

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR ACCIDENT FERROVIAIRE

R97C0147

DÉRIVE DE WAGONS / DÉRAILLEMENT

CHEMIN DE FER CANADIEN PACIFIQUE

TRAIN NUMÉRO 353-946

SUBDIVISION LAGGAN

FIELD (COLOMBIE-BRITANNIQUE)

2 DÉCEMBRE 1997



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

Rapport d'enquête sur accident ferroviaire

Dérive de wagons / Déraillement

Chemin de fer Canadien Pacifique

Train numéro 353-946

Subdivision Laggan

Field (Colombie-Britannique)

2 décembre 1997

Rapport numéro R97C0147

Résumé

Le 2 décembre 1997, vers 12 h, heure normale des Rocheuses, 66 wagons du train n° 353-946 du Chemin de fer Canadien Pacifique qui roulait vers l'ouest ont déraillé pendant une descente non contrôlée à grande vitesse dans un tronçon escarpé de la subdivision Laggan appelé «Field Hill». Aucun des trois membres de l'équipe n'a été blessé.

Le Bureau a déterminé que l'équipe n'a pas pu maîtriser la vitesse du train après que le train s'est mis en mouvement dans une pente raide alors que la réserve d'air de freinage était épuisée et que le frein rhéostatique, dont l'effort de freinage complète celui des freins à air, n'était pas engagé. Une série de décisions peu opportunes quant à l'exploitation du train a causé la perte de la réserve d'air dans le circuit de freinage. Les procédures d'exploitation ferroviaire n'interdisaient pas la pratique consistant à réalimenter le circuit de freinage pendant que le train descendait Field Hill. Le recours à une méthode de rétablissement de la commande pneumatique qui différait de celle exigée par le manuel d'exploitation de la compagnie a fait en sorte que le frein rhéostatique ne s'est pas engagé. Le dispositif de rétablissement de la commande pneumatique et l'affichage des fonctions intégrées de la locomotive n'ont pas été conçus avec un niveau suffisant de tolérance des erreurs. De plus, la formation et la supervision assurées par la compagnie n'ont pas permis de s'assurer que le mécanicien avait des connaissances et une compréhension suffisantes de tous les aspects du fonctionnement de la locomotive GE AC 4400. Il se peut que le rendement du mécanicien ait été affecté par la fatigue.

This report is also available in English.

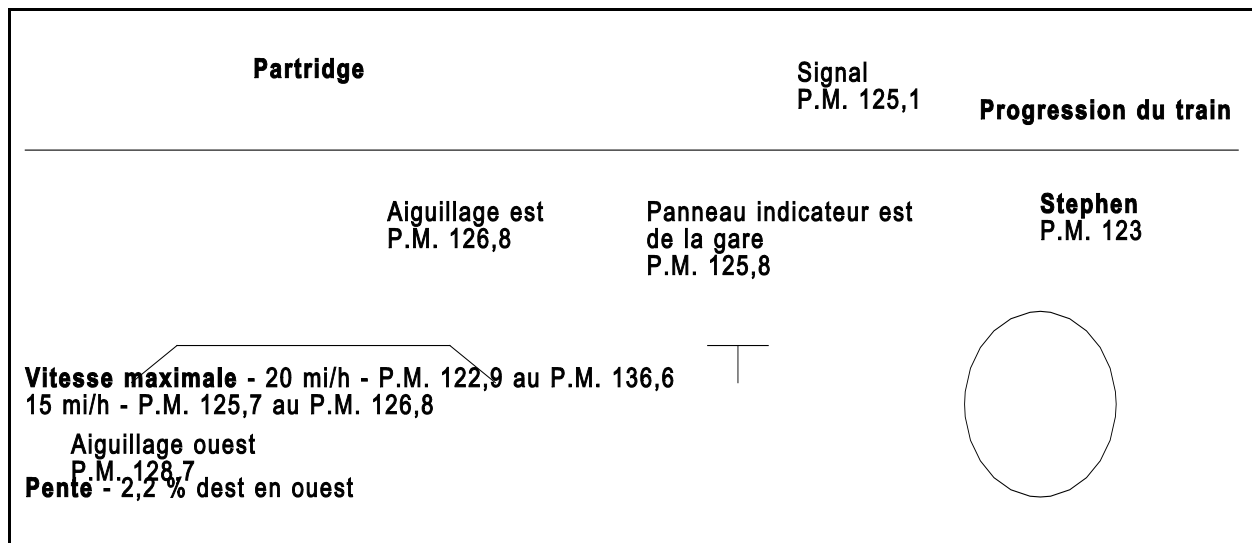
1.0	Renseignements de base	1
1.1	L'accident	1
1.2	Instructions d'exploitation - Field Hill	4
1.3	Victimes	5
1.4	Particularités de la voie	5
1.5	Renseignements sur le lieu de l'événement	6
1.6	Renseignements sur le personnel	6
1.7	Heures de travail et exigences de repos	8
1.8	Fatigue	8
1.9	Renseignements sur le train	9
1.10	Équipement et exploitation des locomotives	9
1.10.1	Écrans d'affichage des fonctions intégrées de la locomotive GE AC 4400	11
1.11	Rétablissement de la commande pneumatique	12
1.11.1	Procédures de rétablissement de la commande pneumatique	12
1.11.2	Principes de conception du matériel roulant	14
1.12	Fonctionnement du frein rhéostatique	14
1.13	Fonctionnement des freins à air	15
1.14	Essai de frein en marche	16
1.15	Méthode de contrôle du mouvement des trains	16
1.16	Inspections du train et des locomotives	17
1.17	Formation des mécaniciens	17
1.18	Expérience et supervision	18
1.19	Exigences de Transports Canada	19
1.20	Autres renseignements	20
1.20.1	Bulletins d'exploitation	20
1.20.2	Autres événements	20
1.21	Conditions météorologiques	20

2.0	Analyse.....	21
2.1	Introduction.....	21
2.2	Exploitation du train.....	21
2.3	Rétablissement de la commande pneumatique et conception du système de commande de la locomotive.....	23
2.4	Formation et supervision.....	24
2.5	Fatigue.....	24
3.0	Conclusions.....	27
3.1	Faits établis.....	27
3.2	Causes.....	28
4.0	Mesures de sécurité.....	29
4.1	Mesures prises.....	29
4.1.1	Bulletins d'exploitation.....	29
4.1.2	Exploitation.....	29
4.1.3	Formation.....	31
4.1.4	Changements dans la conception des locomotives.....	32
4.1.5	Intervention environnementale.....	32
4.1.6	Transports Canada.....	32
5.0	Annexes	
	Annexe A - Croquis de la voie dans le secteur de l'événement.....	35
	Annexe B - Sigles et abréviations.....	37

1.0 Renseignements de base

1.1 L'accident

Le train n° 353-946 (train 353) du Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP), en l'occurrence un train-bloc chargé de céréales, part de Calgary (Alberta), point milliaire 0,0 de la subdivision Laggan, à 6 h 52, heure normale des Rocheuses (HNR), et roule vers l'ouest à destination de Field (Colombie-Britannique), point milliaire 136,6. Le train roule sans incident entre Calgary et Stephen (Alberta), point milliaire 123,0, et arrive à cet endroit vers 11 h 50. À Stephen, la voie amorce une descente de 13,5 milles dont la dénivellation est de quelque 1 250 pieds, jusqu'à Field, point milliaire 136,6 (voir l'annexe A).



Au point milliaire 125,1, l'équipe voit un signal «de vitesse normale à arrêt différé», ce qui signifie «Avancer : le prochain signal est un signal de vitesse normale à arrêt; être prêt à s'arrêter au second signal». Le signal suivant se trouve à l'aiguillage est de Partridge, point milliaire 126,8, et le deuxième signal suivant est à l'aiguillage ouest de Partridge, point milliaire 128,7.

La vitesse maximale permise entre Stephen et Field est de 20 mi/h et est limitée à 15 mi/h entre le point milliaire 125,7 et l'aiguillage est de Partridge, point milliaire 126,8.

Au panneau indicateur est de la gare de Partridge, point milliaire 125,8, la vitesse consignée du train est de 14 mi/h, la manette des gaz est à la position de puissance et la réduction de la pression dans la conduite générale est à son minimum (sept livres au pouce carré (lb/po²)). Une instruction spéciale du CFCP exige un serrage supplémentaire (c'est-à-dire additionnel) des freins à cet endroit. Cette instruction vise à faire en sorte qu'on gradue le serrage des freins à air en fonction de la pente de façon qu'il soit possible d'arrêter n'importe où entre

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

le point milliaire 125,7 et Field et qu'il soit possible de repartir sans qu'on ait à desserrer les freins. Ce serrage n'a pas été commandé (voir la section 1.13 pour une explication sur le fonctionnement des freins à air des trains).

En approchant de l'aiguillage est de Partridge, alors que le train roule à 25 mi/h, l'équipe voit un signal «de vitesse normale à arrêt», signifiant de se préparer à arrêter le train au signal suivant, soit à l'aiguillage ouest de Partridge (point milliaire 128,7). Le train accélère encore lorsqu'il dépasse l'aiguillage est; il est alors en freinage rhéostatique et la réduction de pression dans la conduite générale est au minimum. Le mécanicien serre alors les freins à fond. Le chef de train a déclaré qu'il savait que la vitesse du train dépassait d'environ 10 mi/h la limite autorisée de 15 mi/h quand le train est arrivé près de l'aiguillage est, mais qu'il n'a pris aucune mesure corrective puisqu'il croyait que le mécanicien avait la situation bien en main. Comme le train ralentit plus que prévu, le mécanicien réduit graduellement le serrage du frein rhéostatique et augmente les gaz de façon que le train poursuive sa route en direction ouest et dépasse l'aiguillage est. Toutefois, à cause du serrage à fond des freins, le train s'immobilise au point milliaire 128,1, avec son arrière un peu après l'aiguillage est et son avant à environ 4 000 pieds de l'aiguillage ouest. Comme le signal de l'aiguillage ouest n'est pas visible de cet endroit, le mécanicien décide de se rendre à un point où l'équipe peut observer le signal. À cet endroit, la pente est de 2,2 p. 100. Le mécanicien sait qu'un train roulant vers l'est approche de l'aiguillage ouest et doit s'engager sur la voie d'évitement de Partridge, mais ce train n'est pas encore arrivé. Il place le manipulateur à la position de freinage rhéostatique et desserre les freins du train. Le train accélère rapidement et atteint 19 mi/h lorsqu'il arrive à la hauteur de l'aiguillage ouest. Après une série de serrages de service inefficaces, à partir du moment où le train roule à 5,6 mi/h avec le frein rhéostatique serré à fond, le mécanicien serre les freins d'urgence et arrête le train. La locomotive de tête se trouve alors à environ 500 pieds à l'est du signal.

Quand un serrage des freins d'urgence se produit, un interrupteur de commande pneumatique (PC) intervient automatiquement pour amener la locomotive au ralenti et annuler la puissance et le freinage rhéostatique, si bien que la locomotive est alors au point mort. Ce dispositif sert à éviter que la locomotive soit remise en route pendant un serrage des freins d'urgence du train et avant que le train se soit immobilisé. Un voyant lumineux blanc s'allume alors dans l'affichage des fonctions intégrées (IFD) de la locomotive, indiquant «PCS Open» pour indiquer que l'interrupteur de PC est activé. L'interrupteur de PC ne se réenclenche qu'après un délai de 60 secondes, et encore après l'exécution d'une suite précise d'opérations de contrôle de la locomotive. Lorsque le mécanicien serre les freins d'urgence, le délai de 60 secondes débute. Le délai de 60 secondes correspond au temps nécessaire pour s'assurer que les vannes de mise à l'atmosphère de la conduite générale de chaque wagon se réenclenchent et que la conduite générale est prête à se réalimenter.

Après l'arrêt du train, et en attendant que le train roulant vers l'est ait libéré l'aiguillage ouest, le mécanicien et le chef de train discutent des options qui s'offrent à eux quant à la reprise des opérations à la suite du serrage des freins d'urgence et à la façon de descendre la forte pente. Ils constatent que la réserve d'air du circuit de freinage est vraisemblablement épuisée. Un agent de train stagiaire est à bord de la locomotive mais ne prend

² Le frein rhéostatique est un dispositif de freinage de locomotive qui utilise les moteurs de traction de la locomotive pour freiner les essieux moteurs de la locomotive et qui peut être employé seul ou en combinaison avec le circuit de freins à air du train.

pas part à cette discussion. On discute notamment à savoir s'il faut se servir des robinets de retenue ou des freins à main, ou desserrer les freins du train et réalimenter le circuit des freins à air tout en roulant et en utilisant le frein rhéostatique pour limiter la vitesse. Même s'ils viennent de serrer les freins d'urgence pour immobiliser le train parce que le serrage du frein rhéostatique à fond et le serrage supplémentaire des freins de service n'ont pas suffi à limiter la vitesse, ils décident conjointement de recourir à la dernière option. Ils croient que les deux locomotives, équipées d'un système de freinage rhéostatique de puissance accrue, peuvent limiter la vitesse du train pendant que le circuit de freinage à air se réalimente. Ils avaient procédé ainsi par le passé et n'avaient pas eu de problèmes et ne croyaient pas que les conditions météorologiques soient susceptibles d'altérer la réaction des freins du train. Ils croient aussi que le train ralentirait en passant dans les courbes de la voie qui se trouvaient devant. De plus, le chef de train a une liste des mouvements des trains qui les amène à conclure qu'ils ne rencontreraient pas d'autres trains entre Partridge et Field, point milliaire 136,6.

Le train étant toujours en serrage d'urgence, et après un délai d'environ six minutes indiqué par l'IFD, le mécanicien déplace la poignée de manette des gaz/du freinage rhéostatique (manipulateur) de la position de ralenti à la position de serrage du frein rhéostatique («DB applied»). Quand le signal situé à l'ouest de Partridge indique «vitesse normale», il déplace la poignée du robinet de mécanicien de la position de serrage d'urgence à celle de desserrage. Même si les Instructions générales d'exploitation (IGE) du CFCP, qui ne sont pas spécifiques aux différents types de matériel roulant, exigent que le manipulateur reste à la position de ralenti, il est courant de le placer à la position de serrage du frein rhéostatique («DB applied») avant de desserrer les freins pendant la phase de rétablissement de la PC à bord des locomotives General Motors (GM), ce qui ne nuit pas au rétablissement de la PC ou au fonctionnement du frein rhéostatique. Cependant, la locomotive en question est une General Electric (GE).

Constatant une légère augmentation de régime du moteur, le mécanicien croit qu'elle indique l'engagement du frein rhéostatique. Il se rappelle qu'il a attendu que le voyant lumineux indiquant le décompte de 60 secondes (placé dans la fenêtre de message sur les freins à air dans l'IFD) se soit éteint avant de desserrer les freins du train et qu'il a interprété l'extinction du voyant comme un signe du rétablissement de la PC. Il ne se souvient pas avoir vu le voyant blanc «PCS Open» allumé.

Une fois les freins desserrés, le train accélère et atteint une vitesse d'environ 16 mi/h sur une distance de quelque 500 pieds. À ce moment, le mécanicien commence à réduire progressivement la pression dans la conduite générale jusqu'à 26 lb/po², mais le train continue d'accélérer. Le chef de train signale au mécanicien qu'à son avis, le frein rhéostatique ne fonctionne pas, en partie parce qu'il n'entend pas les bruits associés normalement au fonctionnement du frein rhéostatique. Le mécanicien regarde le levier de son manipulateur et répond que le freinage rhéostatique de la locomotive est à fond. Il ne remarque pas que la barre jaune indiquant

³ Robinet de retenue - Vanne dont sont munis tous les wagons de marchandises, par laquelle on évacue la pression d'air contenue dans les cylindres de frein. On peut la régler à la main pour qu'elle maintienne la pression aux cylindres de frein ou pour qu'elle limite la vitesse d'échappement de l'air contenu dans les cylindres.

⁴ Frein à main - dispositif de freinage réglé à la main dont chaque wagon est muni et qui est capable d'appliquer une force de freinage équivalente à celle du circuit de freins à air.

le freinage rhéostatique dans l'IFD n'indique aucun effort de freinage rhéostatique ou que le voyant «PCS Open» est allumé.

Le train arrive à l'entrée est du tunnel Upper Spiral (point milliaire 129,0) à environ 25 mi/h et continue d'accélérer jusqu'à environ 46 mi/h, après quoi le mécanicien serre les freins d'urgence. À peu près au même moment, 29 wagons se séparent du train de 84 wagons, et 16 d'entre eux déraillent à l'intérieur du tunnel Upper Spiral alors qu'ils roulent dans une courbe de 10 degrés. Les 13 derniers wagons restent à la verticale sur la voie, derrière les 16 wagons déraillés. La partie avant du train continue d'accélérer.

Le chef de train lance un message radio d'urgence pour avertir toutes les personnes dans le secteur que le train est parti à la dérive. Il parle ensuite au contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) pour lui signaler qu'il a perdu la maîtrise du train.

Le train à la dérive continue sa route avec les freins en serrage d'urgence sur une distance additionnelle de cinq milles, atteignant des vitesses de l'ordre de 50 mi/h. Alors que le train roule à quelque 47 mi/h dans une courbe de neuf degrés située au point milliaire 134,4, les deux locomotives se séparent des autres 55 wagons, dont 50 déraillent. Les cinq derniers wagons restent à la verticale sur la voie. Dans l'intervalle, le mécanicien recouvre la fonction de freinage rhéostatique et, à l'aide du frein rhéostatique et du robinet indépendant de mécanicien, il peut regagner la maîtrise des locomotives et se rendre jusqu'à Field.

1.2 Instructions d'exploitation - Field Hill

La vitesse maximale autorisée pour les trains de marchandises qui circulent vers l'ouest dans Field Hill était de 20 mi/h, à l'exception d'une limitation à 15 mi/h pour les trains dont le chargement excède le tonnage maximal (applicable au train 353) compte tenu de la puissance dont ils disposent pour gravir la rampe en arrivant à Stephen.

Les instructions spéciales de l'indicateur 82 du CFPC précisent en partie que la vitesse maximale est de 12 mi/h à 15 mi/h jusqu'à Stephen, que la vitesse maximale est de 15 mi/h entre Stephen et le passage à niveau public du point milliaire 123,9 et que la vitesse maximale est de 15 mi/h entre le point milliaire 125,7 et l'aiguillage est de la voie d'évitement de Partridge. En outre, les instructions expliquent que, s'il faut desserrer les freins, il ne faut pas essayer de les desserrer en marche à moins que la vitesse du train ne permette de réalimenter complètement le circuit de freinage. Il faut s'arrêter pour réalimenter le circuit de freinage si un desserrage des freins se produit dans des conditions météorologiques difficiles. Au moment de serrer à nouveau les freins du train, il faut procéder à un serrage initial. Dans des conditions météorologiques difficiles, il faut resserrer les freins du train dès que possible après que le train s'est mis en mouvement afin de garder le matériel roulant dans le même état. Il faut commander ce serrage avant d'utiliser le freinage rhéostatique. De plus, les instructions spéciales précisent qu'il faut procéder à une réduction supplémentaire (de 2 à 4 lb/po²) avant de dépasser le panneau indicateur est de la gare de Partridge. Il faut utiliser le frein rhéostatique ou commander des réductions supplémentaires additionnelles, ou les deux, pour être en mesure de maîtriser la vitesse du train jusqu'à Field. On devrait faire un arrêt à n'importe quel endroit entre le point milliaire 125,7 et Field afin de permettre au train de repartir sans avoir à desserrer les freins.

1.3 *Victimes*

Les membres de l'équipe n'ont pas été blessés.

1.4 *Particularités de la voie*

Dans le tronçon de la subdivision qui va de Stephen à Field, appelé Field Hill, la voie principale est simple et compte deux voies d'évitement désignées. La pente moyenne est de 2,2 p. 100 en direction ouest. Le tronçon compte des courbes prononcées et plusieurs tunnels, dont deux tunnels panoramiques (voir l'annexe A).

La voie est construite sur un ballast de pierre concassée et est faite de longs rails soudés de 136 livres qui reposent sur des traverses d'acier dans les tunnels et des traverses de bois dans les tronçons découverts.

Normalement, la voie est inspectée au moins deux fois par semaine. La dernière inspection qui a précédé le déraillement a eu lieu le matin même de l'accident. Lors de cette inspection, aucune anomalie n'a été relevée sur les lieux des deux déraillements.

La voie est conçue pour une vitesse d'exploitation maximale de 20 mi/h.

⁵ On considère qu'une pente de 1,8 p. 100 et plus est une pente de région montagneuse.

1.5 Renseignements sur le lieu de l'événement

Les 16 wagons qui ont déraillé lors du premier déraillement ont bloqué complètement le tunnel Upper Spiral. Sur le lieu du second déraillement (figure 2), les wagons se sont éparpillés sur le remblai qui descend vers la rivière Kicking Horse.

La voie ferrée a été détruite sur une distance de quelque 1 500 pieds dans le tunnel Upper Spiral, et sur une distance de 1 000 pieds sur le lieu du second déraillement. Soixante-quatre des 66 wagons-trémies chargés de céréales qui ont déraillé ont été détruits. Quelque 10 200 tonnes de céréales ont été répandues sur le sol, dont environ 9 000 tonnes ont été récupérées.



1.6 Renseignements sur le personnel

L'équipe était composée d'un chef de train, d'un mécanicien et d'un agent de train stagiaire. Le stagiaire en était à son premier parcours. Le chef de train et le mécanicien répondaient aux exigences de leurs postes respectifs et satisfaisaient aux exigences en matière de repos et de condition physique.

Le mécanicien avait travaillé auparavant comme agent de train/chef de train à partir de Medicine Hat, de 1983 à 1988. En 1988, il a commencé le programme de formation des mécaniciens, mais il n'a pas réussi la formation de base. Il est retourné à son poste de chef de train, et a travaillé surtout dans la subdivision Laggan jusqu'à ce qu'il se réinscrive au programme de formation des mécaniciens à Calgary, en octobre 1995. Il a réussi le programme de formation et a obtenu la qualification de mécanicien en juin 1996. Après avoir obtenu cette qualification, il a été en repos pendant cinq mois. Quand il a repris le travail, il a agi à titre de mécanicien de relève lorsque des affectations étaient offertes, sinon il travaillait comme chef de train dans la subdivision Laggan. Il avait environ un an d'expérience à titre de mécanicien de relève.

Le mécanicien travaillait en relève à son terminal d'appartenance (Calgary), et avait une fenêtre d'affectation allant de 19 h à 7 h. La nuit du 30 novembre 1997, il a dormi de 22 h 30 à 7 h le lendemain matin. Le 1^{er} décembre 1997 à 21 h, après avoir pris 2,5 heures de repos, il a été appelé à prendre son service à 23 h et a fini son service à 3 h le 2 décembre. Les pratiques locales d'appel permettaient à un mécanicien soit de travailler pendant une autre période de service après une «courte navette» (pourvu qu'il se conforme aux exigences concernant le repos et le nombre maximal d'heures de service) ou de s'inscrire en repos. À 3 h 30, le 2 décembre, le mécanicien a accepté un appel pour une seconde période d'affectation qui devait commencer à 5 h 30, au cours de laquelle il devait conduire le train 353 de Calgary à Field. Comme il avait été en repos pendant environ 48 heures avant la courte navette, il a fait un second tour de service. S'il n'avait pas accepté l'affectation, il aurait pu s'inscrire en repos après la courte navette et aurait quand même gardé sa place dans le tableau de remplacement à la fin de sa période de repos. Au moment de l'accident, le mécanicien avait dormi environ 2,5 heures au cours des 29 heures précédentes.

⁶ Une fenêtre d'affectation est une période de travail désignée au cours d'une période de 24 heures, au cours de laquelle l'employé doit être disponible pour accepter des affectations. Il s'agit de mesures de prévention contre la fatigue qu'on a instaurées par suite de l'étude *CANALERT '95*.

⁷ Une courte navette se fait habituellement à proximité du terminal d'appartenance, a une durée plus courte que la durée minimale d'une journée (8 heures ou 100 milles) et permet au mécanicien de garder sa position dans le tableau de remplacement.

Le chef de train travaillait dans la subdivision Laggan depuis quatre ans. Il a obtenu la qualification de chef de train en janvier 1978. Par le passé, il avait travaillé comme aide de triage et comme contremaître de triage au triage Alyth pendant 22 ans. Le chef de train n'avait pas de formation ni de qualifications à titre de mécanicien.

Le chef de train avait une fenêtre d'affectation allant de 5 h à 15 h et avait été en repos pendant environ 48 heures avant de prendre son affectation. Il a eu une bonne nuit de sommeil le 30 novembre et a dormi pendant environ cinq heures avant d'être appelé à 3 h 30 le 2 décembre 1997, pour commencer le travail à 5 h 30 afin de conduire le train 353 de Calgary à Field.

1.7 *Heures de travail et exigences de repos*

Les exigences concernant le nombre maximal d'heures de service s'appliquent à tout le personnel d'exploitation des chemins de fer, quelle que soit la classe de service ferroviaire. Ces exigences précisent qu'aucun employé ne doit être en service pendant plus de 18 heures au cours d'une période de 24 heures; la durée maximale d'une période d'affectation est de 12 heures, et de 16 heures pour le service des trains de travaux ou pour le service en cas d'urgence.

Les exigences quant au temps de repos obligatoire s'appliquent uniquement aux employés qui font partie d'effectifs mis en commun et qui n'ont pas un calendrier régulier d'affectation, ou aux employés d'autres classes de service qui sont appelés à participer à un service en commun. Les employés visés par ces exigences qui ont été en service pendant plus de 10 heures ne sont pas tenus de participer à un service en commun pendant au moins 8 heures.

Le tableau de remplacement était séparé en segments de 12 heures, de 7 h à 18 h 59 et de 19 h à 6 h 59. Les employés inscrits au tableau de remplacement doivent protéger une de ces deux fenêtres mais ne sont pas appelés pendant l'autre. Cet arrangement vise à permettre aux employés de se reposer suffisamment. En vertu de cet arrangement, le mécanicien avait le droit de s'inscrire en repos pour une période de 18 heures à son terminal d'appartenance.

1.8 *Fatigue*

Les recherches ont démontré qu'après 18 heures de veille, le rendement diminue de 30 p. 100 pour l'exécution des tâches qui sollicitent les facultés cognitives et mentales ou qui exigent de la vigilance, et des tâches de communication. Après 48 heures, la diminution est de 60 p. 100. La dégradation du rendement ou la défaillance est progressive et s'accroît à mesure que le temps de veille augmente.

La fatigue peut ralentir les réactions aux stimuli normaux ou à ceux qui se manifestent en cas d'urgence. Il faut plus de temps pour percevoir, interpréter et comprendre les objets et les événements et pour réagir en conséquence. Pendant l'exécution des procédures, des opérateurs fatigués peuvent prendre des raccourcis auxquels ils ne penseraient même pas quand ils sont alertes, parce qu'ils ne sont pas en mesure de reconnaître un accroissement du niveau de risque.

⁸ R.G. Angus et al., «Sustained Operations Study: From the Field to the Laboratory,» *Why We Nap: Evolution, Chronobiology and Functions of Polyphasic and Ultrashort Sleep*, éd. C. Stampi (Boston: 1992), pp. 217-241.

Les gens sont mal placés pour juger de leur état d'alerte ou de leur fatigue. Les personnes (surtout si elles sont fatiguées) ne sont pas en mesure d'apprécier avec justesse leur état d'alerte et leur rendement.

Au sein de l'industrie ferroviaire, la gestion de la fatigue fait appel à une combinaison de mesures disciplinaires et de règlements qui régissent le temps de repos obligatoire et la durée maximale du temps de service. De plus, les conventions collectives traitent des exigences relatives au temps de travail maximal et les locomotives sont équipées de dispositifs automatisés de contrôle de la vigilance. En réponse à une directive de Transports Canada visant l'élaboration d'un plan destiné à réduire le risque de fatigue chez les équipes des trains, les compagnies ferroviaires canadiennes et la Fraternité des ingénieurs de locomotives (FIL) ont mis sur pied un comité directeur patronal-syndical et, avec l'aide de spécialistes, ont élaboré, mis en oeuvre et mis à l'essai un processus exhaustif de contrôle de l'état d'alerte. Les grandes lignes de ce processus sont exposées dans un rapport intitulé *CANALERT '95*.

Le 27 avril 1997, le CFCP et la FIL ont signé un protocole d'entente (PE) visant la mise en oeuvre de fenêtres d'affectation pour les mécaniciens des services en commun dans les subdivisions Brooks et Laggan.

En avril 1997, le mécanicien qui était affecté au train 353 avait reçu de Canalert une formation sur le style de vie. Cette formation a été offerte à tous les employés de l'exploitation de Calgary qui travaillaient dans les subdivisions Brooks et Laggan.

1.9 Renseignements sur le train

Le train, dont le groupe de traction était formé de deux locomotives GE AC 4400, comptait 84 wagons-trémies chargés de céréales. Il mesurait quelque 5 120 pieds et pesait environ 11 350 tonnes.

1.10 Équipement et exploitation des locomotives

Le CFCP a mis en service les locomotives GE AC 4400 en 1995. Avant 1995, le parc du CFCP comptait principalement des locomotives fabriquées par GM, surtout des modèles GM SD40-2F et SD40-2.

Dans la locomotive GE AC 4400, la commande des freins à air est assurée par un dispositif électronique/pneumatique régi par un micro-ordinateur; dans les locomotives GM SD40-2F et SD40-2, ce dispositif est mécanique/pneumatique.

Les locomotives SD40-2 et SD40-2F (série 9000) du parc du CFCP sont équipées de pupitres de commande qui ont trois configurations différentes. Les modèles SD40-2 plus anciens avaient un pupitre de commande de type GM Electro-Motive Division (EMD) qui permettait de régler la puissance et le freinage rhéostatique à

⁹ M. Rosekind et al., *Crew Factors in Flight Operations X: Alertness Management in Flight Operations*, NASA Technical Memorandum DOT/FAA/RD-93/18, NASA Ames Research Center, 1994.

¹⁰ *CANALERT '95 Phase II*, Circadian Technologies Inc., mai 1996.

l'aide d'un seul manipulateur, appelée commande combinée. Les modèles plus récents ont été munis d'un pupitre de commande normalisé de l'Association of American Railroads (AAR), qui avait des manettes séparées pour le réglage de la puissance et du frein rhéostatique. Les locomotives SD40-2F (série 9000) ont un tableau de commande (de type pupitre) dans lequel un manipulateur combiné de réglage de la puissance/du freinage rhéostatique est intégré à un dispositif central de commande, similaire à celui de la locomotive GE AC 4400 (voir les figures 3 et 4).





1.10.1 Écrans d'affichage des fonctions intégrées de la locomotive GE AC 4400

Les locomotives GE AC 4400, contrairement à celles du parc de locomotives GM, sont équipées d'écrans d'IFD à cristaux liquides qui affichent les fonctions multiples relatives à la locomotive et au train. L'IFD intègre un grand nombre d'indicateurs de commande de la locomotive dont les données étaient auparavant affichées sur différents cadrans et jauges placés à différents endroits auxquels le mécanicien avait accès.

L'IFD utilise des affichages numériques et analogiques montrant une combinaison d'indicateurs de couleur, de clignotants et de voyants statiques qui correspondent à diverses fonctions de la locomotive. L'indicateur de l'interrupteur de PC consiste en un voyant lumineux blanc statique qui porte une inscription «PCS Open» au milieu du voyant (voir la figure 5). Les barres correspondant à l'effort de freinage (jaune) et à l'effort de traction (verte) apparaissent dans le même écran. La configuration de l'IFD est conforme aux exigences du *Manual of Standards and Recommended Practices* de l'AAR relatives à l'intégration des systèmes des

locomotives.

Dans la plupart des locomotives GM SD40-2F et SD40-2, les fonctions de la locomotive sont indiquées par des voyants et des jauges répartis à différents endroits dans la cabine de commande (voir la figure 4). Le voyant de la PC est rouge dans la plupart des locomotives GM.

1.11 Rétablissement de la commande pneumatique

1.11.1 Procédures de rétablissement de la commande pneumatique

Les Instructions générales d'exploitation (IGE) du CFCP concernant le rétablissement de la PC étaient les mêmes pour les locomotives GM et GE. Au sujet du rétablissement de la PC après un freinage d'urgence, la section 15 se lisait en partie comme il suit :

- i) S'assurer que le manipulateur est à la position de RALENTI.
- ii) Placer la poignée du frein automatique à la position d'URGENCE.
- iii) Attendre 60 secondes, puis remettre la poignée du frein automatique à la position de DESSERRAGE, en faisant une courte pause à la position de retrait de la poignée.

Dans le cas des locomotives de modèle GM SD40-2F, on rétablit la PC en plaçant le manipulateur n'importe où dans la zone de commande du frein rhéostatique pourvu que le délai de 60 secondes soit écoulé et qu'on ait ramené la poignée du frein automatique de la position de serrage d'urgence à la position de desserrage après avoir fait une courte pause à la position de retrait de la poignée. Le voyant de la PC s'éteint et la puissance et le freinage rhéostatique se rétablissent.

Sur les locomotives GE AC 4400, le rétablissement de la PC ne se fait pas si le manipulateur est dans la zone de commande du frein rhéostatique; toutefois, le frein automatique se desserre dès que le délai de 60 secondes est écoulé et qu'on a ramené la poignée du frein automatique de la position de serrage d'urgence à la position de desserrage après avoir fait une courte pause à la position de retrait de la poignée. Le voyant lumineux «PCS Open» de l'IFD reste allumé, indiquant l'état de fonctionnement. Aucune alarme n'indique que la puissance et

le frein rhéostatique ne sont pas rétablis. Pour rétablir la PC, il faut alors placer brièvement le manipulateur à la position DB SET-UP ou à la position de ralenti.

1.11.2 *Principes de conception du matériel roulant*

Un principe de conception reconnu veut que le matériel roulant soit à sécurité intrinsèque, c'est-à-dire que, dans la mesure du possible, il faut éviter qu'une erreur puisse causer un accident. Ce principe est appelé tolérance des erreurs. Pour ce faire, il faut comprendre les causes d'une erreur et concevoir le matériel roulant de façon à supprimer ces causes. On recourt souvent à des dispositifs de verrouillage pour s'assurer qu'une action ne se produit pas par inadvertance ou à un moment inopportun. De plus, les erreurs qui sont commises devraient être visibles et réversibles, c'est-à-dire qu'il devrait être manifeste qu'une erreur a été commise et que la façon de la corriger devrait être claire. On emploie des alarmes visuelles ou sonores impérieuses pour attirer l'attention de l'opérateur sur la nature exacte de l'erreur. Enfin, on peut se servir de moyens de contrôle administratif, p. ex. des règles, des règlements et des instructions générales d'exploitation, pour réduire le risque d'erreurs dans des situations où l'appareil n'est pas conçu pour signaler une erreur à l'opérateur.

Des erreurs de mode peuvent se produire dans des situations où un mécanisme de contrôle a plus d'une fonction. On considère qu'il y a erreur de mode lorsque l'opérateur a une connaissance et une compréhension erronées de l'état d'un système. Souvent, il est relativement difficile de régler les problèmes qui en découlent, du fait qu'on n'a pas conscience de la relation qui existe entre le problème et le mode de fonctionnement du moment.

1.12 *Fonctionnement du frein rhéostatique*

Le système de freinage rhéostatique est conçu pour servir comme système de freinage supplémentaire, notamment pour contrôler la vitesse du train dans les longues descentes. Comme l'effort de freinage est concentré sur les locomotives, il faut serrer le frein rhéostatique et le desserrer graduellement de façon à régulariser la réaction dans les attelages. Il peut fonctionner seul ou en conjonction avec les freins à air du train, et exerce son effort de freinage en convertissant en génératrices électriques les moteurs de traction d'une locomotive en mouvement, ce qui a pour effet de ralentir les essieux moteurs des locomotives. L'énergie produite est convertie en chaleur par l'intermédiaire de résistances. En situation de freinage rhéostatique, il est courant que les moteurs tournent un peu plus vite que la vitesse de ralenti, car ils doivent alors alimenter les soufflantes qui aident à refroidir les résistances.

Il y a deux types de freins rhéostatiques, le frein standard et le frein à puissance accrue. Le frein rhéostatique à puissance accrue développe sa force de ralentissement maximale entre 6 mi/h et 23 mi/h, tandis que le frein rhéostatique standard est à peu près inopérant tant que la vitesse ne dépasse pas 10 mi/h et développe sa force de ralentissement maximale à 23 mi/h. Une fois qu'on a atteint la puissance maximale de freinage rhéostatique, la force de ralentissement diminue graduellement à mesure que la vitesse augmente.

La plupart des locomotives GM qui sont en service au CFCP sont équipées d'un système de freinage rhéostatique standard, tandis que les locomotives GE AC 4400 disposent du freinage rhéostatique à puissance accrue.

Le fabricant a étudié le rendement des deux locomotives GE AC 4400 en tenant compte du poids du train et des particularités physiques de la voie. Voici les résultats de l'étude :

- deux locomotives GE AC 4400 peuvent générer un effort de freinage rhéostatique maximal de 156 000 livres/pied;
- en comparant les taux d'accélération calculés aux taux observés, il semble que les freins à air du train fournissent un effort de freinage d'environ 185,000 livres/pied;
- même si l'effort maximal de freinage rhéostatique était disponible, la puissance de freinage combinée du frein rhéostatique et des freins à air aurait été inférieure à la puissance nécessaire pour contrôler le train à la vitesse maximale autorisée par la voie.

1.13 Fonctionnement des freins à air

Le circuit de freins à air est le principal moyen dont on dispose pour régulariser la vitesse des trains et pour les arrêter. Chaque wagon est équipé d'un réservoir d'air auxiliaire et d'un réservoir d'air d'urgence. Le réservoir auxiliaire emmagasine et fournit l'air dont on a besoin pour les freinages normaux, tandis que le réservoir d'urgence fournit de l'air additionnel pour les freinages d'urgence. Les deux réservoirs sont reliés par l'intermédiaire de vannes de contrôle et sont réalimentés par la conduite générale à partir des locomotives.

Les vannes de contrôle de chaque wagon et de chaque locomotive réagissent aux changements de pression dans la conduite générale. Une réduction de pression dans la conduite générale fait en sorte que les vannes de contrôle dirigent l'air des réservoirs auxiliaires vers les cylindres de frein, lesquels serrent les freins du train. L'effort de freinage est directement proportionnel à la réduction de pression appliquée dans la conduite générale par l'entremise du robinet du frein automatique.

En cas de réduction rapide de la pression dans la conduite générale, que ce soit à la suite d'une fuite dans la conduite générale ou de l'ouverture d'une vanne d'urgence commandée par l'opérateur, les vannes de contrôle dirigent l'air du réservoir auxiliaire et du réservoir d'urgence vers les cylindres de frein. Les réservoirs d'urgence sont un peu plus grands que les réservoirs auxiliaires. Ce volume additionnel a pour effet d'accroître la pression aux cylindres de frein au moment d'un serrage des freins d'urgence.

Quand on desserre les freins après un freinage d'urgence, la vanne de contrôle de chaque wagon relie le réservoir auxiliaire et le cylindre de frein à la conduite générale, ce qui aide à faire augmenter rapidement la pression dans la conduite générale. Dans ces conditions, comme la pression générale du circuit de freinage de chaque wagon est beaucoup plus basse que ce qu'elle est normalement, le desserrage se produit à une pression beaucoup plus faible dans la conduite générale. Si l'on serre de nouveau les freins peu après un desserrage, il faut alors réduire la pression dans la conduite générale de façon qu'elle soit inférieure de 6 à 7 lb/po² à la pression dans la conduite générale à l'arrière du train. Le mécanicien ne s'est pas conformé à cette pratique. Il s'est rappelé que la pression dans la conduite générale à l'arrière du train était de 50 lb/po² avant qu'il desserre les freins d'urgence à l'ouest de Partridge.

Dans le manuel d'exploitation de la GE concernant les locomotives AC 4400 qui sont en service au CFCP, on donne un avertissement au sujet des risques liés au freinage. On explique qu'on ne doit en aucune circonstance laisser un train continuer de rouler si la pression dans la conduite générale descend sous les 45 lb/po². Si une telle situation se présente, il faut immobiliser le train et laisser la conduite générale se réalimenter jusqu'à ce que la pression normalisée par la compagnie soit atteinte. Faute de se conformer au présent avertissement, on risque de ne pas pouvoir régulariser la vitesse du train ou de ne pas pouvoir arrêter le train.

Dans le manuel d'exploitation du CFCP, à la section 16, article 3.5 (concernant l'utilisation du robinet de frein automatique), on lit :

Si la pression de la conduite générale tombe sous les 48 lb/po² lors d'un freinage normal, arrêter le train et réalimenter le circuit de freinage.

Le CFCP n'avait pas d'instructions spécifiques pour Field Hill qui exigeaient qu'un train reste arrêté après un serrage des freins d'urgence jusqu'à ce que le circuit de freinage soit réalimenté.

1.14 Essai de frein en marche

L'article 1 des instructions spéciales de l'indicateur n° 82 du district des Prairies du CFCP exige qu'on procède à un «essai de frein en marche» (essai de freins effectué sur un train en mouvement pour s'assurer que les freins fonctionnent) entre le point milliaire 112,0 et le point milliaire 113,0. On doit faire cet essai pour vérifier le bon fonctionnement des freins avant d'atteindre la forte pente située à l'ouest de Stephen. L'équipe du train n'a pas effectué cet essai. Le mécanicien s'est rappelé qu'il avait sollicité avec succès les freins du train à plusieurs reprises avant ce point et qu'il avait donc pensé qu'un essai n'était pas nécessaire.

1.15 Méthode de contrôle du mouvement des trains

Dans la subdivision Laggan, le mouvement des trains est régi par commande centralisée de la circulation (CCC) en vertu du Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada (REF), et est surveillé par un CCF posté à Calgary.

1.16 Inspections du train et des locomotives

Une inspection des deux locomotives avait été faite à Calgary et n'avait signalé aucun problème. Toutefois, les membres de l'équipe descendante ont signalé à ceux de l'équipe montante qu'un voyant clignotait par intermittence dans l'affichage du système de contrôle et de freinage en queue (TIBS) de la locomotive de tête, mais qu'il ne leur semblait pas y avoir de problème, et que le joint étanche de l'interrupteur pneumatique de freinage rhéostatique était brisé dans la locomotive menée, mais que cet interrupteur était allumé. Les essais ont démontré que le freinage rhéostatique fonctionnait normalement. Une inspection au défilé a été faite au moment du départ du train et n'a rien révélé d'anormal.

1.17 Formation des mécaniciens

La formation des mécaniciens du CFCP consistait en des cours en classe, en des parcours de familiarisation et en 16 semaines de formation en cours d'emploi. La formation en cours d'emploi pouvait être prolongée au besoin.

Le programme de formation portait sur les sujets suivants :

- sécurité et prévention des accidents;
- exploitation des locomotives et diagnostic des anomalies;
- circuits de freinage à air des trains et des locomotives;
- règles de sécurité et règles générales;
- règles d'exploitation;
- règles d'emploi des freins à air;
- exploitation des locomotives télécommandées;
- instructions sur la conduite des trains, économie de carburant et dynamique de la voie/des trains.

Après la formation en classe, les stagiaires étaient affectés à un stage de familiarisation encadré par un mécanicien-instructeur certifié. Au cours de ce stage, les stagiaires roulaient à bord des locomotives et observaient l'exploitation d'une locomotive et d'un train du point de vue d'un mécanicien. À la fin du stage, les stagiaires retournaient en classe pour étudier les règles et pour suivre une formation en mécanique et une formation sur les freins à air. On administrait des examens écrits environ 16 semaines après le début de la formation initiale afin d'évaluer la mémorisation à long terme au cours du processus d'apprentissage. Le CFCP exigeait une note de passage d'au moins 90 p. 100 pour les examens sur les règles et d'au moins 85 p. 100 pour les examens portant sur la mécanique.

Pendant les 16 dernières semaines de formation en cours d'emploi, le stagiaire était affecté auprès de différents mécaniciens-instructeurs certifiés afin qu'il acquière une expérience sur différents types de matériel roulant et dans différents mouvements de trains. Cette formation en cours d'emploi était censée exposer le stagiaire à une variété de situations et de techniques relatives à l'exploitation des trains. Un mécanicien bien formé doit être prêt à faire rouler une variété de locomotives affectées au service de ligne, au service de manoeuvre et au

service de triage. Toutefois, les compagnies ferroviaires du Canada ne délivrent pas de carte qui atteste qu'un mécanicien a reçu une formation et a démontré sa compétence sur un type particulier de locomotive.

Quand le CFCP a introduit les locomotives GE AC 4400 dans son parc en 1995, les mécaniciens certifiés ont suivi un cours de transition de quatre heures qui exposait les grandes lignes de la méthode d'exploitation de ces locomotives. Après la formation de transition en 1995, la formation au sujet des locomotives GE AC 4400 a été incluse au programme régulier de formation des mécaniciens. Cette portion de la formation durait environ trois heures. La formation traitait des caractéristiques de fonctionnement du freinage rhéostatique et de la récupération après un freinage d'urgence et un freinage de pénalité. Elle ne précisait pas les circonstances dans lesquelles on pouvait desserrer les freins après un freinage d'urgence sans avoir à rétablir la fonction de PC sur les locomotives GE, puisque cette particularité était généralement inconnue des instructeurs de la compagnie avant l'événement. Le fabricant de la locomotive a précisé que les locomotives ont été construites d'après les spécifications de conception de la compagnie ferroviaire, y compris celles qui portaient sur le rétablissement de la PC. Le CFCP a fait savoir qu'il n'a jamais transmis de spécifications à GE quant à la façon dont le système de rétablissement de la PC devait fonctionner, que ce dispositif avait été conçu par GE et que le CFCP l'avait accepté sans savoir que son fonctionnement était différent de celui des autres locomotives. Toutefois, le système de rétablissement de la PC de la locomotive GE a fonctionné conformément aux exigences des IGE du CFCP (dont une partie est citée à la section 1.11.1 du présent rapport), tandis que dans la plupart des autres locomotives, il n'était pas nécessaire de se conformer strictement à la méthode approuvée de rétablissement de la PC. Selon le mécanicien, pendant les cours en classe, il n'a reçu aucune formation pratique structurée sur l'emploi de l'IFD et on lui a donné cinq minutes pour se familiariser sur une maquette d'IFD.

Le mécanicien a effectué 127 parcours pendant sa formation en cours d'emploi, dont 11 à bord de locomotives GE AC 4400, y compris 3 parcours en direction ouest et 5 parcours en direction est dans la subdivision Laggan. Il a effectué 28 autres parcours en direction ouest et 20 parcours en direction est dans la subdivision Laggan à bord de locomotives d'autres types. Dans les rapports d'évaluation du rendement présentés par les responsables de la formation des mécaniciens, les cotes attribuées allaient de «conforme aux exigences» à «excellent».

1.18 Expérience et supervision

Au cours des six mois qui ont précédé l'événement, le mécanicien avait conduit 41 trains dans la subdivision Laggan, dont 25 en direction ouest. Un seul train avait un groupe de traction formé de locomotives GE AC 4400. Tous les autres trains étaient tirés par des locomotives GM.

Aux termes d'une politique du CFCP, le rendement des mécaniciens, des chefs de train, des chefs de triage et des CCF doit être évalué au moins une fois par année (imprimé 200 au sujet des tests d'efficacité et des rapports pertinents). Les tests de compétence sont administrés par des surintendants, des agents d'exploitation, des agents mécaniciens et des superviseurs des services de la mécanique et de l'exploitation. Toutefois, après avoir obtenu sa certification en juin 1996, ce mécanicien n'a jamais été évalué et n'a jamais subi de test d'appréciation du rendement administré par des superviseurs.

¹¹ Les tests d'appréciation du rendement sont des évaluations de l'employé qui sont faites au hasard pendant que celui-ci est au travail.

1.19 Exigences de Transports Canada

Transports Canada exige que les mécaniciens obtiennent une note post-formation d'au moins 80 p. 100, déterminée par la compagnie ferroviaire, dans les domaines énumérés ci-après, pour conserver leur statut de mécanicien ou de chef de train, et exige que ces tests soient administrés à des intervalles qui ne dépassent pas trois ans :

- Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada;
- règlement sur les radiocommunications ferroviaires;
- manutention des marchandises dangereuses;
- formation des trains;
- circuits de freins à air et essais;
- exploitation des locomotives;
- circulation des trains;
- inspection des wagons et des trains de marchandises.

Les candidats doivent aussi démontrer à la satisfaction des instructeurs et des examinateurs qu'ils sont compétents dans l'exécution de tâches pratiques liées à l'exploitation des trains.

Les inspecteurs de Transports Canada montent à bord des trains et procèdent à une vérification pour s'assurer que les programmes de formation de la compagnie sont conformes aux normes de qualification. Bien que les exigences de qualification précisent les grandes catégories dans lesquelles les employés de l'exploitation doivent se qualifier, elles ne donnent pas de précisions sur la nature de la formation exigée. Transports Canada estime que ces questions sont la responsabilité de la compagnie ferroviaire.

1.20 *Autres renseignements*

1.20.1 *Bulletins d'exploitation*

Le 1^{er} décembre 1997, soit la veille de l'accident, la compagnie avait publié un bulletin d'exploitation dans lequel on identifiait un problème pouvant toucher les locomotives GE AC 4400 dans les trains équipés du dispositif Locotrol IV. Le bulletin précisait que la nature du problème n'était pas déterminée, mais que lors de tentatives de rétablissement de la PC, les freins du train avaient commencé à se desserrer avant que le rétablissement de la PC soit terminé. En raison de l'heure à laquelle l'équipe a pris son service et des délais de distribution du bulletin, l'équipe du train 353 n'en a pas pris connaissance au moment de prendre son service.

1.20.2 *Autres événements*

Le 13 avril 1996, un train de marchandises de 112 wagons est parti à la dérive entre le point milliaire 128,9 (tunnel Upper Spiral) et Field, atteignant une vitesse de 34 mi/h. Le train n'a pas déraillé et il n'y a pas eu de blessés à la suite de cet incident (rapport n° R96C0086 du BST).

Le 2 janvier 1998, un incident similaire s'est produit dans Field Hill lorsqu'un train de marchandises comptant 112 wagons est parti à la dérive entre le point milliaire 128,9 et Field, atteignant une vitesse de 42 mi/h. Cet incident n'a causé ni déraillement ni blessures (événement n° R98C0001 du BST).

1.21 *Conditions météorologiques*

La température était de moins 13 degrés Celsius, le ciel était dégagé et les vents étaient calmes.

2.0 *Analyse*

2.1 *Introduction*

Cet événement a suivi la dérive d'un train qui est survenue le 13 avril 1996 et sur lequel le BST a fait enquête. Après le présent événement, un train est parti à la dérive dans le même secteur le 2 janvier 1998.

Étant donné les difficultés continues qui sont associées à la sécurité des trains qui descendent Field Hill, l'analyse s'intéressera aux questions suivantes :

- exploitation du train;
- rétablissement de la PC et conception du système de commande de la locomotive;
- formation et supervision;
- fatigue.

2.2 *Exploitation du train*

Les procédures d'exploitation ferroviaire donnaient certaines instructions quant à l'exploitation des trains entre Stephen et Field, et surtout à la méthode de freinage qu'il faut employer en préparation à la descente de Field Hill et au cours de celle-ci. En ne commandant pas le serrage supplémentaire des freins qui était recommandé au panneau indicateur est de la gare de Partridge, le mécanicien a laissé le train accélérer au-delà de la vitesse maximale autorisée. Il a donc fallu commander un effort de freinage excessif pour maîtriser le train, ce qui a causé l'épuisement de la réserve d'air du frein de service et, à la limite, a entraîné une immobilisation ou un arrêt inopportun du train. La décision de desserrer les freins à cet endroit était discutable. Comme le train de sens contraire n'avait pas encore libéré la voie d'évitement, il était prévisible qu'il faudrait encore s'arrêter à l'extrémité ouest de Partridge, alors que si l'on avait attendu que le train de sens contraire ait libéré la voie d'évitement, il est probable qu'on aurait évité d'avoir à immobiliser à nouveau le train 353.

Quand on a desserré les freins du train après le serrage à fond, le manipulateur était dans la position de serrage du frein rhéostatique («DB applied»). Cela n'a pas nui à la fonction de freinage rhéostatique parce que la PC n'était pas sollicitée. Le mécanicien a ensuite procédé à une série de serrages progressifs qui se sont avérés inefficaces. Quand on resserre les freins peu après un desserrage, la pratique veut qu'on réduise d'abord la pression dans la conduite générale d'au moins 6 à 7 lb/po² sous la pression dans la conduite générale à l'arrière du train. Cela n'a pas été fait. Quand il est devenu évident qu'il serait impossible de maîtriser la vitesse du train avec un serrage à fond du frein rhéostatique et avec le robinet du frein automatique en position de serrage maximal, le mécanicien a serré les freins d'urgence, ce qui a immobilisé le train à l'extrémité ouest de Partridge. Ces événements ont épuisé la réserve d'air du circuit de freinage. L'état d'alimentation du circuit de freinage à air et l'incapacité de s'arrêter à l'extrémité ouest de Partridge, alors que frein de service et le frein rhéostatique étaient serrés à fond, auraient dû alerter davantage le mécanicien quant à l'inefficacité du freinage rhéostatique du train.

Pour réalimenter complètement le circuit de freinage à air du train, il aurait fallu serrer les freins à main ou se servir des robinets de retenue. Les membres de l'équipe ont décidé de ne se servir ni des freins à main ni des robinets de retenue car ils croyaient pouvoir entreprendre sans danger la descente du reste de Field Hill en utilisant le freinage rhéostatique pour limiter la vitesse du train pendant que le circuit de freinage se réalimentait. Toutefois, le mécanicien a alors suivi une procédure non approuvée de rétablissement de la PC qui, bien qu'elle fonctionne pour les locomotives GM, a causé le desserrage des freins du train et n'a pas permis de remettre le freinage rhéostatique en service sur les locomotives GE. Une fois les freins à air desserrés, le mécanicien a supposé que le freinage rhéostatique fonctionnait et n'a pas observé le voyant «PCS Open» dans la barre qui indiquait l'effort de freinage rhéostatique dans l'IFD. Au moment où il s'est aperçu que le freinage rhéostatique ne fonctionnait pas, le train avait accéléré jusqu'à une vitesse de 16 mi/h avant qu'il serre les freins à air de nouveau. Il a continué de commander une série de serrages inefficaces jusqu'à ce que le train ait accéléré à un point tel que son circuit de freins à air ne pouvait plus vaincre l'inertie du train dans la forte pente montagneuse. Quand la vitesse a excédé la vitesse de conception de la voie, le train a déraillé.

Si l'on avait serré les freins à main pour garder le train immobilisé pendant que le circuit de freinage se réalimentait, ou si l'on avait employé les robinets de retenue pour conserver la pression dans les cylindres de frein de wagons choisis après le desserrage des freins du train, le train 353 aurait pu descendre le reste de la pente en toute sécurité, mais cela aurait retardé considérablement le train. Ne disposant pas de procédures qui exigeaient l'utilisation des freins à main ou des robinets de retenue, le mécanicien et le chef de train se sont fiés à leur expérience. Ignorant du fait que, sur les locomotives GE, les freins à air pouvaient se desserrer sans qu'un freinage rhéostatique efficace puisse être rétabli, le mécanicien n'a pas prévu de problèmes éventuels. Si les robinets de retenue avaient été employés et que le frein rhéostatique avait été serré à fond, il aurait quand même été possible qu'un serrage additionnel s'impose pour limiter la vitesse du train. La méthode de rétablissement de la PC qu'on a employée n'était pas réglementaire, mais c'était celle qui était employée couramment sur les locomotives GM.

L'absence d'instructions d'exploitation explicites, exigeant que le circuit de freinage du train soit alimenté complètement avant que le train ne descende Field Hill, a contribué à la décision de l'équipe de descendre la pente alors que la réserve d'air de freinage était épuisée. Ce facteur, combiné au fait que le mécanicien ignorait qu'une méthode non réglementaire de rétablissement de la PC ne fonctionnerait pas sur ce modèle particulier de locomotive (GE AC 4400) et à l'application d'une méthode non réglementaire de rétablissement de la PC, ont fait en sorte que le train parte à la dérive.

2.3 Rétablissement de la commande pneumatique et conception du système de commande de la locomotive

Le mécanicien n'a pas remarqué l'indication «PCS Open» à l'écran de l'IFD. Il a été impossible de savoir exactement pourquoi il en a été ainsi, mais le voyant (petite lumière blanche allumée en continu) n'a pas été suffisamment impérieux pour susciter la réaction voulue chez le mécanicien. À titre de comparaison, le voyant «PCS Open» de la plupart des locomotives GM est rouge, et signale de façon plus impérieuse que l'interrupteur de PC est ouvert. Cependant, plusieurs indices ont pu induire le mécanicien en erreur et lui faire croire que l'interrupteur de PC s'était réenclenché :

- l'extinction du message de temporisation dans l'affichage des messages relatifs aux freins à air dans l'IFD;
- le desserrage des freins d'urgence;
- une légère augmentation du régime du moteur après que le frein rhéostatique a été serré;
- le bruit des compresseurs des locomotives.

Dans ces circonstances, le mécanicien se trouvait devant un écran d'affichage intégré qui montrait plus de 20 paramètres de fonctionnement et qu'il connaissait peu, comparativement aux cadrans analogiques et aux voyants lumineux qui lui étaient plus familiers. Le fait que le mécanicien ne savait pas bien à quoi correspondaient les renseignements affichés par les voyants critiques de l'IFD illustre bien son inexpérience avec les affichages de ce type.

L'ordre dans lequel le mécanicien a manipulé les commandes pour rétablir la PC était efficace pour les locomotives GM, et il était appliqué couramment. Toutefois, il ne s'agissait pas de la procédure approuvée, ni pour les locomotives GE AC 4400 ni pour les locomotives GM. Les superviseurs du CFCP savaient qu'on utilisait couramment une procédure différente de celle qui est exposée dans les instructions d'exploitation, mais ils ignoraient que cette procédure, si elle était appliquée aux locomotives GE, aurait pour effet de desserrer les freins à air sans permettre le rétablissement de la PC et le rétablissement de la puissance et du freinage rhéostatique. Même si l'application de la procédure spécifiée dans les IGE avait permis de rétablir la PC, cet aspect de la conception du dispositif de commande de la locomotive n'est pas tolérant des erreurs. Idéalement, tous les systèmes des locomotives devraient être les mêmes et devraient prévoir des mesures de prévention appropriées qui font en sorte qu'une erreur de manipulation des commandes n'entraîne pas une situation peu sûre, c'est-à-dire le desserrage des freins sans rétablissement de la PC.

La conception du système de commande de la locomotive faisait en sorte que le mécanicien puisse desserrer les freins du train sans pouvoir accéder immédiatement au freinage rhéostatique et à la puissance. Cela a donné lieu à une erreur de mode, à cause de laquelle le mécanicien n'a pu apprécier avec exactitude l'état de fonctionnement de la locomotive. Il s'ensuit que l'évaluation du problème et le choix d'une réaction appropriée ont été relativement difficiles. Une conception plus tolérante des erreurs, comportant des affichages plus impérieux, aurait pu empêcher que les freins du train soient desserrés sans que la PC soit rétablie, ce qui aurait empêché que cette erreur de mode ne se produise.

2.4 Formation et supervision

Le mécanicien connaissait mal les différences entre l'écran de l'IFD des locomotives GE et les instruments conventionnels des locomotives GM, ce qui a contribué à son incapacité à s'apercevoir que le freinage rhéostatique n'était pas engagé. Même s'il ignorait que le frein automatique allait se desserrer avant qu'on ait rétabli la PC sur cette locomotive, une meilleure connaissance de l'IFD l'aurait peut-être amené à attendre que le voyant «PCS Open» s'éteigne avant de desserrer le frein automatique, ou à remarquer l'absence de la barre lumineuse jaune indiquant l'intensité du freinage rhéostatique. La formation offerte aux mécaniciens n'a pas

fait en sorte qu'ils aient une compréhension suffisante de l'IFD et une compétence suffisante relativement à son emploi et aux répercussions d'une dérogation aux procédures approuvées de rétablissement de la PC.

La compagnie ferroviaire a introduit une nouvelle technologie, à savoir les locomotives GE AC 4400, qui a entraîné une interaction imprévue et indésirable avec les pratiques locales. Même si les membres de l'équipe du train 353 n'ont pas suivi les procédures réglementaires, il était essentiel qu'ils comprennent les conséquences de toute dérogation à ces procédures. Bien que les locomotives doivent répondre à des spécifications de conception attestées par la compagnie ferroviaire, cette dernière a accepté les spécifications du fabricant en matière de rétablissement de la PC. Les responsables de la formation des mécaniciens ignoraient qu'en raison des caractéristiques de rétablissement de la PC des nouvelles locomotives, les procédures réglementaires décrites dans les IGE n'autorisaient pas la méthode non approuvée de rétablissement de la PC qu'on utilise couramment à bord des locomotives GM et, par conséquent, ils n'étaient pas en mesure d'informer les mécaniciens de ces caractéristiques. La certification, le suivi postérieur à la certification et la surveillance du rendement n'ont pas permis de déterminer que les connaissances et la compréhension des mécaniciens comportaient des lacunes au sujet des locomotives GE AC 4400. Ne disposant pas d'une norme minimale permettant d'autoriser et d'évaluer les qualifications des mécaniciens, et plus particulièrement au sujet de la compétence sur les types de locomotives, des mécaniciens pourraient encore être amenés à conduire des locomotives pour lesquelles ils ne sont pas entièrement qualifiés.

2.5 *Fatigue*

Quand le mécanicien a choisi de ne pas s'inscrire en repos à la fin de sa courte navette, il s'est exposé à la possibilité d'avoir à être de service pendant 18 heures au cours d'une période de 24 heures. S'il s'était inscrit en repos, il se serait retrouvé au bas de la liste et aurait perdu la rémunération pour le trajet vers Field. Même si le cycle de travail/repos du mécanicien était conforme aux exigences de la compagnie et du gouvernement et même si le mécanicien avait suivi la formation sur les styles de vie au sujet des habitudes de sommeil recommandées, il n'avait eu que 2,5 heures de repos au cours des 29 heures qui ont précédé cet accident. Le système de rémunération et d'établissement des horaires de travail des mécaniciens peut accroître le risque que des employés travaillent en dépit de la fatigue pour éviter des pertes financières. Même s'il existe des exigences relatives au repos et à la durée de service maximale, l'approche actuelle n'intègre pas des éléments comme la rémunération et l'établissement des horaires dans une démarche globale de gestion de la fatigue.

La capacité du mécanicien de prendre des décisions critiques pour l'exploitation du train et d'en évaluer les conséquences a pu être diminuée par la fatigue. Il a pris un certain nombre de décisions qui n'ont pas été conformes aux méthodes sûres d'exploitation des trains, p. ex. la décision de ne pas procéder à une réduction subséquente de la pression dans la conduite générale au point milliaire 125,8 et la décision de se servir du freinage rhéostatique pour limiter la vitesse du train pendant que le circuit de freinage se réalimentait, alors qu'il avait été démontré précédemment que le freinage rhéostatique était insuffisant pour limiter la vitesse du train. Les effets de la fatigue sur son rendement ont pu être accentués par le fait qu'il connaissait peu la locomotive GE.

3.0 *Conclusions*

3.1 *Faits établis*

1. Pendant l'exploitation du train, le mécanicien a pris une série de décisions qui l'ont obligé à serrer les freins à fond puis à serrer les freins d'urgence dans une pente raide, ce qui a épuisé la réserve d'air de freinage du train.
2. En l'absence d'instructions d'exploitation ferroviaire qui exigeaient spécifiquement l'utilisation des freins à main ou des robinets de retenue dans Field Hill, le fait d'essayer de réalimenter le circuit de freinage pendant que le train descendait la pente n'était pas contraire aux procédures approuvées.
3. Pour Field Hill, le CFCP n'avait pas d'instructions spécifiques exigeant que les trains dont les freins d'urgence ont été serrés restent arrêtés tant que le circuit de freinage n'est pas réalimenté.
4. Le rendement du mécanicien a pu être affecté par la fatigue, laquelle a dû altérer sa capacité de prendre des décisions critiques en matière d'exploitation du train.
5. En général, les superviseurs ou les employés de l'exploitation de la compagnie ignoraient que, sur les locomotives GE AC 4400, les freins des trains se desserreraient sans qu'il soit possible de commander le freinage rhéostatique ou d'appliquer la puissance si le manipulateur était placé en mode de freinage rhéostatique avant que l'interrupteur de commande pneumatique (PC) se soit réenclenché après un serrage des freins d'urgence.
6. Le système de commande du rétablissement de la PC a été construit d'après une spécification de la GE que le CFCP a acceptée sans connaître les conséquences de l'application d'une méthode non approuvée de rétablissement de la PC.
7. Le traitement, par le mécanicien, de l'information fournie par l'affichage des fonctions intégrées (IFD) (sur la locomotive GE AC 4400) a fait en sorte que les freins à air du train se sont desserrés avant qu'on ait rétabli la fonction de freinage rhéostatique. En outre, ces systèmes n'ont pas été conçus pour signaler de façon impérieuse au mécanicien qu'une erreur a été commise et pour indiquer clairement la façon de corriger l'erreur.

8. La formation fournie aux mécaniciens n'a pas permis de s'assurer qu'ils avaient une compréhension ou une compétence suffisantes dans l'emploi de l'écran de l'IFD des locomotives GE AC 4400 ou d'autres systèmes qui diffèrent entre les locomotives GM et GE. En l'absence de norme minimale permettant d'autoriser ou d'évaluer les qualifications des mécaniciens, particulièrement en ce qui a trait à la compétence sur chaque type de locomotive, la possibilité de déterminer avec exactitude les compétences des mécaniciens est limitée.

3.2 Causes

L'équipe n'a pas pu maîtriser la vitesse du train après que le train s'est mis en mouvement dans une pente raide alors que la réserve d'air de freinage était épuisée et que le frein rhéostatique, dont l'effort de freinage complète celui des freins à air, n'était pas engagé. Une série de décisions peu opportunes quant à l'exploitation du train a causé la perte de la réserve d'air dans le circuit de freinage. Les procédures d'exploitation ferroviaire n'interdisaient pas la pratique consistant à réalimenter le circuit de freinage pendant que le train descendait Field Hill. Le recours à une méthode de rétablissement de la commande pneumatique qui différait de celle exigée par le manuel d'exploitation de la compagnie a fait en sorte que le frein rhéostatique ne s'est pas engagé. Le dispositif de rétablissement de la commande pneumatique et l'affichage des fonctions intégrées de la locomotive n'ont pas été conçus avec un niveau suffisant de tolérance des erreurs. De plus, la formation et la supervision assurées par la compagnie n'ont pas permis de s'assurer que le mécanicien avait des connaissances et une compréhension suffisantes de tous les aspects du fonctionnement de la locomotive GE AC 4400. Il se peut que le rendement du mécanicien ait été affecté par la fatigue.

4.0 *Mesures de sécurité*

4.1 *Mesures prises*

4.1.1 *Bulletins d'exploitation*

Le 5 décembre 1997, la compagnie a publié un bulletin d'exploitation concernant les procédures de rétablissement d'urgence de la commande pneumatique (PC) de toutes les locomotives de modèle GE AC 4400. Ce bulletin insistait sur l'importance de se conformer aux Instructions générales d'exploitation (IGE) existantes et précisait que le desserrage du frein automatique pouvait se faire sans qu'il y ait rétablissement de la PC si la manette des gaz/du frein rhéostatique n'était pas placée à la position de ralenti avant le desserrage des freins du train.

En outre, le 5 décembre 1997, la compagnie ferroviaire a publié le bulletin d'exploitation n° 188, qui stipule qu'à partir de cette date, il faut ajouter une nouvelle instruction (14.3) à la section 15 des IGE. L'instruction porte sur la procédure de rétablissement après le serrage des freins d'urgence (robinets de retenue/freins à main). Elle explique que, si un train est arrêté dans une pente de plus de 1,5 p. 100, si l'on en est au second serrage des freins d'urgence dans cette pente et si les freins du groupe de traction ne suffisent pas à empêcher tout mouvement du train, on ne doit pas essayer de rétablir la PC après le serrage des freins d'urgence tant que les freins à main ou les robinets de retenue n'ont pas été réglés d'une des façons suivantes :

- régler les robinets de retenue à la position haute pression (HP) sur au moins 50 p. 100 des wagons chargés;
- serrer les freins à main d'au moins 50 p. 100 des wagons. Les freins à main ne doivent être desserrés qu'une fois le circuit de freinage à air réalimenté complètement.

Cette instruction n'affecte en rien l'obligation de serrer les freins à main ou d'appliquer les robinets de retenue lorsque les conditions l'exigent après un serrage des freins d'urgence.

4.1.2 *Exploitation*

Le 1^{er} décembre 1997, la compagnie avait publié un bulletin d'exploitation dans lequel elle identifiait un problème pouvant toucher les locomotives GE AC 4400 dans les trains équipés du dispositif Locotrol IV. Le bulletin précisait qu'on n'avait pas déterminé avec certitude la nature du problème, mais que pendant un essai de rétablissement de la PC, les freins du train avaient commencé à se desserrer avant que la PC soit rétablie.

Après la reprise des opérations, le 10 décembre 1997, le CFCP a chargé des agents d'exploitation d'accompagner chaque train roulant vers l'ouest dans Field Hill pendant 11 jours, afin de contrôler les procédures d'exploitation et la conformité avec les instructions d'exploitation dans Field Hill.

Le CFCP a publié des bulletins le 5 décembre 1997 au sujet de la méthode de rétablissement après le serrage des freins d'urgence dans Field Hill, et a averti les équipes au sujet du rétablissement de la PC de toutes les

locomotives GE AC 4400. Des étiquettes d'avertissement ont été appliquées dans les locomotives au sujet du rétablissement de la PC.

À la suite de l'incident du 2 janvier 1998, la compagnie a affecté sept agents d'exploitation et huit mécaniciens d'expérience à partir du 5 janvier 1998, et leur a demandé de rouler à bord des trains entre Lake Louise et Field afin de contrôler le rendement des équipes relativement aux questions traitées dans les nouveaux bulletins, à l'application des limites de vitesse révisées dans Field Hill, et à la façon de se servir des freins des trains dans les pentes raides. Le CFCP a publié deux bulletins portant sur l'exploitation des trains lorsque les conditions météorologiques sont difficiles et en cas d'accumulation de neige sur les rails, et un autre qui rendait obligatoire un freinage d'urgence au cas où la vitesse du train atteindrait 24 mi/h en descendant Field Hill.

De nouvelles méthodes d'exploitation des trains ont été élaborées pour Field Hill et sont maintenant incluses aux directives particulières de l'indicateur du district des Prairies pour la subdivision Laggan. En vigueur depuis le 1^{er} juillet 1998, ce bulletin précise que le circuit de freinage des trains descendant Field Hill doit être alimenté entièrement et qu'on doit utiliser les robinets de retenue ou les freins à main, ou les deux. En outre, le bulletin donne des instructions spécifiques sur les arrêts suivis d'un départ dans Field Hill et impose des réductions considérables des vitesses permises.

Le 15 mai 1998, le groupe de soutien technique du CFCP a produit un aide-mémoire sur Field Hill à l'intention des équipes des trains qui roulent dans la subdivision Laggan. Cette brochure renferme des instructions spécifiques concernant la mise en route d'un train par suite d'un arrêt après un desserrage du frein automatique, le rétablissement de la PC après un freinage d'urgence, et la perte de communication avec le train en cas d'urgence, pour les systèmes Locotrol II et Locotrol IV à bord des locomotives GE et GM. On a étudié de façon ponctuelle l'application d'instructions similaires sur d'autres voies du CFCP où la pente est forte.

Le district de Colombie-Britannique a pris des mesures semblables à l'intention des équipes qui partent de Revelstoke en direction de Field Hill et d'Albert Canyon. On a publié les bulletins d'exploitation suivants, lesquels continuent d'être inclus au bulletin d'exploitation mensuel du district :

BCO-184	97-12-01	Rétablissement de la PC après un freinage d'urgence - Locotrol IV
BCO-187	97-12-05	Utilisation des robinets de retenue/freins à main après un freinage d'urgence
BCO-188	97-12-05	Rétablissement de la PC après un freinage d'urgence - locomotive GE AC4400
BCO-204	97-12-30	Rétablissement après un freinage d'urgence - robinets d'arrêt/freins à main
BCO-174	98-06-30	Rétablissement après un freinage d'urgence dans des pentes de 1,5 p. 100 ou plus

Les gestionnaires de Revelstoke ont mené une campagne-éclair de sécurité du 5 décembre au 15 décembre, au cours de laquelle on a remis en mains propres les bulletins susmentionnés à chaque employé du personnel itinérant et on leur a communiqué en même temps le message de sécurité de la compagnie sur le sujet. Ces questions ont fait l'objet de discussions détaillées avec tous les employés. Des équipes de contrôle ont de nouveau roulé à bord des trains en continu, entre le 19 janvier et le 22 janvier. Au cours de cette période, chaque train a fait un arrêt à Albert Canyon dans une pente de 2,4 p. 100 à l'aide des freins d'urgence et a rétabli correctement par la suite.

On a mené une campagne-éclair de sécurité de cinq jours dans la subdivision Cranbrook, à partir du 5 décembre, après quoi on a mené une campagne-éclair du 13 janvier au 15 janvier. On a remis tous les bulletins susmentionnés aux employés de la subdivision Fording, de même que les sections pertinentes des IGE, et on en a discuté avec eux. Les mesures à long terme consistent à mener une campagne-éclair de sécurité à intervalles réguliers dans la subdivision Fording, tout en faisant ressortir les questions liées au déraillement survenu dans la subdivision Laggan.

4.1.3 Formation

Le CFCP a entrepris de modifier son programme de formation des chefs de train et des mécaniciens. La compagnie a mis au point un module spécial, appelé «module Field Hill», à l'intention des apprentis chefs de train affectés aux trains en partance de Calgary. Ce module traite des procédures d'utilisation des robinets de retenue et des freins à main à bord des trains roulant dans Field Hill. La portion formation en cours d'emploi du module comptera au total huit parcours dans Field Hill, pendant lesquels les apprentis seront accompagnés d'un instructeur.

La procédure de requalification des mécaniciens pour Field Hill a changé. Les mécaniciens obtiennent leur requalification dans les catégories suivantes : ascension et descente dans la forte pente de Field Hill, fonctions d'arrêt suivi d'un départ à Partridge, et serrage à fond et desserrage des freins à Cathedral, tout en conservant la maîtrise du train.

La compagnie a dressé une liste de contrôle spécifique pour Field Hill, dont l'utilisation sera combinée à celle du formulaire d'évaluation des mécaniciens (imprimé 912) pour refléter les exigences spéciales liées à l'évaluation du rendement des mécaniciens dans Field Hill.

Un simulateur de conduite des locomotives GE AC 4400 est actuellement en place au centre de formation du CFCP. Il est équipé d'écrans d'IFD et d'équipement électronique de cabine intégré (ICE) fonctionnels et d'un pupitre de commande. À ce simulateur s'ajoute le simulateur actuel de conduite de locomotives AAR 105.

Le CFCP a mis au point un module de formation sur la gestion des ressources des équipes et en a fait une présentation pilote en août 1999. Le module de formation traite des communications, de la conscience de la situation et des facteurs humains. La formation sera intégrée aux nouveaux programmes de formation des mécaniciens et des chefs de train, y compris à la formation de recertification. Le module a aussi été conçu de

façon à être interfonctionnel et à pouvoir s'adapter aux services de mécanique, aux services d'ingénierie et à d'autres services de la compagnie. Des fonctionnaires de Transports Canada seront invités à participer au programme de formation.

4.1.4 Changements dans la conception des locomotives

Le CFCP a révisé la spécification concernant le freinage rhéostatique des locomotives. Dorénavant, toutes les locomotives que la compagnie achètera, quel qu'en soit le modèle, seront équipées d'un dispositif appelé «DB holding» (maintien du frein rhéostatique). Quand il y aura serrage des freins d'urgence, une locomotive équipée du dispositif «DB holding» conservera sa capacité de générer un effort de freinage rhéostatique, même si l'alarme «PCS Open» apparaît.

Le CFCP a aussi entrepris de modifier toutes ses locomotives GE AC de façon que le voyant de l'alarme «PCS Open» soit rouge dans l'écran de l'IFD.

4.1.5 Intervention environnementale

Le CFCP a utilisé des appareils d'aspiration, des vis sans fin, des excavatrices, et a fait appel au ramassage manuel pour récupérer la plus grande partie des céréales répandues. Par la suite, le CFCP a fait installer une clôture électrifiée pour empêcher que les animaux s'habituent à cette source d'alimentation artificielle. On a aussi employé un gardien de parc à temps partiel pour aider à surveiller les lieux.

4.1.6 Transports Canada

Transports Canada a procédé à une série d'inspections et d'essais de freins à air et de robinets de retenue sur du matériel roulant choisi afin d'en déterminer l'état et le niveau d'entretien. Ces essais ont suscité certaines préoccupations, particulièrement en ce qui a trait aux performances de certains freins et robinets de retenue montés sur des bogies et aux essais de freins à air qui sont menés sur des voies de réparation et dans des ateliers. Par suite de ces essais, le CFCP a publié un bulletin de marche à l'intention des équipes des trains au sujet de l'utilisation des robinets de retenue sur les trains qui roulent entre Stephen et Field. En outre, le CFCP a publié un bulletin du service de mécanique à l'intention des ateliers et des voies de réparation, disant de faire l'essai des robinets de retenue et de les entretenir correctement. Le CFCP a fait savoir qu'il continuerait de surveiller l'évolution de la situation à long terme.

Transports Canada a signalé que, sur la question de la fatigue, l'Association des chemins de fer du Canada a mis sur pied un groupe de travail formé de représentants de la gestion et des syndicats (TUT/FIL), qui formulera de nouvelles règles relatives aux heures de travail et aux exigences de repos des employés de l'exploitation, c'est-à-dire des services de manoeuvre et de ligne. Le processus de consultations auprès des parties intéressées en ce qui a trait à cette règle proposée qui devrait toucher l'ensemble de l'industrie a été amorcé à la fin de 1999.

Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. La publication de ce rapport a été autorisée le 10 décembre 1999 par le Bureau qui est composé du Président Benoît Bouchard et des membres Jonathan Seymour, Charles Simpson, W.A. Tadros et Henry Wright.

Annexe A - Croquis de la voie dans le secteur de l'événement

Annexe B - Sigles et abréviations

AAR	Association of American Railroads
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
EMD	Electro-Motive Division
FIL	Fraternité des ingénieurs de locomotives
GE	General Electric
GM	General Motors
HNR	heure normale des Rocheuses
HP	haute pression
ICE	équipement électronique de cabine intégré
IFD	affichage des fonctions intégrées
IGE	Instructions générales d'exploitation
lb/po ²	livre(s) au pouce carré
mi/h	mille(s) à l'heure
PC	commande pneumatique
PE	protocole d'entente
P.M.	point milliaire
REF	Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada
TIBS	système de contrôle et de freinage en queue
TUT	Travailleurs unis des transports
UTC	temps universel coordonné