'identification et un indicateur d'appel. L'opérateur met ensuite le répartiteur en contact avec les employés sur le terrain. Le même processus est suivi par les équipes lorsqu'elles veulent communiquer avec le répartiteur. Il est impossible pour un membre d'équipe de contacter directement les services d'urgence.

### 1.8 *Renseignements sur le personnel*

Le mécanicien et le chef de train respectaient les normes en matière de repos et de condition physique de la compagnie et répondaient aux exigences de leurs postes respectifs, conformément aux normes de la WP&YR. Ils avaient respectivement 29 et 26 ans d'expérience dans le service ferroviaire saisonnier pour la WP&YR. Tous deux avaient été des mécaniciens de trains de voyageurs avant la présente affectation à bord du train de travaux. La majeure partie de leur expérience de conduite avait été acquise sur la subdivision American, avec un voyage

---

<sup>12</sup> Un système de contrôle de la circulation ferroviaire dans lequel les règles de régulation de l'occupation de la voie s'appliquent.

occasionnel à Fraser ou Bennett. Le mécanicien avait été affecté au service des trains de travaux pendant quatre mois avant l'accident. Il n'avait jamais descendu la pente située entre Log Cabin et Bennett avec plus de quatre wagons à ballast et avec moins de deux locomotives avant le jour de l'accident. Le chef de train avait cinq jours d'expérience dans le service des trains de travaux au cours desquels il s'était occupé en majorité de convois composés de wagons basculants pneumatiques<sup>13</sup>.

Les deux opérateurs de matériel lourd comptaient quatre ans et huit ans d'ancienneté, respectivement, au sein de la compagnie ferroviaire. Ils utilisaient habituellement des chargeuses frontales et des pelles rétrocaveuses pour remplir les wagons à ballast et les wagons basculants pneumatiques.

## 1.9 Locomotive 114

La locomotive 114 a été fabriquée en septembre 1982 par la Montreal Locomotive Works et a été achetée par la WP&YR avant d'être envoyée à Skagway en 1995. Elle pesait environ 108 tonnes et comportait six moteurs de traction attelés à deux bogies à trois essieux. La locomotive avait une puissance de 1300 HP et une vitesse maximale de 40 mi/h.

La locomotive était munie d'un système de freins à air de type 26L. Les freins à double sabot, comportant six cylindres de frein par bogie fixés sur le châssis, avaient des sabots de frein en matière composite à grande friction. Les freins à double sabot fournissent une plus grande capacité de freinage que les freins qui ne sont pas à double sabot et avaient moins tendance à s'évanouir par échauffement.

La locomotive 114 était munie d'un frein dynamique. Le freinage dynamique fait en sorte que les moteurs de traction agissent comme des génératrices. Lorsqu'on utilise le freinage dynamique, les roues de la locomotive servent à faire tourner les moteurs, et l'électricité produite se dissipe sous forme de chaleur. Cela est à l'opposé de la situation normale où les moteurs de traction entraînent les roues. L'énergie nécessaire pour faire tourner les moteurs ralentit le train. Un frein dynamique qui fonctionne adéquatement est capable de produire un plus grand effort de freinage que le frein indépendant de la locomotive lorsque serré à basse vitesse. À grande vitesse, le frein dynamique perd de son efficacité. Par exemple, l'effort de freinage de la locomotive 114 est réduit à des vitesses supérieures à 20 mi/h. Le frein dynamique de cette locomotive n'était pas muni d'un dispositif de retenue de freinage dynamique. En conséquence, un serrage d'urgence du frein automatique aurait annulé l'effet du frein dynamique s'il avait été utilisé. Le freinage dynamique est particulièrement avantageux lors de la descente de pentes situées dans des montagnes car, contrairement aux freins à friction, il n'est pas soumis à une perte d'efficacité causée par l'évanouissement par échauffement.

La locomotive 114 avait un frein dynamique défectueux depuis la date d'achat. Lorsqu'on utilisait le frein, on ne pouvait l'utiliser qu'à sa puissance maximale. On a tenté à plusieurs reprises de corriger le problème, mais sans succès. Pour utiliser le frein dynamique en toute sécurité, il faut qu'il y ait une transition graduelle entre la phase de traction et la phase de

---

<sup>13</sup> Les wagons basculants pneumatiques étaient utilisés pour transporter du ballast et ils étaient plus petits que ceux en cause dans le déraillement.

freinage. L'effort du frein dynamique à accumulation rapide qui se produisait chaque fois qu'on serrait le frein dynamique de cette locomotive a fini par faire en sorte que les mécaniciens de la WP&YR évitent de l'utiliser, car on considérait qu'il était dangereux.

La règle 4.1 du *Règlement relatif à l'inspection et à la sécurité des locomotives de chemin de fer* stipule que :

Les compagnies de chemin de fer sont tenues de faire l'inspection et la réparation de toutes les locomotives pour assurer la sécurité d'exploitation. Tous les composants, accessoires et appareils de commande de toutes les locomotives doivent être conçus et entretenus pour remplir la fonction pour laquelle ils sont prévus.

Les locomotives doivent subir une inspection trimestrielle et une inspection mensuelle, et être inspectées avant leur départ par des mécaniciens avant leur prise de contrôle du matériel. La dernière inspection trimestrielle a été effectuée le 24 juillet 2006, et la dernière inspection mensuelle a été effectuée le 29 août 2006. Pendant l'inspection avant départ du 3 septembre 2006, le mécanicien n'a pas noté d'exception. Il était déjà conscient du fait que le frein dynamique était défectueux.

La locomotive 114 n'était pas munie d'un consignateur d'événements tel que requis par le *Règlement relatif à l'inspection et à la sécurité des locomotives de chemin de fer*<sup>14</sup>, qui stipule en partie :

Les locomotives de commande dont le consignateur d'événements ne fonctionne pas ne doivent être utilisées qu'en service désigné et/ou de manœuvre.

Une analyse de l'information contenue dans le consignateur d'événements de la locomotive peut aider la gestion lors de l'évaluation du rendement de l'équipe afin de veiller à ce que les procédures de conduite des trains soient sûres. De plus, cette analyse aide la compagnie et les organismes d'enquête à déterminer les événements qui sont survenus avant les accidents, ce qui permet de mieux identifier les lacunes de sécurité et d'atténuer les risques.

---

<sup>14</sup> Ce règlement a été remplacé en juin 2007; la formulation de cette section a été modifiée, mais le but est resté le même.

## 1.10 Wagons à ballast

Les wagons à ballast de la WP&YR ont été construits en 1944 et ont été conçus pour transporter du ballast de cendre<sup>15</sup>. Chaque wagon mesurait 39 pieds de long et avait un poids à vide de 20 tonnes<sup>16, 17</sup> et une capacité volumétrique maximale de 70 verges cube.

Le système de freinage des wagons à ballast consistait en robinets de commande automatique et en cylindres de frein de base AB-1 de 10 pouces sur 12 pouces. Les wagons n'étaient pas munis de dispositifs automatiques de rattrapage d'usure des garnitures pour maintenir la course du piston des cylindres de frein. Des sabots de frein en fonte étaient utilisés avec des roues de 28 pouces. Le frein à main était de type standard de l'AAR et était muni d'un levier coudé.

Lorsque la WP&YR a acheté les wagons à ballast en 1990, aucun d'entre eux n'était muni de robinets de retenue. La règle 88 du *Field Manual of the AAR Interchange Rules* de 2006 stipule, en partie, que tous les wagons doivent être munis d'un robinet de retenue. Un programme a été mis sur pied pour poser les robinets lorsqu'un wagon entrait dans l'atelier de Skagway pour des raisons d'entretien. Cependant, seulement trois des wagons avaient été munis de robinets : deux avec des robinets de retenue à quatre positions et un avec un robinet de retenue à trois positions.

Un robinet à trois positions fonctionne de la façon suivante :

- La position *exhaust* permet à l'air de s'échapper complètement du cylindre de frein, ce qui desserre les freins du train; cela est réalisé en abaissant la poignée.
- La position *high pressure* permet de retenir une pression d'air de 20 lb/po<sup>2</sup> dans le cylindre de frein; cela est réalisé en plaçant la poignée à la position huit heures.
- La position *slow direct* permet à l'air de s'échapper complètement en environ 1 minute ½; cela est réalisé en plaçant la poignée à la position 10 heures.

Le positionnement de la poignée du robinet de retenue pour obtenir les positions *exhaust*, *high pressure* et *slow direct* est le même pour les robinets à trois et à quatre positions. Un robinet à quatre positions a une position supplémentaire (*low pressure*) qui permet à l'air de s'échapper jusqu'à ce que la pression atteigne 10 lb/po<sup>2</sup> en 60 secondes. Une fois que le frein automatique a été desserré, le système de freins à air commence à se recharger, alors que les freins demeurent serrés sur les wagons dont les robinets de retenue sont réglés. La position *high pressure* est conçue pour être utilisée lors de la descente de fortes pentes avec des wagons chargés.

---

<sup>15</sup> Le ballast de cendre est plus léger que le ballast de pierre concassée.

<sup>16</sup> L'information fournie par la compagnie ferroviaire indique que le poids à vide des wagons était de 20 tonnes. Cependant, des wagons semblables provenant d'autres compagnies ferroviaires pèsent 30 tonnes. La WP&YR a modifié les wagons en ajoutant des bogies plus petits.

<sup>17</sup> Toutes les tonnes auxquelles on fait référence sont des tonnes courtes, c'est-à-dire 2000 livres.

## 1.11 *Chargement des wagons à ballast*

La locomotive 114 et quatre wagons à ballast étaient stationnés à Log Cabin afin de servir pour former un train de travaux. Pendant la semaine du déraillement, quatre wagons à ballast supplémentaires ont été envoyés à Log Cabin à partir de Skagway. Pour la première fois, huit wagons à ballast étaient stationnés ensemble à Log Cabin. Avant cette affectation, quatre wagons étaient habituellement stationnés ensemble.

Le chef de canton s'attendait à ce que les wagons soient complètement chargés de ballast conformément à la pratique habituelle (voir la photo 3). En conséquence, les opérateurs de matériel lourd mettaient habituellement de 17 à 21 godets de ballast dans chaque wagon. Chaque godet avait une capacité de 3,0 verges cube lorsque plein et 3,5 verges cube lorsque rempli plus qu'à capacité; tous les godets étaient remplis plus qu'à capacité.



**Photo 3.** Wagons à ballast

Le poids total du ballast était de 2840 livres par verge cube. Le poids sec estimé était de 2691 livres par verge cube.

Le jour de l'événement, l'opérateur de matériel lourd a limité le nombre de godets entre (estimation conservatrice) 13 et (ce qui est plus probable) 17, en raison d'inquiétudes concernant le fait de faire descendre aux huit wagons la pente raide située au nord de Log Cabin. Les 13 godets pesaient environ 61 tonnes.

Selon des observations sur le terrain appuyées par la preuve photographique (photo 3), plus de 13 godets de ballast étaient contenues dans chaque wagon. La plage des possibilités varie entre 13 et 21 godets, avec une moyenne de 17<sup>18</sup>.

---

<sup>18</sup> Afin d'évaluer la capacité de chargement des wagons à ballast, les enquêteurs ont chargé un wagon identique de 15 godets de ballast. Le niveau atteint se trouvait sous celui des wagons du train qui a déraillé.

De l'information fournie par la WP&YR indiquait que la capacité de charge permissible maximale des wagons à ballast était de 25 verges cube ou 35,5 tonnes de ballast de pierre concassée.

D'après la section B.3.b de la règle 70, *Lightweighing and Stencilling*, de la version de 1993 du *Field Manual of the AAR Interchange Rules* (la dernière année qui faisait référence à des fusées d'essieu de 5 pouces sur 9 pouces), la charge brute maximale<sup>19</sup> de chaque wagon est limitée à 71 tonnes. Comme le poids à vide de chaque wagon est de 20 tonnes, la capacité de chargement maximale de chaque wagon est de 51 tonnes.

Les capacités de chargement étaient inconnues des employés qui se trouvaient sur les lieux. Aucun des wagons à ballast ne comportait d'inscription indiquant sa capacité de chargement maximale, comme cela se fait habituellement dans l'industrie.

### 1.12 *Essai de puissance des sabots de frein (rapport LP 091/2006 du Laboratoire technique du BST)*

Le 4 octobre 2006, Transports Canada, *Knorr Brake Limited* et le BST ont effectué un essai de puissance des sabots de frein sur les deux wagons à ballast (WP&YR 643 et WP&YR 647) qui n'ont pas déraillé. Les essais ont révélé que :

- Les freins à air des deux wagons à ballast fonctionnaient. Ils ont réussi les essais de fuite et de fonctionnement. Ils ont fonctionné comme prévu lorsqu'on a serré les freins de service et les freins d'urgence. Le robinet de retenue a bien fonctionné.
- En utilisant le poids sous charge le plus conservateur du wagon le jour de l'accident, les coefficients de freinage étaient légèrement supérieurs à la moitié de ce qui est exigé par la norme minimale de l'AAR (S-401) (1999).
- En utilisant le poids sous charge le plus probable du wagon le jour de l'accident, les coefficients de freinage n'atteignaient qu'environ le tiers ou la moitié de ce qui est exigé par la norme minimale de l'AAR (S-401) (1999).
- Le coefficient de freinage net du wagon, même lorsque le wagon est adéquatement chargé, était encore inférieur à la dernière norme minimale applicable de l'AAR (S-401) (1999).
- Le coefficient de freinage net de l'un des deux wagons respectait les normes de 1944 s'appliquant aux wagons vides; cependant, les deux wagons n'atteignaient pas la dernière norme minimale de l'AAR (S-401) (1999).

---

<sup>19</sup> Le poids maximal d'un wagon, y compris sa charge.

## 1.13 Procédures de conduite des trains

L'article 1.5 de l'indicateur 178 de la WP&YR pour la subdivision American mentionnait que les mécaniciens ont la responsabilité de déterminer la nécessité ou non d'utiliser des robinets de retenue. Il mentionnait aussi que, lorsqu'on les utilise, ces robinets de retenue doivent être « *turned down* » après avoir passé le point milliaire 5,0 à bord des trains circulant en direction sud. Cependant, il n'y avait aucune indication de ce que « *down* » voulait dire. La portion subdivision Canadian de l'indicateur ne fournissait pas d'exigences concernant les robinets de retenue. De plus, il n'y avait pas d'instructions spéciales d'exploitation ou de guides des meilleures pratiques pour les équipes des trains lorsqu'ils travaillaient sur des tronçons de voie ferrée qui sont en pente dans les montagnes.

Auparavant, il était courant de tirer quatre wagons à ballast chargés vers le nord à partir de Log Cabin. Dans de telles circonstances, des locomotives et des wagons supplémentaires étaient normalement utilisés, et ceux-ci fournissaient une capacité de freinage supplémentaire. Aucune procédure de conduite des trains n'avait été fournie aux équipes des trains de travaux dans le but de les informer sur les pratiques sûres de formation des trains qui circulent en terrain montagneux.

D'autres compagnies ferroviaires ont mis sur pied des procédures de conduite des trains recommandées pour indiquer aux équipes comment conduire de façon sûre dans des pentes en montagne. Par exemple, le Chemin de fer Canadien Pacifique a des directives concernant la conduite des trains sur sa subdivision Rossland où des trains descendent régulièrement des pentes pouvant atteindre une inclinaison de 4,1 %. Les procédures informent les équipes sur :

- le nombre maximal de wagons chargés et de wagons vides;
- le besoin d'avoir des robinets de retenue en position *high pressure* sur tous les wagons chargés;
- le conditionnement des freins et les essais des freins;
- les instructions de contrôle de la vitesse;
- la manipulation des freins automatique, dynamique et indépendant;
- la vitesse à laquelle un serrage de frein d'urgence doit être effectué.

### 1.13.1 Freinage cyclique

Dans une situation où les freins du train doivent être serrés de nouveau peu après avoir été desserrés, les mécaniciens doivent prendre des précautions spéciales pour s'assurer que les freins se serrent réellement<sup>20</sup>. En règle générale, après que les freins à air ont été desserrés et que la pression dans la conduite générale du wagon arrière d'un train a cessé d'augmenter, on considère que les freins du train sont entièrement chargés.

---

<sup>20</sup> Lorsque les freins à air d'un train sont desserrés et entièrement chargés, chaque wagon a une réserve d'air prête à être utilisée pour le prochain serrage. Pour serrer les freins, de l'air se trouvant dans des réservoirs placés sur les wagons est utilisé. Le mécanicien envoie un signal à chaque wagon en diminuant la pression d'air provenant de la conduite générale. Le robinet de commande de chaque wagon réagit en permettant à l'air des réservoirs auxiliaires (la réserve) d'entrer dans les cylindres de frein, ce qui force les freins à se serrer.

Cependant, dans le cas des convois très courts, ce n'est pas toujours le cas<sup>21</sup>. S'il devient nécessaire de resserrer les freins, les instructions générales d'exploitation de la compagnie ferroviaire exigent habituellement que tout serrage subséquent implique le fait de réduire la pression dans la conduite générale beaucoup plus que lors du serrage précédent, comme mesuré à l'arrière du train.

### 1.14 *Rapport LP 091/2006 du Laboratoire technique du BST*

Dans ce type d'accident, le Laboratoire technique du BST serait habituellement chargé d'effectuer une simulation et une analyse dynamique. Cependant, cela n'était pas possible à cause des limites inhérentes du simulateur en ce qui concerne des conditions de sous-écartement, de l'absence de données dans le consignateur d'événements de locomotive et du manque d'information au sujet de la voie ferrée. Un calcul simplifié a été effectué pour aider à analyser la capacité de freinage à deux moments : lors d'un serrage maximal des freins de service et d'un serrage des freins d'urgence. Voici certains des points pertinents de cette analyse :

- À cause d'une surcharge, chaque wagon avait une capacité de freinage insuffisante.
- Dans les deux conditions simulées, la capacité de freinage n'a pas pu empêcher le train de partir à la dérive.
- Les coefficients des freins à air des wagons mis à l'essai n'atteignaient pas les exigences de la norme de l'AAR concernant l'utilisation en toute sécurité, et étaient insuffisants pour qu'on puisse utiliser le train surchargé de façon sûre dans les pentes abruptes de la zone montagneuse du chemin de fer.
- Si les wagons avaient été chargés en respectant la limite de capacité et que le poids du train avait été limité à 588 tonnes, un serrage maximal des freins de service aurait pu être en mesure de contrôler le train et d'empêcher qu'il ne parte à la dérive.
- L'effort de freinage réel calculé du train au cours du freinage d'urgence était inférieur à l'effort de freinage produit pendant le serrage maximal des freins de service. L'explication possible à cela est que la friction et l'efficacité des freins étaient inférieures lors du freinage d'urgence en raison de la plus grande vitesse de rotation des roues et de la diminution de la friction des sabots de frein lorsque la température est plus élevée.

---

<sup>21</sup> Dans le cas des convois plus longs, pendant le desserrement/rechargement, il y aura une différence dans la valeur de la pression dans la conduite générale entre l'avant et l'arrière du train. Cette différence s'appelle gradient de conduite générale. Dans le cas des convois plus courts, au cours du desserrement/rechargement, le gradient de conduite générale risque moins de se produire car la conduite générale est plus courte et, donc, il y a moins de réservoirs à recharger et la consommation globale d'air est inférieure.

- Un frein dynamique fonctionnant adéquatement aurait pu aider à diminuer les risques que le train parte à la dérive en diminuant l'effet de l'évanouissement des freins par la chaleur élevée.

### 1.15 *Évanouissement par échauffement*

L'évanouissement par échauffement est un phénomène associé habituellement à l'utilisation de trains dans des endroits où les pentes sont raides<sup>22</sup>. Lorsqu'on serre les freins à sabot, la friction entre le sabot de frein et la table de roulement convertit l'énergie cinétique de la rotation de la roue en chaleur, ce qui chauffe la roue. Plus la force ou la vitesse de la roue est grande, plus la quantité de chaleur produite est élevée. En raison d'une accumulation de chaleur excessive, le coefficient de friction entre le sabot de frein et la roue diminue, ce qui entraîne une perte importante d'effort de freinage. À des vitesses plus grandes, la chaleur s'accumule et la perte de capacité de freinage qui en résulte augmente.

### 1.16 *Transports Canada*

Le 7 juin 2005, Transports Canada a effectué une inspection de matériel sur la propriété de la WP&YR qui a révélé un certain nombre de problèmes mécaniques avec les locomotives et les wagons de marchandises, y compris un mauvais alignement de porte-semelle de frein sur les locomotives de marques Alco et General Electric. Cela faisait en sorte que les sabots de frein recouvraient partiellement le bord extérieur de la jante ou que les sabots ne touchaient pas à la table de roulement de façon concentrique. Transports Canada a reçu la confirmation que tous les problèmes identifiés avaient été corrigés le 24 juin 2005.

### 1.17 *Système de gestion de la sécurité*

Le *Règlement sur le système de gestion de la sécurité* de Transports Canada stipule qu'à partir du 31 mars 2001, toutes les compagnies ferroviaires utilisant des voies ferrées de réglementation fédérale doivent mettre en œuvre et maintenir un système de gestion de la sécurité (SGS). Le *Règlement sur le système de gestion de la sécurité* de Transports Canada est accompagné d'un guide de mise en œuvre<sup>23</sup> afin d'aider les compagnies ferroviaires à concevoir leur système de gestion de la sécurité et à atteindre les exigences minimales du règlement. Le guide suggère aussi des façons d'incorporer d'autres procédés et systèmes liés à la sécurité sous le régime du SGS pour assurer une approche de gestion de la sécurité plus complète.

Le *Règlement sur le système de gestion de la sécurité* exige que les compagnies ferroviaires mettent en place un cadre formel pour intégrer la sécurité dans les opérations quotidiennes. Cela comprend des objectifs en matière de sécurité et de rendement, des évaluations des risques, des responsabilités, des droits, des règles, des procédures et des procédés de surveillance et

---

<sup>22</sup> La partie 232.407 du *Code of Federal Regulations* de la *Federal Railroad Administration* définit une forte pente, dans le cas d'un train d'au plus 4000 tonnes remorquées, comme une pente inclinée d'au moins 2 % sur une distance d'au moins deux milles continus.

<sup>23</sup> Transports Canada, *Guide de systèmes de gestion de la sécurité ferroviaire*, février 2001 (TP 13548).

d'évaluation. Transports Canada a accepté la soumission initiale pour le SGS de la WP&YR faite en 2002 et a aussi déterminé que cette soumission satisfaisait aux exigences du *Règlement sur le système de gestion de la sécurité*.

Pour assurer la conformité avec le règlement, Transports Canada vérifie le SGS des compagnies ferroviaires. Une vérification est un processus en deux étapes qui comprend une vérification préalable (documentaire seulement) suivie d'une vérification. En juin 2002, Transports Canada a effectué la vérification préalable et a identifié plusieurs non-conformités importantes dans tous les aspects du SGS de la compagnie. Le travail effectué entre juin et septembre 2002 a rendu le plan de SGS conforme au règlement. En juin 2003, Transports Canada a effectué la vérification générale et n'a pas vérifié toutes les procédures d'exploitation de la compagnie. Transports Canada a conclu que la WP&YR était non conforme en ce qui a trait à 2 des 12 composantes obligatoires du SGS (gestion des risques et élaboration de mesures correctives), et des écarts ont été relevés dans 9 des 10 composantes restantes. Un écart est une différence entre le processus et ce qui se passe vraiment. Transports Canada a conclu que c'était un début raisonnable, mais que du travail supplémentaire serait nécessaire pour obtenir un SGS efficace.

### 1.18 Formation

Au début de chaque saison, la gestion de la WP&YR offrait un cours de formation de deux jours à tous les employés de l'exploitation : un jour portant sur le règlement américain et un jour portant sur le règlement canadien. Le cours se concentrait sur les procédures adéquates permettant d'arrêter les trains, de déplacer la locomotive à l'extrémité opposée du train (*running around the train*)<sup>24</sup> et de dégager d'autres trains. Le cours soulignait aussi la nécessité d'avoir des communications par radio/par téléphone adéquates entre les équipes et le répartiteur conformément aux procédures contenues dans le livre des règlements de la WP&YR. Il traitait aussi de l'utilisation des freins à air conformément au règlement des États-Unis. Il n'y a pas eu de formation spécifique pour les trains de travaux.

Au cours des deux années qui ont précédé l'accident, le cours de formation avait été donné par un agent de train/chef de train comptant beaucoup d'ancienneté. Il n'y avait pas de manuel de formation. Au lieu de cela, le cours était basé sur l'expérience et les connaissances de l'instructeur. L'instruction était basée sur le manuel de la sécurité, l'indicateur et le livre des règlements de la WP&YR. Pendant le cours, les problèmes liés à la sécurité identifiés pendant la saison précédente et tout autre problème pour lesquels les employés avaient besoin de précision ont été abordés.

En comparaison, les autres compagnies ferroviaires de réglementation fédérale ont une formation sur les règlements qui est beaucoup plus rigoureuse; elles choisissent les instructeurs qui vont enseigner les règlements parmi les employés expérimentés qui ont démontré une très bonne compréhension du REF. Chaque instructeur doit utiliser du matériel d'étude fourni par la compagnie et préparé de façon à traiter de toutes les situations critiques en matière de sécurité. Les nouveaux mécaniciens suivent un cours intensif et doivent réussir une série

---

<sup>24</sup> L'expression « *running around* » est un terme accepté dans l'industrie qui signifie de préparer un train de façon à procéder dans la direction opposée en déplaçant la locomotive à l'extrémité opposée du train.

d'examens. Les mécaniciens, les chefs de train et les agents de train doivent suivre un programme de re-certification tous les trois ans; dans le cadre de ce programme, on leur donne toutes sortes de consignes qui ont trait à la réglementation.

Un examen à choix multiples a été donné après le cours sur la réglementation de la WP&YR. Il n'y avait pas de note de passage. Toute mauvaise réponse faisait l'objet d'une discussion avec l'employé. Si les employés échouaient à un trop grand nombre de questions, ils pouvaient se voir suspendus. On donnait aussi la chance aux employés d'obtenir des points supplémentaires pour des réponses supplémentaires données dans une question lors de l'examen. De plus, un certain nombre des questions de l'examen avaient peu à voir avec la promotion de la sécurité. Très peu de questions concernaient les freins à air ou la conduite d'un train. Une fois que les employés avaient réussi le cours, leur carte d'accréditation se voyait renouvelée pour la prochaine saison d'exploitation.

Habituellement, un employé d'exploitation expérimenté pose sa candidature pour les postes sur les trains de travaux et est encadré par un autre employé comptant plus d'ancienneté et plus familier avec l'affectation sur le train de travaux, et aide à effectuer les tâches du poste.

Pour s'assurer que les règles d'exploitation et les procédures de communication par radio étaient suivies, les gestionnaires de la WP&YR effectuaient des essais d'efficacité non annoncés plusieurs fois par saison. Lorsque les essais étaient effectués, les gestionnaires vérifiaient les communications par radio, l'interaction de l'équipe avec les voyageurs, les procédures de suivi par l'équipe aux passages à niveau, les essais de freins à air initiaux à la gare, le serrage et le desserrage des freins, la connaissance des règles, de la réglementation, des instructions, des bulletins et des autorisations de circuler. Les vêtements/le matériel de sécurité, la consommation de drogue et d'alcool, la manipulation des interrupteurs, les cartes de qualification, le temps standard, l'attelage/le déplacement de matériel, l'inspection de trains, l'allumage de fusées et la vitesse du train étaient aussi vérifiés. Tout problème de sécurité était abordé au cours d'une rencontre subséquente avec les employés. Si un problème de sécurité était identifié une deuxième fois, une lettre était envoyée à l'employé. Aucune copie de ces essais n'était conservée aux dossiers.

Les autres compagnies ferroviaires de réglementation fédérale effectuent généralement des essais d'efficacité plus rigoureux, y compris accompagner l'équipe pour un trajet à bord du train et vérifier la conformité aux règles (c'est-à-dire, procédures de communication par radio adéquates, copie, répétition et application des autorisations, vitesse du train, essais de freins à air et techniques de conduite de train adéquates). Des téléchargements de consignateurs d'événements de locomotive sont obtenus et vérifiés pour voir si la conduite des trains et les procédures de freinage sont adéquates. Ces essais sont enregistrés et compilés.

## 2.0 *Analyse*

### 2.1 *Introduction*

Il n'y avait pas d'information semblant indiquer que l'état de la voie a joué un rôle dans le déraillement. L'enquête a révélé qu'on a perdu le contrôle du train et que celui-ci a atteint une vitesse d'environ 20 mi/h avant que les freins d'urgence soient serrés. La présence de marques de boudin de roue sur la surface de roulement du champignon de rail est (rail de la file haute) indique que le déraillement s'est produit dans la courbe accentuée vers la gauche au point milliaire 36,5. L'emplacement de la locomotive, sur son côté à l'extérieur de la courbe, et l'absence de marques de boudin de roue sur les traverses entre les rails indiquent qu'il y a eu un déraillement consécutif au soulèvement d'une roue causé par un excès de vitesse.

Les facteurs suivants ont contribué collectivement à la perte de contrôle du train pendant la descente de la montagne :

- la surcharge des wagons à ballast et la formation du train,
- la forte inclinaison de la pente,
- l'inefficacité des systèmes de freinage des wagons à ballast,
- l'absence d'instructions d'exploitation complètes pour la descente en toute sécurité de cette pente montagneuse très à pic,
- la vitesse du train et l'absence d'air dans les systèmes de freins à air des wagons au sommet de la pente,
- la vitesse que le train avait le droit d'atteindre avant le serrage des freins, c'est-à-dire freins de service complets (18 mi/h) et freins d'urgence (20 mi/h),
- l'absence d'un frein dynamique en état de fonctionner sur la locomotive 114.

De plus, des questions critiques en matière de sécurité, y compris la formation, la communication, l'intervention d'urgence et le SGS, feront l'objet d'une analyse.

### 2.2 *L'accident*

Un examen de la locomotive a montré que le système de freinage fonctionnait parfaitement avant le déraillement et que les freins ont été serrés fortement et qu'ils sont devenus très chauds. En raison de la température élevée des sabots de frein qui en a résulté, il est probable que l'effort de freinage efficace du système de freinage de la locomotive a été réduit sous l'effet de l'évanouissement par échauffement. La température élevée atteinte à l'interface entre la surface de roulement et les sabots de frein était due à la vitesse élevée à laquelle les freins ont été serrés et à l'étendue et la durée du serrage des freins.

L'examen des wagons a révélé que tous les freins fonctionnaient correctement, mais que seulement certains des sabots de frein avaient été serrés fortement contre les roues. Bien que cela aille de pair avec l'exploitation normale du matériel roulant, les résultats des essais sur l'effort exercé sur les sabots de frein des deux wagons jumeaux étaient inférieurs aux normes de l'AAR applicables à l'effort de freinage minimal et, donc, il est probable que les systèmes de freinage de tous les wagons à ballast fonctionnaient à une capacité réduite.

Étant donné que le système de freinage des wagons ne produisait pas son effort de freinage maximal et que le système de freinage de la locomotive subissait les effets de l'évanouissement par échauffement, le système de freinage de tout le train ne fonctionnait pas de façon optimale. De plus, seulement trois des huit wagons étaient munis de robinets de retenue qui étaient réglés dans une position incorrecte et ne fournissaient pas d'effort de décélération. La surcharge des wagons, le nombre de wagons dans le train et la pente abrupte en montagne ont augmenté l'effet de la capacité de freinage déjà diminuée des wagons. Lorsque le train a commencé à descendre la pente et que le mécanicien a serré le frein automatique, puis le frein d'urgence, l'effort de freinage produit s'est avéré insuffisant pour contrôler le train et celui-ci a continué à accélérer jusqu'à ce qu'il déraille dans la courbe prononcée du point milliaire 36,5.

### 2.3 *Chargement des wagons à ballast*

Comme le chef de canton s'attendait à ce que les wagons soient chargés le plus possible pour des raisons d'exploitation, les wagons étaient habituellement pleins de ballast. Comme la charge semblait raisonnable pour la taille du wagon, et comme les wagons avaient été utilisés en état de surcharge au nord de Log Cabin nombre de fois auparavant sans incident, les employés de la WP&YR croyaient que des wagons chargés au maximum pouvaient être utilisés en toute sécurité. Cependant, selon la charge brute maximale de 71 tonnes recommandée par l'AAR pour les wagons munis de fusées de 5 pouces sur 9 pouces, chaque wagon était surchargé, tel qu'indiqué à la figure 3.

Scénario	Nombre de godets	Verges/ Godet	Verges/ Wagon	Poids de ballast (lb/verge)	Charge de ballast (tonnes)	Poids à vide des wagons (tonnes)	Charge brute (tonnes)	Charge maximale de la WP&YR (tonnes)	Surcharge	Tonnage brut maximal - AAR	Surcharge
A	<b>13</b>	3,5	45,5	2691	61,2	20,0	81,2	35,5	25,7	71,0	<b>10,2</b>
B	<b>17</b>	3,5	59,5	2840	84,5	20,0	104,5	35,5	49,0	71,0	<b>33,5</b>
C	<b>21</b>	3,5	73,5	2840	104,4	20,0	124,4	35,5	<b>68,9</b>	71,0	53,4

**Notes :** - Les tonnes sont toutes des tonnes courtes.

- Les numéros en gras sont ceux utilisés dans le calcul et extraits pour les conclusions.

### Scénarios de charge

A. Scénario conservateur - 13 godets

B. Scénario le plus probable - au moins 17 godets

C. Scénario le plus probable - au plus 21 godets

### Valeurs mesurées utilisées dans les calculs :

#### Poids de ballast (lb/verge cube)

conservatrice **2691**

à l'échelle **2840**

observation sur le terrain 2860

#### Verge cube/godet

plein 3,0

plus que plein **3,5**

#### Maximums de la WP&YR

verges 25,0

tonnes chargées **35,5**

**Poids à vide des wagons (tonnes) 20,0**

#### Maximums de l'AAR

tonnes brutes **71,0**

Figure 3. Calculs de surcharge

Cette information indique que :

- En se basant sur l'estimation la plus conservatrice et la charge brute maximale selon l'AAR, les wagons étaient surchargés d'environ 10 tonnes chacun.
- Pour l'extrémité minimale du scénario le plus probable et la charge brute maximale selon l'AAR, les wagons étaient surchargés d'environ 34 tonnes chacun.
- Pour l'extrémité maximale du scénario le plus probable et la charge maximale de la WP&YR, les wagons étaient surchargés d'environ 70 tonnes chacun.

La limite de charge en termes de poids maximal n'était pas inscrite sur le côté de ces wagons, et elle n'avait pas non plus à l'être. Cependant, la plupart des compagnies ferroviaires inscrivent cette information sur leurs wagons pour que les équipes puissent y avoir accès facilement.

Aucune formation n'a été donnée sur les capacités de chargement des wagons à ballast et il n'y avait pas non plus d'indication ni de ligne de marquage sur les wagons indiquant une capacité de transport maximale. De plus, la limite volumétrique de la WP&YR de 25 verges cube de ballast par wagon n'avait pas été communiquée aux employés. En l'absence de formation, de lignes directrices ou de marques indicatrices sur les wagons pour informer les employés de la

compagnie ferroviaire de la capacité de chargement maximale sûre des wagons à ballast, les employés de la WP&YR étaient incapables de déterminer une capacité de chargement maximale sûre et, donc, les wagons étaient surchargés.

## 2.4 *Procédures de manipulation de matériel de trains de travaux*

L'équipe a reçu des instructions lui disant de transporter les wagons à ballast chargés jusqu'à Bennett, et elle a placé les huit wagons à ballast chargés et une locomotive dans le convoi. Bien que des convois comportant six wagons à ballast chargés étaient partis de Log Cabin auparavant, des wagons vides et des locomotives supplémentaires avaient été ajoutés au convoi, ce qui avait augmenté la capacité de freinage globale. Avant le déraillement, on n'a pas discuté du besoin d'augmenter la capacité de freinage pour descendre la pente en toute sécurité.

Le chef de train et le mécanicien étaient tous deux inexpérimentés en matière de conduite de trains de travaux et ne savaient pas quel était le nombre maximal de wagons qui pouvait être tiré par une locomotive. Les pratiques ayant trait à la formation de trains de travaux n'étaient pas traitées par le programme de formation de la compagnie, et aucune instruction d'exploitation guidant les employés sur les exigences en matière de puissance/freinage n'était donnée. Bien que d'autres compagnies ferroviaires ont mis sur pied des instructions spécifiques sur la conduite de trains pour guider leurs équipes sur la façon de descendre en toute sécurité des pentes abruptes en montagne, la WP&YR n'avait pas de telles instructions pour guider les équipes sur la conduite et la formation sûre des trains dans ce territoire difficile. En l'absence d'un ensemble complet de lignes directrices en matière de formation de convois, il existe un risque que des trains circulent en montagne sans une marge de sécurité adéquate.

Les huit wagons du convoi devaient être munis de robinets de retenue, mais seulement trois wagons étaient équipés de tels robinets. Bien que l'indicateur 178 indiquait que le mécanicien devait déterminer s'il était nécessaire d'utiliser des robinets de retenue, il n'y avait aucune instruction indiquant comment les régler ou ce que chaque position signifiait. En raison du manque de familiarisation concernant les robinets de retenue, ces robinets ont été placés à tort en position *slow direct*, dans laquelle les cylindres des freins à air ont été vidés en environ 1 minute  $\frac{1}{2}$ . S'ils avaient été réglés en position *high pressure*, ils auraient fourni un effort de retenue de 20 lb/po<sup>2</sup> dans les cylindres de frein lorsque le mécanicien a desserré les freins du train. Sans robinet de retenue sur chaque wagon et sans une connaissance adéquate par l'équipe de la façon de régler ces robinets adéquatement, aucune ligne de défense n'était disponible pour cette équipe contre une perte de contrôle en zone montagneuse.

## 2.5 *Procédures de conduite des trains*

En approchant du point milliaire 35, le mécanicien a desserré le frein automatique, qui était serré à 18 lb/po<sup>2</sup>, pour éviter de faire caler le moteur du train. En conséquence, le train est arrivé au sommet de la colline à environ 12 mi/h avec les freins desserrés. L'effort de freinage requis pour contrôler un train qui descend une pente est proportionnel à la vitesse à laquelle le train arrive au sommet de la pente : plus le train arrive vite au sommet de la pente, plus l'effort de freinage requis est grand. Donc, le fait d'arriver au sommet de la pente plus lentement aurait

diminué l'effort de freinage requis pour contrôler le train. Ces décisions concernant la conduite du train ont fait en sorte que le train a entamé la partie critique de la descente sans que le système de freinage ne soit prêt à fonctionner dans la pente abrupte.

Après avoir atteint le sommet, le train a accéléré jusqu'à 18 mi/h avant que tout serrage supplémentaire des freins ne soit effectué. Aux environs du point milliaire 35,3, le mécanicien a augmenté la réduction de frein automatique tout juste à court d'un serrage complet de frein de service (environ 28,5 lb/po<sup>2</sup>, en prenant pour acquis que la pression dans la conduite générale était réglée à 90 lb/po<sup>2</sup>). Bien que le train continuait à accélérer, les freins d'urgence n'ont pas été serrés avant que la vitesse du train atteigne environ 20 mi/h. Pour éviter une perte complète de contrôle, il est crucial qu'un serrage des freins d'urgence soit effectué à la vitesse la plus lente possible, sinon les surfaces de friction atteindront des températures auxquelles l'efficacité de freinage diminuera. Dans le cas présent, le train a atteint une vitesse, avant que l'on commence à serrer les freins d'urgence, qui diminuait la probabilité qu'il puisse s'arrêter.

Le mécanicien n'avait pas d'expérience dans la conduite de lourds trains dans des pentes descendantes en montagne; de plus, la compagnie ne lui avait donné aucune procédure à suivre pour la conduite des trains en toute sécurité. En l'absence de formation et d'instructions adéquates, nombre de décisions concernant la conduite du train ont été prises; ces décisions ne concordaient pas avec les pratiques sûres concernant la descente de pentes en montagne et ont contribué à la perte de contrôle.

## 2.6 Formation

L'équipe du train de travaux a fait preuve à plusieurs reprises d'un manque de compréhension des procédures d'exploitation sûres s'appliquant aux trains de travaux. Elle ne connaissait pas les capacités de chargement sûres des wagons à ballast, ignorait qu'il était dangereux de se tenir sur la plate-forme extérieure d'une locomotive, et ne connaissait pas les procédures de conduite sûres des trains lourds dans des pentes en montagne ni le fonctionnement des robinets de retenue.

Dans d'autres modes de transport, il existe des règlements spécifiques fournis par Transports Canada qui nécessitent que les employés aient un permis et aient reçu une formation (par exemple, *Règlement de l'aviation canadien* pour les équipages d'aéronefs). Comme l'industrie ferroviaire n'est pas régie par Transports Canada de cette manière, de plus grosses compagnies comme le Canadien National et le Chemin de fer Canadien Pacifique donnent de la formation complète aux employés nouvellement embauchés et des cours de re-certification aux employés expérimentés. Ces cours utilisent des lignes directrices et du matériel de formation complets et sont donnés par des instructeurs qualifiés en matière de REF qui sont choisis parmi un groupe d'employés qui ont une compréhension exemplaire reconnue de la théorie et de la pratique du REF.

Alors que la WP&YR donne aux employés une formation annuelle sur la réglementation, cette formation peut être qualifiée d'improvisée. Il n'y avait pas de cours de formation officiel sur la réglementation qui utilisait du matériel de formation détaillé. Le programme de formation était basé sur l'expérience des agents de train comptant le plus d'ancienneté; ces personnes n'avaient pas nécessairement les connaissances requises pour s'assurer que les employés de la WP&YR

avaient reçu la formation adéquate en matière de pratiques de conduite sûres de trains de travaux. Sans matériel de formation complet et procédures et politiques bien établies, la formation au sein de la WP&YR n'était pas entièrement efficace.

## 2.7 *Frein dynamique*

La locomotive en cause dans cet accident était munie de freinage dynamique. Le freinage dynamique ne fait pas appel à la friction produite par les sabots de frein pour ralentir le train et n'est pas influencé par les effets de l'évanouissement par échauffement. Un frein dynamique fonctionnant parfaitement peut produire un effort de freinage beaucoup plus important que les freins à air d'une locomotive. Donc, ce type de frein peut s'avérer un outil utile pour contrôler la vitesse du train, particulièrement en montagne. Le frein dynamique de cette locomotive n'était pas utilisable, car il réagissait de façon dangereuse en appliquant un effort maximal chaque fois qu'il était actionné, plutôt que de permettre une accumulation graduelle de l'effort de freinage. Même si le mécanicien avait pu y accéder, il ne l'a pas utilisé pour cette raison. Bien que l'état du frein dynamique était connu de la compagnie ferroviaire, le frein n'avait pas été mis hors service et, en l'absence d'une politique formelle sur son utilisation, les mécaniciens avaient jugé qu'il ne fonctionnait pas. Étant donné que le frein dynamique ne fonctionnait pas adéquatement, une ligne de défense valable contre une perte de contrôle dans des pentes en montagne n'était pas disponible pour le mécanicien.

## 2.8 *Système de gestion de la sécurité*

La soumission de la WP&YR en matière de SGS à Transports Canada satisfaisait les exigences minimales. Cependant, l'information obtenue pendant l'enquête indique que nombre des pratiques et procédures en matière de gestion de la sécurité étaient déficientes, par exemple :

- formation des employés;
- entretien des wagons à ballast et des locomotives;
- utilisation de consignateurs d'événements de locomotive;
- conduite dans des pentes en montagne sans instruction spécifique concernant la conduite et la formation des trains;
- chargement de wagons à ballast;
- communications entre le répartiteur et les opérateurs de trains de travaux.

Le SGS au sein de la WP&YR n'a pas identifié les pratiques déficientes en matière de sécurité énumérées ci-dessus et, donc, n'était pas suffisamment élaboré pour assurer la progression d'une philosophie de sécurité respectant les politiques, les procédures et les pratiques. De plus, la vérification générale de 2003 de Transports Canada portant sur le SGS de la WP&YR n'était pas conçue pour identifier les pratiques déficientes au niveau de la sécurité et, en conséquence, n'a pas mené à l'élaboration d'un SGS plus complet.

## 2.9 *Communication*

Le train a pris la voie principale sous le régime des zones de marche prudente et, bien que l'équipe devait contacter le répartiteur après son départ de Log Cabin, elle n'a pas réussi à le faire. Le répartiteur n'était donc pas au courant que le train de travaux était en route. Le répartiteur ignorait souvent qu'il y avait des trains de travaux dans des zones de marche prudente car les trains sont autonomes; ils n'ont qu'à respecter le règlement dans ces zones de marche prudente. Lorsque la saison des trains de voyageurs se termine, habituellement à la fin septembre, il n'y a pas de répartiteur en service. Comme tel, les messages obligatoires envoyés par les trains de travaux pour se rapporter à des endroits prescrits pourraient être captés par quiconque est en train de capter les ondes radios dans la région. En conséquence, il est arrivé qu'un train de travaux roule sur une voie de la WP&YR à un moment où ses allées et venues n'étaient pas connues des autres.

Sur les autres voies ferrées canadiennes sous juridiction fédérale, il est pratique courante que, même à l'intérieur des zones de marche prudente, le répartiteur soit mis au courant que des trains roulent dans ce territoire. En conséquence, les répartiteurs ont accès à des renseignements sur les trains comme, par exemple, le type de train, le numéro du train, le bulletin de composition, et des renseignements concernant l'équipe. Le fait de ne pas savoir que le train de travaux roulait a créé le risque que le répartiteur ne puisse pas fournir l'information la plus précise possible pour accélérer l'intervention d'urgence.

Pour faire un appel d'urgence à partir de la locomotive, un membre d'équipe doit effectuer une série d'étapes commençant par contacter un troisième opérateur qui, une fois le bon numéro de compte donné, transférera l'appel au bon destinataire. Dans des situations où le niveau de stress est élevé, comme lorsqu'un train part à la dérive, il est difficile pour les employés d'effectuer ces tâches rapidement. Dans le présent accident, l'équipe n'a pas réussi à envoyer un appel d'urgence au répartiteur. De plus, il n'existait pas de protocole d'intervention d'urgence entre la compagnie ferroviaire et le troisième opérateur si le répartiteur n'était pas disponible. Lorsqu'une série complexe d'étapes doit être effectuée pour établir la communication, le risque est accru que, lors d'une situation d'urgence, un niveau de sécurité adéquat ne puisse pas être atteint immédiatement.

## 2.10 *Intervention d'urgence*

Les intervenants d'urgence sont arrivés sur les lieux en un temps raisonnable si l'on tient compte du fait que le terrain était accidenté et que l'accident s'est produit dans un endroit éloigné. Cependant, si le répartiteur avait été avisé immédiatement après que le chef de canton a appris que l'accident était survenu, et si l'information contenue dans l'avis initial avait été plus complète, c'est-à-dire si les intervenants avaient su que l'accident mettait en cause un train de marchandises et non un train de voyageurs, le temps d'intervention aurait été moindre. Le sauvetage a nécessité plus de temps que prévu en raison de difficultés à accéder à la cabine de la locomotive. Le matériel d'extraction des pompiers n'était pas suffisant pour découper l'acier épais. Après avoir été ranimé, le mécanicien s'est extirpé de la cabine de la locomotive. L'opérateur de matériel lourd qui a appelé le chef de canton par radio a été dégagé par les premiers intervenants trois heures et demie après l'arrivée des intervenants.



## 3.0 *Conclusions*

### 3.1 *Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs*

1. Le train surchargé a déraillé après être parti à la dérive en descendant une pente abrupte en montagne avec un système de freinage dégradé qui l'empêchait de contrôler sa vitesse.
2. L'effort de freinage efficace du système de freinage de la locomotive a été réduit sous l'effet de l'évanouissement par échauffement.
3. Il est probable que les systèmes de freinage de tous les wagons à ballast fonctionnaient à une capacité réduite.
4. La surcharge des wagons, le nombre de wagons dans le train et la pente abrupte en montagne ont augmenté l'effet de la capacité de freinage déjà diminuée des wagons.
5. En l'absence de formation, de lignes directrices ou de marques indicatrices sur les wagons pour informer les employés de la compagnie ferroviaire de la capacité de chargement maximale sûre des wagons à ballast, les employés de la White Pass and Yukon Route (WP&YR) étaient incapables de déterminer une capacité de chargement maximale sûre et, donc, les wagons étaient surchargés.
6. Sans robinet de retenue sur chaque wagon et sans une connaissance adéquate par l'équipe de la façon de régler ces robinets adéquatement, aucune ligne de défense n'était disponible pour cette équipe contre une perte de contrôle en zone montagneuse.
7. Nombre de décisions concernant la conduite du train ont été prises; ces décisions ne concordaient pas avec les pratiques sûres concernant la descente de pentes en montagne et ont contribué à la perte de contrôle.
8. Étant donné que le frein dynamique ne fonctionnait pas adéquatement, une ligne de défense valable contre une perte de contrôle dans des pentes en montagne n'était pas disponible pour le mécanicien.

### 3.2 *Faits établis quant aux risques*

1. En l'absence d'un ensemble complet de lignes directrices en matière de formation de convois, il existe un risque que des trains circulent en montagne sans une marge de sécurité adéquate.
2. Sans matériel de formation complet et procédures et politiques bien établies, la formation au sein de la WP&YR n'était pas entièrement efficace.

3. La gestion de la sécurité au sein de la WP&YR n'était pas suffisamment élaborée pour assurer la progression de la philosophie de sécurité respectant les politiques, les procédures et les pratiques.
4. Le fait de ne pas savoir que le train de travaux roulait a créé le risque que le répartiteur ne puisse pas fournir l'information la plus précise possible pour accélérer l'intervention d'urgence.
5. Lorsqu'une série complexe d'étapes doit être effectuée pour établir la communication, le risque est accru que, lors d'une situation d'urgence, un niveau de sécurité adéquat ne puisse pas être atteint immédiatement.

### 3.3 *Autres faits établis*

1. En se basant sur l'estimation la plus conservatrice et la charge brute maximale selon l'Association of American Railroads (AAR), les wagons étaient surchargés d'environ 10 tonnes chacun. Pour l'extrémité minimale du scénario le plus probable et la charge brute maximale selon l'AAR, les wagons étaient surchargés d'environ 34 tonnes chacun. Pour l'extrémité maximale du scénario le plus probable et la charge maximale de la WP&YR, les wagons étaient surchargés d'environ 70 tonnes chacun.
2. Les intervenants d'urgence sont arrivés sur les lieux en un temps raisonnable si l'on tient compte du fait que le terrain était accidenté, que l'accident s'est produit dans un endroit éloigné et de l'information reçue par la compagnie ferroviaire.

## 4.0 Mesures de sécurité

### 4.1 Mesures prises

#### 4.1.1 Avis de sécurité ferroviaire du BST

Le 23 novembre 2006, le BST a envoyé à Transports Canada l'avis de sécurité ferroviaire 07/06, *Pressure Retaining Valves on White Pass & Yukon Route Ballast Car* (Robinets de retenue sur les wagons à ballast de la White Pass and Yukon Route), suggérant à Transports Canada d'évaluer le niveau avec lequel la gestion de la White Pass and Yukon Route (WP&YR) s'assure que les wagons sont entretenus et équipés adéquatement et que les équipes de train qui s'occupent de ces wagons ont reçu une formation et de l'instruction adéquates pour s'assurer qu'un contrôle suffisant est exercé dans les pentes en montagne.

Le 30 novembre 2006, le BST a envoyé à Transports Canada l'avis de sécurité ferroviaire 08/06, *Overloading of White Pass & Yukon Ballast Cars* (Surcharge des wagons à ballast de la White Pass and Yukon Route), suggérant à Transports Canada d'évaluer les pratiques de chargement des wagons de service de type technique (wagons à ballast et wagons basculants pneumatiques) sur la WP&YR.

#### 4.1.2 Transports Canada

Le 12 décembre 2006, Transports Canada a envoyé une lettre de non-conformité et un avis à la WP&YR citant le fait qu'elle avait violé divers règlements de Transports Canada aux termes de la *Loi sur la sécurité ferroviaire* concernant les dangers/conditions liés aux wagons à ballast et à l'utilisation de trains de ballast.

Le 5 juin 2007, Transports Canada a envoyé un avis et ordre à la WP&YR exigeant que les trains ne roulent pas entre Bennett (point milliaire 40,6) et Carcross (point milliaire 67,5) à moins qu'ils ne soient munis d'un système qui assure une communication positive directement avec le contrôleur de la circulation ferroviaire et qui facilite les appels d'urgence reconnaissables par le contrôleur de la circulation ferroviaire.

Du 4 juin 2007 au 7 juin 2007, Transports Canada a effectué une vérification du système de gestion de la sécurité (SGS) de la WP&YR dans le cadre du *Règlement sur le système de gestion de la sécurité ferroviaire*. La vérification a permis de tirer nombre de conclusions qui ont été communiquées à la WP&YR. Voici certaines de ces conclusions qui sont pertinentes pour cette enquête :

- Aucune évaluation des risques n'était effectuée.
- La WP&YR ne se conformait pas aux *Normes minimales des employés*.
- Il n'y avait pas de procédure documentée décrivant la façon dont la compagnie effectue des essais de freins à air et la façon dont elle assure la conformité avec le *Règlement sur les freins des trains de marchandises et de passagers*.

Le 11 juin 2007, Transports Canada a émis un avis à la WP&YR concernant plusieurs dangers/conditions liés au fait que la compagnie ferroviaire se fie aux relations entre les employés pour assurer leur protection entre eux sur la voie principale. Cette confiance pourrait augmenter le risque qu'il y ait une collision entre un train et du personnel d'entretien de la voie, qui pourrait devenir moins vigilant ou ne pas s'attendre à ce qu'un train ou une locomotive se déplace. Ce risque est grandement augmenté par le manque de communications fiables par radio entre Bennett et Carcross.

Le 11 juin 2007, Transports Canada a envoyé une lettre à la WP&YR concernant les activités de surveillance du mouvement des trains qui ont révélé plusieurs lacunes liées à la sécurité.

Le 31 juillet 2007, Transports Canada a envoyé une lettre à la WP&YR lui ordonnant d'effectuer une évaluation formelle des risques portant sur l'utilisation en toute sécurité du matériel roulant dans des pentes descendantes de plus de 2 % et d'élaborer des procédures écrites par la suite.

Le 31 juillet 2007, un agent de santé et sécurité au travail de Transports Canada a envoyé une directive à la WP&YR concernant son non-respect de la partie II du *Code canadien du travail* relativement à la fourniture d'information, de formation et d'instructions au personnel d'exploitation concernant :

- les effets néfastes qu'a le matériel roulant surchargé sur le rendement des freins;
- l'utilisation en toute sécurité du matériel roulant dans des pentes de plus de 2 %;
- l'utilisation sûre et adéquate du matériel roulant, y compris les locomotives.

La directive a exigé que la WP&YR prenne des mesures visant à s'assurer que le non-respect en question cesse.

Transports Canada a effectué de la surveillance supplémentaire sur la WP&YR entre le 27 et le 29 mai 2008. Transports Canada indique son intention de réviser le *Règlement relatif à l'inspection et à la sécurité des locomotives de chemin de fer* comme suit :

- Exigence de conception de locomotive – toutes les nouvelles locomotives doivent être munies d'un frein dynamique et d'un dispositif de retenue de frein dynamique.
- Mise en œuvre d'inspection en matière de sécurité et de restrictions en matière de mouvement – toutes les locomotives munies d'un frein dynamique ou d'un dispositif de retenue de frein dynamique défectueux seront citées comme défectueuses sur le plan de la sécurité de la partie III.
- Inspection avant départ – à inclure dans les conditions énumérées dans l'appendice I, un essai du freinage dynamique une fois en route, et tout défaut signalé conformément aux procédures de la compagnie/à l'instruction de travail.

### 4.1.3 *White Pass and Yukon Route*

Le 15 février 2007, la WP&YR a répondu aux deux avis de Transports Canada datés du 12 décembre 2006, indiquant ce qui suit :

- Elle ferait poser des robinets de retenue sur tout le matériel roulant avant le début de la saison 2007.
- Elle inscrirait sur tous les wagons à ballast de la WP&YR les poids de limites de charge.
- Tout le personnel affecté au chargement de wagons à ballast de la WP&YR recevrait de la formation concernant les limites et les procédures de chargement par le superviseur d'exploitation avant la saison d'exploitation 2007; cela devait être suivi d'une note de service provenant du surintendant des opérations ferroviaires et destinée à tous les opérateurs de matériel.

Le 30 avril 2007, une note de service provenant de la WP&YR a été émise au sujet de procédures de chargement de wagons à ballast, y compris : le poids brut des wagons à ballast - 140 000 livres; le poids à vide des wagons à ballast - 26 000 livres; la capacité de chargement des wagons à ballast - 108 000 livres; la capacité de chargement avec ballast de Lewes Lake - 2442 livres par verge cube. Elle prévoit une capacité de godet de chargeuse frontale (3,5 verges cube entassées et 3 verges cube à ras bord) et exige qu'un niveau de chargement maximal ne dépasse pas 14 godets à ras bord.

En mai 2007, 24 agents de train, chefs de train et mécaniciens ont assisté à un cours de deux jours sur le système de freins à air et les robinets de retenue donné par un instructeur du British Columbia Institute of Technology.

À partir de mai 2007, le bulletin d'exploitation 07-10 a été émis, ce qui a renforcé la politique existante de la WP&YR exigeant que les agents de train et les chefs de train effectuent un réglage, un essai de desserrement des freins et une inspection avant départ. Lorsqu'un défaut est décelé, les wagons doivent être mis à part et un superviseur doit être avisé.

Les instructions incluses dans une ébauche des *Air Brake and Train Handling Rules* du 1<sup>er</sup> juin 2008 comprennent des instructions sur les inspections des locomotives et sur le fonctionnement des robinets de retenue pour les opérations d'entretien de la voie pour les trains de ballast et les trains de voyageurs.

Un manuel sur les tâches et les questions de sécurité s'appliquant aux agents de train et aux chefs de train a été publié.

À partir de mai 2008, la WP&YR a installé des consignateurs d'événements de type Q1067E sur 17 des 20 locomotives de son parc. Les 3 locomotives qui restent sont utilisées à l'arrière, dans le groupe de traction.

En juin 2007, la WP&YR a acheté trois téléphones satellites pour ses trains et pour le contremaître d'entretien de la voie entre Bennett et Carcross, ce qui leur permet de communiquer entre eux et avec le contrôleur de la circulation ferroviaire. Les numéros de téléphone ont été distribués aux employés, et un numéro d'urgence a été créé au centre de contrôle de la circulation ferroviaire. Les équipes ont été averties par bulletin d'exploitation que les trains qui voyagent au nord de Bennett doivent être munis d'un téléphone satellite et que ce dernier doit être allumé. Des téléphones cellulaires sont aussi disponibles au cas où les téléphones portatifs existants et les téléphones satellites récemment acquis fassent défaut.

Le 17 juillet 2007, le bulletin d'exploitation 07/25 a été émis pour protéger les travailleurs et les contremaîtres en vertu de la règle 815 du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada*. Il permet de s'assurer que le travail est arrêté et que la voie est dégagée avant qu'un train puisse franchir la zone.

En mai 2008, la WP&YR a émis le bulletin d'exploitation 08-19, soit une ébauche des procédures de manipulation du matériel roulant pour les équipes d'exploitation afin de minimiser les risques encourus dans des pentes de plus de 2 %.

La WP&YR a donné à Transports Canada son plan de mesures correctives pour donner suite aux conclusions du rapport de la vérification de Transports Canada effectuée entre le 4 et le 7 juin 2007.

La WP&YR a introduit un cours annuel de 12 heures portant sur les systèmes de freins à air. Ce cours a été présenté par des instructeurs du British Columbia Institute of Technology; tous les mécaniciens, les chefs de train et les agents de train y ont assisté.

Un cours de formation de trois heures portant sur l'essai des freins des wagons, suivi d'un examen, a été donné à tous les inspecteurs de wagons autorisés.

Les limites de charge et le matériel d'utilisation restreinte (*restricted service equipment* ou RSE) ont été inscrits sur la majorité des wagons basculants.

Du 2 au 4 mai 2008, des programmes d'évaluation et de re-certification des mécaniciens ont été menés, et la documentation a été versée au dossier.

Un consultant a été embauché pour élaborer des exigences d'essai et de formation en matière de sécurité.

Un gestionnaire en sécurité a été embauché à temps plein.

Tout l'entretien des wagons et des locomotives est maintenant expliqué dans des documents et conservé dans des dossiers.

Des robinets de retenue ont été posés sur tous les wagons à ballast.

*Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 25 juillet 2008.*

*Visitez le site Web du BST ([www.bst.gc.ca](http://www.bst.gc.ca)) pour plus d'information sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également des liens vers d'autres organismes de sécurité et des sites connexes.*



---

## Annexe A – Sigles et abréviations

AAR	Association of American Railroads
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
GRC	Gendarmerie royale du Canada
h	heure
HP	horsepower (puissance)
lb	livres
lb/po <sup>2</sup>	livres au pouce carré
mi/h	milles à l'heure
REF	<i>Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada</i>
RSE	<i>restricted service equipment</i> (matériel d'utilisation restreinte)
SGS	système de gestion de la sécurité
WP&YR	White Pass and Yukon Route
°C	degrés Celsius
%	pour cent