

Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

**RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE
R10Q0011**



**DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE
DU TRAIN DE VOYAGEURS NO 15
EXPLOITÉ PAR VIA RAIL CANADA INC.
AU POINT MILLIAIRE 100,78 DE LA SUBDIVISION
MONTMAGNY DU CANADIEN NATIONAL
À SAINT-CHARLES-DE-BELLECHASSE (QUÉBEC)
LE 25 FÉVRIER 2010**

Canada

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

Rapport d'enquête ferroviaire

Déraillement en voie principale

du train de voyageurs n° 15
exploité par VIA Rail Canada Inc.
au point milliaire 100,78 de la subdivision
Montmagny du Canadien National
à Saint-Charles-de-Bellechasse (Québec)
le 25 février 2010

Rapport numéro R10Q0011

Résumé

Le 25 février 2010, vers 4 h 25, heure normale de l'Est, 2 locomotives et 6 voitures à voyageurs déraillent lorsque le train n° 15 de VIA Rail Canada Inc. en provenance de Halifax (Nouvelle-Écosse), roulant en direction ouest vers Montréal (Québec) à une vitesse d'environ 64 mi/h, emprunte la voie d'évitement au point milliaire 100,78 de la subdivision Montmagny du Canadien National dans la municipalité de Saint-Charles-de-Bellechasse (Québec). Deux mécaniciens de locomotive et 5 voyageurs sont blessés. Environ 3000 litres de carburant diesel s'échappent de la locomotive de tête. La locomotive de tête, une maison, un garage ainsi que 6 véhicules à moteur sont détruits. Les voitures à voyageurs, la voie d'évitement et d'autres propriétés privées sont lourdement endommagées.

This report is also available in English.

Table des matières

1.0	Renseignements de base.....	1
1.1	L'accident.....	1
1.2	Renseignements sur la voie.....	2
1.3	Conditions météorologiques.....	3
1.4	Commande centralisée de la circulation.....	3
1.5	Reconnaissance et observation des signaux.....	4
1.6	Essai des signaux.....	5
1.7	Renseignements consignés.....	6
1.8	Communication radio des signaux.....	7
1.9	Fréquence des croisements pour le VIA 15 et le CN 308.....	8
1.10	Perception des signaux par les équipes.....	9
1.11	Essais sur la visibilité des signaux.....	9
1.12	Systèmes de signalisation en cabine.....	10
1.13	Système de commande intégrale des trains.....	10
1.13.1	Installation obligatoire du système de commande intégrale des trains aux États-Unis.....	11
1.13.2	Développement et installation d'un système de commande intégrale des trains aux États-Unis.....	11
1.13.3	Système de commande intégrale des trains - Réseau ferroviaire canadien.....	12
1.14	Recommandation du BST concernant l'identification des signaux.....	13
1.15	Règles relatives au temps de travail et de repos du personnel d'exploitation ferroviaire.....	13
1.16	Syndrome d'apnées obstructives du sommeil.....	14
1.17	Évaluation médicale des mécaniciens par les compagnies de chemin de fer.....	17
2.0	Analyse.....	20
2.1	L'accident.....	20
2.2	Fatigue.....	21
2.3	Obscurcissement des lentilles des signaux par la neige.....	21
2.4	Postes radio et communications.....	22
2.5	Dispositifs d'enregistrement audio et vidéo.....	23
2.6	Système de commande intégrale des trains.....	23
2.7	Évaluations médicales par les compagnies de chemin de fer.....	24
2.8	Directives d'ordre médical pour l'industrie.....	25
3.0	Conclusions.....	26
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs.....	26
3.2	Faits établis quant aux risques.....	26
3.3	Autre fait établi.....	27

4.0	Mesures de sécurité	28
4.1	Mesures prises	28
4.1.1	Avis de sécurité ferroviaire du BST	28
4.1.2	Évaluations médicales par les compagnies de chemin de fer.....	28
4.1.3	Fatigue	29
4.2	Recommandations du Bureau en suspens.....	29
4.2.1	Mesures de sécurité supplémentaires - Indications des signaux.....	29
4.2.2	Enregistrement des conversations de cabine	30
5.0	Annexes	
	Annexe A - Diagrammes d'exploitation du Canadien National	31
	Annexe B - Autres événements pertinents.....	32
	Annexe C - Dépistage du syndrome d'apnées obstructives du sommeil chez les conducteurs de véhicules motorisés commerciaux - Critères d'évaluation en service et hors service.....	33
	Annexe D - Sigles et abréviations.....	34

1.0 Renseignements de base

Le 24 février 2010, à 13 h, heure normale de l'Atlantique, le train n° 15 (VIA 15) de VIA Rail Canada Inc. (VIA) part de Halifax (Nouvelle-Écosse) à destination de Montréal (Québec). Le train se dirige vers l'ouest vers une tempête qui, elle, se déplace vers l'est, et qui est accompagnée de forts vents du nord-est, de poudrerie parfois mêlée de grésil, et d'une température avoisinant le point de congélation. Le train comprend 2 locomotives et 7 voitures à voyageurs, mesure environ 710 pieds et pèse environ 650 tonnes. Le VIA 15 transporte 118 voyageurs. L'équipe comprend 2 mécaniciens dans la locomotive de tête et 8 employés des services de bord.

1.1 L'accident

Le 25 février 2010, vers 4 h 25¹, 2 locomotives et 6 voitures à voyageurs dérailent lorsque le VIA 15, circulant à une vitesse d'environ 64 mi/h, emprunte la voie d'évitement au point milliaire 100,78 de la subdivision Montmagny du Canadien National (CN), dans la municipalité de Saint-Charles-de-Bellechasse (Québec). Après avoir quitté la voie, le train fauche les lignes de transport d'électricité adjacentes et percute 2 maisons et un garage avant de s'immobiliser (voir la photo 1).



Photo 1. Matériel roulant déraillé et dommages aux propriétés résidentielles

¹ Toutes les heures mentionnées par la suite sont exprimées en heure normale de l'Est.

La gare d'attache de l'équipe de la locomotive était Charny (Québec). Les membres de l'équipe avaient pris leur service aux environs de 20 h, le 24 février 2010, et avaient travaillé sur le train VIA n° 14 est, à destination de Montagne (Québec), point milliaire 140,2 de la subdivision Mont-Joli. Après avoir fait la jonction avec le VIA 15, l'équipe du train a changé d'affectation et est partie vers l'ouest à bord du VIA 15 vers 1 h 40 le 25 février 2010 (voir la figure 1).

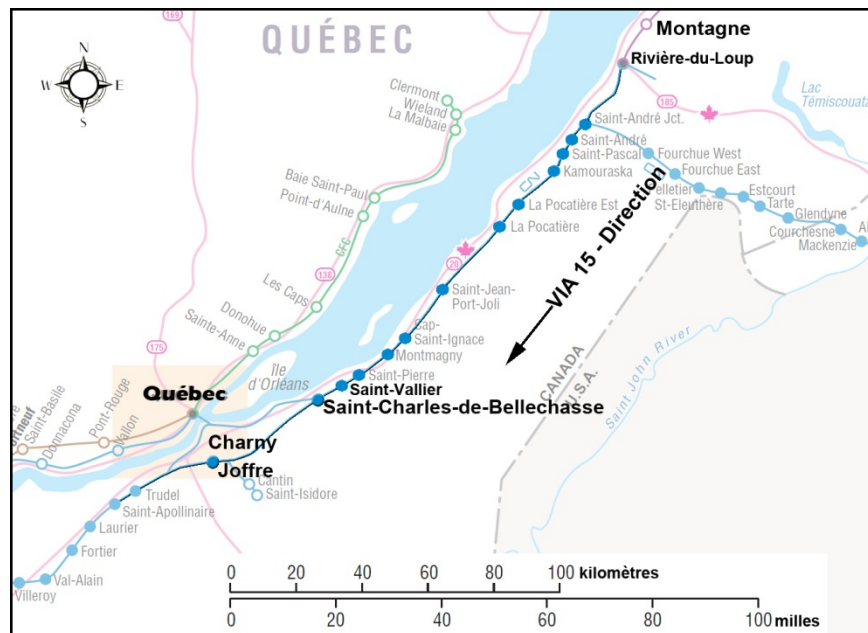


Figure 1. Lieu de l'accident à Saint-Charles-de-Bellechasse (Source : Association des chemins de fer du Canada, *Atlas des chemins de fer canadiens*)

Le mécanicien de locomotive aux commandes (mécanicien) possédait plus de 31 années d'expérience dans les chemins de fer, la plupart au CN. Il était passé chez VIA en mars 2009 et il effectuait son quart régulier le jour de l'accident. Le mécanicien qui avait la responsabilité du train (chef de train)² comptait 35 années d'expérience dans les chemins de fer, dont 21 ans au CN et 14 ans chez VIA. Au cours des 2 semaines précédentes, il avait eu une seule autre affectation. Les 2 mécaniciens étaient qualifiés pour leur poste et connaissaient le territoire.

1.2 Renseignements sur la voie

La subdivision Montmagny du CN comprend une voie principale simple qui va de Rivière-du-Loup (point milliaire 0,0) à West Junction près de Joffre, au Québec (point milliaire 118,0), où se fait la liaison avec la subdivision Drummondville. La vitesse maximale autorisée pour les trains de voyageurs est de 80 mi/h.

Il y a un grand pont à travées à poutres à âme pleine, à tablier supérieur et ajouré, entre Montmagny et Saint-Charles-de-Bellechasse au point milliaire 97,6. Il comprend 3 travées en acier d'une longueur totale approximative de 235 pieds. Les schémas de la voie entre les points milliaires 96 et 101 sont illustrés à l'annexe A.

² Le mécanicien qui avait la responsabilité du train était assis du côté gauche de la locomotive et accomplissait les tâches du chef de train.

À Saint-Charles-de-Bellechasse, un branchement de type 12 permet aux trains voyageant vers l'ouest d'emprunter la voie d'évitement. La vitesse maximale des trains est limitée à 15 mi/h au branchement et à 10 mi/h sur la voie d'évitement. La voie d'évitement se compose de rails Dominion de 100 livres fabriqués en 1943. Les rails avaient une usure verticale de 2 mm et l'usure latérale était minime.

1.3 Conditions météorologiques

Le matin de l'accident, selon les prévisions de la station météorologique près de Beauport (Québec), on annonçait des averses de neige qui allaient s'intensifier, des vents est-nord-est de 42 km/h avec des pointes jusqu'à 62 km/h, et une température de -0,6 °C.

1.4 Commande centralisée de la circulation

La circulation des trains dans la subdivision Montmagny est régie par le système de commande centralisée de la circulation (CCC) en vertu du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REF), et est supervisée par un contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) en poste à Montréal. La CCC utilise des circuits de voie et des signaux de voie (signaux contrôlés, avancés et intermédiaires) reliés entre eux pour contrôler la circulation des trains. Un ordinateur et des commandes sont installés dans le bureau du CCF. Le système est conçu de façon à ce que les trains reçoivent une série de signaux qui obligent les équipes à prendre des mesures selon le signal indiqué.

Quand un CCF demande des signaux contrôlés pour des trains, le système de signalisation détermine le degré de permissivité des signaux. Dans le bureau du CCF, l'occupation de la voie entre les points contrôlés est affichée sur un écran d'ordinateur. Les trains approchant des signaux contrôlés sont dirigés par des signaux avancés. Des signaux intermédiaires sont aussi actionnés par la présence d'un train.

Les équipes des trains sont informées, par les signaux, de la vitesse à laquelle elles peuvent circuler et jusqu'où elles peuvent se rendre. De plus, les signaux offrent une protection contre certaines conditions (par exemple, un canton occupé, un rail brisé ou un aiguillage laissé ouvert).

Les équipes doivent bien connaître la signification des signaux énoncés dans le REF, et doivent être en mesure de contrôler leurs trains conformément à ces règles. La CCC n'offre aucune forme d'exécution automatique pour ralentir ou immobiliser un train s'il devait passer outre à un signal d'arrêt ou à d'autre forme de limitation.

Les dispositifs de signalisation utilisés dans la subdivision Montmagny consistent en 1 feu ou un ensemble de 2 feux affichant 3 couleurs (vert, jaune ou rouge). Il s'agit de projecteurs de type SA-1 de la General Railway Signal Corporation, munis de lentilles Fresnel³, et fabriqués conformément aux spécifications de l'Association of American Railroads.

³ Par rapport aux lentilles conventionnelles, la lentille Fresnel est plus mince, plus large et plus plate, et assure un éclairage oblique accru à partir d'une source lumineuse, ce qui permet à la lumière d'être visible sur de plus grandes distances.

L'équipe d'un train en direction ouest en provenance de Saint-Vallier (Québec) et en direction de Saint-Charles-de-Bellechasse verrait 3 signaux contrôlant son mouvement, soit un signal intermédiaire (939⁴), un signal avancé (971) et un signal contrôlé ou signal d'entrée (1007).

Si l'aiguillage de la voie principale à Saint-Charles-de-Bellechasse est orienté pour laisser le train s'engager sur la voie d'évitement, les signaux (voir la figure 2) donneraient les indications suivantes :

- le signal intermédiaire 939 indiquerait « vitesse normale » (vert);
- le signal avancé 971 indiquerait « de vitesse normale à arrêt » (signal à 2 couleurs, soit jaune sur rouge, qui signifie d'avancer et d'être prêt à s'arrêter au signal suivant);
- le signal d'entrée 1007 indiquerait un signal de marche à vue (rouge sur jaune, qui signifie d'avancer à vitesse de marche à vue⁵).

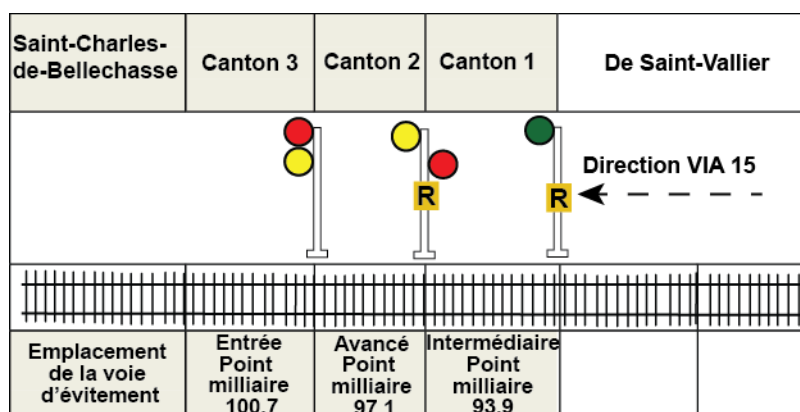


Figure 2. Indications des signaux en direction de la voie d'évitement de Saint-Charles-de-Bellechasse

1.5 Reconnaissance et observation des signaux

La reconnaissance et l'observation des signaux sont régies, entre autres, par les règles suivantes :

La règle 27 du REF, « SIGNAL IMPARFAITEMENT DONNÉ », précise ce qui suit :

- (a) [. . .] un signal fixe imparfaitement donné, ou l'absence d'un signal fixe là où il s'en trouve ordinairement un, doit être interprété comme donnant son indication la plus restrictive. Un signal imparfaitement donné doit être porté à la connaissance de l'autorité compétente le plus tôt possible.

⁴ Les numéros des signaux désignent habituellement un lieu physique; par exemple, le signal 939 est situé au point milliaire 93,9.

⁵ On entend par vitesse de marche à vue, une vitesse qui permet l'arrêt du train en deçà de la moitié de la distance de visibilité d'un matériel roulant, et aussi avant un aiguillage mal orienté, et qui ne doit jamais dépasser la PETITE vitesse (15 mi/h). Lorsque le train circule à une vitesse de marche à vue, l'équipe doit veiller à détecter les ruptures de rail.

La règle 34 du REF, « RECONNAISSANCE ET OBSERVATION DES SIGNAUX FIXES », précise ce qui suit :

- (a) L'équipe d'une locomotive de commande de tout mouvement et le contremaître d'un chasse-neige doivent, avant de franchir un signal fixe, en connaître l'indication (y compris celle des signaux de position d'aiguilles, si c'est possible).
- (b) 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 un mouvement doit être nommé à haute voix dès l'instant où il est reconnu formellement; [. . .]
- (c) Si la réaction à un signal influant sur leur mouvement 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 l'employé aux commandes de la locomotive est hors d'état de réagir, les autres membres de l'équipe doivent prendre des mesures immédiates pour assurer la sécurité du mouvement, en allant jusqu'à déclencher un arrêt d'urgence si la situation l'exige.

La règle 578 du REF, « EXIGENCES RELATIVES AUX MESSAGES RADIO », précise ce qui suit :

- (a) En voie simple, un membre de l'équipe de chaque train et transfert doit transmettre un message radio sur les ondes du canal d'attente désigné précisant l'indication donnée par le signal avancé du prochain emplacement contrôlé, point contrôlé ou enclenchement.

Avant de quitter Charny en direction est, les membres de l'équipe ont confirmé entre eux la procédure pour transmettre les signaux. Le mécanicien transmettrait le signal en premier, le chef de train le confirmerait, puis le communiquerait par radio, s'il y avait lieu. En cas de désaccord entre les membres de l'équipe, ceux-ci réduiraient la vitesse du train à la vitesse la plus restrictive. Cette procédure était conforme aux règles du REF et semblable aux pratiques des autres équipes.

1.6 *Essai des signaux*

Peu après l'accident (à 7 h et encore à 11 h 30 le jour de l'accident), les lentilles du signal avancé et du signal d'entrée étaient soit partiellement masquées ou complètement obstruées par une neige épaisse et mouillée (voir la photo 2). Un examen des registres du chemin de fer pour l'année précédente a permis de constater que, dans ce secteur, il y avait eu 6 rapports concernant des signaux obstrués en raison des conditions hivernales. Dans chaque cas, les techniciens du service de Signalisation et Communications sont intervenus et ont nettoyé les lentilles des signaux. Il n'y avait eu aucun rapport concernant un mauvais fonctionnement des signaux dans ce secteur.



Photo 2. Haut - Neige sur la lentille du signal d'entrée 1007 (25 février 2010 à 7 h et à 11 h 30)
Bas - Signal avancé 971 avant et après le nettoyage des lentilles (Source : BST et CN)

Les signaux entre Saint-Vallier et Saint-Charles-de-Bellechasse ont été inspectés et testés par des techniciens du CN et de Transports Canada (TC) peu après l'accident. Tous les signaux fonctionnaient correctement. D'autres essais effectués par un spécialiste externe ont aussi confirmé le bon fonctionnement des signaux. Il a été établi que les signaux fonctionnaient conformément aux exigences du REF, aux spécifications énoncées dans les Instructions générales, codes et pratiques de signalisation et de communications du CN et aux plans approuvés.

1.7 Renseignements consignés

La figure 3 indique le déroulement des événements et des actions de l'équipe qui ont été consignés et qui ont eu lieu entre Montagne et Saint-Charles-de-Bellechasse.

N°	Endroit (point milliaire)	Heure	Vitesse (mi/h)	Manipulateur	Description
		2 h 56			L'équipe du VIA 15 téléphone au CCF pour s'informer au sujet de croisements potentiels. Les membres ont compris que le train CN 308 en direction est était prévu pour 2 h 15 et qu'une modification à son groupe de traction devait être effectuée avant son départ.

N°	Endroit (point milliaire)	Heure	Vitesse (mi/h)	Manipulateur	Description
		3 h 56			Les membres de l'équipe du CN 305, qui circule à l'ouest de Joffre dans la subdivision Drummondville, signalent au CCF qu'ils ont de la difficulté à voir les signaux en raison de l'accumulation de neige sur les lentilles. Le CCF communique avec le technicien responsable de la signalisation, qui envoie une équipe nettoyer les lentilles des signaux dans ce secteur.
		4 h 3 min 3 s	88,0	2	La vitesse du train est de 88 mi/h.
		4 h 6 min 46 s	57,9	2	La vitesse du train est de 58 mi/h.
		4 h 7 min 11 s			Le CCF oriente l'aiguillage de la voie principale à Saint-Charles-de-Bellechasse de façon à ce que le VIA 15 s'engage sur la voie d'évitement.
		4 h 7 min 32 s			Il est confirmé que l'aiguillage est à Saint-Charles-de-Bellechasse est à la position inversée (c'est-à-dire orienté pour la voie d'évitement).
	89,3 à 90,6	4 h 16			En traversant Saint-Vallier, l'équipe du VIA 15 se retrouve dans la tempête de neige qui se déplace vers l'est, ce qui peut avoir affecté l'aspect des signaux en raison de la poudrière.
		4 h 18			L'équipe du CN 308 annonce le signal à Diamond (point milliaire 114) par radio.
		4 h 19 min 4 s	78,9	5	Le VIA 15 arrive à la hauteur du signal intermédiaire 939.
		4 h 19 min 24 s	78,9	4	Le mécanicien actionne le sifflet pendant 13 secondes pour le passage à niveau du point milliaire 94,79.
1	96,00	4 h 20 min 39 s	77,9	5	Le VIA 15 circule vers l'ouest avec le manipulateur à la position 5.
		4 h 21			L'équipe du CN 308 communique le signal à Carrier (point milliaire 110,4) par radio.
2	96,89	4 h 21 min 12 s	79,9	4	À l'approche du signal avancé 971, le mécanicien actionne le sifflet pour le passage à niveau du point milliaire 97,23.
3	97,23	4 h 21 min 28 s	81,9	4	Le mécanicien arrête le sifflet lorsque le train franchit le passage à niveau.
4	98,00	4 h 21 min 59 s	79,9	4	La vitesse est réduite à moins de 80 mi/h.
5	99,00	4 h 22 min 50 s	75,0	6	Le manipulateur est avancé à la position 6.
6	99,49	4 h 23 min 12 s	75,0	6	Le mécanicien actionne le sifflet pour le passage à niveau du point milliaire 99,73.
7	99,73	4 h 23 min 22 s	76,0	6	Le train franchit le passage à niveau du point milliaire 99,73.
8	99,80	4 h 23 min 26 s	76,0	6	Le mécanicien continue d'actionner le sifflet pour le passage à niveau du point milliaire 100,11.
9	100,11	4 h 23 min 42 s	75,1	6	Le mécanicien arrête le sifflet au passage à niveau du point milliaire 100,11.
10	100,53	4 h 24 min 2 s	73,1	3	Entre 4 h 23 min 44 s et 4 h 24 min 2 s, le mécanicien ramène le manipulateur de la position 6 à 3.
11	100,64	4 h 24 min 10 s	72,1	3	Le mécanicien diminue légèrement la pression des freins à air.
		4 h 24 min 12 s	71,0	3	L'équipe du VIA 15 aperçoit l'indication de marche à vue du signal d'entrée pour la voie d'évitement de Saint-Charles-de-Bellechasse.
	100,68	4 h 24 min 13 s	71,0	0	Le mécanicien baisse le manipulateur à la position 0.
12	100,77	4 h 24 min 18 s	63,6	0	Serrage des freins d'urgence.
	100,78	4 h 24 min 18 s	63,6	0	Le train s'engage dans l'aiguillage est de la voie d'évitement à Saint-Charles-de-Bellechasse.
		4 h 24 min 19 s			Déraillement du VIA 15.

Figure 3. Événements et actions de l'équipe entre Montagne et Saint-Charles-de-Bellechasse

Un examen des données sur la conduite du train enregistrées durant les 45 minutes précédant l'accident a permis de dégager les constatations suivantes : vitesse non adaptée aux fluctuations du terrain, utilisation intensive des freins et du manipulateur et quelques périodes de survitesse.

1.8 *Communication radio des signaux*

Conformément au REF, à la hauteur du signal intermédiaire (939), les membres de l'équipe de VIA devaient se communiquer le signal dans la cabine. À la hauteur du signal avancé (971), les membres de l'équipe de VIA devaient se communiquer les signaux et transmettre un message radio sur les ondes du canal d'attente désigné (canal 1) en annonçant l'indication du signal affiché.

Les communications dans la cabine n'ont pas été enregistrées, mais celles diffusées sur le canal 1 ont été enregistrées par le CN à Joffre. Selon les transmissions radio enregistrées par le triage Joffre le matin de l'accident, le message radio de VIA 15 au signal avancé était inaudible. L'équipe du CN 308 devait aussi, tel que prescrit par le REF, communiquer le signal avancé 114 à Carrier. L'enregistrement par le triage Joffre a confirmé que ce message était clairement audible.

Après l'accident, des essais radio ont été effectués avec une équipe du VIA 15 pour déterminer l'audibilité des transmissions à Joffre. Tous les signaux de la voie entre Montmagny et Joffre ont été communiqués par radio et filmés par vidéo de la cabine. Selon l'examen des enregistrements du triage Joffre, de Saint-Vallier à Saint-Charles-de-Bellechasse, les transmissions radio du VIA 15 étaient intermittentes et inaudibles; celles de Carrier étaient plus claires, mais encore intermittentes.

Le Bureau a déjà formulé des recommandations sur les enregistrements de bord. Dans le rapport d'enquête R99T0017 du BST, le Bureau a recommandé que :

Le ministère des Transports, en collaboration avec l'industrie ferroviaire, établit des normes nationales exhaustives en matière des enregistreurs de données de locomotive qui comprennent un dispositif d'enregistrement des conversations de cabine combiné aux systèmes de communication de bord.

(R03-02, publiée en juillet 2003)

En tenant compte que TC avait mis en œuvre certaines exigences de performance pour la collecte de données, le Bureau a évalué la réponse de TC comme étant **en partie satisfaisante**. Le Bureau demeure toutefois inquiet du fait que le principe d'enregistrement de la parole comme outil de sécurité utile n'a pas été mise en application.

1.9 *Fréquence des croisements pour le VIA 15 et le CN 308*

Au cours des 2 mois précédant l'accident, le VIA 15 a circulé 54 fois et le CN 308, 61 fois, dans la subdivision Montmagny. Les trains se sont croisés 19 fois, dont 5 fois à Saint-Charles-de-Bellechasse. Les 19 jours où ils se sont croisés, le CN 308 était resté en moyenne 2,2 heures au triage Joffre avant le départ. En moyenne, l'heure de départ au triage Joffre du CN 308 pendant ces jours était 4 h 10.

1.10 Perception des signaux par les équipes

Les membres des équipes sont censés connaître leur territoire de travail, y compris l'emplacement de chaque signal. Cette connaissance facilite la détection d'un signal et aide à détecter toute défectuosité ou absence d'un signal. La perception des signaux peut être considérée comme un processus en 3 étapes : détecter, différencier et décider selon ce qui est indiqué. Ce processus peut être rapide et effectué à partir de distances relativement longues lorsque les signaux ne sont ni masqués ni obstrués, et que la visibilité est bonne. Plusieurs facteurs peuvent influencer sur la rapidité et l'exactitude de la perception des signaux par les équipes, notamment la condition physique de l'équipe pour le service, la visibilité, le contexte de la perception et les signaux eux-mêmes.

1.11 Essais sur la visibilité des signaux

Dans de bonnes conditions de visibilité, le signal avancé 971 peut être aperçu dans l'obscurité d'aussi loin que 15 000 pieds. Le signal d'entrée 1007 peut aussi être aperçu de cette distance à travers les champs pendant que le train négocie la courbe à l'approche de Saint-Charles-de-Bellechasse. Le signal d'entrée 1007 devient directement dans le champ de vision de l'équipe à une distance approximative de 8500 pieds. Le signal d'entrée 1007 est situé à l'extrémité du village, près de bâtiments avec des lumières environnantes, dont certaines sont à vapeur de sodium, qui ont une teinte jaune.

L'accumulation de neige sur les lentilles des signaux peut causer le masquage partiel ou complet du faisceau de lumière, ce qui peut influencer grandement sur la distance et le temps de perception et de confirmation des signaux par une équipe. Des essais sur le terrain ont été effectués pour simuler les effets d'une accumulation de neige sur la distance de perception du signal avancé 971. Les essais sur le terrain ont été réalisés avec un matériau translucide et un matériau opaque. Les essais de luminosité consistaient à recouvrir toute la surface de la lentille avec des couches superposées de matériau translucide. Au cours des essais d'opacité, la lentille a été partiellement masquée avec un matériau opaque⁶ dans des proportions couvrant 25 %, 50 %, 75 % et 90 % de la surface de la lentille.

Les essais ont été réalisés les 19 et 20 mai 2010, entre 21 h 30 et 1 h 30, dans de bonnes conditions de visibilité. La perception du signal a été évaluée par 3 observateurs à des distances variant de 0,25 mille à 2,0 milles. Dans la première série d'essais, seulement la lentille supérieure a été masquée alors qu'elle était de couleur jaune.

Les essais avec le matériau translucide ont permis de dégager les constatations suivantes :

- À une certaine distance, le diamètre du signal jaune (cercle) devient plus petit avec l'augmentation du nombre de couches. Cependant, il est possible de distinguer la couleur jaune jusqu'à ce que le feu devienne imperceptible en raison du grand nombre de couches.
- Le nombre de couches pour rendre la lumière imperceptible diminue avec l'augmentation de la distance par rapport au signal.

⁶ La lumière ne passait pas à travers la section masquée.

Les essais avec le matériau opaque ont permis de dégager les constatations suivantes :

- Au-delà de 1,5 mille, il est difficile d'apercevoir le feu jaune si la surface de la lentille est masquée à plus de 75 %.
- À une distance de 0,5 mille, il est difficile, mais toujours possible de distinguer la couleur jaune si 90 % de la surface de la lentille est masquée.

Dans la deuxième série d'essais, la lentille supérieure a été graduellement recouverte de couches de matériau translucide, tout d'abord pendant que le feu était jaune, puis pendant qu'il était vert. Dans chaque cas, les observateurs pouvaient facilement distinguer la couleur jusqu'à ce que le nombre de couches rende le feu imperceptible.

1.12 *Systèmes de signalisation en cabine*

La signalisation en cabine est un système de sécurité ferroviaire qui communique des renseignements sur l'occupation des voies à un dispositif d'affichage installé dans la cabine de la locomotive. Les systèmes les plus simples affichent les indications des signaux en voie, alors que des systèmes plus sophistiqués affichent aussi les vitesses maximales autorisées. Ces systèmes peuvent être combinés avec un système de protection du train afin de signaler la proximité de points de restriction et de prendre des mesures pour ralentir ou immobiliser un train⁷. La signalisation en cabine peut diminuer le risque lié aux erreurs de reconnaissance des signaux, plus particulièrement quand les signaux en voie sont difficilement visibles.

En 1922, la U.S. Interstate Commerce Commission a adopté un règlement qui exigeait que les compagnies ferroviaires américaines installent une sorte de contrôle automatique des trains sur une ligne complète de transport de voyageurs avant 1925. Dans la foulée de ce règlement, les premiers systèmes de signalisation en cabine ont été développés et utilisés aux États-Unis⁸. Les systèmes de signalisation en cabine ont évolué et sont encore utilisés dans certains couloirs de trains de voyageurs aux États-Unis. Au Canada, il n'y a actuellement aucun système de signalisation en cabine utilisé par des compagnies de transport ferroviaire de marchandises ou de voyageurs.

1.13 *Système de commande intégrale des trains*

Le système de commande intégrale des trains (de l'anglais, *Positive Train Control* ou PTC) est un système en développement dont les principales fonctions consistent à prévenir la collision de trains, les déraillements par cause de survitesse, les incursions dans les limites de zones de travaux établies et la circulation des trains sur des aiguillages positionnés incorrectement. Ces objectifs sont atteints en exerçant une surveillance continue et en intervenant directement aux points d'application de la restriction. Les systèmes PTC varient grandement en termes de complexité et de sophistication selon le degré d'automatisation et de fonctionnalité, l'architecture du système, les systèmes en voie sur lesquels reposent ces systèmes (c'est-à-dire, non signalisé, signal de canton, signal de cabine), et le degré de contrôle des trains qu'ils peuvent assurer.

⁷ *Elements of Railway Signalling*, General Railway Signal, juin 1979.

⁸ Transportation Research Board of the National Academies, *Transportation Research Circular E-C085: Railroad Operational Safety: Status and Research Needs*, janvier 2006.

1.13.1 *Installation obligatoire du système de commande intégrale des trains aux États-Unis*

Après l'enquête sur la collision frontale de 2 trains de banlieue de Penn Central près de Darien (Connecticut), le 20 août 1969, qui a fait 4 morts et 45 blessés, le National Transportation Safety Board (NTSB) des États-Unis a demandé à la Federal Railroad Administration (FRA) d'examiner la faisabilité de l'installation obligatoire d'une forme de système de commande intégrale des trains à des fins de protection contre les erreurs du personnel d'exploitation et de prévention des collisions.

À la suite de la collision par l'arrière entre un train de banlieue de la Boston and Maine Corporation et un train de marchandises de la Consolidated Rail Corporation (Conrail) le 7 mai 1986, qui a fait 153 blessés, le NTSB a recommandé que la FRA publie des normes exigeant l'installation et l'exploitation d'un système de commande qui assurerait la séparation intégrale des trains (recommandation R-87-16 du NTSB, mai 1987).

Lorsque le NTSB a établi sa liste initiale d'améliorations les plus pressantes pour accroître la sécurité des transports en 1990 (*Most Wanted List*), il avait inscrit la séparation intégrale des trains qui, par la suite, a pris la désignation PTC. En septembre 1997, la FRA a demandé à son comité consultatif sur la sécurité ferroviaire de se pencher sur la question du PTC. Un groupe de travail sur le PTC, qui comprenait Transports Canada, a été mis sur pied. En 1999, le groupe de travail a présenté un rapport établissant les principales fonctions du PTC.

Jusqu'en 2008, les systèmes PTC ont été installés par quelques transporteurs, sur une base volontaire. Cependant, le 12 septembre 2008, il y a eu une collision entre un train de voyageurs de Metrolink et un train de marchandises d'Union Pacific en Californie, causant 25 morts et plus de 135 blessés graves. Cet accident a accéléré l'adoption de la *Rail Safety Improvement Act* (RSIA) des États-Unis (16 octobre 2008; Public Law 110-432) qui exigeait l'installation du PTC sur toutes les principales lignes de chemin de fer des États-Unis d'ici 2015. Plus particulièrement, la RSIA exige :

... des systèmes de PTC seraient installés et exploités sur toutes les principales lignes de chemin de fer, soit toutes les lignes interurbaines et les lignes de banlieue, avec certaines exceptions relevant de la FRA, et seulement sur les lignes de transport de marchandises du réseau de chemins de fer de catégorie I, qui transportent annuellement au moins 5 millions de tonnes brutes de marchandises et des quantités de matières toxiques par inhalation.

En 2009, le NTSB a recommandé à la Federal Transit Administration d'accélérer le développement et l'installation de systèmes de commande intégrale sur les trains de banlieue à l'échelle nationale (recommandation R-09-8 du NTSB, juillet 2009).

1.13.2 *Développement et installation d'un système de commande intégrale des trains aux États-Unis*

En novembre 2000, la National Passenger Rail Corporation (Amtrak) des États-Unis a mis en exploitation son système avancé de contrôle de la vitesse (de l'anglais, *Advanced Civil Speed Enforcement System* ou ACSES) sur un tronçon du couloir nord-est entre New Haven (Connecticut) et Boston (Massachusetts). Le système a été ajouté à la signalisation en cabine et au contrôle automatique du train (contrôle de la vitesse) pour permettre à Amtrak d'exploiter des trains à haute vitesse. Le système a comme principales fonctions d'assurer la conformité des limites de vitesse et de la signalisation. On estime que, lorsqu'ils sont pris dans leur ensemble, ces systèmes assurent les principales fonctionnalités du PTC.

La FRA affirme qu'elle aidera tous les transporteurs ferroviaires qui sont tenus d'installer un PTC, de même que les transporteurs ferroviaires qui continueront à installer un PTC sur une base volontaire. Ce soutien est assuré par une combinaison de moyens, notamment la réforme de la réglementation, la surveillance de la sécurité du projet, le développement technologique et une aide financière.

Toutes les compagnies de chemin de fer concernées préparent des plans de mise en œuvre du PTC, tel qu'exigé par la RSIA, et adaptent leurs propres systèmes PTC pour optimiser l'interopérabilité. Il y a 11 projets PTC à différentes étapes de développement et de réalisation, menés par 9 compagnies dans au moins 16 états. Non seulement ces projets pilotes permettent-ils aux compagnies de chemin de fer de mettre au point les différentes technologies utilisées pour installer les systèmes PTC, mais ils leur permettent d'acquérir une expérience précieuse dans les procédures d'installation et d'essai nécessaires afin de respecter l'échéance de 2015.

Après 2015, on prévoit qu'il y aura 41 compagnies américaines de chemin de fer (y compris les compagnies de catégorie 1, de transport de voyageurs et de transport interurbain) exploitant des systèmes PTC sur toutes leurs lignes ou une partie de celles-ci. Plus de 60 000 milles de voie ferrée aux États-Unis seront dotés de systèmes PTC.

1.13.3 *Système de commande intégrale des trains – Réseau ferroviaire canadien*

Aucune compagnie de chemin de fer n'a installé de système PTC au Canada, sauf à titre d'essai limité. Le Bureau est au courant que les 2 compagnies de chemin de fer canadiennes de catégorie 1, le CN et le Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP), ont des plans de mise en œuvre afin de satisfaire aux exigences relatives au PTC pour leurs opérations américaines.

Selon le plan de mise en œuvre du CFCP, la compagnie dotera 460 locomotives de grande puissance et 110 locomotives de manœuvres et de triage de ces systèmes. Le CFCP installera des systèmes PTC sur environ 1660 milles de voie ferrée.

Selon le plan de mise en œuvre de systèmes PTC du CN, la compagnie dotera 820 locomotives de grande puissance et 180 locomotives de faible puissance de ces systèmes. Le CN installera des systèmes PTC sur environ 3720 milles de voie ferrée.

Le CN et le CFCP procèdent à l'installation d'un système électronique essentiel de gestion des trains (de l'anglais, *Vital Electronic Train Management System* ou V-ETMS). Le CN installera ce système dans 41 subdivisions et le CFCP, dans 17 subdivisions, ce qui correspond respectivement à 62 % et 89 % de leurs voies ferrées aux États-Unis (excluant les limites des gares de triage). Le V-ETMS est un système de commande de train axé sur la locomotive qui exploite une combinaison de données en provenance de la locomotive, du bureau et de la voie intégrées au moyen d'un réseau de radiocommunication. Le système remplit les fonctions suivantes :

- avertir les équipes de train des infractions aux limites de vitesse et aux autorisations en attente, y compris l'omission d'un signal d'arrêt;
- immobiliser les trains avant qu'ils ne dépassent les limites de vitesse et d'autorisations, y compris les arrêts facultatifs;
- interroger les prochains signaux de voie et aiguillages des itinéraires des trains sur les tronçons munis du V-ETMS;
- respecter les limites dans les zones de travaux en appliquant les restrictions des zones de travaux.

1.14 *Recommandation du BST concernant l'identification des signaux*

Dans le cadre d'une enquête du BST sur une collision ferroviaire entre 2 trains du CFCP près de Notch Hill, en Colombie-Britannique (rapport n° R98V0148 du BST), le Bureau a déterminé que les mesures de sécurité supplémentaires pour l'identification des signaux étaient inadéquates et que les distractions attribuables au bruit compromettaient sensiblement la communication de renseignements essentiels à la sécurité entre les membres de l'équipe dans la cabine de la locomotive. Le Bureau a recommandé que :

Le ministère des Transports et l'industrie ferroviaire mettent en œuvre 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, publiée en février 2001)

TC a donné son appui à l'objectif de cette recommandation et a accru sa surveillance de la conformité des activités relatives à la reconnaissance de signaux. Même si aucune mesure supplémentaire de sécurité physique n'a été élaborée dans la CCC pour assurer systématiquement la reconnaissance des signaux et la réaction à ceux-ci, certaines modifications administratives ont été faites par le CFCP après un accident à Redgrave (Colombie-Britannique), en 2009 (rapport n° R09V0230 du BST). Le Bureau a évalué la réponse à la recommandation R00-04 comme étant **en partie satisfaisante**.

Depuis 2007, le BST a mené un certain nombre d'enquêtes où il a été déterminé que l'identification des signaux et la réaction à ceux-ci étaient des facteurs contributifs (voir l'annexe B).

1.15 *Règles relatives au temps de travail et de repos du personnel d'exploitation ferroviaire*

La direction et les employés ont une responsabilité partagée afin de s'assurer que le personnel d'exploitation ferroviaire soit reposé et apte à travailler. Les travailleurs ont également une part de responsabilité lorsqu'ils négocient leurs conditions de travail, et doivent veiller à ce que ces dernières tiennent compte de l'impact de la fatigue.

Le rendement et le fonctionnement cognitif sont à leur plus bas pendant les périodes où le rythme circadien voudrait qu'on dorme. Des mesures précises du rendement comme la vitesse d'addition de nombres aléatoires⁹, le temps de réaction¹⁰, les calculs arithmétiques, la détection des signaux¹¹ et les alarmes liées à la sécurité des trains¹² démontrent que le rendement est à son plus bas pendant le quart de nuit.

Il n'y a pas de distinction entre les quarts de travail de jour ou de nuit dans les Règles relatives au temps de travail et de repos du personnel d'exploitation ferroviaire de l'Association des

⁹ S. Gupta et A.K. Pati, « Desynchronization of Circadian Rhythms in a Group of Shift Working Nurses: Effects of Pattern of Shift Rotation », *Journal of Human Ergology*, 23(2), 1994, 121-131.

¹⁰ A.J. Tilley, R.T. Wilkinson, P.S.G. Warren et coll., *Human Factors*, 24, 1982, 629-641.

¹¹ D.I. Tepas, J.K. Walsh et D.R. Armstrong dans L.C. Johnson, D. I. Tepas et coll. (éditeurs), *Biological Rhythms, Sleep and Shift Work*, New York, Spectrum Publishing, 1981, 347-356.

¹² G. Hildebrandt, W. Rohmert et J. Rutenfranz, « Twelve and Twenty-Four Hour Rhythms in Error Frequency of Locomotive Drivers and the Influence of Tiredness », *International Journal of Chronobiology*, 2, 1974, 97-110.

chemins de fer du Canada (ACFC) (telles qu'approuvées par TC), ni d'exigences de précautions à prendre pour le quart de nuit. Cela découle de l'hypothèse suivant laquelle le niveau de rendement est le même à toutes les heures de la journée. Cependant, dans les faits, le rendement diminue et la fatigue augmente la nuit parce que le rythme circadien impose un niveau de rendement approprié à un état de sommeil.

Les Règles relatives au temps de travail et de repos du personnel d'exploitation ferroviaire stipulent que les plans de gestion de la fatigue des compagnies englobent l'éducation et la formation. Au CN, l'éducation des employés comprend des documents d'information périodiques sur des sujets liés à la fatigue. Le personnel d'exploitation doit avoir en sa possession les règles relatives au temps de travail et de repos quand il est de service. Chez VIA, on remet aux employés un exemplaire des règles concernant la fatigue à chaque renouvellement de la qualification relative au REF, soit tous les 3 ans.

Dans le cas présent, les 2 mécaniciens avaient respecté les limites établies par les règles relatives au temps de travail et de repos. Le chef de train s'était inscrit volontairement sur le tableau de remplacement et il n'avait pas travaillé pendant plus de 7 jours avant l'accident. Ses quarts étaient principalement de jour et il pouvait dormir la nuit. Avant l'accident, il avait eu une nuit complète de sommeil et s'était réveillé vers 10 h 30. De plus, il avait fait une sieste dans l'après-midi avant de se présenter au travail le 24 février 2010.

Au cours des 6 mois précédant l'événement, le mécanicien travaillait habituellement selon une séquence de 2 ou 3 quarts de nuit consécutifs, suivis de 2 à 5 jours de congé. Pendant ces congés, il recommençait à dormir de nuit, habituellement pendant 7 ou 8 heures, avant de se lever tôt. Il avait été en congé pendant 2 jours avant l'événement et avait dormi la nuit. Il avait aussi fait une sieste dans l'après-midi avant de se présenter au travail le 24 février 2010.

Les conditions de travail des mécaniciens peuvent les prédisposer à une somnolence excessive¹³. Il a été démontré que la fatigue peut causer un freinage tardif et empêcher de satisfaire aux exigences de conduite d'un train¹⁴. La fatigue peut ralentir le temps de réaction, accroître la prise de risque et diminuer la capacité de résoudre des problèmes complexes¹⁵. Les troubles du sommeil, comme le syndrome d'apnées obstructives du sommeil, peuvent amplifier les effets de la fatigue en réduisant la quantité de sommeil réparateur.

1.16 *Syndrome d'apnées obstructives du sommeil*

Le syndrome d'apnées obstructives du sommeil (SAOS) est un trouble du sommeil caractérisé par une obstruction répétitive, partielle ou complète des voies respiratoires supérieures durant le sommeil, qui entraîne une interruption du sommeil, des anomalies des échanges gazeux et des changements d'ordre cardiovasculaire¹⁶. Les conducteurs de véhicules motorisés qui ont un

¹³ E. Nena, V. Tsara, P. Steiropoulos et coll., « Sleep-Disordered Breathing and Quality of Life of Railway Drivers in Greece », *Chest*, 134; 2008, 79-86.

¹⁴ J. Dorrian, F. Hussey et D. Dawson, « Train Driving Efficiency and Safety: Examining the Cost of Fatigue », *Journal of Sleep Research*, volume 16, numéro 1, 2007.

¹⁵ Voir pour des exemples : T. Maddox et coll., « The Effects of Sleep Deprivation on Information-Integration Categorization Performance », *Sleep*, volume 32, numéro 11, 2009.
M.T. Corfitsen, « Fatigue among Young Male Night-Time Car Drivers: is there a Risk-Taking Group? » *Safety Science*, volume 33, numéros 1-2, 1999.

¹⁶ The International Classification of Sleep Disorders, *Revised Diagnostic and Coding Manual*, 2001.

SAOS grave risquent davantage d'être en cause dans un accident de la circulation¹⁷ et de subir les effets de la fatigue. Chez les personnes ayant un SAOS grave, les problèmes de performance comprennent des déficits spécifiques, notamment une diminution de la capacité de maintenir une attention soutenue et d'autres troubles de portée plus générale qui ont une incidence sur l'organisation de la pensée, la priorisation des tâches, la gestion efficace du temps et la prise de décision¹⁸. Le SAOS grave pose aussi un risque élevé à la santé des personnes à long terme et peut notamment entraîner des maladies cardiovasculaires, endocriniennes et respiratoires¹⁹. Les facteurs de risque pour le SAOS sont les hommes d'un certain âge, qui ont un indice de masse corporelle (IMC) élevé et qui ronflent²⁰.

Les travailleurs dont le métier comporte des fonctions à caractère sédentaire, comme les mécaniciens de locomotive, courent davantage le risque d'avoir le syndrome d'apnées obstructives du sommeil²¹. L'ACFC a reconnu les risques que le SAOS grave représente pour la sécurité ferroviaire²². Le *Manuel du Règlement médical des chemins de fer* de l'ACFC énonce des critères de dépistage qui permettent de déterminer si une personne peut subir les effets du SAOS. On a mis au point un outil spécifique d'évaluation des facteurs de risque pour faciliter l'identification, au moment des examens médicaux périodiques, des personnes à risque qui occupent des postes essentiels à la sécurité ferroviaire :

- historique de fréquents épisodes de ronflement rapportés par l'entourage;
- historique de fréquents épisodes observés d'étouffement, de suffocation ou d'apnées pendant le sommeil;
- hypertension artérielle ou antécédents d'hypertension;
- grande circonférence du cou.

¹⁷ C.F. George, P. Nickerson, P. Hanly et coll., « Sleep Apnea Patients have more Automobile Accidents », *Lancet*, I:447, 1987; R.L. Ellen, S.C. Marshall, M. Palayew et coll., « Systematic Review of Motor Vehicle Crash Risk in Persons with Sleep Apnea », *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 2, 2006.

¹⁸ L. Ferini-Strambi, C. Baietto, M.R. Gioia et coll., « Cognitive Dysfunction in Patients with Obstructive Sleep Apnea: Partial Reversibility after Continuous Positive Airway Pressure », *Brain Research Bulletin*, 61, 2003.

¹⁹ Q.R. Huang, Z. Qin, S. Zhang et coll., « Clinical Patterns of Obstructive Sleep Apnea and its Comorbid Conditions: a Data Mining Approach », *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 4, 6, 15 décembre 2008.

²⁰ T. Young, M. Palta, J. Dempsey et coll., « The Occurrence of Sleep-Disordered Breathing among Middle-Aged Adults », *New England Journal of Medicine*, 328, 1993.

²¹ X. Li, K. Sundquist and J. Sundquist, « Socioeconomic Status and Occupation as Risk Factors for Obstructive Sleep Apnea in Sweden: a Population-based Study », *Sleep Medicine*, 9, 2008.

²² Association des chemins de fer du Canada, *Manuel du Règlement médical des chemins de fer*, section 4.9 – Apnée grave du sommeil, mai 2007.

Certains de ces facteurs doivent être déclarés volontairement, mais ils sont couramment non déclarés²³. Cela peut être dû au fait que les personnes ignorent tout de leur état²⁴, ce qui n'est pas hors du commun, ou qu'elles hésitent à en parler parce qu'elles craignent les conséquences qui pourraient résulter de cette divulgation²⁵.

Le manuel de l'ACFC propose une formule permettant de déterminer le degré de probabilité d'apnées du sommeil grâce au calcul de la circonférence cervicale ajustée (CCA) :

CCA = circonférence du cou (en cm) + 4 (s'il y a historique d'hypertension)
+ 3 (s'il y a historique de fréquents épisodes signalés de ronflement) + 3 (s'il y a historique de fréquents épisodes signalés d'étouffement ou de suffocation pendant le sommeil et/ou d'apnées).

Les personnes dont la CCA est supérieure à 48 risquent fort d'avoir des apnées du sommeil et devraient se soumettre à un test de diagnostic. S'il s'avère que la personne subit les effets d'un SAOS grave, on lui propose normalement un traitement, mais si la personne refuse ou si le traitement est inefficace, l'employeur devrait peut-être prendre des mesures en affectant l'employé à un poste non essentiel pour la sécurité ferroviaire.

Un rapport publié récemment par le groupe de travail conjoint des États-Unis sur le SAOS grave chez les conducteurs de véhicules motorisés commerciaux (*U.S. Joint Task Force on Severe OSA in Commercial Motor Vehicle Operators*)²⁶ propose des méthodes de dépistage qui sont moins tributaires des déclarations volontaires (voir l'annexe C). Le rapport donne aussi des indications sur l'évaluation de la gravité du SAOS et propose des directives si l'on doit ou non autoriser la personne à conduire un véhicule en attendant qu'elle passe le test. Les conducteurs de véhicules motorisés commerciaux qui doivent passer un test de dépistage du SAOS ne peuvent pas rester en service plus de 3 mois en attendant de passer le test.

Ces dernières années, le NTSB a signalé que le SAOS a été un des facteurs en cause lors de plusieurs événements. Après une enquête sur une collision entre 2 trains de banlieue de la Massachusetts Bay Transportation Authority, survenue le 28 mai 2008²⁷, le NTSB a formulé plusieurs recommandations portant spécifiquement sur le SAOS.

²³ The International Classification of Sleep Disorders, *Revised Diagnostic and Coding Manual*, 2001, page 53; D. Carmelli, D. Bliwise, G. Swan et coll., « Genetic Factors in Self-Reported Snoring and Excessive Daytime Sleepiness: A Twin Study », *American Journal of Respiratory Critical Care Medicine*, 164 2001.

²⁴ The International Classification of Sleep Disorders, *Revised Diagnostic and Coding Manual*, 2001.

²⁵ N. Hartenbaum, N. Collop, I. Rosen et coll., « Sleep Apnea and Commercial Motor Vehicle Operators: Statement from the Joint Task Force of the American College of Chest Physicians, American College of Occupational and Environmental Medicine and the National Sleep Foundation », *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 48, Supplement S4-S37, 2006.

²⁶ « Sleep Apnea and Commercial Motor Vehicle Operators: Statement from the Joint Task Force of the American College of Chest Physicians, American College of Occupational and Environmental Medicine and the National Sleep Foundation ».

²⁷ National Transportation Safety Board, rapport d'accident ferroviaire n° NTSB/RAR-09/02, Washington, D.C.

À l'intention de la Federal Transit Administration, le NTSB a formulé la recommandation ci-après :

Qu'on élabore et qu'on diffuse des directives destinées aux exploitants, aux commissions de transport et aux médecins, concernant l'identification et le traitement des personnes à risque de subir les effets du syndrome d'apnées obstructives du sommeil et d'autres troubles du sommeil. (R-09-09)
[Traduction]

À l'intention des agences de trains de banlieue des États-Unis, le NTSB a formulé la recommandation ci-après :

Que vous révisiez vos formulaires d'antécédents médicaux et d'examen physique et que vous les modifiiez au besoin pour veiller à ce qu'ils contiennent des informations portant spécifiquement sur les diagnostics antérieurs d'apnées obstructives du sommeil ou d'autres troubles du sommeil et sur la présence de facteurs de risque propres à ces troubles. (R-09-10) [Traduction]

Que vous établissiez un programme d'identification des conducteurs susceptibles d'avoir des apnées obstructives du sommeil ou d'autres troubles du sommeil et que vous fassiez en sorte que ces conducteurs soient évalués et traités de façon appropriée. (R-09-11) [Traduction]

Le NTSB a aussi réitéré une recommandation de sécurité qu'il avait adressée à la Massachusetts Bay Transportation Authority :

Que vous vous assuriez que votre programme d'éducation et de sensibilisation aux effets de la fatigue traite des risques associés aux troubles du sommeil, des indicateurs et des symptômes de ces troubles et des moyens disponibles pour les détecter et les traiter (R-01-27).
[Traduction]

1.17 *Évaluation médicale des mécaniciens par les compagnies de chemin de fer*

Au CN, des infirmiers en hygiène du travail (IHT) effectuent un dépistage initial à partir des formulaires d'évaluation médicale et, au besoin, communiquent avec le médecin-chef du CN lorsqu'un problème mérite un examen plus approfondi. Comme il peut y avoir une liste d'attente pour accéder aux services de recherche sur les troubles du sommeil, il revient aux IHT, selon les directives du médecin-chef du CN, de juger s'il est nécessaire de retirer un employé du service en attendant qu'il puisse passer le test. Au CN, il était courant pour le personnel médical de considérer que le SAOS avait un caractère moins urgent lorsque l'employé avait une circonférence cervicale appréciable, mais ne montrait aucune des autres caractéristiques, même si la valeur totale de CCA, basée uniquement sur la circonférence cervicale, était supérieure à la valeur seuil.

En 2005, le mécanicien a passé un examen médical d'aptitude au travail, effectué par son médecin de famille. Ce dernier a noté que la circonférence cervicale était supérieure à 48 cm, mais que le mécanicien ne montrait aucun autre facteur de risque du SAOS. Le mécanicien a été considéré apte au travail et a reçu un certificat médical délivré par le CN. Toutefois, l'IHT du CN a jugé qu'il y avait un risque potentiel de syndrome d'apnées obstructives du sommeil, et a donc téléphoné au mécanicien à 2 reprises pendant le mois qui a suivi l'examen pour lui

demander de passer un test d'apnées du sommeil. Les dossiers n'indiquent pas si le mécanicien a répondu aux appels ou si l'IHT a assuré un suivi. Le CN possède un système informatisé (SAP²⁸) pour le suivi médical de ses employés aptes au travail.

En 2008, un examen médical subséquent, effectué par le même médecin de famille, a révélé une légère augmentation de la circonférence cervicale et de la tension artérielle depuis l'examen de 2005. De nouveau, le mécanicien a été considéré apte au travail et a obtenu un certificat médical. Après cet examen, un autre IHT a signalé un risque d'apnées du sommeil et a écrit au mécanicien pour lui demander de passer un test d'apnées du sommeil. Le mécanicien a été informé que, s'il ne répondait pas à cette demande, on aviserait son superviseur qu'il n'est pas apte à assumer ses fonctions. Un service d'étude du sommeil, qui réalise des tests de sommeil à contrat pour le CN, a tenté à plusieurs reprises de communiquer avec le mécanicien mais n'a pas reçu de réponse.

En février 2009, le CN a de nouveau demandé au mécanicien de passer ce test, en précisant que, si le rapport du test de sommeil n'était pas reçu, il ne serait pas considéré comme étant apte à assumer ses fonctions.

En mars 2009, le mécanicien, qui avait encore un certificat médical valide, a quitté le CN et est allé travailler pour VIA sans passer le test exigé par le CN. Le CN a fait savoir qu'il avait communiqué avec le médecin-chef de VIA le 19 mars 2009 (après le transfert de l'employé) pour l'aviser du risque de SAOS. Le 24 mars 2009, on a fait parvenir à VIA une lettre de suivi qui reprenait les mêmes informations. Aucune de ces communications n'est consignée dans les dossiers de VIA.

En septembre 2009, un deuxième médecin de famille s'est adressé à une clinique du sommeil locale pour demander que le mécanicien soit soumis à une évaluation du SAOS. Cette fois encore, le test demandé n'a pas été effectué.

La convention collective n'exige pas qu'un mécanicien ayant un certificat médical valide se soumette à un deuxième examen médical lorsqu'il quitte le CN pour aller chez VIA. Dans ce cas-ci, le transfert des dossiers médicaux de la compagnie de chemin de fer ne s'est pas fait automatiquement. Pour que VIA demande les dossiers médicaux, il devait y avoir un motif d'inquiétude à ce sujet, et les dossiers ne pouvaient être transférés qu'avec la permission de l'employé. VIA a indiqué qu'il n'avait aucune information au sujet de la demande de test adressée au mécanicien. Par conséquent, VIA n'a ni demandé ni effectué un test de contrôle du SAOS.

La *Loi sur la sécurité ferroviaire* exige que les médecins, après avoir pris des mesures raisonnables pour informer l'employé, avisent les compagnies de chemin de fer lorsqu'ils sont d'avis qu'une personne qui occupe un poste essentiel à la sécurité ferroviaire souffre d'un trouble de santé susceptible de représenter un danger pour la sécurité ferroviaire. L'ACFC a publié à l'intention des médecins praticiens un dépliant²⁹ dans lequel on décrit les responsabilités des médecins en matière de signalement. De même, avant tout examen médical, les employés doivent informer leur médecin qu'ils occupent un poste essentiel à la sécurité ferroviaire au sein d'une

²⁸ Il est possible d'effectuer un suivi des données médicales avec le système SAP du CN, y compris la nécessité d'examen, d'évaluations et d'un suivi sur le plan médical, pour tous les employés occupant un poste essentiel pour la sécurité.

²⁹ Association des chemins de fer du Canada, *Loi sur la sécurité ferroviaire : Guide de la déclaration obligatoire pour les médecins et les optométristes*, 2001

compagnie de chemin de fer. De plus, parmi les diverses responsabilités des employés figurent l'obligation d'être apte au travail, de passer des tests de diagnostic, de suivre des traitements et de déclarer adéquatement leur état de santé aux médecins et aux compagnies.

Après l'événement, une évaluation médicale indépendante du mécanicien a confirmé l'évaluation faite par le CN et a conclu que, même si le mécanicien ne montrait pas de signes de mauvaise santé résultant du SAOS à long terme, il était vraisemblablement affecté par le syndrome.

2.0 *Analyse*

Le déraillement s'est produit par mauvais temps, lorsque le train est entré dans une voie d'évitement à 64 mi/h alors que la vitesse maximale autorisée était de 15 mi/h. L'analyse traitera de l'exploitation du train, de la visibilité des signaux ferroviaires lorsque les conditions météorologiques sont mauvaises et de l'évaluation de l'état de santé des mécaniciens de locomotive.

2.1 *L'accident*

Après avoir dépassé Saint-Vallier, le VIA 15 a franchi le seul grand pont en acier à tablier ajouré qui se trouve entre Montmagny et Saint-Charles-de-Bellechasse. Compte tenu des caractéristiques de roulement sur le pont, il est vraisemblable que les membres de l'équipe savaient où ils se trouvaient. Les membres de l'équipe ont actionné le sifflet correctement à chaque passage à niveau, ce qui démontre qu'ils ont réagi de façon appropriée aux repères visuels.

En 54 affectations, le VIA 15 n'avait croisé le CN 308 à Saint-Charles-de-Bellechasse qu'à 5 reprises. En outre, l'équipe du VIA 15 savait que le CN 308 devait s'occuper d'autres tâches avant le départ (étant donné qu'il devait apporter un changement à son groupe de traction), ce qui fait qu'un croisement était encore plus improbable. Compte tenu des antécédents sur ce trajet, l'appel téléphonique que l'équipe a fait à l'intention du CCF à partir de Rivière-du-Loup et l'heure à laquelle le CN 308 a été appelé à Joffre pourraient avoir mené à l'attente que les 2 trains ne se croiseraient pas à Saint-Charles-de-Bellechasse.

Des inspections et des essais réalisés par le CN, TC et un spécialiste externe n'ont signalé aucune défaillance des signaux entre Saint-Vallier et Saint-Charles-de-Bellechasse. L'examen des dossiers de signalisation a indiqué que le signal avancé 971 a dû afficher « de vitesse normale à arrêt » (feu jaune au-dessus d'un feu rouge) pendant environ 15 minutes avant que le VIA 15 n'arrive à cet endroit. Toutefois, la façon dont l'équipe conduisait le train (c'est-à-dire presque à la vitesse en voie) à l'approche du signal d'entrée de Saint-Charles-de-Bellechasse indique que le train ne roulait pas à une vitesse qui aurait permis de s'arrêter tel que prescrit par un signal « de vitesse normale à arrêt ».

Étant donné que le feu inférieur des 2 signaux indicateurs de « vitesse normale » et « de vitesse normale à arrêt » est rouge, il est vraisemblable que l'équipe n'a perçu correctement que la lentille inférieure du signal avancé 971. Comme les conditions météorologiques étaient mauvaises, l'équipe a vraisemblablement mal vu le feu supérieur et interprété le signal comme étant un signal de « vitesse normale ». Cela concorderait avec le raisonnement abductif ou le biais de confirmation (c'est-à-dire la tendance à ajouter les éléments manquants qui permettent de se conformer à une impression d'ensemble). L'équipe a continué de conduire le train d'une manière qui, selon leur modèle mental, le VIA 15 n'allait pas croiser le CN 308 à Saint-Charles-de-Bellechasse.

En approchant du signal d'entrée 1007, le mécanicien a réduit graduellement la manette des gaz (de la position 6 à la position 3), de sorte que le train a ralenti, sa vitesse passant à 73,1 mi/h. La diminution supplémentaire de la vitesse, de 73,1 mi/h à 63,6 mi/h entre le point milliaire 100,53 et le point milliaire 100,78, semble refléter l'absence de confirmation de l'aspect du signal d'entrée 1007. Dans des conditions météorologiques normales, le signal d'entrée est visible à une distance suffisante pour qu'on ait le temps de ralentir le train sans danger. Cependant, comme la visibilité était réduite en raison de la poudrierie et de l'accumulation de neige sur la

lentille, l'équipe n'a pas reconnu l'indication du signal de Saint-Charles-de-Bellechasse et n'a pas pris les mesures appropriées jusqu'à ce que le train soit à environ 500 pieds de l'aiguillage de la voie principale. À cette distance, le train ne pouvait plus ralentir suffisamment, si bien qu'il est entré dans la voie d'évitement à une vitesse trop élevée et a déraillé.

2.2 *Fatigue*

Pour détecter des signaux et autres panneaux indicateurs le long de l'emprise et réagir en conséquence, on doit être vigilant et attentif, solliciter ses fonctions cognitives et être capable de réagir aux stimuli, en l'occurrence des facultés qui peuvent toutes être altérées par la fatigue. L'intervention des fonctions cognitives s'avère d'autant plus cruciale lorsque la visibilité est réduite, notamment par la poudrierie. Toute altération de ces facultés peut avoir un effet considérable, car on a alors moins de temps pour détecter les indices et pour y réagir.

Même si les 2 membres de l'équipe respectaient les limites de la réglementation de l'ACFC en matière d'heures de travail et de repos, il reste que ces règles ne tiennent pas compte de l'heure du jour à laquelle on travaille ou de la mesure dans laquelle une personne s'est adaptée aux quarts de nuit. Compte tenu de leurs horaires de travail, les 2 membres de l'équipe étaient habitués à dormir la nuit les jours précédant l'événement. Ainsi, leurs corps et leurs rythmes circadiens n'étaient pas adaptés au travail de nuit au moment de l'événement et ils risquaient davantage d'être fatigués. Les travaux de recherche montrent que les 2 périodes où la somnolence est à son maximum (durant une période de 24 heures) se situent entre 15 h et 17 h et entre 3 h et 5 h. Cette dernière période coïncide avec l'heure de l'accident, soit à 4 h 25.

Comme les rythmes circadiens des membres de l'équipe étaient orientés en fonction d'une période d'éveil et d'activité diurne, il est vraisemblable que le rendement des membres de l'équipe était réduit puisque leurs rythmes circadiens correspondaient à une période de baisse de rendement et de fatigue après une période de veille prolongée.

L'analyse des données sur la conduite du train, quand on les superpose aux données sur le profil de la voie, indique que le mécanicien réagissait aux fluctuations de la vitesse du train, plutôt que d'anticiper les changements de terrain. Une telle méthode réactive de conduite concorde avec les résultats d'études scientifiques relatives à la fatigue des conducteurs de trains³⁰. Le mécanicien était vraisemblablement affecté par la fatigue au moment de l'événement, en raison des facteurs liés au rythme circadien. Le risque de fatigue aurait été accru si le SAOS était présent.

Même si les membres de l'équipe étaient vraisemblablement fatigués, ils étaient en mesure de réagir à des stimuli ponctuels concrets, comme des panneaux commandant de siffler et des passages à niveau, mais leur capacité de planification et leur capacité de réagir à des situations plus complexes étaient vraisemblablement amoindries.

2.3 *Obscurcissement des lentilles des signaux par la neige*

La reconnaissance des signaux fixes, les communications en cabine et les communications radio (en vertu des règles 34 et 578 du REF) sont considérées comme étant des fonctions critiques de la sécurité ferroviaire. Bien qu'il n'y avait pas de règle qui commandait aux équipes de ralentir par mauvais temps, la règle 34(a) du REF stipule que les équipes de train doivent, avant de

³⁰ J. Dorrian, F. Hussey et D. Dawson, « Train Driving Efficiency and Safety: Examining the Cost of Fatigue », *Journal of Sleep Research*, volume 16, numéro 1, 2007.

franchir chaque signal fixe, en connaître l'indication. Par conséquent, l'équipe est tenue de réduire la vitesse du train en approchant de ces signaux, s'il lui est impossible d'identifier positivement les signaux en deçà de la distance d'arrêt sécuritaire du train. Le fait de suivre les consignes données à l'équipe n'est pas suffisant quand on doit s'assurer d'avoir reconnu les indications des signaux et réagir en conséquence. Les mesures de sécurité qu'il convient d'appliquer en cas de signal fixe imparfaitement donné, ou d'absence d'un signal fixe là où il s'en trouve ordinairement un, figurent à la règle 27 du REF, laquelle exige qu'on interprète ce signal comme donnant son indication la plus restrictive et qu'on porte le problème à la connaissance du CCF. Lors de cet événement, l'indication la plus restrictive du signal avancé 971 était la suivante : « Signal de marche à vue – Avancer à vitesse de marche à vue » (règle 436 du REF).

Les lentilles des signaux ferroviaires sont relativement petites et sont observées à partir de distances importantes. Les équipes peuvent avoir de la difficulté à déterminer si un signal est obscurci par une accumulation de neige. Dans ces circonstances, la diminution de la visibilité de la lentille du signal n'est pas aussi évidente que dans des conditions de brouillard, de pluie forte ou de poudrerie.

L'accumulation de neige sur les signaux est particulièrement préoccupante pour les équipes des trains de voyageurs, étant donné que ces trains roulent plus vite que les trains de marchandises et que leurs équipes ont moins de temps pour reconnaître les indications des signaux. Des essais sur le terrain ont confirmé qu'une couche mince d'un agent obscurcissant sur la lentille d'un signal peut réduire considérablement la distance à laquelle on peut distinguer la couleur du signal et percevoir son indication. Comme le train allait à la rencontre de la tempête, la visibilité était réduite en raison des vents forts et de la poudrerie. La température voisine du point de congélation (moins de 1° du point de congélation) a fait en sorte que la neige s'est accumulée sur les signaux. En raison de la détérioration des conditions météorologiques et de la neige, l'équipe a eu de la difficulté à bien percevoir l'indication du signal avancé 971 et du signal d'entrée 1007 à partir de la distance habituelle.

Lorsque la visibilité est bonne, le signal d'entrée est visible à une distance d'environ 3 milles, et l'équipe d'un train roulant à la vitesse en voie (80 mi/h) dispose d'un délai d'environ 2,5 minutes pour identifier correctement le signal et réagir en conséquence. Cependant, le temps dont l'équipe dispose diminue lorsque la visibilité est réduite. Dans le cas de cet événement, les essais réalisés sur le terrain ont révélé qu'à la vitesse à laquelle le train roulait, l'équipe a eu moins de 10 secondes pour identifier l'indication du signal et y réagir. Dans les secteurs susceptibles d'être affectés par la poudrerie, la neige peut obscurcir et complètement dissimuler les signaux ferroviaires, ce qui réduit considérablement les distances auxquelles les équipes peuvent percevoir les signaux, d'où un risque accru d'erreur d'interprétation des signaux.

2.4 *Postes radio et communications*

Les essais sur le terrain ont révélé que les communications radio du CN 308 entre Saint-Vallier et Joffre (une distance d'environ 27 milles) étaient fortes et claires. Toutefois, le soir de l'accident, les communications radio du VIA 15 à partir de Saint-Vallier n'ont pas été audibles et claires jusqu'à ce que le train approche de Joffre. Il semble donc que la portée des communications radio du train de VIA était mauvaise dans cette région géographique.

Le jour de l'accident, pendant que l'équipe du CN 308 annonçait le signal à Carrier ouest, le VIA 15 était à environ 13 milles de distance. Si l'équipe de VIA avait entendu la communication, elle aurait eu un indice suggérant que les trains allaient se croiser. À l'inverse, l'équipe du CN 308 n'a pas entendu l'équipe du VIA 15 lorsque celle-ci a annoncé les signaux sur le canal 1. Il a été impossible de vérifier ce que les membres de l'équipe de VIA ont vu, et de savoir s'ils en ont parlé entre eux et s'ils ont diffusé l'information sur le canal 1 de la radio, étant donné que la locomotive de tête n'était pas équipée d'un dispositif d'enregistrement des conversations de cabine ou d'une caméra vidéo à vision frontale.

2.5 *Dispositifs d'enregistrement audio et vidéo*

La recommandation R03-02 du Bureau, publiée en juillet 2003, porte sur la nécessité d'avoir un dispositif d'enregistrement des conversations de cabine. Les données objectives sont extrêmement utiles pour les enquêteurs afin de comprendre la séquence des événements et de cerner les problèmes opérationnels ainsi que les facteurs humains, y compris le rendement de l'équipe. Dans cette enquête, l'absence d'enregistrement des conversations a empêché les enquêteurs de connaître les propos que les membres de l'équipe du VIA 15 se sont échangés. Lorsque les enquêteurs ne connaissent pas toutes les circonstances qui entourent un événement, et qu'ils sont incapables de comprendre tous les facteurs humains en cause, l'industrie ferroviaire canadienne ne peut bénéficier de renseignements précieux qui pourraient améliorer la sécurité.

De même, une caméra vidéo à vision frontale peut orienter rapidement la direction d'une enquête en cernant les risques manifestes et en permettant aux enquêteurs de bien comprendre la séquence des événements qui ont mené à l'accident. Elle permet aussi d'éliminer des facteurs superflus en démontrant qu'ils n'ont pas contribué à l'accident. Les organismes d'enquête sur les accidents ont tout à gagner d'une collecte efficace de données exactes et opportunes ainsi que de l'assimilation et de l'analyse efficaces de cette information, car ces données permettent d'abrèger le processus d'enquête et de faire en sorte que les intervenants et le public soient informés dans les meilleurs délais des éventuelles lacunes de sécurité et des résultats des rapports relatifs aux accidents.

Dans ce cas-ci, l'absence d'un dispositif d'enregistrement audio et d'une caméra vidéo frontale a prolongé la durée de l'enquête alors que des vérifications ont été effectuées pour détecter les défaillances potentielles dans les systèmes de radio et de signalisation ferroviaires, de même que des essais de visibilité des signaux de la voie ferrée. Même si les données recueillies ont été utiles, elles étaient limitées comparativement à celles qu'auraient fournies un dispositif d'enregistrement des conversations de cabine et une caméra vidéo frontale.

Même si les dispositifs d'enregistrement audio des conversations de cabine constituent des progrès significatifs pour la compagnie sur le plan de la sécurité, les enquêteurs et le public voyageur, il n'y a aucune exigence à cet égard dans la réglementation actuelle. Bien que certaines compagnies ferroviaires aient installé des caméras vidéo frontales, celles-ci n'ont pas fait l'objet d'une installation systématique. L'absence de ces outils prive les enquêteurs d'accident de sources de renseignements précieux qui peuvent accroître la sécurité.

2.6 *Système de commande intégrale des trains*

Le système de CCC fournit aux équipes une série d'indications de signaux qui les obligent à prendre des mesures en fonction des signaux qui sont affichés. Le système n'assure pas une séparation intégrale des trains. De même, il ne donne aucune indication à savoir si un train s'apprête à entrer dans une zone soumise à une restriction, et ne fait pas automatiquement

ralentir ou s'arrêter avant que le train dépasse un signal d'arrêt ou un autre signal restrictif. Le système de CCC n'affiche pas la position exacte du train à l'intérieur d'un canton, ni sa vitesse.

Lors de cet accident, le VIA 15 n'a pas abordé le signal contrôlé de Saint-Charles-de-Bellechasse comme si son équipe s'était attendue à rencontrer un signal de marche à vue qui obligeait le train à s'engager dans la voie d'évitement à une vitesse de 15 mi/h et à se préparer à s'arrêter. Même si les compagnies de chemin de fer ont mis en place des mesures de sécurité pour aider à prévenir les accidents comme le recours à des équipes de 2 personnes, le REF, les Instructions générales d'exploitation et le système de CCC, aucune de ces mesures ne saurait protéger les trains contre la non-application ou une mauvaise application d'une règle. Cela comprend les cas où l'équipe d'un train interprète erronément qu'un signal donne une indication plus permissive qu'elle ne l'est vraiment. Ces mesures de sécurité n'assurent pas une protection de tous les instants contre les accidents de train. D'autres mesures de sécurité existent, qui offrent la possibilité d'alerter l'équipe lorsque celle-ci ne réagit pas correctement à un signal ou à une autre restriction. Certains de ces systèmes, comme le PTC, peuvent intervenir (en dernier recours) pour commander le serrage des freins et faire ralentir ou arrêter le train.

Le BST a traité des avantages du PTC et a déterminé qu'il pourrait réduire considérablement le risque de collision entre les trains (rapports R07E0129, R08W0058, R09W0118 et R09V0230 du BST). Ces enquêtes ont porté sur différents types de collisions (collision frontale, collision latérale ou collision par l'arrière) entre des trains de marchandises.

Aux États-Unis, on utilise depuis des décennies la signalisation en cabine pour assurer la protection des trains de voyageurs circulant dans le couloir ferroviaire nord-est. Depuis 2000, Amtrak a amélioré le système davantage, y ajoutant les fonctionnalités du PTC. L'industrie ferroviaire préconise de plus en plus l'installation généralisée de systèmes de protection additionnels, dont la mise en place est exigée à la suite d'une décision rendue en vertu de la *Railway Safety Improvement Act* (2008), qui intéresse les transporteurs ferroviaires de catégorie 1 et les entreprises fournissant un service interurbain régulier ou un service régulier de transport ferroviaire de voyageurs à bord de trains de banlieue, sous réserve de certaines exceptions déterminées par la FRA.

Bien qu'il n'y ait pas de législation similaire au Canada, le CN et le CFCP sont tous deux en train d'acquérir l'expertise nécessaire lors de l'élaboration de plans de mise en œuvre du PTC dans le cadre de leurs opérations aux États-Unis. L'accident décrit dans le présent rapport, impliquant un train de voyageurs, représentait un danger imminent pour les voyageurs et pour les résidents voisins de la voie ferrée. Des mesures de sécurité supplémentaires, comme le PTC, le système ACSES, V-ETMS ou la signalisation en cabine, auraient peut-être permis de prévenir le déraillement. Faute de mesures de sécurité supplémentaires qui seraient plus efficaces dans des endroits où les risques sont élevés, notamment dans les couloirs ferroviaires où circulent des trains de voyageurs rapides, les trains de voyageurs sont exposés à des risques accrus de collision ou de déraillement.

2.7 *Évaluations médicales par les compagnies de chemin de fer*

Au sein des compagnies de chemin de fer, on exige couramment que les titulaires de postes essentiels à la sécurité ferroviaire passent un examen médical au moment de se joindre au personnel d'une compagnie. Ainsi, la compagnie peut constater les risques potentiels pour la sécurité et les atténuer si possible. Un certificat médical valide délivré par une autre compagnie

confirme jusqu'à un certain point qu'un employé est apte au travail, mais ce certificat ne fournit pas toutes les informations dont l'employeur a besoin pour cerner et atténuer les risques de santé.

Lorsque le mécanicien a changé d'employeur, aucun processus officiel ne prévoyait le transfert des dossiers médicaux des employés qui passaient d'une compagnie à une autre. Par conséquent, le service médical de VIA n'a pas reçu du CN le dossier médical de cet employé. VIA ignorait que le mécanicien avait été identifié par le CN comme étant susceptible d'avoir le SAOS et que le CN lui avait demandé de se soumettre à une évaluation des troubles du sommeil.

Lors de cet événement, il n'y a pas eu de communication efficace entre les compagnies à propos des préoccupations relatives au SAOS, et le nouvel employeur n'a pas donné suite à l'état de santé de l'employé. Si des informations de nature médicale ne sont pas transférées et communiquées efficacement et ne font pas l'objet d'un suivi efficace au moment du transfert d'un employé occupant un poste essentiel pour la sécurité ferroviaire, il peut arriver que des troubles de santé qui affectent le rendement de l'employé passent inaperçus et entraînent un risque accru pour la sécurité ferroviaire.

2.8 *Directives d'ordre médical pour l'industrie*

Les décisions sur le plan médical ont été prises en fonction du nombre d'attributs présents plutôt que sur le pointage de CCA indiqué dans le manuel de l'ACFC, quand il a été déterminé que le mécanicien était susceptible d'avoir la condition de SAOS grave, et qu'il devait donc se soumettre à d'autres tests.

Contrairement à la façon dont on procède aux États-Unis dans le cas des conducteurs de véhicules motorisés commerciaux, le manuel de l'ACFC ne formule pas de lignes directrices spécifiques destinées à aider les compagnies de chemin de fer à déterminer si elles doivent retirer un employé du service en attendant que celui-ci passe un test. Comme l'a démontré la pratique en vigueur au CN, il peut arriver que le personnel médical ne prenne pas les mesures qui s'imposent. Par conséquent, il y a des risques accrus que des employés ayant des troubles de santé graves soient autorisés à continuer à occuper des postes essentiels pour la sécurité ferroviaire pendant des périodes prolongées, en attendant qu'ils passent des tests. Si les lignes directrices de l'ACFC avaient prévu un délai d'attente maximal pour les tests médicaux, on n'aurait pas autorisé le mécanicien à occuper un poste essentiel pour la sécurité ferroviaire pendant 5 ans sans qu'il se soumette à un test.

3.0 *Conclusions*

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

1. Le déraillement s'est produit lorsque le train est entré dans la voie d'évitement à une vitesse trop élevée.
2. Comme le CN 308 avait été retardé, l'équipe aurait pu conclure qu'il serait encore à Joffre et comme les conditions météorologiques étaient mauvaises, l'équipe a vraisemblablement mal perçu l'indication du signal avancé et interprété le signal comme étant un signal de « vitesse normale » plutôt qu'un signal « de vitesse normale à arrêt ».
3. Comme la visibilité était réduite en raison de la neige, l'équipe n'a pas reconnu l'indication du signal d'entrée de Saint-Charles-de-Bellechasse et n'a pas pris de mesures appropriées jusqu'à ce que le train soit à environ 500 pieds de l'aiguillage de la voie principale.
4. Les capacités de planification et de réaction des membres de l'équipe face à des situations plus complexes étaient vraisemblablement amoindries en raison de la fatigue.

3.2 *Faits établis quant aux risques*

1. Dans les secteurs susceptibles d'être affectés par la poudrerie, la neige peut obscurcir et complètement dissimuler les signaux ferroviaires, ce qui réduit considérablement les distances auxquelles les équipes peuvent percevoir les signaux et fait augmenter le risque d'erreur d'interprétation des signaux.
2. Les mesures de sécurité en place, par exemple le recours à des équipes de 2 personnes et le système de contrôle centralisé de la circulation (CCC), ne sauraient garantir le respect des indications des signaux. En l'absence de mesures additionnelles, le risque de graves collisions ou déraillements de trains persiste.
3. Si des informations de nature médicale ne sont pas transférées et communiquées efficacement et ne font pas l'objet d'un suivi efficace au moment du transfert d'un employé occupant un poste essentiel pour la sécurité ferroviaire, il peut arriver que des troubles de santé qui affectent le rendement de l'employé passent inaperçus, ce qui entraîne un risque accru pour la sécurité ferroviaire.
4. L'Association des chemins de fer du Canada (ACFC) ne formule pas de lignes directrices spécifiques destinées à aider les compagnies de chemin de fer à déterminer si elles doivent retirer un employé du service en attendant que celui-ci passe un test de dépistage du syndrome d'apnées obstructives du sommeil (SAOS). Cette façon de procéder accroît le risque que des employés ayant des troubles de santé graves continueront d'occuper des postes essentiels pour la sécurité ferroviaire en attendant de passer des tests.
5. L'absence d'enregistrements des conversations a fait en sorte qu'il a été impossible de confirmer le contenu des propos échangés entre les membres de l'équipe du VIA 15. Lorsque les enquêteurs sont incapables de déterminer tous les facteurs humains qui sont en jeu, l'industrie ferroviaire canadienne ne peut alors bénéficier de renseignements précieux qui pourraient améliorer la sécurité.

3.3 *Autre fait établi*

1. L'absence d'une caméra vidéo à vision frontale sur la locomotive de tête a prolongé la durée de l'enquête.

4.0 Mesures de sécurité

4.1 Mesures prises

4.1.1 Avis de sécurité ferroviaire du BST

Le 3 août 2010, le BST a émis l'avis de sécurité ferroviaire 02/10 au sujet de la visibilité réduite et des signaux cachés en raison des mauvaises conditions météorologiques. L'avis porte sur l'application de la règle 27 du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REF), selon laquelle l'équipe d'un train qui perçoit un signal imparfaitement donné doit interpréter ce signal comme donnant son indication la plus restrictive, et l'équipe doit ensuite signaler le problème au contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF). L'avis signale que, même si le CCF doit communiquer immédiatement avec le service de Signalisation pour que des techniciens puissent prendre des mesures correctives, le CCF n'est pas tenu d'émettre un avertissement ni une limitation de vitesse. De plus, l'avis précise que les équipes de train sont censées rouler à une vitesse qui s'approche le plus possible de la vitesse permise, tant qu'il est possible de le faire sans danger et qu'aucune limitation de vitesse officielle n'a été émise. En conclusion, l'avis dit que, compte tenu des conséquences graves de cet événement, Transports Canada (TC) pourrait réviser les procédures d'exploitation lorsqu'on sait que la visibilité est réduite en raison du mauvais temps.

En réponse à l'avis de sécurité, TC a pris les mesures suivantes :

- la Sécurité ferroviaire de TC a fait un suivi auprès de VIA Rail Canada Inc. (VIA) et VIA s'est engagé à procéder à une évaluation des risques liés à cet accident;
- VIA a tenu un débriefage et effectué un examen concernant cet accident le 12 avril 2010, puis a publié un rapport le 14 octobre 2010;
- VIA a tenu des ateliers d'examen des incidents critiques dans l'ensemble du Canada et, à la fin de novembre 2010, tous les mécaniciens de VIA y avaient assisté;
- les ateliers font maintenant partie du programme de renouvellement triennal de l'accréditation à l'intention de tous les mécaniciens de locomotive;
- TC a fait parvenir une copie de sa réponse à l'Association des chemins de fer du Canada (ACFC) et a aussi inclus une copie de l'avis de sécurité ferroviaire 02/10 pour que l'ACFC la distribue aux chemins de fer membres de l'Association, de façon que ceux-ci examinent leurs procédures d'exploitation, le cas échéant.

4.1.2 Évaluations médicales par les compagnies de chemin de fer

Depuis février 2011, les mécaniciens de locomotive qui passent du Canadien National (CN) à VIA reçoivent un formulaire d'autorisation dans leur « trousse d'accueil ». Il s'agit d'un formulaire de consentement qui doit être signé par le nouvel employé pour autoriser le transfert de son dossier médical au CN chez VIA.

Le CN a passé en revue ses procédures internes de façon à s'assurer que tout délai pour obtenir des renseignements médicaux ou pour passer des tests soit raisonnable. Le CN a émis des directives aux employés s'occupant de santé et sécurité au travail qui stipulent que, lorsqu'un employé doit passer des tests ou fournir les résultats de tests, mais que selon une évaluation médicale cet employé peut demeurer en poste en attendant de recevoir les résultats, il faut lui accorder un délai déterminé mais raisonnable (en tenant compte des circonstances

personnelles). Si les renseignements ne sont pas transmis au médecin-chef dans le délai déterminé, l'employé sera avisé de restrictions applicables au service.

4.1.3 *Fatigue*

L'ACFC a indiqué qu'à la suite de la publication du rapport du Comité d'examen de la *Loi sur la sécurité ferroviaire* en novembre 2007, un groupe de travail tripartite a été mis sur pied (ministère du Travail, ministère de l'Industrie et TC) pour donner suite aux recommandations formulées dans le rapport sur la fatigue. Plus particulièrement, le groupe de travail s'est concentré sur les plans améliorés de gestion de la fatigue et a préparé un document intitulé *Programme de gestion de la fatigue : Exigences et guide d'évaluation*, à l'intention de l'industrie et des employés. Le document, qui renferme des lignes directrices, a été publié en septembre 2010 et révisé en mars 2011. Il a été largement distribué et il est disponible sur les sites Web de TC et de l'ACFC.

Ces lignes directrices insistent particulièrement sur la nécessité d'activités de sensibilisation et de formation liées à la fatigue. La qualité du sommeil est considérée comme un facteur de risque, au même titre qu'un problème médical non diagnostiqué ou non traité (par exemple, apnées du sommeil) susceptible d'engendrer de la fatigue. En ce qui concerne la sensibilisation et la formation, on y retrouve des sujets comme l'hygiène du sommeil, les troubles du sommeil, le sommeil et la performance, l'alimentation, le mode de vie, la gestion du stress et les mesures de lutte contre la fatigue.

L'ACFC a proposé des modifications aux règles relatives au temps de travail et de repos pour tenir compte des nouvelles lignes directrices applicables aux plans de gestion de la fatigue. TC a approuvé les modifications aux règles et a commencé à examiner les plans de gestion de la fatigue que les compagnies ferroviaires ont mis à jour.

4.2 *Recommandations du Bureau en suspens*

Cet accident met en lumière 2 domaines dans lesquels le Bureau a déjà publié des recommandations visant à atténuer les risques liés à la sécurité ferroviaire.

4.2.1 *Mesures de sécurité supplémentaires – Indications des signaux*

En 2001, le Bureau a publié la recommandation suivante :

Le ministère des Transports et l'industrie ferroviaire mettent en œuvre 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, publiée en février 2001)

TC soutient cette recommandation et a augmenté ses activités de surveillance de la conformité relativement à la reconnaissance des signaux. Bien qu'aucune mesure de sécurité physique supplémentaire n'ait été intégrée au système de commande centralisée de la circulation (CCC) pour assurer une reconnaissance et une réaction uniformes aux indications des signaux, certains changements administratifs ont été effectués par le CFCP à la suite d'un accident à Redgrave (Colombie-Britannique), en 2009 (rapport R09V0230 du BST). Le Bureau a évalué la réponse à la recommandation R00-04 comme étant **en partie satisfaisante**.

Même si les chemins de fer ont mis en place certaines mesures de sécurité pour prévenir les accidents (par exemple, le recours à des équipes de 2 personnes, le *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REF), les Instructions générales d'exploitation et la CCC), aucune de ces mesures ne garantit que les indications des signaux seront toujours respectées. Dans le cas présent, le train de voyageurs de VIA s'est engagé dans la voie d'évitement à une vitesse

excessive et a déraillé par suite d'une identification erronée du signal avancé dans de mauvaises conditions de visibilité.

Des mesures de sécurité supplémentaires comme le système de commande intégrale des trains (PTC), le système avancé de contrôle de la vitesse (ACSES), le système électronique essentiel de gestion des trains (V-ETMS), ou la signalisation en cabine auraient pu prévenir le déraillement. Depuis 2007, le BST a mené un certain nombre d'enquêtes où il a été déterminé que l'identification des signaux et la réaction à ceux-ci étaient des facteurs contributifs de l'accident. Par conséquent, le Bureau demeure préoccupé du fait qu'en l'absence de mesures de sécurité supplémentaires pour assurer que les indications des signaux sont comprises et respectées de façon uniforme, il subsiste un risque de collision grave ou de déraillement grave.

4.2.2 *Enregistrement des conversations de cabine*

Le Bureau avait déjà formulé des recommandations sur les enregistrements de bord. Dans le rapport d'enquête R99T0017 du BST, le Bureau a recommandé que :

Le ministère des Transports, en collaboration avec l'industrie ferroviaire, établit des normes nationales exhaustives en matière des enregistreurs de données de locomotive qui comprennent un dispositif d'enregistrement des conversations de cabine combiné aux systèmes de communication de bord.

(R03-02, publiée en juillet 2003)

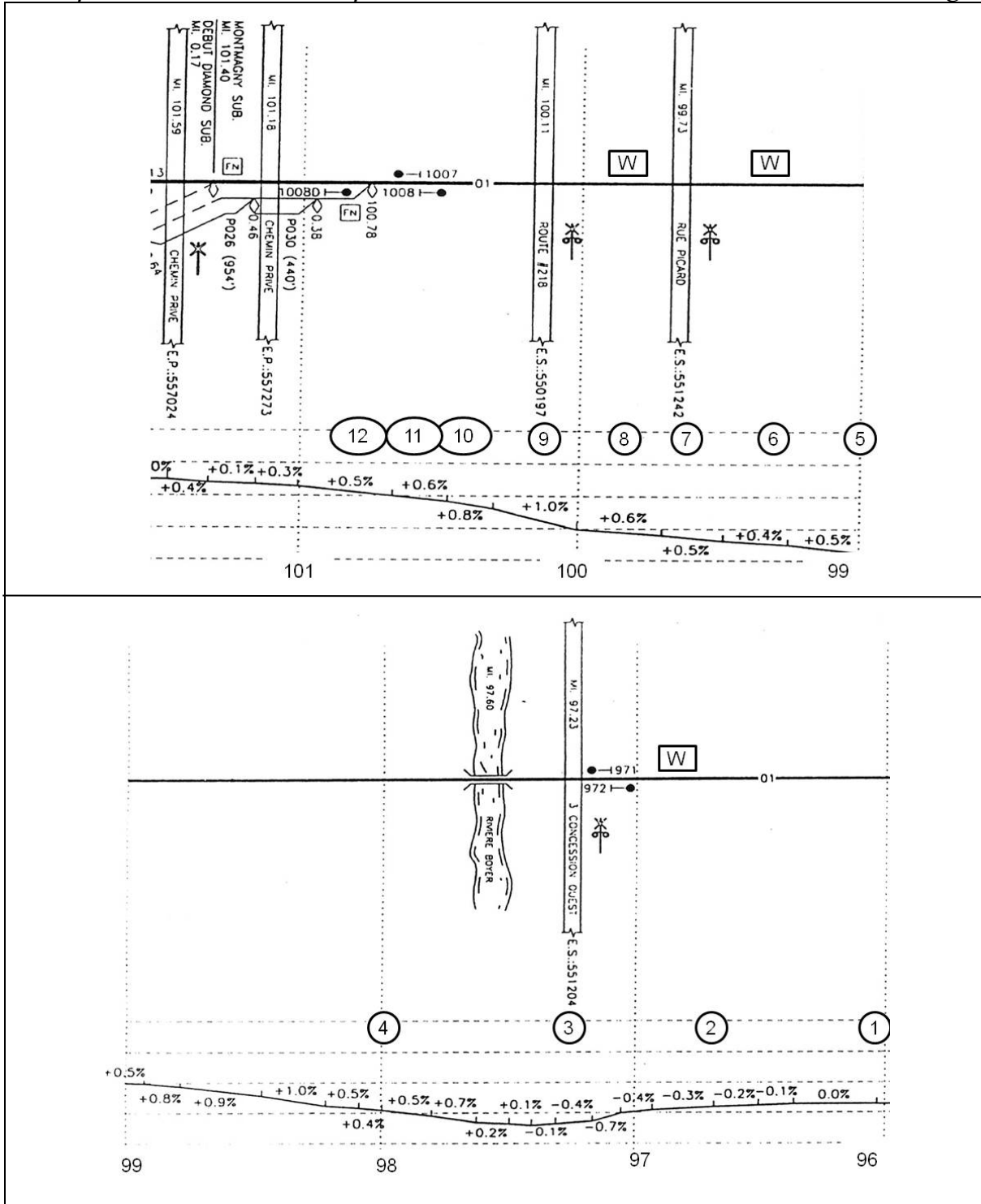
En tenant compte que TC avait mis en œuvre certaines exigences de performance pour la collecte de données, le Bureau a évalué la réponse de TC comme étant **en partie satisfaisante**.

Si le consignateur d'événements dans la cabine de la locomotive de tête avait été doté d'une fonction d'enregistrement des conversations, il aurait peut-être été possible de reproduire plus fidèlement la séquence des événements jusqu'au déraillement du train. Par conséquent, le Bureau demeure inquiet du fait que l'utilisation d'enregistrements des conversations comme outil de sécurité important n'a pas été développée.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 21 décembre 2011.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits, visitez son site Web (www.bst-tsb.gc.ca). Vous y trouverez également des liens vers d'autres organismes de sécurité et des sites connexes.

Annexe A – Diagrammes d'exploitation du Canadien National
(Du point milliaire 96 au point milliaire 101 de la subdivision Montmagny)



Annexe B – Autres événements pertinents

R07E0129

Le 27 octobre 2007 à 5 h 5, heure avancée des Rocheuses, l'équipe du train A41751-26 (train 417) du Canadien National (CN), qui roulait en direction ouest sur la voie principale de la subdivision Edson, a commandé un serrage d'urgence des freins du train à environ 475 pieds d'un signal d'arrêt situé à l'extrémité ouest de Peers (Alberta). Le train a dépassé le signal sans pouvoir s'arrêter et est entré en collision avec le train M34251-26 (train 342) du CN, qui roulait en direction est et entrait dans la voie d'évitement. La collision a entraîné le déraillement des locomotives et de 22 wagons du train 417. Dix autres wagons ont subi des dommages, mais n'ont pas déraillé. Cinq wagons du train 342 ont déraillé, et 4 autres wagons ont subi des dommages, mais n'ont pas déraillé. L'accident n'a causé ni blessures graves ni déversement de marchandises dangereuses.

R08W0058

Le 7 avril 2008 vers 8 h 7, heure normale du Centre, le train de marchandises 498-07 sud du Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP) a heurté la queue du train 292-05 du CFCP, qui était immobilisé au point milliaire 97,5 de la subdivision Weyburn, à Centennial Station, près de Ralph (Saskatchewan). Sept des wagons du train 292-05 et 2 des wagons du train 498-07 ont déraillé. De plus, 2 wagons du train de marchandises 497-04, qui était arrêté à côté du train 292-05 sur la voie d'évitement de Centennial, ont déraillé. Un incendie a éclaté et a touché 2 wagons de glycol, 1 wagon de marchandises dangereuses chargé d'acétate de vinyle, 1 wagon-citerne contenant des résidus de gaz de pétrole liquéfié et 1 wagon plat vide à parois de bout. On a dû évacuer les résidents du secteur qui habitaient dans un rayon d'un mille autour des lieux de l'accident. Personne n'a été blessé.

R09W0118

Le 28 juin 2009, à 6 h 31, heure avancée du Centre, alors que le train Q10131-27 (train 101) du CN roulait en direction ouest dans la subdivision Redditt, il a heurté la queue du train M30131-27 (train 301) du CN, qui s'était immobilisé sur la voie principale au point milliaire 105,70. Les 4 wagons intermodaux de la queue du train (6 plates-formes en tout) du train 301 et les 3 locomotives de tête du train 101 ont déraillé. Le mécanicien de locomotive du train 101, souffrant de blessures mineures, a été transporté à l'hôpital.

R09V0230

Le 30 octobre 2009 vers 22 h 25, heure normale du Pacifique, le train 355-429 du CFCP, qui roulait en direction ouest sur la voie d'évitement signalisée à Redgrave (Colombie-Britannique), dans la subdivision Mountain, a heurté latéralement le train 110-30 du CFCP, qui était immobilisé sur la voie principale. La collision a provoqué le déraillement de 2 locomotives et de 6 wagons. Il n'y a pas eu de blessures graves. Environ 3000 gallons de carburant diesel se sont déversés.

Annexe C – Dépistage du syndrome d'apnées obstructives du sommeil chez les conducteurs de véhicules motorisés commerciaux - Critères d'évaluation en service et hors service

<p>On recommande de procéder à une <i>évaluation en service</i>³¹ si le conducteur appartient à <u>n'importe laquelle</u> des 5 grandes catégories ci-dessous (certification pour une durée maximale de 3 mois) :</p>	<p>On recommande de procéder <i>immédiatement</i> à une <i>évaluation hors service</i>³² si le conducteur est affecté par <u>l'un ou l'autre</u> des facteurs suivants :</p>
<p>1. Antécédents de sommeil qui suggèrent un syndrome d'apnées obstructives du sommeil (SAOS) (ronflement, somnolence diurne excessive, apnées rapportées par l'entourage).</p> <p>2. Au moins 2 des critères suivants :</p> <p>a) indice de masse corporelle (IMC) $\geq 35\text{kg/m}^2$;</p> <p>b) Circonférence cervicale supérieure à 17 pouces pour un homme et à 16 pouces pour une femme;</p> <p>c) Hypertension (hypertension récente, qui n'est pas contrôlée, ou qu'on ne peut pas contrôler en prenant moins de 2 médicaments);</p> <p>3. Échelle de somnolence d'Epworth >10;</p> <p>4. Diagnostics antérieurs de troubles du sommeil; déclaration de conformité non corroborée par les résultats d'une consultation récente d'un médecin/ des données sur la conformité disponibles pour un examen immédiat (examen à faire dans un délai de 3 mois); s'il s'avère que le conducteur n'est pas conforme, il devrait être retiré du service (comprend un traitement chirurgical);</p> <p>5. Indice d'apnées-d'hypopnée >5 mais <30 lors d'une étude du sommeil précédente ou d'un polysomnogramme précédent, sans somnolence diurne excessive (échelle de somnolence d'Epworth <11), aucun accident de véhicule motorisé, pas d'hypertension pour laquelle on doit prendre 2 médicaments ou plus.</p>	<p>1. Somnolence diurne excessive inexplicée qu'on a observée (sommeil pendant un examen ou dans la salle d'attente) ou dont le sujet a fait part.</p> <p>2. Accident à bord d'un véhicule motorisé (sortie de route, accident responsable, collision par l'arrière) vraisemblablement lié à un trouble du sommeil, à moins que le sujet n'ait été évalué pour un trouble du sommeil dans l'intervalle.</p> <p>3. Échelle de somnolence d'Epworth ≥ 16 ou résultats fonctionnels <18 au questionnaire sur le sommeil.</p> <p>4. Diagnostics précédents de troubles du sommeil :</p> <p>a) Non conforme (traitement CPAP [pression nasale positive des voies aériennes] non toléré);</p> <p>b) aucun suivi récent (à l'intérieur du délai recommandé); c) toute approche chirurgicale sans suivi objectif.</p> <p>5. Indice d'apnées-d'hypopnée >30.</p>

[Traduction]

³¹ « Sleep Apnea and Commercial Motor Vehicle Operators: Statement from the Joint Task Force of the American College of Chest Physicians, American College of Occupational and Environmental Medicine and the National Sleep Foundation ».

³² « Sleep Apnea and Commercial Motor Vehicle Operators: Statement from the Joint Task Force of the American College of Chest Physicians, American College of Occupational and Environmental Medicine and the National Sleep Foundation ».

Annexe D – Sigles et abréviations

ACFC	Association des chemins de fer du Canada
ACSES	système avancé de contrôle de la vitesse (de l'anglais, <i>Advanced Civil Speed Enforcement System</i>)
Amtrak	National Passenger Rail Corporation
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
CCA	circonférence cervicale ajustée
CCC	commande centralisée de la circulation
CCF	contrôleur de la circulation ferroviaire
CFCP	Chemin de fer Canadien Pacifique
cm	centimètres
CN	Canadien National
Conrail	Consolidated Rail Corporation
FRA	Federal Railroad Administration
IHT	infirmier en hygiène du travail
IMC	indice de masse corporelle
km/h	kilomètres à l'heure
mi/h	milles à l'heure
mm	millimètres
NTSB	National Transportation Safety Board
PTC	système de commande intégrale des trains (de l'anglais, <i>Positive Train Control</i>)
REF	<i>Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada</i>
RSIA	<i>Rail Safety Improvement Act</i>
SAOS	syndrome d'apnées obstructives du sommeil
TC	Transports Canada
V-ETMS	système électronique essentiel de gestion des trains (de l'anglais, <i>Vital Electronic Train Management System</i>)
VIA	VIA Rail Canada Inc.
°C	degrés Celsius