

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR UN ÉVÉNEMENT FERROVIAIRE

R98V0148

COLLISION PAR L'ARRIÈRE

CHEMIN DE FER CANADIEN PACIFIQUE

TRAIN NUMÉRO 839-020 ET TRAIN NUMÉRO 463-11

POINT MILLIAIRE 78,0, SUBDIVISION SHUSWAP

NOTCH HILL (COLOMBIE-BRITANNIQUE)

11 AOÛT 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 ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

Rapport d'enquête sur un événement ferroviaire

Collision par l'arrière

Chemin de fer Canadien Pacifique
Train numéro 839-020 et train numéro 463-11
Point milliaire 78,0, subdivision Shuswap
Notch Hill (Colombie-Britannique)
11 août 1998

Rapport numéro R98V0148

Résumé

Le 11 août 1998 vers 18 h 10, heure avancée du Pacifique, le train n° 463-11 du Chemin de fer Canadien Pacifique a heurté l'arrière du train n° 839-020 du Chemin de fer Canadien Pacifique au point milliaire 78,0 de la subdivision Shuswap du Chemin de fer Canadien Pacifique, près de Notch Hill (Colombie-Britannique). Un wagon du train n° 463-11 et deux wagons du train n° 839-020 ont déraillé. Personne n'a été blessé dans l'accident.

La section 3 du présent rapport renferme les conclusions du Bureau quant aux causes et facteurs contributifs de l'accident de même que d'autres faits établis par l'enquête. Le Bureau a constaté des lacunes en ce qui a trait aux mesures de sécurité supplémentaires pour la communication des signaux et à l'incidence du bruit sur la communication des renseignements essentiels à la sécurité entre les membres des équipes dans la cabine des locomotives. La section 4 présente les deux recommandations de sécurité formulées par suite des lacunes relevées.

This report is also available in English.

1.0	Renseignements de base	1
1.1	L'accident.....	1
1.2	Victimes	1
1.3	Dommmages	1
1.4	Lieu de l'événement	1
1.5	Particularités de la voie	2
1.6	Renseignements sur le personnel.....	3
1.7	Renseignements sur les trains.....	3
1.7.1	Train 839.....	3
1.7.2	Train 463.....	3
1.8	Méthode de contrôle du mouvement des trains	3
1.8.1	Généralités	3
1.8.2	Liste du mouvement des trains.....	4
1.9	La collision	5
1.10	Conditions météorologiques	6
1.11	Renseignements consignés	7
1.12	Autres renseignements.....	7
1.12.1	Essai des signaux après l'accident.....	7
1.12.2	Reconstitution de la visibilité du signal	7
1.12.3	Gestion de l'équipe.....	7
1.12.4	Supervision et surveillance du rendement par la compagnie	8
1.12.5	Surveillance réglementaire	8
1.12.6	Événements analogues.....	9
1.12.7	Bruit et intelligibilité des conversations.....	9
1.12.7.1	Bruit dans la cabine de la locomotive	9
1.12.7.2	Évaluation de l'intelligibilité des conversations.....	10
1.12.7.3	Norme ISO 9921-1 – Définition du seuil d'audition normal.....	11
1.12.7.4	Acuité auditive exigée pour le personnel itinérant.....	12
1.12.7.5	Intelligibilité des conversations – Reconstitution générale.....	12
1.12.7.6	Évaluation de l'intelligibilité des conversations – Reconstitution de l'événement.....	13
1.12.8	Sondage auprès des chefs de train et des mécaniciens.....	13
2.0	Analyse	15
2.1	Introduction.....	15
2.2	Visibilité en voie	15

2.3	Modèles mentaux de l'équipe	15
2.4	Obligation de nommer les signaux	16
2.5	Bruit dans la cabine de la locomotive	17
2.6	Chaîne d'autorité.....	18
2.7	Supervision de la compagnie et surveillance réglementaire	19
3.0	Conclusions	21
3.1	Faits établis quant aux causes et facteurs contributifs	21
3.2	Faits établis quant aux risques	21
3.3	Autres faits établis.....	21
4.0	Mesures de sécurité.....	23
4.1	Mesures prises	23
4.2	Mesures nécessaires.....	23
4.2.1	Communication des signaux.....	23
4.2.2	Environnement des locomotives.....	24
5.0	Annexes	
	Annexe A - CFCP - Instruction spéciale pour le réseau relativement à la règle 90.....	25
	Annexe B - Règle 119 du Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada.....	27
	Annexe C - Sigles et abréviations	29

1.0 Renseignements de base

1.1 L'accident

Le 11 août 1998, le train n° 463-11 (train 463), un train de marchandises du Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP), quitte Revelstoke (Colombie-Britannique), point milliaire 0,0 de la subdivision Shuswap, vers 14 h 54, heure avancée du Pacifique (HAP), et roule en direction ouest. Vers 18 h 10, alors que le train 463 sort d'une courbe vers la droite en approchant du point milliaire 78,0, l'équipe aperçoit le dernier wagon du train n° 839-020 du CFCP (train 839), lequel s'est arrêté au point milliaire 80,2 pour laisser passer un train roulant en direction est; les deux membres de l'équipe du train 463 serrent immédiatement les freins d'urgence. Le train 463 heurte le dernier wagon du train 839.

1.2 Victimes

Aucune blessure n'a été signalée par suite de l'accident.

1.3 Dommages

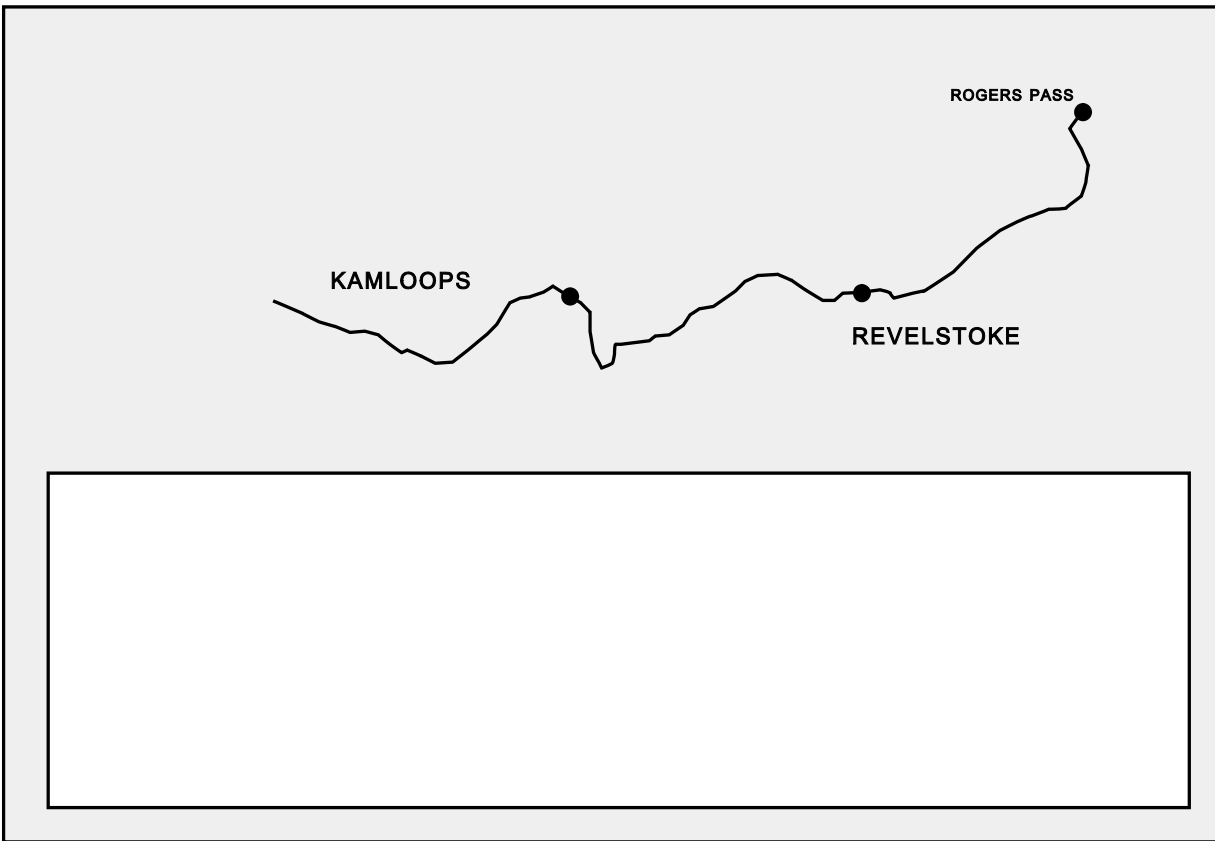
Les deux derniers wagons du train 839 (chargés de charbon) ont subi des dommages mineurs.

La locomotive de tête, CP 5503 (type SD40-2), et la locomotive de queue, SOO 6604, du train 463 ont subi des dommages mineurs. Le premier bogie du wagon DTTX 75914, un wagon à plates-formes multiples placé immédiatement derrière les locomotives, a déraillé du côté nord de la voie nord et a subi des dommages importants. Les conteneurs vides que ce wagon transportait ont été détruits.

1.4 Lieu de l'événement

En direction ouest, la subdivision Shuswap va de Revelstoke (point milliaire 0,0) à Kamloops (Colombie-Britannique) (point milliaire 128,5). Dans ce tronçon, la voie principale est simple sauf entre le point milliaire 2,0 et le point milliaire 6,1, entre le point milliaire 69,0 et le point milliaire 80,2, et entre le point milliaire 103,8 et le point milliaire 128,5, où elle est double. Un détecteur de boîtes chaudes (DBC) est situé au point milliaire 77,5; cet appareil balaie les roulements des roues au passage des trains et émet un message radio indiquant leur état.

¹ Toutes les heures sont exprimées en HAP (temps universel coordonné (UTC) moins sept heures), sauf indication contraire.



La vitesse maximale autorisée pour les trains de marchandises sur le tronçon nord de la voie principale nord, entre le point milliaire 77,2 et le point milliaire 80,2, est de 30 mi/h. Comme le train 463 avait subi une panne de l'unité de détection et de freinage (UDF), il ne pouvait rouler à plus de 25 mi/h.

Environ 955 pieds à l'est du point milliaire 78,0, la voie décrit une courbe de cinq degrés vers la droite.

1.5 Particularités de la voie

La structure de la voie était faite de longs rails soudés posés sur des traverses en bois dur de neuf pieds et retenus à chaque traverse par 10 crampons. La voie reposait sur un ballast de pierre concassée. Tous les éléments de la voie étaient en bon état.

1.6 *Renseignements sur le personnel*

Le mécanicien et le chef de train du train 463 répondaient aux exigences de leurs postes respectifs et satisfaisaient aux normes de condition physique et de repos. Le mécanicien en était à son quatrième parcours depuis son retour de vacances. En moyenne, il avait dormi sept heures pendant chacune des trois nuits qui ont précédé l'événement. Le chef de train avait été en congé pendant quatre jours avant l'événement et avait dormi environ huit heures pendant chacune de ces nuits.

Le mécanicien est entré au service de la compagnie comme agent de train en 1971 et est devenu mécanicien en 1975. Il avait travaillé dans la subdivision Shuswap au cours des 10 dernières années. Le chef de train est entré aux Services de l'ingénierie en 1991 et a été muté au personnel itinérant, devenant chef de train en 1997. Depuis l'obtention de sa qualification, il avait fait sept parcours dans la subdivision Shuswap à titre de chef de train. En raison des règles d'ancienneté auxquelles il était assujéti, il avait été mis à pied à quatre reprises au cours de l'année. Sa période d'inactivité équivalait à un total de neuf mois.

1.7 *Renseignements sur les trains*

1.7.1 *Train 839*

Le train 839 comptait 3 locomotives AC4400 et 114 wagons chargés de charbon. Il pesait environ 16 700 tonnes et mesurait quelque 6 900 pieds.

1.7.2 *Train 463*

Le train 463 était composé de 2 locomotives SD40-2, de 19 wagons chargés et de 5 wagons vides. Il pesait quelque 2 900 tonnes et mesurait environ 1 500 pieds.

1.8 *Méthode de contrôle du mouvement des trains*

1.8.1 *Généralités*

Dans la subdivision Shuswap, le mouvement des trains est régi par la commande centralisée de la circulation (CCC) en vertu du Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada (REF). La CCC constitue un système de signaux de cantons dans lequel un contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) supervise les mouvements des trains à partir d'un poste central. Les mouvements des trains sont dirigés par les indications des signaux. Le CCF et les équipes des trains communiquent par radio. Pendant l'exploitation normale, le CCF et les équipes des trains ne sont pas tenus de communiquer la position d'un train aux autres trains. Toutefois, dans l'événement à l'étude, les membres de l'équipe étaient régis par l'Instruction spéciale pour le

réseau relativement à la règle 90 (voir l'Annexe A) et par la règle 119 (voir l'Annexe B), qui l'obligeaient à écouter en permanence le canal d'attente pour être au fait des mouvements des autres trains dans le secteur.

La CCC n'assure pas automatiquement la protection des trains; elle fournit des indications de signaux qui permettent aux trains de rouler à l'intérieur du même canton. La CCC ne comporte aucun système qui avertit l'équipe d'un train des zones de restriction ou de la présence d'autre matériel roulant. Le système est conçu de façon à ce que les trains reçoivent une série de signaux qui les obligent à prendre les mesures exigées par le signal. Le système suppose que l'équipe identifie les signaux et se communique le nom de chaque signal en vertu de la règle 34 du REF.

La règle 34 b) du REF précise :

Les membres de l'équipe qui sont à portée de voix les uns des autres se communiqueront d'une manière claire et audible le nom de chaque signal fixe qu'ils sont tenus d'annoncer. Tout signal influant sur le mouvement du train ou de la locomotive doit être nommé à haute voix dès l'instant où il est reconnu formellement; cependant, les membres de l'équipe doivent surveiller les changements d'indication et, le cas échéant, s'en faire part rapidement et agir en conséquence.

La règle 34 c) du REF stipule :

Si la réaction à un signal influant sur le mouvement du train ou de la locomotive tarde à venir, les membres de l'équipe doivent se rappeler les uns aux autres l'action prescrite par ce signal. Si cette démarche n'a pas de suite, ou s'ils constatent que le mécanicien est hors d'état de réagir, les autres membres de l'équipe doivent prendre des mesures immédiates pour assurer la sécurité du train ou de la locomotive, en allant jusqu'à provoquer un arrêt d'urgence si la situation l'exige.

1.8.2 Liste du mouvement des trains

Les équipes des trains ont à leur disposition la liste du mouvement des trains, laquelle est actualisée plusieurs fois par jour. Cette liste indique les noms des membres des équipes affectées aux mouvements de trains futurs et donne une indication générale de l'horaire des trains. La liste du mouvement des trains ne fait pas une énumération de tous les trains aux fins des opérations ferroviaires proprement dites, mais fournit plutôt aux équipes de l'information sur les trains prévus, de façon que les membres des équipes prennent tout le repos nécessaire en vue de leur affectation suivante. On n'est pas censé s'en servir comme indicateur ou comme moyen d'autorisation des mouvements de trains. Toutefois, les équipes utilisent ces listes de façon non officielle pour déterminer l'ordre, l'heure de passage et l'emplacement approximatif des autres trains.

Avant de partir de Revelstoke, le chef de train du train 463 a obtenu un exemplaire de la liste du mouvement des trains. La liste venait d'être mise à jour et commençait avec le train 463. Elle ne contenait pas de renseignements sur les trains précédents.

1.9 La collision

Au moment où le train 463 approchait de Tappen (point milliaire 70,5), le mécanicien a entendu la transmission du DBC lorsque le train 839 passait devant l'emplacement du DBC, au point milliaire 77,5. Le chef de train ne s'est pas rappelé avoir entendu cette transmission.

Le train 839 en direction ouest s'était arrêté sur la voie nord, au point milliaire 80,2, pour laisser passer un train qui se dirigeait vers l'est. Sa queue se trouvait au point milliaire 78,0, à quelque 7 000 pieds à l'ouest du signal 767N.

Vers 18 h 10, le train 463 sortait de la courbe en approchant du point milliaire 78,0. La visibilité à la sortie de cette courbe était réduite par la présence d'un bouquet d'arbres, du côté nord de la voie ferrée. Les distances de visibilité mesurées jusqu'à l'arrière du train étaient de 380 pieds. En apercevant le dernier wagon du train 839, les deux membres de l'équipe du train 463 ont serré immédiatement les freins d'urgence. Le train 463 a heurté le wagon arrière du train 839. Au moment de la collision, l'équipe du train 839 était descendue de la locomotive pour inspecter un train qui allait passer en direction est. L'équipe du train 463 a lancé un message d'urgence à ce moment.

Les trains qui circulent vers l'ouest sur la voie nord, entre le point milliaire 69,0 et le point milliaire 78,0, sont régis par les signaux de canton suivants : 723N au point milliaire 72,3, 745N au point milliaire 74,5 et 767N au point milliaire 76,7.

En supposant que le système de signalisation fonctionnait normalement, la présence du train 839 aurait été indiquée par les signaux suivants (voir la figure 2) :

- Signal 723N - «Vitesse normale» (Avancer)
- Signal 745N - «De vitesse normale à arrêt» (Avancer : être prêt à s'arrêter au signal suivant)
- Signal 767N - «Signal de marche à vue» (Avancer à vitesse de marche à vue)

Point milliaire 78,0

² Vitesse qui permet l'arrêt non seulement en deçà de la moitié de la distance de visibilité d'un matériel roulant, mais aussi avant un aiguillage mal orienté, et qui ne doit jamais dépasser la Petite vitesse. La petite vitesse est une vitesse ne dépassant pas quinze milles à l'heure.

Les membres de l'équipe du train 463 ont déclaré qu'ils se sont communiqué l'un à l'autre l'indication du signal 767N. Le chef de train a observé et nommé un «Signal de marche à vue» et a remarqué que le mécanicien regardait dans la direction du signal. Le chef de train n'a pas entendu le mécanicien nommer l'indication du signal qu'il a observée. Le mécanicien a observé et nommé un signal «De vitesse normale à arrêt», mais n'a pas entendu le chef de train en accuser réception. Ni le chef de train ni le mécanicien n'ont demandé des précisions sur le signal observé et ils n'ont pas non plus contesté l'identification du signal donnée par l'autre.

L'équipe était exposée à un niveau de bruit élevé pendant que le train gravissait la rampe de Notch Hill à la puissance maximale (la commande des gaz était à la position huit); le chef de train et le mécanicien portaient tous deux des bouchons d'oreilles. Comme il faisait exceptionnellement chaud ce jour-là et que la cabine de la locomotive n'était pas climatisée, les membres de l'équipe avaient ouvert les fenêtres.

Les membres de l'équipe du train 463 n'étaient pas en communication radio avec le train 839 et ne se sont souvenus d'aucune autre communication radio en provenance d'autres équipes dans le secteur.

Il n'y a pas d'enregistreur de conversations dans les locomotives. Sans un dispositif de ce genre, il est impossible de déterminer la nature exacte des communications verbales qui se tiennent dans la cabine.

1.10 Conditions météorologiques

Le train 463 a franchi le signal 767N vers 18 h 10, heure à laquelle le soleil devait être à environ 20 degrés au-dessus de l'horizon. Les données météorologiques pour la région ont révélé la présence de brume sèche causée par la fumée de feux de forêt qui touchaient le secteur de Salmon Arm et les environs. Toutefois, les deux membres de l'équipe ont déclaré qu'il n'y avait

pas de brume sèche causée par la fumée ou d'autres conditions climatiques susceptibles de gêner la visibilité à la hauteur du signal 767N ou du point milliaire 78,0. La température ambiante était de 30 degrés Celsius.

1.11 Renseignements consignés

Les données du consignateur d'événements ont révélé que le serrage des freins d'urgence du train est survenu à une distance consignée de 78,040 milles (environ 300 pieds avant la position de l'arrière du train 839) et que le train circulait alors à une vitesse consignée de 21,9 mi/h. Le train s'est arrêté à une distance consignée de 78,098 milles de Revelstoke. Au moment de l'impact, le train roulait à 16 mi/h.

1.12 Autres renseignements

1.12.1 Essai des signaux après l'accident

Des représentants de la compagnie ont vérifié le signal de canton 767N immédiatement après l'accident et ont constaté qu'il fonctionnait normalement.

1.12.2 Reconstitution de la visibilité du signal

On a procédé à une reconstitution plusieurs jours après l'accident, à bord d'un train de travaux. La reconstitution a révélé qu'à partir de la position du chef de train, le signal 767N était d'abord visible d'une distance de 2 500 pieds, après quoi il disparaissait en raison de la courbure de la voie, et réapparaissait à environ 1 500 pieds. Par la fenêtre du mécanicien, le signal a été visible pour la première fois à une distance d'environ 900 pieds.

1.12.3 Gestion de l'équipe

Les mécaniciens et les chefs de train peuvent choisir le type de service qui leur convient le mieux — des parcours dans une seule subdivision, des parcours étendus (ne s'appliquent pas dans la subdivision Shuswap) et la liste de relève — fondé sur l'ancienneté. Pour chaque type de service, il y a un groupement pour les mécaniciens et un autre pour les chefs de train.

Chaque membre de l'équipe travaille chacun son tour par rotation, premier arrivé premier sorti, sous réserve des périodes de repos et de service obligatoires. S'il est impossible de combler un poste pour un type de service à partir d'un groupement, on choisit des noms à partir de la liste de relève sur laquelle figurent les noms des employés ayant le moins d'ancienneté.

1.12.4 *Supervision et surveillance du rendement par la compagnie*

Le CFCP s'assure du respect des règles du REF en appliquant un programme de surveillance à l'échelle locale et nationale.

À l'échelle locale, des agents de la compagnie accompagnent les équipes des trains afin de surveiller leur travail, et signalent les dérogations le cas échéant. Les agents administrent aussi des tests de compétence pour s'assurer que les équipes comprennent bien les règles et les appliquent de façon satisfaisante. Un gestionnaire du service de ligne ou un gestionnaire de l'exploitation examine le rendement de chaque mécanicien au moins une fois tous les trois ans. Une des compétences évaluées a trait à la compréhension des règles clés comme les règles 34 et 90 du REF et à leur application.

À l'échelle nationale, le CFCP compte trois «experts des règles» à temps plein. Dans le cadre de leurs fonctions, ces experts accompagnent aussi les équipes des trains. Ils préparent des rapports dans lesquels ils exposent en détail les constatations faites lors de leurs parcours d'inspection. Des mesures correctives sont prises à partir des conclusions de ces rapports.

Par exemple, le CFCP a institué un programme de sensibilisation aux règles il y a sept ans. Ce programme, intitulé «Règle de la semaine», vise à faire mieux connaître aux équipes les règles qui ont été révisées et celles qu'on a identifiées comme posant des difficultés (par suite des parcours d'inspection et grâce à d'autres moyens comme les rapports d'incident). La règle 34 a été la «Règle de la semaine» à plusieurs occasions au cours des sept dernières années.

De plus, les superviseurs et les comités de santé et sécurité au travail du CFCP surveillent les rapports sur les dangers qui sont remplis par les équipes de trains qui observent des conditions ou des endroits dangereux, et prennent les mesures correctives qui s'imposent.

1.12.5 *Surveillance réglementaire*

La Direction générale de la sécurité ferroviaire de Transports Canada est l'organisme de réglementation de l'industrie ferroviaire. Sa mission consiste à «établir et administrer des politiques, règlements et services pour le meilleur réseau de transport ferroviaire qui soit».

La Direction générale de la sécurité ferroviaire est divisée en cinq régions. Chaque région prépare au début de l'année un plan dans lequel elle établit le nombre d'inspections sur place d'équipes de trains ou des «parcours» qu'elle doit faire au cours de l'année. Le nombre de trains à bord desquels des parcours seront faits au cours d'une année est établi en fonction de l'examen d'un certain nombre de facteurs, notamment les rapports d'accidents et d'incidents, les vérifications antérieures et l'examen au hasard des données téléchargées des consignateurs d'événements des trains.

La région du Pacifique compte deux «inspecteurs de trains» à temps plein, qui relèvent d'un chef qui effectue aussi des parcours à l'occasion. Une des fonctions des inspecteurs de trains consiste à s'assurer de la conformité

avec le REF, notamment avec la règle 34. Tous les secteurs de non-conformité ou les sujets de préoccupation qui sont signalés pendant les parcours sont notés. Un rapport est adressé au superviseur compétent de la compagnie, qui a alors 14 jours pour réagir et prendre des mesures correctives. L'information est consignée dans la base de données de surveillance de l'exploitation des trains. Grâce à cette base de données, Transports Canada dispose à la fois d'un moyen de suivi administratif (par exemple, la fréquence des parcours d'inspection à bord des trains et le nombre d'équipes contrôlées) et d'un moyen d'analyse des données sur les lacunes.

1.12.6 Événements analogues

Cet accident est la seconde collision par l'arrière à se produire au point milliaire 78,0 de la subdivision Shuswap au cours des 10 dernières années. En 1992, une collision par l'arrière est survenue (rapport n° R92V0061 du BST) entre un train de travaux (Facultatif 5580) et un train de marchandises (Facultatif 5801). Le Facultatif 5801 s'était arrêté pour laisser passer un autre train à Notch Hill; son arrière était au point milliaire 78,0. Les membres de l'équipe du Facultatif 5580 ont interprété le «Signal de marche à vue» du signal 767N comme étant un signal de «Vitesse normale» et ont franchi le signal croyant que la voie était inoccupée. Ils ont vu le train arrêté en sortant de la courbe de cinq degrés vers la droite qui précède immédiatement le point milliaire 78,0, et ont serré les freins d'urgence. L'impact a causé des dommages considérables à une locomotive du Facultatif 5580.

1.12.7 Bruit et intelligibilité des conversations

1.12.7.1 Bruit dans la cabine de la locomotive

Le bruit des moteurs est la principale source de bruit liée à la conduite des locomotives. Le niveau et le spectre du bruit varient en fonction de la vitesse et de la charge du moteur. Les sources additionnelles de bruit sont la purge interne des freins à air dans les cabines des locomotives plus vieilles, le sifflet et le bruit dû au contact des roues contre les rails. Le fait d'ouvrir les fenêtres, particulièrement dans des secteurs où le son se réfléchit, comme dans les tunnels et dans les pentes en région montagneuse, a pour effet d'accroître le niveau de bruit. Il y a aussi les vibrations qui font se desserrer des pièces dans la cabine de la locomotive et causent une résonance. L'état d'entretien peut aussi influencer sur le niveau de bruit à l'intérieur de la cabine de la locomotive. En effet, les moteurs ont un fonctionnement plus irrégulier et plus bruyant si leur état de fonctionnement n'est pas idéal. Les supports s'usent et se relâchent et peuvent occasionner de nouvelles vibrations ou réduire la capacité d'amortissement des vibrations, ce qui peut alors créer une source de bruit ou faire augmenter le niveau de bruit.

La plupart du temps, on étudie le bruit dans le contexte du potentiel de perte d'acuité auditive, mais il reste que le bruit peut affecter le rendement des équipes d'autres façons. Les fonctions faisant appel à la vigilance et les faibles stimuli qui caractérisent une partie du travail des mécaniciens et des chefs de train font en sorte que le travail de ces personnes peut être considéré comme étant monotone. Le bruit produit un effet de fatigue constante, croissante, dont la fiabilité statistique est établie, surtout quand il s'ajoute à des tâches monotones de ce genre.

Le bruit peut aussi avoir une incidence sur l'intelligibilité des conversations. Du point de vue de l'intelligibilité des conversations, le niveau de bruit doit être encore plus bas que du point de vue de la santé proprement dite. La norme MIL-STD-1472D recommande une limite de 75 décibels (dBA) dans les secteurs qui exigent des communications à une distance de cinq pieds ou moins, et recommande une limite de 65 dBA dans les secteurs opérationnels où une communication directe est nécessaire à une distance de cinq pieds ou moins.

L'emploi de protecteurs d'oreilles peut compliquer la communication. Quand le niveau de bruit ambiant excède les 75 dBA, un locuteur portant des protecteurs d'oreilles réduit habituellement son effort vocal d'environ 3 décibels (dB) comparativement à un locuteur qui ne porte pas ces protecteurs.

1.12.7.2 Évaluation de l'intelligibilité des conversations

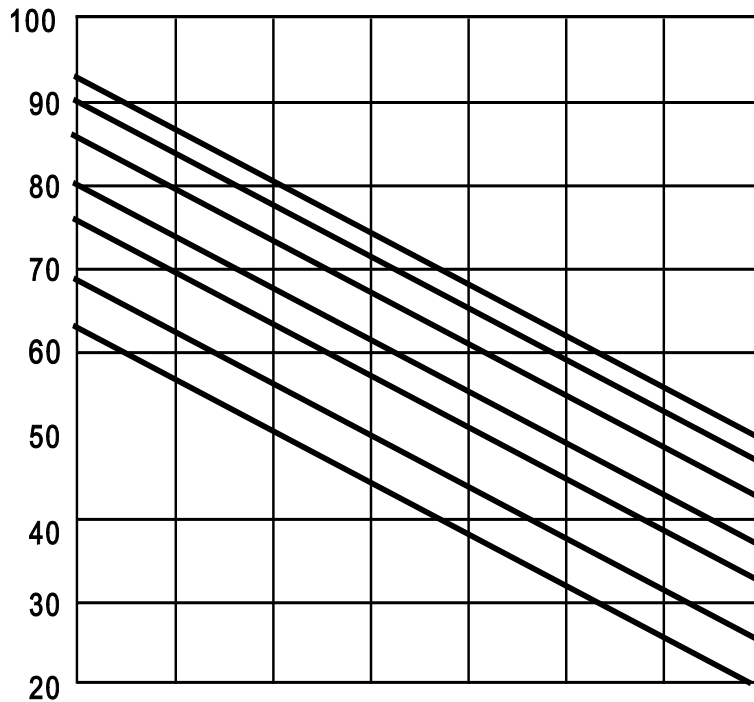
Le BST a procédé à une évaluation des communications verbales entre les membres des équipes de trains afin d'apprécier l'incidence du bruit sur les communications entre les membres des équipes des locomotives. Les principes et les techniques utilisés aux fins de cette évaluation figurent dans la norme ISO 9921-1, *Évaluation ergonomique de la communication parlée - Partie 1 : Niveau d'interférence avec la parole et les distances de communication pour des personnes ayant une capacité d'audition normale en communication directe (méthode SIL)*. Les caractéristiques acoustiques pertinentes du bruit sont résumées selon un indice ponctuel appelé niveau d'interférence avec la parole (de l'anglais, *speech interference level* – SIL). Le SIL correspond à la moyenne arithmétique des niveaux de pression acoustique des parasites sonores exprimée en dB, dans les quatre bandes d'octave centrées sur les fréquences de 500, 1 000, 2 000 et 4 000 hertz (Hz). L'effort vocal qu'on doit fournir pour tenir une communication compréhensible augmente en fonction de la distance entre le locuteur et le destinataire et de l'augmentation du SIL. La figure 3 montre la relation qui existe entre le SIL permettant une communication satisfaisante et la distance maximale entre le locuteur et le destinataire, pour sept niveaux d'effort vocal du locuteur.

³ U.S. Department of Defence (1989). *Human Engineering Criteria for Military Systems, Equipment and Facilities* (MIL-STD-1472D).

⁴ La gamme de pondération A (dBA) mesure la pression acoustique à peu près comme le ferait l'oreille humaine; elle est insensible aux sons à basse fréquence (moins de 1 000 Hz), assez sensible aux sons à haute fréquence (entre 1 000 Hz et 10 000 Hz) et insensible aux sons de plus de 10 000 Hz.

⁵ J. Multer, R. Rudich et K. Yearwood (1998). *Human Factors Guidelines for Locomotive Cabs*. DOT/FRA/ORD-98/03. U.S. Department of Transportation.

⁶ Ce diagramme ne tient pas compte du niveau de bruit ambiant et de l'effet du port de protecteurs d'oreilles.



1.12.7.3 Norme ISO 9921-1 – Définition du seuil d'audition normal

En audiométrie, les niveaux de bruit de différentes fréquences sont normalisés en fonction d'un zéro de référence, soit le seuil d'audition nominal. Le seuil d'audition d'une personne est la plus basse pression acoustique que cette personne peut détecter et est exprimé en termes d'écart par rapport au seuil d'audition nominal. Pour les personnes souffrant d'une perte d'acuité auditive, l'écart est plus grand que pour celles dont l'ouïe est normale.

La norme ISO 9921-1 définit le seuil d'audition normal comme étant l'écart moyen par rapport au seuil d'audition nominal pour des hommes de 70 ans et moins (auditeurs normaux). La norme ISO 9921-1 précise que les écarts maximaux par rapport aux valeurs de seuil sont de 6, 7 et 12 dB aux fréquences respectives de 500, 1 000 et 2 000 Hz.

1.12.7.4 Acuité auditive exigée pour le personnel itinérant

Les normes d'admissibilité et de maintien en poste du personnel itinérant sont exposées en détail dans l'ordonnance générale n° 0-9 de la Commission canadienne des transports, intitulée *Règlement de l'examen de la vue et de l'ouïe des employés de chemin de fer, C.R.C., c. 1173*, et dans la *Modification au Règlement de l'examen de la vue et de l'ouïe des employés de chemin de fer CCT 1985-3 CHEMINS DE FER*.

Les critères limitent l'admissibilité des personnes dont la perte d'acuité auditive (écart par rapport au seuil d'audition nominal) est supérieure à 20 dB aux fréquences de 500, 1 000 et 2 000 Hz. Les exigences concernant le maintien en poste des employés précisent que le personnel itinérant ne peut pas avoir une perte d'audition de 40 dB, sauf pour les affectations pendant lesquelles la perte d'audition n'empêche pas l'employé de s'acquitter de son travail de façon appropriée et sûre.

1.12.7.5 Intelligibilité des conversations – Reconstitution générale

Pendant cinq jours, on a fait des mesures du niveau de bruit lors de parcours distincts effectués dans la subdivision Mountain et la subdivision Shuswap du CFCP. Pour avoir une idée des différents niveaux de bruit, on a échantillonné neuf trains, trois types de locomotive et de groupes de traction dans une variété de conditions topographiques. On a fait des tests sur au moins trois locomotives de chaque type. Les niveaux de SIL ont été calculés, et le tableau 1 présente les résultats obtenus pour les différents types de locomotives gravissant une pente de 1 à 1,4 p. 100 avec la manette des gaz à la position huit, les fenêtres ouvertes et les fenêtres fermées.

Type de locomotive	Fenêtres fermées (SIL)	Fenêtres ouvertes (SIL)
SD40-2	de 73 à 74 dB	de 73 à 78 dB
AC4400	de 68 à 74 dB	de 73 à 74 dB
SD90-MAC	de 54 à 61 dB	de 65 à 70 dB

Tableau 1 - Niveaux d'interférence avec la parole pour différents types de locomotives qui gravissent une pente, avec les fenêtres fermées et avec les fenêtres ouvertes

On peut déterminer la distance maximale à laquelle deux personnes peuvent communiquer verbalement de façon efficace à l'aide de la figure 3, après avoir corrigé les résultats en fonction des niveaux de bruit ambiant (dBA) et du port de protecteurs d'oreilles. Les valeurs sont présentées au tableau 2.

Type de locomotive		

⁷ Les différences de fréquence du niveau de bruit ambiant peuvent influencer sur la distance à laquelle on peut communiquer verbalement de façon efficace.

	Fenêtres fermées	Fenêtres ouvertes
SD40-2	de 0,6 à 0,7 m	de 0,4 à 0,6 m
AC4400	de 0,5 à 0,9 m	de 0,5 à 0,6 m
SD90-MAC	de 1,2 à 2,4 m	de 0,7 à 1,3 m

Tableau 2 - Distance maximale en mètres (m) à laquelle on peut communiquer verbalement de façon efficace

1.12.7.6 Évaluation de l'intelligibilité des conversations – Reconstitution de l'événement

Une reconstitution visant à recréer les conditions qui régnaient au moment de l'événement a été faite avec un train dont les caractéristiques étaient similaires à celles du train en cause (train intermodal tiré par deux locomotives SD40-2, manette des gaz à la position huit, vitesse du même ordre de grandeur, soit de 15 à 25 mi/h, fenêtres ouvertes, sièges du mécanicien et du chef de train placés à environ 2 m l'un de l'autre). Des échantillonnages ont été effectués à intervalles de cinq minutes au fur et à mesure de la progression du train dans la subdivision Shuswap. Les résultats obtenus ont concordé avec les valeurs présentées au tableau 2.

1.12.8 Sondage auprès des chefs de train et des mécaniciens

On a procédé à un sondage à participation volontaire afin de déterminer dans quelle mesure les équipes des trains nommaient les signaux. Au total, 27 formulaires de sondage ont été distribués et ils ont tous été remplis. Les questionnaires ont été distribués dans le sud de l'Ontario (Toronto et Sarnia) et en Colombie-Britannique (Vancouver et Revelstoke), à des équipes du CFCP et du Canadien National (CN).

À la question à savoir si les équipes de trains nommaient les signaux dans l'industrie, 20 personnes ont répondu que le signal de «Vitesse normale» n'était pas toujours nommé, et 7 personnes ont dit que les signaux «autres que ceux de Vitesse normale» n'étaient pas toujours nommés. Interrogés à savoir si leurs collègues nommaient les signaux, les répondants ont donné

des réponses similaires; 20 d'entre eux ont répondu que leurs collègues ne nommaient pas les signaux de «Vitesse normale», et 10 autres ont répondu que leurs collègues ne nommaient pas les signaux «autres que ceux de Vitesse normale». À la question de savoir s'ils annonçaient personnellement les signaux, 15 ont répondu qu'ils ne nommaient pas les signaux de «Vitesse normale» et 1 répondant a indiqué qu'il ne nommait pas les signaux «autres que ceux de Vitesse normale».

Les résultats de ce sondage ont été corroborés par les observations que les enquêteurs du BST avaient faites sur le terrain, à savoir que seulement 20 p. 100 des membres des équipes nommaient les signaux de façon régulière.

⁸

Il est normal de constater une réduction entre les valeurs signalées pour les collègues et celles que les travailleurs ont signalées pour eux-mêmes, car les répondants sont moins susceptibles d'admettre personnellement qu'ils ont contrevenu à la réglementation.

2.0 *Analyse*

2.1 *Introduction*

La sécurité d'un train dépend du niveau de conscience de la situation que l'équipe est en mesure d'atteindre. Les facteurs fondamentaux qui permettent un degré optimal de conscience de la situation sont la facilité avec laquelle les membres de l'équipe du train communiquent entre eux ainsi qu'avec leur environnement opérationnel plus large (p. ex. transmissions radio en provenance d'autres trains, des CCF et des DBC et d'autres renseignements comme les listes du mouvement des trains), ainsi que l'efficacité et l'exhaustivité de ces communications.

L'analyse traitera des facteurs qui ont une incidence sur la protection des mouvements de trains en territoire régi par CCC : la visibilité en voie, les modèles mentaux des membres de l'équipe, le bruit qui règne dans la locomotive, la chaîne d'autorité, et la supervision assurée par la compagnie et la surveillance réglementaire.

2.2 *Visibilité en voie*

Cet événement et la collision par l'arrière survenue en 1992, dont il est question à la section 1.12.6, font ressortir l'importance de la visibilité en voie pendant l'exploitation des trains. La courbure de la voie immédiatement avant le point milliaire 78,0 et le bouquet d'arbres situé au nord de la voie ont eu pour effet de réduire la distance de visibilité. Après que le signal du point milliaire 76,7 a été interprété comme étant un signal «De vitesse normale à arrêt», et supposant que la voie était inoccupée, l'équipe n'a pas réduit la vitesse du train. Dès lors, l'équipe du train n'avait plus suffisamment de temps pour prévenir la collision. En raison de l'aménagement de la voie et de la distance de visibilité réduite, cet endroit est particulièrement vulnérable aux collisions parce qu'il est un point de rencontre où les trains sont souvent immobilisés et où il est difficile de les voir.

2.3 *Modèles mentaux de l'équipe*

Chez une personne, on peut considérer la conscience de la situation comme le modèle mental qu'une personne se fait d'une situation donnée à un moment donné. On élabore un modèle mental à partir d'indices relatifs à la situation et à l'environnement immédiats (p. ex. lieu, vitesse, présence de dangers) combinés à l'information obtenue grâce aux études, à la formation et à l'expérience.

⁹

La conscience de la situation dans ce contexte consiste en la perception précise des facteurs et des conditions qui ont une incidence sur une locomotive et son équipe pendant une période donnée. Autrement dit, il s'agit de «savoir ce qui se passe autour de soi».

Souvent, les équipes des trains utilisent de l'information non officielle pour former leur modèle mental et, en l'absence d'un ensemble complet d'indices relatifs à une situation donnée, elles peuvent combiner des renseignements fragmentaires avec des anticipations mentales et intégrer le tout au modèle mental.

Comme la liste du mouvement des trains obtenue par l'équipe n'identifiait pas les trains qui précédaient son propre train, l'équipe ne disposait d'aucune indication quant à la distance qui séparait son train du train 839. Le message du DBC qu'on a entendu quelque 25 minutes avant la collision a confirmé au mécanicien que, même si un train se trouvait devant, ce dernier avait déjà dépassé le DBC du point milliaire 77,5 et était parti depuis longtemps. L'équipe du train 463 n'a entendu aucune autre communication qui aurait pu aviser le mécanicien du fait que le train 839 s'était arrêté pour laisser passer un autre train. En raison de la position du soleil (bas au-dessus de l'horizon), le mécanicien a eu de la difficulté à bien reconnaître l'indication du signal 767N. S'il y a ambiguïté, une personne emploie souvent des renseignements externes, qu'ils soient partiels ou complets, pour arriver à mieux définir son modèle mental. Il s'ensuit que le mécanicien a cru que le canton était inoccupé et que le signal 767N montrait l'indication «De vitesse normale à arrêt».

Alors que le mécanicien croyait que le signal indiquait «De vitesse normale à arrêt», le chef de train, qui n'avait pas entendu le message du DBC et voyait mieux le signal, a cru que le signal indiquait «Signal de marche à vue».

2.4 *Obligation de nommer les signaux*

La protection des trains en territoire où la circulation est régie par CCC exige que le mécanicien identifie les signaux, interprète leur indication et prenne des mesures en conséquence. Le chef de train fait office de seconde ligne de défense en faisant une identification et une interprétation indépendantes des signaux et en faisant part de ces renseignements au mécanicien. En se communiquant le signal l'un à l'autre, les membres de l'équipe ont la possibilité de réévaluer un signal qui aurait pu être mal identifié.

Le sondage et les observations des enquêteurs du BST ont fait ressortir que les équipes ne nomment pas les signaux de façon uniforme. Le sondage a révélé qu'un grand nombre d'équipes ne nomment pas le signal indiquant «Vitesse normale», peut-être en raison de la nature redondante des signaux indiquant de rouler à la vitesse normale (étant donné que la grande majorité des signaux indiquent «Vitesse normale») et du fait qu'un signal de «Vitesse normale» signifie que la situation n'exige pas des mesures immédiates.

Le fait de ne pas nommer les signaux ne concerne pas que les signaux de «Vitesse normale» puisque certaines équipes ne nomment pas non plus des signaux «autres que ceux de Vitesse normale». Ce défaut de nommer les signaux va à l'encontre de la prémisse de base concernant la redondance du signal, à savoir la contre-vérification faite par le second membre de l'équipe, qui devrait assurer la protection des mouvements de trains. Par conséquent, le mécanicien ne pourra pas confirmer si le signal est effectivement un signal de «Vitesse normale» ou si le chef de train n'a pas nommé un signal autre qu'un signal de «Vitesse normale», ce qui fait que le mécanicien doit se fier uniquement à sa propre interprétation du signal. Si le mécanicien interprète mal le signal comme étant un signal de «Vitesse normale», le fait que le chef de train n'ait pas nommé un signal peut renforcer le modèle mental du mécanicien, pour qui la voie est libre.

2.5 *Bruit dans la cabine de la locomotive*

L'étude a révélé que, dans la locomotive SD40-2, pour des personnes ayant une acuité auditive normale, la distance maximale à laquelle une communication verbale efficace aurait été possible est de 0,6 m. Étant donné que les sièges sont placés à environ 2 m l'un de l'autre, une communication verbale entre les membres de l'équipe serait difficile à réaliser. De plus, la définition du seuil d'audition normal qu'on donne dans la norme ISO est plus restrictive que la norme acceptée dans ce domaine, à savoir l'ordonnance générale n° 0-9. Par conséquent, le personnel itinérant pourrait être affecté de troubles auditifs plus prononcés que ce qui pourrait être établi d'après la norme ISO, ce qui signifie que l'effet du bruit pourrait être plus prononcé chez les équipes de trains que ce qu'on pourrait déterminer en utilisant la méthode exposée dans la norme ISO.

Le bruit qui règne dans la cabine d'une locomotive entraîne une plus grande confusion qui peut se manifester quand les membres de l'équipe ne nomment pas tous les signaux. Si une personne nomme un signal dans un environnement bruyant et que son message n'est pas entendu, cet apparent «défaut de nommer le signal» pourrait être interprété comme étant une confirmation de l'indication de signal de «Vitesse normale».

Les membres de l'équipe étaient exposés à un environnement très bruyant pendant que le train roulait avec la manette des gaz à la position huit et les fenêtres ouvertes. Pour compenser le niveau de bruit élevé, le chef de train portait des protecteurs d'oreilles, ce qui rendait encore plus difficile la communication entre les membres de l'équipe. Quand le train s'est approché du signal 767N, chaque membre de l'équipe a identifié, interprété et nommé le signal, mais ni l'un ni l'autre n'a entendu le message de son collègue. Cet état de fait a renforcé le modèle mental du mécanicien, selon lequel le signal indiquait de continuer à la vitesse normale et le canton était inoccupé, de sorte que le mécanicien a franchi le signal à une vitesse de 21,9 mi/h sans ralentir.

Des personnes différentes peuvent élaborer des modèles mentaux différents dans une situation donnée. Il est essentiel que les membres de l'équipe communiquent entre eux pour qu'ils puissent harmoniser leurs modèles mentaux et en venir à une compréhension mutuelle. Comme les cabines des locomotives ne sont pas équipées d'enregistreurs de conversations, il est impossible de savoir avec exactitude comment les signaux ont été communiqués.

2.6 *Chaîne d'autorité*

Le chef de train avait relativement peu d'expérience, car il comptait seulement sept parcours dans cette subdivision, comparativement au mécanicien qui comptait 25 ans de service, dont les 10 dernières années passées dans cette même subdivision. On peut s'attendre à ce que des nouveaux chefs de train se fient sur l'expérience des mécaniciens dans l'exercice de leurs fonctions. Un chef de train frais émoulu peut être intimidé et avoir de la difficulté à s'affirmer quand il fait équipe avec un mécanicien comptant beaucoup plus d'années d'expérience.

Le chef de train aurait pu contester le mécanicien à deux reprises au moins. La première occasion s'est présentée quand le chef de train n'a pas entendu le mécanicien répéter l'indication du signal. La seconde

occasion s'est présentée quand le mécanicien n'a pas ralenti en franchissant le signal 767N. Quand il y a un écart dans la chaîne d'autorité, c'est-à-dire une différence entre les niveaux d'autorité des membres de l'équipe, le membre de l'équipe qui a le moins d'ancienneté est moins susceptible de communiquer ses préoccupations, ce qui va à l'encontre des principes exposés pendant la formation sur la gestion des ressources en équipe. Le concept relatif à la chaîne d'autorité est universel, et son application a été démontrée dans les autres modes de transport.

Dans le domaine de l'aviation, les rapports d'autorité entre le commandant et le premier officier ont été mis en cause dans de nombreux accidents et incidents. Les recherches ont démontré qu'il faut établir une chaîne d'autorité optimale à l'intérieur du poste de pilotage afin d'assurer une interface efficace entre les pilotes dans le poste de pilotage (Edwards, 1975). L'écart d'autorité peut être trop faible, p. ex. quand deux personnes également qualifiées occupent les deux sièges, ou il peut être trop accentué, p. ex. quand il y a un pilote en chef dominant et un premier officier peu expérimenté qui hésite à s'affirmer. De telles situations peuvent diminuer le rendement et faire en sorte que des erreurs passent inaperçues et ne soient pas corrigées. Une étude réalisée au Royaume-Uni auprès de 249 pilotes de ligne a confirmé l'importance de cet aspect de la communication dans les postes de pilotage. Près de 40 p. 100 des premiers officiers interrogés ont déclaré qu'il leur est arrivé à plusieurs reprises de ne pas communiquer au commandant les doutes légitimes qu'ils entretenaient au sujet du vol de l'aéronef. Les motifs invoqués semblaient avoir trait au désir d'éviter des conflits et à une attitude de déférence à l'égard de l'expérience et de l'autorité du commandant.

Le fait que les lignes aériennes et les organismes de réglementation de l'aviation aient mis l'accent sur la formation relative à la gestion des ressources en équipe a permis une amélioration marquée de la discipline et du rendement à l'intérieur des postes de pilotage. Grâce au perfectionnement de la gestion des ressources, la chaîne d'autorité à l'intérieur du poste de pilotage devrait montrer le moins d'écarts possible. Dans l'industrie maritime, l'adoption de cours de formation des officiers au sujet de la gestion des ressources sur la passerelle (de l'anglais, *bridge resource management* – BRM) devrait permettre des améliorations similaires relativement au nombre d'accidents ou d'incidents attribuables aux lacunes en matière de communications.

La pratique actuelle des chemins de fer, consistant à former des équipes à partir de la liste de relève, a pour effet de regrouper au hasard des employés ayant peu et beaucoup d'ancienneté; par conséquent, il importe que, dans l'intérêt de la sécurité, l'industrie ferroviaire élabore des cours de formation sur la gestion des ressources en équipe afin d'éliminer le facteur dit de la «chaîne d'autorité».

2.7 *Supervision de la compagnie et surveillance réglementaire*

Même si les personnes appuient les buts ou les objectifs visés par l'application d'une règle, si elles croient que les moyens pris pour atteindre cette fin ne sont pas pertinents, elles seront moins disposées à s'y conformer. Si

¹⁰ J. Wheale (1983). «Crew coordination on the flight deck of commercial transport aircraft», Flight Operations Symposium. Irish Airline Pilots Association/Aerlingus. Dublin. p. 19-20. Octobre 1983.

¹¹ Dave T. Miller. *Psychological Factors Influencing Compliance*. Final Report for the Federal Statutes Compliance Project. Ministère de la Justice, Ottawa.

L'on s'en fie aux résultats de discussions informelles avec des équipes de trains et aux réponses recueillies dans le cadre du sondage du BST, il est évident que les équipes des trains trouvent qu'il est important de communiquer les signaux afin d'assurer la sécurité des opérations ferroviaires. Toutefois, les équipes ont fait ressortir que, dans les faits, il n'était pas nécessaire de nommer tous les signaux puisque l'important était de nommer les signaux «autres que ceux de Vitesse normale», étant donné que ces derniers signaux étaient d'une importance critique pour la prévention des accidents. Par conséquent, les équipes ne nomment pas tous les signaux de façon uniforme. Il s'ensuit qu'on se prive alors d'une mesure de sécurité fiable, ce qui risque d'occasionner une confusion entre les membres des équipes quant aux indications des signaux.

La méthode de surveillance que Transports Canada et la compagnie emploient actuellement est inefficace puisqu'on n'a aucun moyen de vérifier le degré de conformité avec la règle 34 à moins d'accompagner l'équipe dans la cabine de la locomotive. Le problème tient au fait que les membres des équipes communiquent habituellement les signaux lorsqu'ils sont en présence d'un superviseur de la compagnie ou d'un inspecteur de Transports Canada, étant donné qu'ils s'exposeraient à des sanctions s'ils ne les nommaient pas. Comme la communication verbale est rendue difficile par le bruit qui règne dans la cabine des locomotives, on pourrait utiliser d'autres moyens que la communication verbale pour nommer les signaux et pour améliorer ainsi la sécurité des mouvements des trains.

3.0 *Conclusions*

3.1 *Faits établis quant aux causes et facteurs contributifs*

1. L'équipe a mal interprété le signal du point milliaire 76,7, croyant qu'il indiquait «De vitesse normale à arrêt»; par conséquent, l'équipe n'a pas réduit la vitesse du train et n'a pas pu éviter la collision.
2. À bord de la locomotive SD40-2, alors que la manette des gaz était à la position huit et que les fenêtres étaient ouvertes, le bruit empêchait le mécanicien et le chef de train de communiquer verbalement avec efficacité à partir de leurs sièges respectifs.
3. Les données de la liste du mouvement des trains, le message du détecteur de boîtes chaudes et l'ambiguïté causée par les reflets dus à la position du soleil ont confirmé le modèle mental du mécanicien voulant que le canton soit inoccupé vers l'avant.
4. Ni le chef de train ni le mécanicien n'ont contesté l'identification des signaux qui a été faite par l'autre; la différence dans la chaîne d'autorité entre les deux membres de l'équipe a probablement empêché le chef de train de contester le mécanicien et de faire part de ses préoccupations.

3.2 *Faits établis quant aux risques*

1. Le risque de collision est accru au point milliaire 78,0, étant donné qu'il s'agit d'un point de croisement régulier où les trains sont souvent arrêtés et où il est difficile de voir les trains en raison de l'aménagement de la voie et de la distance de visibilité réduite.
2. Le manque d'uniformité entre les membres des équipes quant à la communication des signaux va à l'encontre des principes de redondance qui sont prévus dans le système de protection des mouvements des trains, et introduit un risque de confusion relativement aux indications données par les signaux.
3. Les membres des équipes ne sont pas toujours en mesure de communiquer verbalement de façon efficace à partir de leurs sièges respectifs à bord des locomotives SD40-2, AC4400 et SD90-MAC.

3.3 *Autres faits établis*

1. La nature non officielle des listes du mouvement des trains peut inciter les équipes à élaborer des modèles mentaux incorrects de leur position par rapport aux autres trains.
2. Dans le contexte des procédures d'exploitation en vigueur, le bruit qui règne dans la cabine des locomotives a pour effet d'accroître le risque de confusion attribuable au manque d'uniformité dans la communication des signaux.

3. Actuellement, la communication verbale est rendue difficile par le bruit qui règne dans la cabine de la locomotive. On pourrait nommer les signaux avec plus d'efficacité en utilisant d'autres méthodes de communication ou des méthodes améliorées de communication phonique.
4. La méthode de surveillance que Transports Canada et la compagnie ferroviaire emploient actuellement est inefficace puisqu'on n'a aucun moyen de s'assurer du degré de conformité avec la règle 34, à moins de se trouver dans la cabine de la locomotive avec l'équipe.

4.0 *Mesures de sécurité*

4.1 *Mesures prises*

La zone de service a mis davantage l'accent sur l'application des règles 34 et 90 du Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada (REF) en imposant des parcours d'inspection traditionnels et des tests de compétence. L'équipe a suivi un cours de recyclage sur l'application des règles.

On a examiné les détails de la collision par l'arrière au cours de la réunion de quatre heures portant sur la sécurité qui s'est tenue à l'automne 1998 et qui visait à sensibiliser les personnes aux circonstances entourant l'incident et à rappeler l'importance du respect des règles. De plus, les superviseurs de première ligne visitent plus souvent le poste d'enregistrement de Revelstoke afin de discuter de l'incident avec les membres des équipes au moment où ceux-ci terminent ou entreprennent leur période de service.

Le Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP) a mis au point un programme de formation sur la gestion des ressources en équipe et en fait profiter les nouveaux employés itinérants; la compagnie a aussi entrepris d'offrir ce même programme aux employés actuels. L'Association of American Railroads adapte actuellement le programme pour en faire un programme générique applicable à tous les chemins de fer d'Amérique du Nord. La Norfolk and Southern a utilisé le matériel du CFCP en vue du tournage d'une vidéo de formation sur la gestion des ressources en équipe, qui est maintenant à la disposition de toutes les compagnies ferroviaires.

Transports Canada est conscient du fait que les employés des chemins de fer ne se conforment pas toujours à la règle 34 b), et entend lancer à la grandeur du Canada une campagne intensive de surveillance de la conformité à cette règle. Suivant les résultats de l'évaluation, Transports Canada prendra les mesures qui s'imposent.

4.2 *Mesures nécessaires*

4.2.1 *Communication des signaux*

Le Bureau reconnaît les efforts concertés de la compagnie ferroviaire et de l'organisme de réglementation afin de régler le problème relatif à la communication des signaux entre les membres des équipes. Des programmes de la compagnie ferroviaire, notamment le programme portant sur la «Règle de la semaine», sont des moyens positifs qui permettront de réduire les risques associés à la communication des signaux. Le Bureau attend les résultats de l'étude de Transports Canada portant sur le respect de la règle 34, et s'attend à ce que ce programme rehausse le niveau de sensibilisation des équipes à ces questions. Toutefois, le Bureau craint que l'efficacité du programme ne soit partielle et temporaire. La pratique actuelle porte à croire que, pour bien des équipes, le respect de la règle 34 n'est pas nécessaire à la sécurité de l'exploitation. Dans les faits, la pratique

¹² Le Chemin de fer Canadien Pacifique compte deux zones de service en Colombie-Britannique : la zone de service de Vancouver et la zone de service de l'intérieur de la Colombie-Britannique qui comprend 14 subdivisions dont la subdivision Shuswap.

généralisée, qui consiste à ne pas nommer les signaux, prive les équipes d'une mesure de sécurité supplémentaire, à savoir l'interprétation des signaux par le second membre de l'équipe; cette lacune a pour effet d'accroître les risques d'accidents.

On pourrait envisager différentes mesures pour corriger cette lacune en ce qui a trait aux règles de sécurité. Par exemple, on pourrait passer à un dispositif électronique enregistrable qui permettrait de communiquer les signaux au moyen de messages non verbaux et de consigner aussi les mesures prises par l'équipe, ce qui faciliterait les tâches de surveillance de la compagnie ou de l'organisme de réglementation. On pourrait également remplacer la règle actuelle par une mesure de sécurité supplémentaire plus pertinente qui pourrait avertir les membres de l'équipe si les mesures qu'ils prennent ne concordent pas avec ce que le signal exige. Un examen exhaustif de la portée du problème et des différentes solutions possibles pourrait déboucher sur une amélioration importante de la sécurité dans le domaine du transport ferroviaire. Par conséquent, le Bureau recommande que :

Le ministère des Transports et l'industrie ferroviaire mettent en oeuvre des mesures de sécurité supplémentaires afin de s'assurer que les membres des équipes identifient les signaux et s'y conforment de façon uniforme.

R00-04

4.2.2 *Environnement des locomotives*

L'efficacité et la sécurité de l'exploitation d'un chemin de fer sont tributaires en grande partie de communications précises et opportunes. Actuellement, la communication à bord des locomotives se fait uniquement de vive voix. Or, le bruit qui règne dans la cabine des locomotives, et plus particulièrement dans les locomotives plus vieilles, empêche les membres de l'équipe de se communiquer verbalement des renseignements essentiels à la sécurité. Par conséquent, le Bureau recommande que :

Le ministère des Transports évalue l'incidence du bruit sur la communication de vive voix dans la cabine des locomotives et s'assure que les membres des équipes puissent communiquer de façon efficace les renseignements essentiels à la sécurité.

R00-05

Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 28 novembre 2000.

Annexe A - CFCP - Instruction spéciale pour le réseau relativement à la règle 90

Liaison phonique - Exigences additionnelles

1. Aux exigences de la règle 90 s'ajoute l'obligation d'établir une liaison phonique aux moments et aux points suivants :
 - a) Avant le départ des points où l'équipe reçoit une autorisation de circuler, en mentionnant :
 - le nom de la gare de départ du train;
 - le premier point d'application d'une restriction imposée soit par l'article 3 soit par l'article 4, 6, 7 ou 8 de la feuille de libération.
 - b) En ROV [Régulation de l'occupation de la voie], à moins d'indication contraire dans les directives particulières à la subdivision, avant de franchir en cours de route un panneau indicateur de gare à un mille, en mentionnant :
 - le nom de la gare;
 - le premier point d'application d'une restriction imposée soit par l'article 3 soit par l'article 4, 6, 7 ou 8 de la feuille de libération.
 - c) À une distance de 1 à 3 milles de points où un BM [bulletin de marche] ou un BEQ [Bulletin d'exploitation quotidien] assurent la protection d'une voie impraticable ou exigeant une limitation de vitesse.
 - d) À une distance de 1 à 3 milles de points où les instructions d'un contremaître sont nécessaires, en vertu de la règle 311, 567.1 ou 618.
 - e) En ROV, juste avant qu'un train ou une locomotive entre sur une voie principale, ou la quitte, par un aiguillage à manoeuvre manuelle, en mentionnant :
 - l'emplacement de l'aiguillage;
 - la position dans laquelle l'aiguillage doit être laissé;
 - le numéro de la feuille de libération, si l'aiguillage doit être laissé dans la position renversée.

Nota : Cette disposition ne s'applique pas en manoeuvre.

Exemples :

«5820 Ouest, l'aiguillage est de la voie d'évitement à Mirror peut être laissé dans la position renversée. Feuille de libération No 231. TERMINÉ.» ou

«5820 Ouest, l'aiguillage ouest de la voie d'évitement à Mirror doit être remis à la position normale. TERMINÉ.»

2. Quand tous les membres de l'équipe sont postés dans la cabine de la locomotive menante :
 - un membre de l'équipe fait les annonces exigées sur le canal d'attente désigné dans l'indicateur.

3. Dans l'application de la règle 90 :
 - un membre de l'équipe posté ailleurs que dans la cabine de la locomotive menante doit entrer en liaison phonique avec un membre de l'équipe qui est posté dans la cabine de la locomotive menante.

Annexe B - Règle 119 du Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada

ÉCOUTE PERMANENTE

- a) Lorsqu'il n'y a pas de communication à transmettre ou à recevoir, les récepteurs de poste radio mobile (et les récepteurs de radio portative, dans la mesure du possible) doivent être réglés au canal d'attente approprié et à un volume qui permettra une écoute permanente.
- b) Le volume d'un récepteur radio devrait être gardé à un niveau qui évitera de gêner le public dans les voitures et les installations de gare.

Annexe C - Sigles et abréviations

BEQ	Bulletin d'exploitation quotidien
BM	bulletin de marche
BRM	<i>bridge resource management</i> (gestion des ressources sur la passerelle)
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
CCC	commande centralisée de la circulation
CCF	contrôleur de la circulation ferroviaire
CFCP	Chemin de fer Canadien Pacifique
CN	Canadien National
dB	décibel
dBA	gamme de pondération A (niveau acoustique)
DBC	détecteur de boîtes chaudes
HAP	heure avancée du Pacifique
Hz	hertz (cycles par seconde)
ISO	Organisation internationale de normalisation
m	mètre
mi/h	mille à l'heure
REF	Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada
ROV	Régulation de l'occupation de la voie
SIL	<i>speech interference level</i> (niveau d'interférence avec la parole)
UDF	unité de détection et de freinage
UTC	temps universel coordonné