



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE R16T0162



Collision et déraillement en voie principale

Chemin de fer Canadien Pacifique

Trains de marchandises 235-21 et 118-18

Point milliaire 3,3, subdivision de North Toronto

Toronto (Ontario)

21 août 2016

Canada 

Bureau de la sécurité des transports du Canada
Place du Centre
200, promenade du Portage, 4^e étage
Gatineau QC K1A 1K8
819-994-3741
1-800-387-3557
www.bst.gc.ca
communications@bst.gc.ca

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par
le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2017

Rapport d'enquête ferroviaire R16T0162

No de cat. TU3-6/16-0162F-PDF
ISBN 978-0-660-09198-3

Le présent rapport se trouve sur le site Web
du Bureau de la sécurité des transports du Canada
à l'adresse www.bst.gc.ca

This report is also available in English.

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le 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 R16T0162

Collision et déraillement en voie principale

Chemin de fer Canadien Pacifique

Trains de marchandises 235-21 et 118-18

Point milliaire 3,3, subdivision de North Toronto
Toronto (Ontario)

21 août 2016

Résumé

Le 21 août 2016, vers 5 h 17, heure avancée de l'Est, le train de marchandises 118-18 du Chemin de fer Canadien Pacifique passait de la voie nord à la voie sud environ au point milliaire 3,3 de la subdivision de North Toronto à Toronto (Ontario). Le train de marchandises 235-21, qui avançait vers l'ouest avec 2 locomotives seulement, a percuté la queue du train 118-18. Quatre des wagons intermodaux (10 plateformes) du train 118-18 ont été heurtés et endommagés. Quatre des plateformes ont déraillé sans se renverser. Deux locomotives du train 235-21 ont déraillé sans se renverser. Le réservoir de carburant de la locomotive de tête du train 235-21 a été perforé, ce qui a entraîné le déversement de quelque 2500 litres de carburant diesel. Un certain nombre de petits feux ont été éteints. Le chef de train du 235-21 a subi des blessures.

This report is also available in English.

Table des matières

1.0	Renseignements de base	1
1.1	L'accident.....	1
1.2	Examen des lieux.....	3
1.3	Conditions météorologiques	4
1.4	Consignateur d'événements de locomotive.....	4
1.5	Calcul de la distance d'arrêt.....	5
1.6	Examen du réservoir de carburant de la locomotive CP 8849.....	5
1.7	Subdivision de North Toronto.....	6
1.8	Renseignements sur l'équipe de train.....	6
1.9	Formation pour les postes de mécanicien de locomotive et de chef de train.....	8
1.10	Bonne connaissance de la subdivision.....	9
1.11	Vérification des compétences	9
1.12	Perception visuelle et conformité aux signaux	10
1.13	Conscience de la situation.....	10
1.14	Systèmes de commande centralisée de la circulation.....	11
1.15	Information du système de signalisation	12
1.16	Moyens de défense pour les systèmes de contrôle des trains.....	13
1.17	Technologies pour assurer le respect des indications des signaux.....	15
1.17.1	Systèmes de signalisation en cabine.....	15
1.17.2	Commande intégrale des trains.....	16
1.18	Autres événements mettant en cause des réactions inappropriées des équipes aux indications des signaux	17
1.19	Règles relatives au temps de travail et de repos du personnel d'exploitation ferroviaire.....	18
1.20	Calendrier de travail et historique de repos de l'équipe de train.....	19
1.21	Fatigue.....	21
1.22	Enregistreurs audio-vidéo dans les locomotives	22
1.23	Liste de surveillance du BST.....	25
1.24	Rapport de laboratoire du BST.....	25
2.0	Analyse.....	26
2.1	L'accident.....	26
2.2	Indication de signal manquée au signal avancé 15-2.....	27
2.2.1	Absence de planification avant l'approche du signal 15-2.....	27
2.2.2	Distraction et conscience de la situation.....	27
2.3	Déficit de sommeil des membres de l'équipe	27
2.4	Précautions contre les erreurs de reconnaissance des signaux	28
2.5	Parcours de familiarisation après des absences du milieu de travail.....	29
2.6	Enregistreurs audio-vidéo dans les locomotives	30
2.7	Intégrité du réservoir de carburant.....	31
3.0	Faits établis.....	32
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs	32

3.2	Faits établis quant aux risques.....	32
3.3	Autres faits établis.....	32
4.0	Mesures de sécurité.....	34
4.1	Mesures de sécurité prises.....	34
4.1.1	Chemin de fer Canadien Pacifique.....	34
4.1.2	Transports Canada.....	35
	Annexes.....	36
	Annexe A - Incidents passés similaires.....	36

1.0 Renseignements de base

1.1 L'accident

Le 21 août 2016, l'équipe du train 235-21 (train 235) du Chemin de fer Canadien Pacifique (CP) a été appelée pour 4 h 45¹ au triage de Toronto, au point milliaire 197,0 de la subdivision de Belleville. L'équipe était formée d'un mécanicien de locomotive (ML) et d'un chef de train. Les 2 membres de l'équipe étaient qualifiés pour leurs postes respectifs et il était jugé qu'ils connaissaient bien la subdivision. Ils se sentaient frais et dispos pour le service, en conformité avec les *Règles relatives au temps de travail et de repos du personnel d'exploitation ferroviaire* approuvées par Transports Canada. Le chef de train s'est présenté vers 4 h pour préparer ses tâches administratives et examiner les bulletins d'exploitation.

Le train 235, constitué de 2 locomotives, avait pour destination Spence (Ontario), au point milliaire 41,6 de la subdivision de MacTier. L'équipe a pris les commandes du train vers 5 h et a quitté le triage de Toronto avec le chef de train posté à l'extérieur de la cabine, à la pointe de la locomotive de tête.

Une fois le train hors du triage, le chef de train a repris sa position dans la cabine de la locomotive. Le train 235 a poursuivi sa route vers l'ouest sur la subdivision de Belleville, puis sur la voie nord de la subdivision de North Toronto (figure 1).

Figure 1. Lieu de l'accident (Source : Association des chemins de fer du Canada, *Atlas des chemins de fer canadiens*, avec annotations du BST)



¹ Les heures sont exprimées en heure avancée de l'Est.

Peu après, le train 235 a reçu du train qui se trouvait devant lui un message radio au sujet de la présence d'un intrus sur l'emprise ferroviaire à l'ouest de Howland. Durant le trajet, le ML contrôlait la vitesse du train à l'aide du manipulateur et du frein rhéostatique. Lorsqu'il passait de la traction au freinage rhéostatique, il s'assurait de faire une pause d'au moins 10 secondes. De son côté, le chef de train se reportait fréquemment à l'indicateur pour connaître les emplacements des signaux afin de vérifier la position du train le long de son itinéraire.

À 5 h 14, roulant à une vitesse approximative de 48 mi/h près de Howland, le train 235 a franchi le signal avancé² 15-2 sans réagir à l'indication de vitesse normale à arrêt de ce dernier. Sortant d'une courbe à droite pour s'engager sur un tronçon de voie en alignement droit à l'approche du signal contrôlé³ 33-2, le train a alors rencontré le train de marchandises 118-18 (train 118) vers l'est, dont la tête se trouvait sur la voie sud. En conformité avec le *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REFC), les ML ont mis en veilleuse les phares avant de leurs trains respectifs⁴.

Le train 118 était formé de 2 locomotives et de 24 wagons chargés. Il pesait quelque 3175 tonnes courtes et mesurait environ 3080 pieds de long. L'équipe de train se composait d'un mécanicien de locomotive (ML) et d'un chef de train. Les deux membres de l'équipe connaissaient bien les subdivisions, répondaient aux normes d'aptitude au travail et de repos et étaient qualifiés pour leurs postes respectifs.

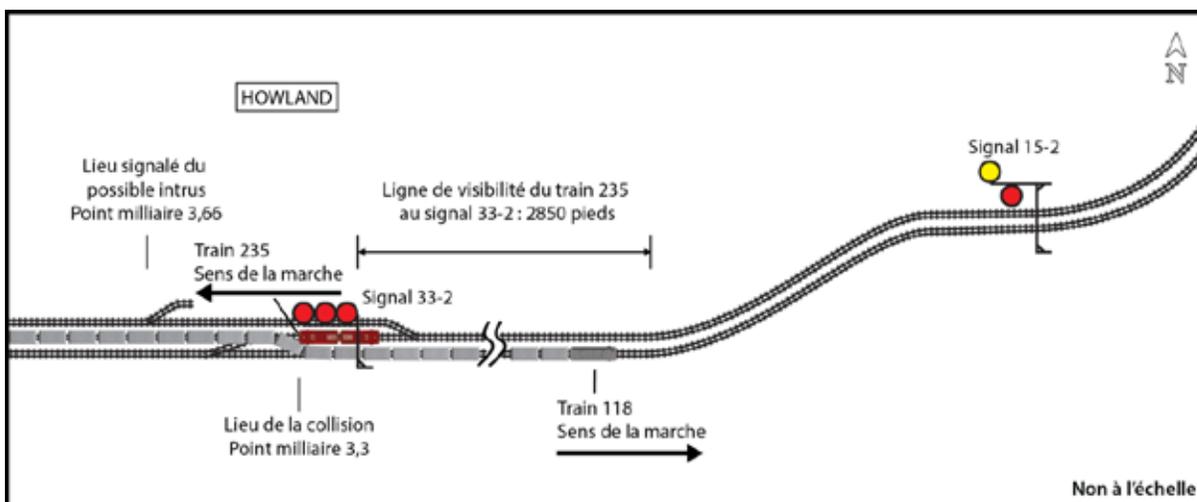
Après avoir dépassé la tête du train 118 et alors que le train roulait à 46 mi/h, le ML du train 235 a remis les phares avant à leur pleine intensité. Peu de temps après, tandis que l'équipe du train 235 observait le côté du train 118 à la recherche d'un possible intrus, le ML a remarqué le signal 33-2, en avant, qui présentait une indication d'arrêt absolu. Le ML a mis immédiatement le train en mode de freinage d'urgence. L'équipe du train 235 a alors constaté que le train 118 s'était engagé sur la liaison au point milliaire 3,3 avec sa queue encore sur la voie nord. À 5 h 16, la locomotive de tête du train 235 a percuté les 4 wagons en queue du train 118 (soit 10 plateformes) à partir du point d'obstruction de l'aiguillage de liaison (figure 2).

² Un signal avancé est un signal fixe relié à un ou plusieurs autres signaux pour régler l'approche d'un mouvement à ces signaux.

³ En commande centralisée de la circulation (CCC), signal de canton qui peut donner l'indication « ARRÊT ABSOLU » jusqu'à ce que le contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) lui fasse présenter une indication moins restrictive.

⁴ Le 21 août 2016, le soleil s'est levé à 6 h 29 sur Toronto.

Figure 2. Plan du lieu



Les 2 locomotives du train 235 ont déraillé sans se renverser. Une fois le train arrêté, le ML a suivi les procédures d'urgence et a émis les messages radio exigés. En dépit des blessures subies au cours de l'accident, le chef du train 235 a pu descendre de celui-ci, procéder à une évaluation des dommages et éteindre un certain nombre de petits feux mettant en cause du carburant de locomotive déversé.

1.2 Examen des lieux

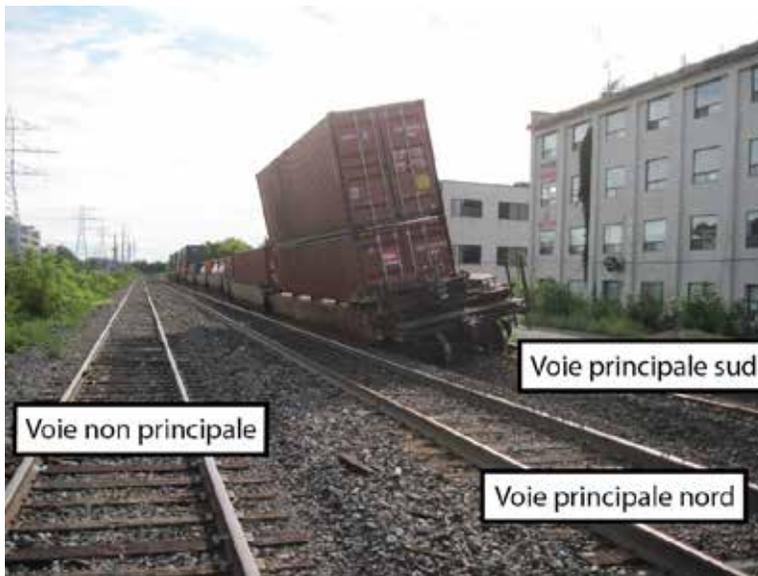
La locomotive de tête (CP 8849) du train 235 s'est immobilisée en chevauchant la voie non principale adjacente à la voie nord, à l'ouest de la liaison. Le côté sud de la locomotive a subi des dommages d'impact et des éraflures allant du chasse-pierres jusqu'au réservoir de carburant et à l'escalier arrière. Le coin avant du réservoir de carburant a été écrasé et a subi une brèche par laquelle se sont déversés environ 2500 litres de carburant diesel.

La 2^e locomotive (CP 9617), qui était encore attelée à la locomotive de tête, s'est arrêtée; toutes ses roues étaient déraillées. Elle a subi aussi des dommages d'impact et des éraflures le long de son côté sud. Les escaliers et la passerelle sur le coin avant ont été écrasés, et le bogie avant a été endommagé.

Dix plateformes des 4 wagons en queue du train 118 ont été endommagées. Chaque plateforme présentait des éraflures sur son côté gauche. De plus, certaines échelles et certains bogies des plateformes ont subi des dommages.

Les wagons sont demeurés attelés et se sont immobilisés sur la voie sud. Quatre des plateformes avaient déraillé en position non renversée, mais penchée, chevauchant le rail nord (figure 3). Une plateforme du premier des 4 wagons, le DTTX 788542, a quitté les rails. Il en a été de même pour 3 des plateformes du dernier wagon, le DTTX 743830.

Figure 3. Vue vers l'est des wagons déraillés du train 118



La plateforme D du wagon DTTX 743830 transportait des conteneurs, dont certains étaient chargés de marchandises dangereuses (UN3164, UN1066 et UN1950). Aucun de ces conteneurs n'a été endommagé. La plateforme E du wagon DTTX 743830 transportait des boissons alcoolisées (UN3065) dans 2 conteneurs. La paroi des deux conteneurs a été déchirée, mais aucun produit ne s'est déversé.

Le réservoir de carburant de la locomotive CP 8849 a été envoyé au Laboratoire d'ingénierie du BST en vue d'un examen détaillé.

1.3 Conditions météorologiques

Au moment de l'accident, le ciel était dégagé. La température était de 24 °C.

1.4 Consignateur d'événements de locomotive

On a examiné l'information fournie par le consignateur d'événements de locomotive (CEL) de la locomotive CP 8849. Le tableau 1 donne de plus amples détails sur la séquence des événements, y compris les actions de l'équipe du train.

Tableau 1. Séquence des événements et actions de l'équipe du train 235

Heure	Événement/actions de l'équipe
0514:26	Le train 235 arrive au point milliaire 1,5 de la subdivision de North Toronto (emplacement du signal avancé 15-2), à une vitesse de 47,8 mi/h.
0514:26 à 0516:20	La vitesse du train varie entre 45 et 49 mi/h. Le levier du manipulateur et la poignée du frein rhéostatique alternent entre le cran de marche 1 et la position 1.4 du frein rhéostatique. Les freins du train et les freins directs se trouvent dans la position de desserrage.
0515:49	Au point milliaire 2,73, les phares avant sont mis en veilleuse et les phares de fossé sont éteints.
0516:12	Au point milliaire 3,03, les phares avant sont remis à leur pleine intensité et les phares de fossé sont allumés de nouveau.
0516:20	Au point milliaire 3,13, le freinage d'urgence est déclenché alors que le train roule à 46 mi/h.
0516:30	Au point milliaire 3,2 (emplacement du signal contrôlé 33-2), le train roule à 35 mi/h.
0516:37	Au point milliaire 3,3, alors que le train roule à 26,1 mi/h, sa vitesse ralentit à nouveau subitement.
0516:47	Au point milliaire 3,33 (quelque 250 pieds à l'ouest du signal 33-2), le train s'immobilise, après avoir parcouru une distance de 1058 pieds à la suite du freinage d'urgence (c.-à-d. qu'il s'arrête à quelque 800 pieds au-delà du signal).

1.5 Calcul de la distance d'arrêt

On a calculé le profil de décélération d'un train similaire placé en mode d'urgence afin de vérifier la fonction de freinage du train 235.

Il a été déterminé que les freins du train 235 avaient fonctionné de la manière prévue. En outre, quand il a été placé en mode d'urgence au même endroit et à la même vitesse initiale que le train 235, le train similaire a ralenti à 26 mi/h au point milliaire 3,3 (c.-à-d. à l'emplacement de la collision).

1.6 Examen du réservoir de carburant de la locomotive CP 8849

Un examen détaillé du réservoir de carburant perforé de la locomotive CP 8849 a permis de constater ce qui suit :

- La brèche s'est ouverte dans le bord antérieur du réservoir, du côté gauche.
- Les surfaces de fracture étaient inclinées et présentaient un aspect fibreux, ce qui est compatible avec une rupture ductile fraîche due à une surcharge.
- Les déformations associées aux fractures indiquent que le réservoir s'est déchiré sous l'effet d'une charge d'impact concentrée.
- La zone de la brèche comprenait la soudure joignant la tôle latérale à la plaque de bout du réservoir de carburant.

Deux échantillons du réservoir de carburant ont été découpés près de la brèche en vue d'un examen métallurgique : un provenant de la plaque de bout et l'autre, de la plaque latérale. L'examen a permis de faire les constatations suivantes :

- Le réservoir de carburant satisfaisait aux exigences de résistance structurelle établies dans la norme de performance AAA S5506 de l'American Association of Railroads (AAR) qui s'appliquait au moment de la construction.
- La brèche subie par le réservoir de carburant avait pour origine une rupture ductile due à une surcharge causée par une charge d'impact concentrée qui s'est exercée au cours de la collision.

1.7 *Subdivision de North Toronto*

La subdivision de North Toronto est formée d'une voie principale double entre les points milliaires 0,0 (Leaside) et 5,9 (Toronto Ouest). Les mouvements de train dans cette subdivision sont régis par le système de commande centralisée de la circulation (CCC), autorisé en vertu du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REFC), et supervisés par un contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) en poste à Calgary (Alberta).

À proximité du lieu de l'événement, la vitesse prescrite dans l'indicateur pour les trains de marchandises était de 50 mi/h. Au moment de l'événement, aucune limitation de vitesse temporaire n'était en vigueur dans la zone immédiate.

La subdivision de North Toronto s'étend d'est en ouest. Les trains vers l'ouest approchent du signal 15-2 (point milliaire 1,5) sur un court tronçon de voie en alignement droit après être sortis d'une courbe à droite. À cet endroit, la ligne de visibilité jusqu'au mât du signal est d'environ 860 pieds.

Dans les environs du lieu de l'événement, la déclivité de la voie augmente légèrement vers l'ouest à 0,1 %. Pour les trains vers l'ouest approchant du signal contrôlé 33-2 (point milliaire 3,3), la voie est en alignement droit avec une ligne de visibilité d'environ 2850 pieds jusqu'au mât du signal.

Juste à l'ouest du signal 33-2 se trouve un ensemble de voies de liaison où la vitesse maximale est de 30 mi/h. Ces voies de liaison fournissent un accès pour les trains passant de la voie nord à la voie sud, ou vice versa.

1.8 *Renseignements sur l'équipe de train*

Le ML du train 235 a été recruté par le CP en juin 1997 et avait travaillé au début comme chef de train avant de se qualifier pour le poste de mécanicien de locomotive (ML) en décembre 2007. Il a ensuite travaillé depuis Hamilton (Ontario) et Toronto, comme chef de train et comme ML. En janvier 2011, il s'est qualifié pour le service sur la subdivision de North Toronto. En date de l'événement, le ML avait effectué 86 tours de service comme ML et 220 tours comme chef de train sur la subdivision de North Toronto.

Un résumé des antécédents professionnels du chef de train figure dans le tableau 2.

Tableau 2. Antécédents professionnels du chef du train 235

Date	Détails sur l'emploi
Juin 2012	Embauché par le CP pour travailler à Smiths Falls (Ontario).
Octobre 2012	Qualifié comme chef de train.
Novembre 2012	Mis à pied.
17 novembre 2014	Réembauché pour un déménagement temporaire à Toronto.
9 janvier 2015	Recertification comme chef de train après avoir suivi un certain nombre de programmes de formation obligatoires et accompli 33 parcours de familiarisation, dont 5 sur la subdivision de North Toronto.
18 février 2015	Mis à pied. Fin du déménagement temporaire.
1 ^{er} mars 2015	Réembauché pour un autre déménagement temporaire à Toronto.
1 ^{er} juin 2015	Déménagé en permanence à Toronto.
8 juin 2015	Mis à pied.
21 mars 2016	Réembauché pour travailler à Toronto. Début d'un programme de formation obligatoire comportant 15 parcours de familiarisation, tous dans des triages.
18 juillet 2016	Mis à pied.
20 août 2016	Réembauché pour travailler à Toronto.

De novembre 2014 à août 2016, le chef de train avait travaillé par intermittence dans Toronto pendant environ 10 mois. Au cours de cette période, il avait accompli 23 tours de service sur la subdivision de North Toronto : 9 dans le cadre d'une formation et 14 comme chef de train qualifié.

Entre mars et août 2016, le chef de train avait effectué 44 quarts de travail, dont 26 dans un triage. Il avait effectué les autres 18 quarts dans diverses subdivisions du CP, dont celle de North Toronto. Le quart de travail du chef de train le jour de l'événement (le 21 août 2016) était son premier après une mise à pied de 5 semaines. Pour signaler son manque d'expérience à ses collègues de l'équipe, le chef de train portait un gilet vert quand il était en service⁵.

⁵ Selon le CP, les gilets verts aident les employés d'exploitation à reconnaître les nouveaux employés. Le port de gilets verts aide à promouvoir l'encadrement et le mentorat des employés moins expérimentés. D'habitude, les gilets verts sont portés tout au long de la première année de service, puis remplacés par des gilets orange. Les employés peuvent choisir de conserver leur gilet vert au-delà de leur première année de service, s'ils en sentent le besoin.

1.9 *Formation pour les postes de mécanicien de locomotive et de chef de train*

Au CP, les candidats aux postes de ML et de chef de train doivent d'abord établir qu'ils sont aptes, sur le plan médical, à occuper leur poste, obtenir une certification conforme au REFC (en suivant un enseignement en classe avec examen) et avoir fait l'objet d'une enquête de sécurité.

Une fois qu'il est établi que le candidat satisfait à ces exigences, le programme de formation pour les futurs ML au CP comprend une formation théorique suivie d'une semaine de formation individuelle sur le terrain en présence d'un ML qualifié. À la fin de l'instruction sur le terrain, les stagiaires entreprennent leur formation pratique, qui dure jusqu'à 18 mois. Au cours de cette période, ils effectuent un certain nombre de parcours de formation sur diverses subdivisions en étant accompagnés d'un ML superviseur, jusqu'à ce qu'ils maîtrisent la conduite des trains. Ces parcours aident aussi les stagiaires à se familiariser avec les subdivisions de leur territoire.

Dans les 3 mois après la formation pratique, les stagiaires sont soumis à un test d'évaluation obligatoire où ils accomplissent les tâches d'un ML sous l'œil d'un cadre qualifié de la compagnie à bord de la cabine de la locomotive. Une fois ce parcours réussi, les stagiaires sont qualifiés comme ML.

Au CP, le programme de formation au poste de chef de train comprend une formation théorique suivie par une semaine de formation individuelle sur le terrain en présence d'un chef de train qualifié. À la fin de l'instruction sur le terrain, les stagiaires entreprennent une formation pratique d'une durée d'environ 4 mois. Au cours de cette période, ils effectuent un certain nombre de parcours de formation sur diverses subdivisions en étant accompagnés d'un chef de train qualifié. Ces parcours aident aussi les stagiaires à se familiariser avec les subdivisions et les triages de leur territoire.

Dans les 3 mois suivant la formation pratique, les stagiaires sont soumis à un test d'évaluation obligatoire où ils accomplissent les tâches d'un chef de train sous l'œil d'un cadre qualifié de la compagnie à bord de la cabine de la locomotive. Une fois ce parcours réussi, les stagiaires sont qualifiés comme chefs de train et peuvent travailler sans la supervision d'un autre chef de train.

Au CP, les membres d'une équipe qui sont absents du service pour une période prolongée doivent se conformer à la politique du CP sur le retour au travail et doivent notamment satisfaire aux exigences suivantes :

- Pour les absences de plus de 3 mois, le membre d'équipe doit faire établir de nouveau qu'il est apte, sur le plan médical, à occuper son poste, et obtenir une nouvelle certification relativement au REFC, en plus de faire l'objet d'une vérification de sécurité.
- Pour les absences de plus de 12 mois, le membre d'équipe doit également effectuer un certain nombre de parcours de familiarisation (à la discrétion du surintendant) et

se soumettre à un parcours d'évaluation obligatoire, en étant accompagné d'un cadre qualifié de la compagnie.

- Pour les absences de plus de 18 mois, le membre d'équipe doit aussi réussir tous les examens exigés pour le poste. En outre, il doit obtenir une nouvelle certification pendant qu'il travaille à son poste, pour chaque subdivision à l'intérieur du territoire d'affectation.

1.10 Bonne connaissance de la subdivision

Les ML et les chefs de train sont tenus d'effectuer au moins un parcours de familiarisation sur chaque subdivision pour laquelle ils sont régulièrement appelés au travail. Les parcours de familiarisation sont effectués avec une équipe qualifiée sur la subdivision considérée. À la fin des parcours exigés et lorsqu'il est confirmé que l'employé est à l'aise dans son service sur la subdivision, on juge qu'il a une bonne connaissance de cette dernière. Si l'employé sent qu'il a besoin d'un plus grand nombre de parcours pour se familiariser avec la subdivision, il peut rencontrer un cadre de la compagnie pour déterminer les étapes à suivre en vue d'acquérir une connaissance suffisante à cette fin. Il pourrait s'agir par exemple d'accomplir des parcours supplémentaires sur la subdivision considérée avec une équipe qualifiée.

On peut évaluer dans quelle mesure l'employé s'est familiarisé avec la subdivision de façon ponctuelle sur des parcours, grâce à des contrôles de conformité.

Au cours de son emploi au CP, le chef de train de l'événement avait demandé en 2 occasions des parcours de familiarisation supplémentaires. Après que ses requêtes ont suscité de la résistance, il s'est adressé au syndicat et a pu ainsi effectuer les parcours supplémentaires.

Le 6 août 2016, après avoir été rappelé à la suite d'une mise à pied, le chef de train s'est renseigné auprès du bureau des équipes (et non d'un cadre de la compagnie) sur la possibilité d'obtenir des parcours de familiarisation supplémentaires. On l'a informé qu'après une mise à pied de 5 semaines, il ne lui serait probablement pas possible d'effectuer ces parcours. Le chef de train n'a pas acheminé sa demande au syndicat ni à un cadre de la compagnie.

1.11 Vérification des compétences

Le CP vérifie régulièrement les compétences de ses équipes de train pour évaluer leurs aptitudes relativement à la conduite des trains et au respect des règles. Pour ces vérifications, les évaluateurs accompagnent l'équipe dans la cabine pour y faire des observations et peuvent aussi procéder à des observations en bordure de la voie, analyser des téléchargements des renseignements contenus dans le consigneur d'événements, surveiller les communications radio et procéder à des vérifications de la vitesse par radar.

De janvier 2015 à août 2016, le ML a été évalué 80 fois et s'est conformé à la norme nécessaire pour 79 de ces contrôles. Au cours de cette même période, le chef de train a été évalué 24 fois, atteignant la norme nécessaire pour 23 de ces contrôles. Aucune des 2 évaluations

ayant donné une note d'échec n'était liée à la conformité aux règles lors de la conduite d'un train sur la voie principale.

Pour les évaluations effectuées sur la voie principale en compagnie d'un cadre de la compagnie se trouvant à bord de la cabine de la locomotive, le ML a été soumis à 5 contrôles, et le chef de train à 1. Au cours de ces contrôles, le superviseur a pu évaluer la conformité du membre d'équipe aux règles et sa connaissance de la subdivision.

La vérification porte notamment sur l'évaluation de la conformité à la règle 34 (b) du REFC, « Reconnaissance et observation des signaux fixes », où il est écrit notamment :

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; cependant, les membres de l'équipe doivent surveiller les changements d'indication et, le cas échéant, s'en faire part rapidement et agir en conséquence.

Les membres de l'équipe ont suivi la norme nécessaire pour ces contrôles.

1.12 Perception visuelle et conformité aux signaux

La perception visuelle précise et en temps opportun des signaux par les membres d'une équipe est un élément essentiel de la conformité. La perception visuelle des signaux et l'action qui s'ensuit de la part de l'équipe constituent un processus séquentiel comprenant les étapes suivantes : repérer et voir, reconnaître et annoncer, confirmer l'indication entre les membres de l'équipe et régler la vitesse du train en conséquence.

Si les membres de l'équipe se sont familiarisés avec un territoire donné, leur connaissance des emplacements de signaux s'en trouve améliorée et ils peuvent prendre des mesures de gestion prévisionnelle (proactive) pour repérer et voir les signaux. La connaissance des emplacements de signaux dans un territoire particulier augmente avec la fréquence des parcours. Les membres d'une équipe qui sont moins familiers avec un territoire peuvent consulter des schémas de voie donnant la position de chaque signal, qui sont contenus dans un indicateur. Cependant, la consultation fréquente des schémas de voie réduit le temps consacré à observer la situation à l'extérieur et devant le train durant la conduite de celui-ci. Ou bien on peut repérer des signaux sans avoir une connaissance préalable de leurs emplacements, ce qui est considéré comme un repérage réactif, par opposition à un repérage proactif.

1.13 Conscience de la situation

La conscience de la situation peut se définir comme un processus de perception, de compréhension et de projection. La conscience des indications des signaux s'appuie, comme première étape, sur le repérage visuel. Plusieurs facteurs peuvent gêner le repérage et mener à une conscience imprécise ou incomplète de la situation. Parmi ces facteurs, mais sans s'y

limiter, on trouve le fait de focaliser son attention visuelle sur certains aspects de l'environnement au détriment d'autres aspects ou attentes.

Quand les personnes font passer leur attention d'une source d'information à l'autre, la précision de leur conscience de la situation peut s'en trouver gravement amoindrie, et elles risquent d'être prises au piège d'un phénomène appelé « rétrécissement de l'attention » ou « focalisation ». En tombant dans ce piège, elles verrouillent leur attention sur certains aspects ou certaines caractéristiques de l'environnement qu'elles tentent de gérer et laissent tomber ainsi, délibérément ou non, leur comportement exploratoire. Dans de telles situations, les personnes croient que cette attention limitée est suffisante, parce que la situation qui les sollicite est ce qu'il y a de plus important à leurs yeux à ce moment précis.

Dans d'autres situations, les personnes peuvent fixer leur attention seulement sur certaines données, et oublient de rétablir leur balayage d'information. Ces situations peuvent aussi entraîner une conscience imprécise de la situation du moment. Par conséquent, si l'on veut déterminer quels facteurs sont les plus importants, il est essentiel de maintenir au minimum une compréhension de haut niveau et globale des événements dans l'environnement. Autrement, ce sont souvent les aspects négligés de la situation qui se révèlent être les facteurs clés de la perte de la conscience de la situation⁶.

1.14 *Systèmes de commande centralisée de la circulation*

Les indications des signaux renseignent l'équipe sur la façon de contrôler le train. Les équipes de train sont tenues de comprendre les indications des signaux, de communiquer cette compréhension aux personnes à portée de voix et de prendre les mesures appropriées pour se conformer à l'indication donnée. Selon la règle 34 du REFC, en cas d'incertitude, l'équipe doit prendre des mesures immédiates pour assurer la sécurité du mouvement, y compris le déclenchement d'un arrêt d'urgence si la situation l'exige.

Les systèmes de contrôle des trains assurent la sécurité durant la marche des trains, les travaux en voie et l'entretien d'une ou de plusieurs voies principales. Pour une voie principale au Canada, la CCC constitue la méthode la plus avancée utilisée par les chemins de fer pour le contrôle de la circulation ferroviaire. À chaque emplacement d'un signal, les circuits de voie de la CCC et les systèmes associés permettent l'affichage d'une variété d'aspects de signaux. Sur le terrain, la CCC affiche à l'intention des équipes de train une combinaison d'aspects de signaux rouges, jaunes et verts.

Ces aspects renseignent l'équipe sur la vitesse et d'autres limitations que doit respecter leur train. Les aspects de signaux indiquent également si le canton⁷ devant est occupé par un

⁶ M. R. Endsley, B. Bolté, and D. G. Jones, *Designing for Situation Awareness: An Approach to User-Centered Design* (Taylor & Francis, 2003).

⁷ Le canton est une partie de voie de longueur déterminée. L'utilisation d'un canton par un mouvement est régie par les signaux de canton.

autre mouvement⁸. Les indications des signaux sont progressives : le signal qui précède annonce l'indication que donnera le signal suivant.

Les signaux s'affichent à l'écran du CCF sous la forme d'une indication d'arrêt absolu ou de permission⁹, et le système de CCC permet au CCF de surveiller la progression d'un train le long des cantons d'une subdivision. Cependant, la position exacte d'un train à l'intérieur d'un canton n'est pas affichée à l'écran du CCF. Seul le canton dans lequel se trouve le train est connu. De plus, si un train s'apprête à dépasser un point autorisé, le système de CCC n'en fournit aucune indication à l'équipe ou au CCF.

Le système de CCC comporte plusieurs types de signaux, dont les signaux contrôlés et les signaux avancés.

Les signaux contrôlés sont des installations fixes situées à l'entrée d'un canton pour régler la marche d'un mouvement s'engageant sur ce canton ou l'occupant. Ces signaux présentent une indication d'arrêt absolu jusqu'à ce que le CCF leur demande d'afficher une indication moins restrictive. Le système de signalisation détermine le degré de permissivité de chaque signal¹⁰.

Les signaux avancés sont des installations fixes reliées à un ou plusieurs autres signaux dont elles règlent l'approche par un mouvement. Si le signal avancé affiche une indication de vitesse normale à arrêt différé, il se trouve en fait à informer les équipes de train de l'indication donnée par les 2 signaux suivants.

1.15 Information du système de signalisation

Dans les environs de Howland, pour les trains vers l'ouest sur la voie nord, 3 signaux règlent la marche des mouvements :

- le signal contrôlé 2063-2 (point milliaire 206,3 de la subdivision de Belleville), pour l'approche du signal 15-2 (point milliaire 1,5 de la subdivision de North Toronto);
- le signal avancé 15-2, pour l'approche du signal 33-2 (point milliaire 3,3 de la subdivision de North Toronto);
- le signal contrôlé 33-2, pour les mouvements franchissant cet endroit, y compris les voies de liaison immédiatement à l'ouest.

⁸ « Occupé » s'entend du fait qu'un matériel roulant occupe un tronçon de voie ou que le circuit de voie est interrompu. Il y a diverses raisons expliquant la rupture possible d'un circuit de voie, par exemple un rail brisé ou un aiguillage entrebâillé.

⁹ Une indication de signal permissive en CCC transmet deux choses : l'autorisation pour un mouvement de franchir le signal et d'occuper une partie de voie au-delà du signal, ainsi que l'information qui régit la marche d'un mouvement sur cette partie de voie.

¹⁰ La position d'un aiguillage, la rupture d'un rail et la présence d'un matériel roulant devant dans le canton sont tous des facteurs qui influent sur le degré de permissivité.

Dans l'événement à l'étude, le signal contrôlé 2063-2 présentait un aspect vert/rouge/rouge (vitesse normale) au passage du train¹¹ (tableau 3). Le signal avancé 15-2 affichait un aspect jaune/rouge (de vitesse normale à arrêt). Le signal contrôlé 33-2 présentait un aspect rouge/rouge/rouge (arrêt absolu).

Le signal 34-2 (point milliaire 3,4) présentait un aspect rouge/vert/rouge (de vitesse moyenne à vitesse normale) au passage du train 118 vers l'est.

Tableau 3. Aspects des signaux

Aspect du signal	Nom du signal	Exigence pour la conduite des trains
	Vitesse normale	Avancer
	De vitesse normale à arrêt	Avancer, être prêt à s'arrêter au signal suivant
	Arrêt absolu	S'arrêter
	De vitesse moyenne à vitesse normale	Avancer, vitesse moyenne* au franchissement du signal et des branchements

* La section « Définitions » (page 17 de la version PDF du REFC) précise que la vitesse moyenne est une « vitesse ne dépassant pas 30 milles à l'heure ».

1.16 Moyens de défense pour les systèmes de contrôle des trains

Une conformité rigoureuse aux règles est exigée durant la marche des trains : les équipes de train sont censées réagir aux indications progressives des signaux en voie. Cependant, dans un système complexe comme celui du transport ferroviaire, même l'ensemble de règles le plus exhaustif peut ne pas couvrir tous les événements possibles. En outre, même les

¹¹ Selon les enregistrements de la caméra vidéo orientée vers l'avant provenant de la locomotive de tête du train 235.

employés motivés et expérimentés sont sujets aux écarts, aux manquements et aux erreurs qui caractérisent normalement le comportement humain. La philosophie de « défense en profondeur » préconisée par les spécialistes de la sécurité pour systèmes complexes vise à établir des lignes de défense diverses et multiples afin de réduire les risques d'erreur humaine normale.

À la suite de l'enquête du BST sur la collision de 2 trains du CP en août 1998 à proximité de Notch Hill (Colombie-Britannique)¹², le Bureau a reconnu des lacunes de sécurité relatives à l'interprétation correcte des signaux par les membres des équipes d'exploitation. 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.

Recommandation R00-04 du BST

À la suite de l'enquête sur le déraillement en février 2012 d'un train de voyageurs de VIA Rail Canada Inc. près de Burlington (Ontario)¹³, le Bureau a déterminé qu'en l'absence d'autres moyens de défense physiques à sécurité intrinsèque pour réduire les conséquences d'erreurs humaines inévitables en territoire signalisé, le risque de collision et de déraillement est toujours présent. Le Bureau a recommandé que :

Le ministère des Transports exige que les grands transporteurs ferroviaires canadiens de voyageurs et de marchandises mettent en œuvre des méthodes de contrôle des trains à sécurité intrinsèque, en commençant par les corridors ferroviaires à grande vitesse du Canada.

Recommandation R13-01 du BST

Les 2 recommandations sont liées à l'enjeu de la Liste de surveillance du BST intitulée « Respecter les indications des signaux ferroviaires », qui fait ressortir les risques de collision ou de déraillement graves mettant en cause des trains si les signaux ferroviaires ne sont pas reconnus ni respectés de façon uniforme. En mars 2017, le Bureau a évalué comme suit les réponses de Transports Canada (TC) et de l'Association des chemins de fer du Canada à ses recommandations R00-04 et R13-01 :

Le groupe de travail a terminé son mandat et a présenté les résultats de ses travaux sur les technologies de commande des trains au Conseil consultatif sur la sécurité ferroviaire (CCSF) le 20 septembre 2016. Dans son rapport final, le groupe de travail indique que la meilleure option pour le Canada serait une mise en œuvre des technologies de commande des trains améliorée (CTA) qui serait ciblée, fondée sur les risques et propre à chaque corridor. Le 25 janvier 2017, Transports Canada et l'ACFC ont animé un atelier sur la compréhension des systèmes de commande des trains améliorée (CTA) et sur l'état de leur

¹² Rapport d'enquête ferroviaire R98V0148 du BST.

¹³ Rapport d'enquête ferroviaire R12T0038 du BST.

déploiement actuel sur le réseau. Des spécialistes du Canada et des États-Unis ont participé à cet atelier.

TC a utilisé l'apport du groupe de travail pour établir la portée de la prochaine étape des travaux, qui sera réalisée par le Canadian Rail Research Laboratory (CaRRL). Ces travaux comprendront une analyse plus approfondie des données sur les événements pertinents, l'établissement de critères de hiérarchisation des risques et de classification des corridors du réseau ferroviaire canadien et une étude de cas sur un corridor particulier.

Le Bureau juge encourageants les résultats de la validation de principe du Programme de sécurité du train par GPS de VIA qui confirme que cette technologie est efficace pour atténuer les facteurs humains. Il est aussi heureux de constater que TC continuera à travailler avec les intervenants du secteur et les syndicats pour étudier davantage les options possibles et établir une méthode de déploiement des technologies de commande des trains améliorée au Canada en tenant compte des conclusions et des recommandations énoncées dans le rapport du groupe de travail. Cependant, malgré ces importants travaux de recherche, il n'existe pas de plan à court terme pour s'attaquer au risque d'une collision ou d'un déraillement graves en l'absence de mesures de sécurité supplémentaires.

En ce qui concerne la technologie des LVVR, le Bureau met en garde que des couches supplémentaires de surveillance des équipes ne peuvent à elles seules satisfaire à la notion de « défense en profondeur » inhérente à la conception de la sécurité d'un système. Des couches supplémentaires de moyens de défense physiques sont encore nécessaires pour que l'on puisse atténuer efficacement les risques de collision ou de déraillement graves.

Le Bureau estime que la réponse à la recommandation est en **partie satisfaisante**.

1.17 *Technologies pour assurer le respect des indications des signaux*

Le secteur ferroviaire a mis au point diverses technologies qui visent à réduire chez les équipes les risques de mauvaise interprétation ou de non-respect des indications des signaux. Les technologies en usage ou en voie de développement sur les chemins de fer nord-américains comprennent des moyens de défense physiques, tels que les systèmes de signalisation en cabine et la commande intégrale des trains.

1.17.1 *Systèmes de signalisation en cabine*

La signalisation en cabine est un système de communications qui fournit de l'information sur l'état d'occupation des voies à un dispositif d'affichage installé dans la cabine de la locomotive. Les systèmes les plus simples affichent l'indication des signaux en voie, tandis que les systèmes plus perfectionnés indiquent aussi les vitesses maximales permises. La signalisation en cabine peut être combinée à des systèmes de contrôle automatique des trains pour avertir les équipes d'exploitation de l'approche d'un point d'application d'une

restriction et pour déclencher l'exécution forcée du ralentissement ou de l'arrêt d'un train¹⁴. La signalisation en cabine peut réduire le risque associé à des erreurs de reconnaissance des signaux.

En 1922, l'Interstate Commerce Commission des États-Unis a statué que tous les chemins de fer américains devaient installer pour 1925 au plus tard une forme quelconque de systèmes de contrôle des trains sur la totalité d'une division pour trains de voyageurs. C'est en réponse à cette décision qu'ont été mis au point et en service aux États-Unis les premiers systèmes de signalisation en cabine¹⁵. Ces systèmes ont évolué et sont maintenant intégrés à un système de contrôle automatique des trains qui surveille les indications des signaux et fait respecter les limitations de vitesse. Aux États-Unis, ces systèmes sont encore utilisés dans certains corridors de trains de voyageurs. Au Canada, aucun système de signalisation en cabine n'est utilisé par les chemins de fer voyageurs ou marchandises.

1.17.2 Commande intégrale des trains

Le système de commande intégrale des trains (Positive Train Control, ou PTC) est un système en cours de développement dont les principales fonctions consistent à prévenir :

- les collisions entre trains;
- les déraillements dus à une vitesse excessive;
- les incursions dans les zones de travaux;
- le passage d'un train sur un aiguillage laissé dans la mauvaise position.

Si l'équipe d'exploitation ne réagit pas de façon adéquate, le PTC se déclenche pour ralentir ou arrêter automatiquement le train. Aux États-Unis, il y a bon nombre d'années que l'on travaille à développer la technologie du PTC.

La collision entre un train de voyageurs de Metrolink et un train de marchandises de l'Union Pacific à Chatsworth (Californie) en septembre 2008 a entraîné l'adoption de la *Rail Safety Improvement Act de 2008*. Cette loi rendait obligatoire l'installation, au plus tard en 2015, du PTC sur les lignes ferroviaires à risque plus élevé des États-Unis. Cependant, en raison d'un certain nombre de difficultés techniques, on a reporté du 31 décembre 2015 au 31 décembre 2018 la date limite de mise en œuvre de ce système aux États-Unis, avec la possibilité d'une autre prolongation de 2 ans pour certains chemins de fer.

Au Canada, il n'existe aucun PTC en usage sur les chemins de fer marchandises ou voyageurs, et aucune installation d'un tel système n'est prévue. La technologie PTC ne sera vraisemblablement mise en œuvre au Canada que plusieurs années après la fin de sa mise en œuvre aux États-Unis. Cependant, afin de satisfaire aux exigences relatives à leurs activités

¹⁴ General Railway Signal Company, *Elements of Railway Signaling* (General Railway Signal Company, 1979).

¹⁵ Transportation Research Board of the National Academies, *Transportation Research Circular E-C085: Railroad Operational Safety: Status and Research Needs* (Transportation Research Board, 2006).

aux États-Unis, la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada (CN) et le CP ont tous les deux des plans pour la mise en place du PTC. Celui du CP prévoit l'installation des systèmes embarqués nécessaires sur 505 locomotives et la mise en place du PTC sur quelque 2112 milles de voie aux États-Unis. Le CN prévoit en faire autant pour 586 locomotives et quelque 3563 milles de voies commerciales aux États-Unis.

Tant au CN qu'au CP, le système PTC sera basé sur l'I-ETMS (Interoperable Electronic Train Management System, ou système interopérable de gestion électronique des trains). Le CN installera ce système dans 39 subdivisions, et le CP dans 22, soit, respectivement, sur 62 % et 89 % de la totalité de leurs milles de voies commerciales aux États-Unis (à l'exclusion des zones de triage). L'I-ETMS est un système de contrôle des trains axé sur la locomotive et exploitant une combinaison de données des locomotives, du bureau et de la voie intégrées au moyen d'un réseau de radiocommunication. Ce système remplit les fonctions suivantes :

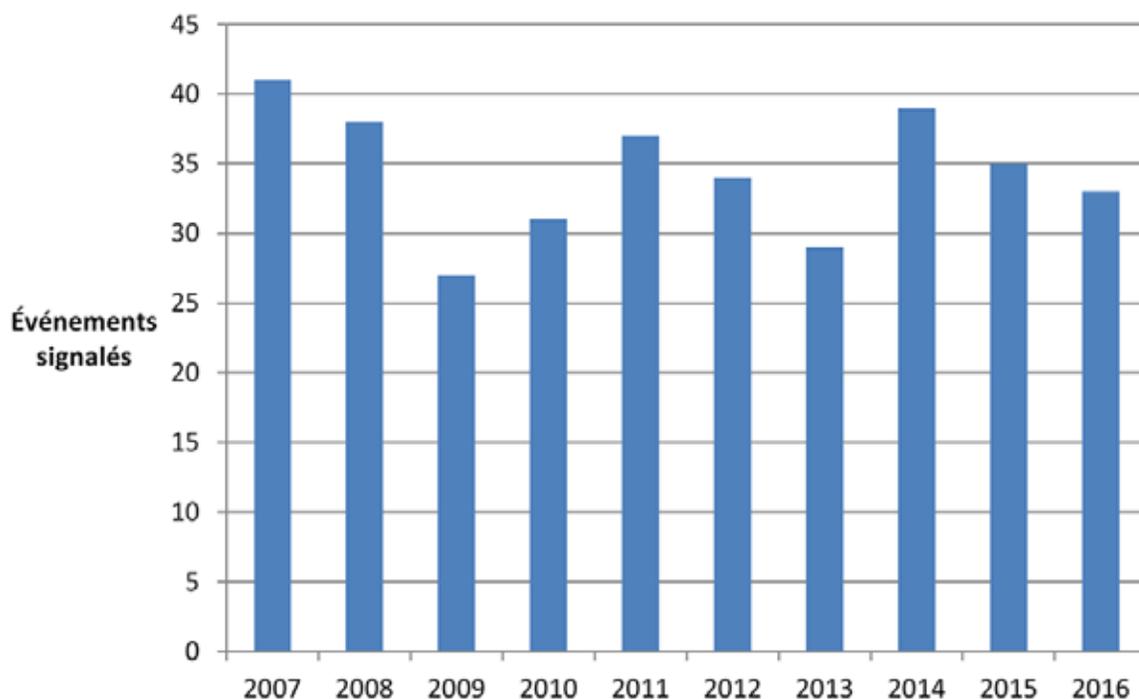
- alerter les équipes de train à l'imminence d'infractions aux limites de vitesse et aux autorisations de circuler, y compris le franchissement d'un signal d'arrêt absolu;
- arrêter les trains avant qu'ils ne dépassent leur zone de circulation et leur limite de vitesse autorisées, y compris des signaux d'arrêt absolu;
- interroger les prochains signaux en bordure de la voie et les aiguillages sur l'itinéraire du train quand celui-ci roule dans un territoire muni de l'I-ETMS;
- protéger les zones de travaux en faisant respecter les restrictions qui s'y appliquent.

Ce système est en développement et n'est pas encore homologué par la Federal Railroad Administration des États-Unis pour utilisation en service commercial.

1.18 Autres événements mettant en cause des réactions inappropriées des équipes aux indications des signaux

Entre janvier 2007 et décembre 2016, il y a eu 344 événements (figure 4) où des trains ont dépassé leurs zones de circulation autorisées par suite de réactions inappropriées de leurs équipes aux indications des signaux présentées sur le terrain. Depuis 1998, le BST a enquêté sur 13 événements où un train a dépassé sa zone de circulation autorisée, dont 11 ont entraîné une collision ou un déraillement (annexe A). Dans chacune de ces enquêtes, on a conclu que la mauvaise perception par un membre de l'équipe d'exploitation des indications des signaux en voie avait compté parmi les causes ou les facteurs contributifs de l'incident.

Figure 4. Événements, signalés au BST de 2007 à 2016, où un train a dépassé sa zone de circulation autorisée par suite d'une réaction inappropriée de son équipe aux indications des signaux



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

Voici ce que dit le paragraphe 2.2 des *Règles relatives au temps de travail et de repos du personnel d'exploitation ferroviaire* (Règles relatives au temps de travail et de repos) approuvées par Transports Canada :

- 2.2 Il incombe aux compagnies de chemin de fer de mettre en place et de maintenir des conditions de travail qui :
- a) donnent aux membres de leur personnel d'exploitation l'occasion de se reposer suffisamment entre leurs tours de service; et
 - b) leur permettent de demeurer vigilants pendant toute la durée des tours de service.

Il est écrit au paragraphe 2.3 des mêmes Règles : « Il incombe aux membres du personnel d'exploitation de se présenter au travail reposés et aptes au service. »

L'article 6 (Programmes de gestion de la fatigue) de ces Règles comporte les exigences suivantes :

- 6.1.1. Les compagnies de chemin de fer doivent mettre en oeuvre des programmes de gestion de la fatigue.

6.1.2. Les programmes de gestion de la fatigue sont conçus pour diminuer la fatigue et améliorer l'état de vigilance au travail des membres du personnel d'exploitation.

1.20 *Calendrier de travail et historique de repos de l'équipe de train*

Bien que le CP exploite ses trains en fonction d'un horaire, des facteurs extérieurs (disponibilité des équipes, autres facteurs opérationnels, conditions météorologiques, etc.) peuvent faire en sorte que des trains de marchandises soient mis en circulation à des heures imprévues. Les équipes sont appelées pour des parcours en fonction des besoins. Les parcours sont attribués aux employés faisant partie de bassins de subdivision¹⁶ fonctionnant selon le principe du « premier entré, premier sorti ». Quand le bassin de subdivision est épuisé, on a recours à d'autres bassins pour pourvoir les postes vacants. Au début, on se sert du tableau de réserve, puis de tout autre bassin disponible, y compris le tableau des contremaîtres de triage. Quand les membres d'une équipe terminent un parcours, ou ne sont pas en mesure de l'accepter, leurs noms sont reportés au bas de leurs bassins respectifs en vue de leur réaffectation.

Dans le présent événement, le ML du train 235 avait été affecté au tableau de réserve. Le chef de train avait été affecté au tableau des contremaîtres de triage. Cela voulait dire qu'on pouvait faire venir de Toronto les membres de l'équipe pour toute affectation dans le triage ou sur la ligne principale et pour toute affectation sur une subdivision pour laquelle ils étaient qualifiés.

Le 20 août 2016, le ML a quitté son service à 13 h et a pu ainsi obtenir quelques heures de sommeil au cours de la journée. Ce soir-là, le ML a vérifié la liste du mouvement des trains¹⁷, qui avait été mise à jour à 18 h 30 et indiquait que le train 235 serait commandé, selon les estimations, pour minuit environ. Le ML allait de nouveau être disponible pour le service à 23 h et, par conséquent, était admissible à faire partie de toute équipe de train après 1 h. Le ML a remarqué que le premier train après 1 h était sans doute prévu pour 7 h; il est donc allé se coucher vers 22 h 15, en s'attendant à être appelé pour ce train. Le ML a demandé qu'on l'appelle à peu près 90 minutes (et non 2 heures, comme le veut l'usage) avant l'heure de commande.

Cependant, comme on avait une certaine difficulté à trouver une équipe pour le train 235, le départ de celui-ci a été retardé à 4 h 45, au moment où le ML était disponible pour le service. Le ML a été appelé à 3 h 15 pour le train 235.

L'horaire travail-repos du ML pour la période de 7 jours précédant l'événement est résumé au tableau 4.

¹⁶ Un bassin de subdivision est un groupe de membres d'équipe sans affectation en service marchandises, y compris les employés de réserve.

¹⁷ La liste du mouvement des trains constitue une prévision des trains et des affectations à venir.

Tableau 4. Horaire travail-repos avant l'événement pour le mécanicien de locomotive du train 235

Horaire travail-repos du ML				
Date	Heure d'appel	Heure de commande	Heure de fin de service	Historique de sommeil
15 août 2016	Aucun quart de travail			Sommeil d'environ 8 heures chez lui
16 août 2016	Aucun quart de travail			Sommeil d'environ 8 heures chez lui
17 août 2016	Inconnu	16 h	0 h 28 (18 août)	Sommeil d'environ 8 heures chez lui
18 août 2016	Aucun quart de travail			Sommeil d'environ 8 heures chez lui
19 août 2016	5 h 00	6 h 35	13 h	Sommeil dans un motel de 15 h à 18 h et de 22 h à 4 h 30.
20 août 2016	4 h 30	5 h 5	13 h	Avait dormi un peu au cours de la journée ainsi que chez lui, de 22 h 15 à 3 h 30.
21 août 2016	3 h 15	4 h 45		

Le chef de train avait été mis à pied pour une période de 5 semaines avant l'événement et vivait à Smiths Falls (Ontario). Le 6 août 2016, il a été rappelé au travail avec instruction de s'inscrire en service à Toronto avant 23 h 59 le 20 août 2016.

Le chef de train s'est rendu à Toronto 5 jours avant l'événement pour trouver un logement. Pendant plusieurs nuits avant l'événement, il a dormi dans sa voiture. En raison de sa difficulté initiale à trouver un logement, le chef de train a demandé une date d'entrée en service plus tardive, qui lui a été refusée.

Le matin du 20 août 2016, le chef de train a réussi à se trouver un logement. À 23 h 56 ce soir-là, il s'est inscrit en service. Le chef de train a vérifié la liste du mouvement des trains peu de temps après son inscription et en a conclu qu'il ne serait sans doute pas appelé pour une affectation sur la ligne. À 2 h 15 le 21 août 2016, il a reçu du bureau des équipes un appel pour le train 235, qui était commandé pour 4 h 45; il a accepté l'appel.

L'historique de repos¹⁸ du chef de train se résume comme suit :

- Le 19 août 2016, le chef de train a eu la possibilité de dormir dans sa voiture entre 23 h 45 et 7 h le lendemain.
- Le 20 août 2016, le chef de train a eu la possibilité de dormir dans sa voiture entre 7 h 45 et 9 h 45, et entre 19 h 45 et 21 h 10.
- Le 20 août 2016, le chef de train s'est inscrit en service juste avant minuit, puis a eu la possibilité de dormir, et l'a sans doute fait, entre 0 h 30 et 2 h 20.

¹⁸ Il n'a pas été possible de déterminer avec un degré raisonnable d'exactitude les périodes de repos du chef de train. Ces heures découlent d'un examen de l'activité sur le téléphone cellulaire.

Quand l'équipe a pris son service à 4 h 45, ses deux membres se considéraient comme frais et dispos pour le service, conformément aux Règles relatives aux heures de travail et de repos.

1.21 *Fatigue*

En raison des heures estimatives imprévisibles pour la liste du mouvement des trains, il peut être difficile pour les membres d'une équipe de prévoir un appel au travail ainsi que de planifier et obtenir un sommeil de bonne qualité. Pour aider les membres d'équipe à obtenir un repos suffisant, les chemins de fer ont mis en place des stratégies, tel un accès amélioré à l'information des listes de mouvement des trains.

La fatigue liée au manque de sommeil ou l'insomnie augmentent la probabilité d'erreurs d'exécution ou de planification. Les lignes directrices de TC ont reconnu plusieurs facteurs de risque susceptibles d'accroître la probabilité d'une altération des facultés d'un conducteur imputable au manque de sommeil¹⁹. Le tableau 5 résume les facteurs de risque et indique si chaque facteur était présent chez chacun des membres de l'équipe.

¹⁹ Transports Canada, « Facteurs de risque liés à la fatigue », *Sécurité ferroviaire : Programmes de gestion de la fatigue : Exigences et guide d'évaluation* (1^{er} septembre 2010, révisé le 1^{er} mars 2011, p. 4, https://www.tc.gc.ca/media/documents/securiteferroviaire/gestion_fatigue.pdf (dernière consultation le 25 juillet 2017).

Tableau 5. Facteurs de risque liés à la fatigue pour les membres de l'équipe du train 235

Facteur de risque lié à la fatigue*	ML	Chef de train
Poste d'une durée totale de plus de 14-16 heures	Non	Non
Plus de 19 heures continues sans dormir	Non	Non
Période de travail entre 0 h et 6 h	Oui	Oui
Moins de 6 heures de sommeil continu dans une période de 24 heures**	Oui	Oui
Périodes de repos trop courtes (moins de 8 heures) pour permettre de récupérer	Non	Non
Plus de 64 heures de travail continu en sept jours	Non	Non
Moins de 2 nuits consécutives de sommeil de récupération	Non	Peut-être***
Plus de 5 heures de travail continu sans au moins une pause de 30 minutes	Non	Non
Problème médical non diagnostiqué ou non traité susceptible d'influer sur la fatigue	Non	Non
Différences dans la capacité de dormir et dans la faculté d'adaptation (âge et autres exemples)	Non	Non
Qualité du sommeil	Non	Peut-être***

* Un dépassement des facteurs de risque n'entraîne pas automatiquement un accident. Ces facteurs de risque étaient fondés sur le meilleur jugement disponible de la part de la science. Il n'y avait pas nécessairement une relation causale directe entre ces facteurs et la survenue d'accidents et de blessures.

** Ce risque fait référence à un minimum de 6 heures de sommeil par jour.

*** Le chef de train a dormi plusieurs nuits consécutives dans une voiture.

L'appel au travail était venu plutôt que prévu, de sorte que le ML s'est levé plus tôt que prévu, ce qui a entraîné chez lui un déficit de sommeil de 3 heures. Le chef de train avait dormi dans une voiture pendant plusieurs nuits consécutives, ce qui a pu nuire à la qualité et la quantité de sommeil. Par conséquent, le chef de train était probablement en déficit de sommeil.

1.22 Enregistreurs audio-vidéo dans les locomotives

En janvier 1999, un train de voyageurs VIA qui roulait à 97 mi/h a franchi un signal d'arrêt absolu près de Trenton en Ontario (rapport d'enquête ferroviaire R99T0017 du BST). Après un freinage d'urgence, le train s'est immobilisé. Aucun passager ni membre du personnel n'a été blessé. L'enquête a pu déterminer que les membres de l'équipe conversaient entre eux juste avant l'incident. Cette distraction a probablement contribué à l'incident. S'il y avait eu un enregistreur de conversations dans la cabine de la locomotive de commande, il aurait été peut-être possible de déterminer avec plus de certitude l'efficacité des communications de l'équipe à l'approche du lieu de l'événement. En juillet 2003, le BST avait fait cette recommandation :

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.

Recommandation R03-02 du BST

En février 2012, un train de voyageurs VIA s'est engagé sur une liaison près de Burlington (Ontario) alors qu'il roulait à environ 67 mi/h (rapport d'enquête ferroviaire R12T0038 du BST). La vitesse permise pour franchir cette liaison était de 15 mi/h. La locomotive et les 5 voitures transportant des voyageurs ont déraillé. Les membres de l'équipe ont été mortellement blessés, et 45 personnes ont subi diverses blessures. D'après le rapport d'enquête, en l'absence d'enregistreurs audio-vidéo, il était difficile de déterminer avec certitude les facteurs humains qui avaient contribué à la réaction inappropriée de l'équipe aux indications présentées par les signaux. De plus, on n'a pu déterminer exactement la dynamique et les interactions entre les 3 membres de l'équipe d'exploitation. En juin 2013, le BST a fait cette recommandation :

Le ministère des Transports exige que toutes les locomotives de commande utilisées dans le cadre des activités sur lignes principales soient pourvues de caméras vidéo dans la cabine.

Recommandation R13-02 du BST

En mars 2017, le Bureau a évalué comme suit la réponse de TC aux recommandations R03-02 et R13-02 :

Cette recommandation est liée à l'enjeu « Enregistreurs vidéo ou de la parole à bord » de la Liste de surveillance du BST. Comme aucune disposition n'exige la présence d'enregistreurs audio-vidéo à bord des locomotives, des renseignements cruciaux pour améliorer la sécurité ferroviaire ne sont parfois pas disponibles. [...]

En septembre 2016, le Bureau de la sécurité des transports a publié son rapport d'étude de sécurité sur l'usage des enregistreurs audio-vidéo de locomotives. Transports Canada et des intervenants clés du secteur du rail (des chemins de fer et des syndicats) ont participé à cette étude qui a permis de déterminer certaines meilleures pratiques, de cerner et d'évaluer des problèmes de mise en œuvre, d'examiner des avantages de sécurité potentiels liés au recours accru aux enregistreurs de bord, et de recueillir l'information contextuelle nécessaire pour dresser un plan d'action en vue de mettre en œuvre les enregistreurs audio-vidéo de locomotives. Le rapport indique aussi que les LVVR pourraient favoriser la gestion proactive de la sécurité par les transporteurs ferroviaires et faciliter les enquêtes postévénements.

Le 3 novembre 2016, le ministre des Transports a annoncé publiquement son engagement à rendre obligatoires l'installation et l'utilisation des enregistreurs audio-vidéo dans les cabines des locomotives au Canada. Depuis cette annonce, Transports Canada prépare une loi et des règlements

qui exigent non seulement l'installation et l'utilisation de cette technologie, mais aussi, autant que possible, la protection de la vie privée des employés. Le Bureau estime que la réponse à la recommandation dénote une **intention satisfaisante**.

D'autres rapports d'enquête du BST ont réitéré les recommandations ci-dessus²⁰.

Les résultats de ces enquêtes laissent supposer que les enregistreurs audio-vidéo de locomotive (EAVL) sont le seul outil objectif et fiable pour déterminer avec plus de certitude l'influence des facteurs humains — tels que les communications entre employés, les distractions, la fatigue et la formation — sur un événement ferroviaire. Quand il est possible de confirmer des liens de causalité et des lacunes connexes en matière de sécurité, on peut formuler des recommandations mieux définies pour corriger les problèmes profonds et maximiser les améliorations à la sécurité ferroviaire.

Le rapport d'enquête R16H0002 du BST sur des questions de sécurité ferroviaire (septembre 2016), *Accroître l'usage d'enregistreurs audio-vidéo de locomotive au Canada*, a conclu qu'il n'y avait pas de désaccord sur le fait que les EAVL peuvent avoir des avantages en matière de sécurité. Cependant, il y avait des différences d'opinions entre les intervenants quant à la possibilité d'utiliser de façon appropriée des enregistrements embarqués tout en protégeant les droits et les obligations de tous les intéressés. Quand on aura concilié ces différentes perspectives, l'implantation de cette technologie se traduira par des avantages de sécurité considérables pour l'industrie ferroviaire.

Le 16 mai 2017, le ministre des Transports a présenté à la Chambre des communes un projet de loi proposant des modifications à la *Loi sur la sécurité ferroviaire* et à la *Loi sur le Bureau canadien d'enquête sur les accidents de transport et de la sécurité des transports* pour lancer le processus d'installation d'EAVL dans la cabine des locomotives de tête.

²⁰ Rapports d'enquête ferroviaire R09V0230, R10Q0011, R11W0247 et R13C0049 du BST.

1.23 Liste de surveillance du BST

Les enjeux de sécurité dans l'événement à l'étude se rapportent à trois enjeux de la Liste de surveillance 2016. La Liste de surveillance 2016 du BST énumère les principaux enjeux de sécurité qu'il faut s'employer à régler pour rendre le système de transport canadien encore plus sûr.

- **Le respect des indications des signaux ferroviaires** : il continue de se produire des accidents qui résultent d'erreurs liées au respect des indications des signaux.
- **Les enregistreurs audio-vidéo de bord** : des données précieuses ne sont pas enregistrées, ce qui gêne la progression des enquêtes du BST sur la sécurité et nuit à la capacité des chemins de fer d'améliorer les systèmes de gestion de la sécurité.
- **Les systèmes de gestion de la fatigue des équipes de train** : on continue de déplorer des accidents liés à la fatigue.

Le respect des indications des signaux ferroviaires restera sur la Liste de surveillance du BST jusqu'à ce que :

- l'on mette en place d'autres moyens de défense physiques afin que les indications des signaux ferroviaires régulant la vitesse ou les limites opérationnelles soient reconnues et respectées de façon uniforme.

Les enregistreurs audio-vidéo de bord resteront sur la Liste de surveillance du BST jusqu'à ce que :

- des enregistreurs audio-vidéo soient installés dans toutes les locomotives de tête qui circulent sur la voie principale.

Les systèmes de gestion de la fatigue des équipes de train resteront sur la Liste de surveillance du BST jusqu'à ce que :

- Transports Canada achève son examen des systèmes de gestion des risques liés à la fatigue des compagnies ferroviaires;
- Transports Canada et les compagnies ferroviaires prennent d'autres mesures afin d'atténuer efficacement le risque de fatigue chez les membres d'équipe de conduite des trains de marchandises.

1.24 Rapport de laboratoire du BST

Le BST a complété le rapport de laboratoire suivant dans le cadre de la présente enquête :

- LP213/2016 – Locomotive Fuel Tank Examination [examen du réservoir de carburant de la locomotive]

2.0 *Analyse*

Ni les locomotives ni le système de signalisation ne présentaient des lacunes mécaniques qui ont contribué à l'accident. L'analyse portera surtout sur les facteurs nuisant à la reconnaissance des signaux par l'équipe de train, dont la distraction, la conscience de la situation et la familiarisation avec la subdivision. L'analyse traitera aussi du déficit de sommeil, des enregistreurs audio-vidéo de locomotive (EAVL) et de l'intégrité des réservoirs de carburant.

2.1 *L'accident*

Au moment de l'événement, le système de signalisation fonctionnait normalement. Le train 118 vers l'est se conformait dans sa marche aux indications des signaux, mais ce n'était pas le cas du train 235 vers l'ouest. La collision est survenue quand le train 235 a dépassé le signal contrôlé 33-2, qui présentait une indication d'arrêt absolu; le train 235 a alors heurté le côté du train 118, qui franchissait à ce moment la liaison pour passer de la voie nord à la voie sud.

Juste avant l'accident, le train 235 avait franchi le signal avancé 15-2, qui affichait une indication de vitesse normale à arrêt, sans ralentir ni se préparer à arrêter au signal contrôlé 33-2. Un freinage n'a été déclenché qu'au moment où il était trop tard pour arrêter le train en toute sécurité. La façon dont le train était conduit concorde avec le fait que son équipe n'a d'abord pas observé le signal avancé, puis a observé trop tard le signal contrôlé 33-2.

Pour s'assurer que les trains sont conduits de façon sécuritaire et conforme au système de contrôle des trains, les membres de l'équipe sont tenus d'identifier les indications des signaux et de se les communiquer verbalement entre eux à l'intérieur de la cabine de la locomotive. Le respect de cette façon de procéder assure une compréhension commune de l'aspect du signal et des actions nécessaires en matière de conduite des trains, ce qui réduit au minimum le risque d'erreurs dans la reconnaissance des signaux.

Dans le présent événement, le mécanicien de locomotive (ML) n'a pas observé le signal avancé 15-2. Bien que le signal contrôlé 33-2 (arrêt absolu) était visible d'une distance de 2850 pieds, le ML l'a remarqué seulement quand le train se trouvait à quelque 800 pieds de ce signal, et c'est alors qu'il a déclenché un freinage d'urgence. L'obligation d'annoncer les indications des signaux à l'intérieur de la cabine aurait dû alerter le ML aux restrictions de conduite qui s'appliquaient à son train en aval. Cependant, l'enquête n'a pas été en mesure de déterminer pourquoi l'équipe du train 235 n'avait pas établi une compréhension commune de l'indication donnée par le signal avancé 15-2 ni formé suffisamment tôt une telle compréhension à la hauteur du signal contrôlé 33-2.

2.2 *Indication de signal manquée au signal avancé 15-2*

Deux facteurs ont contribué au fait que l'équipe du train 235 a manqué l'indication du signal avancé 15-2 : l'absence de planification et la distraction.

2.2.1 *Absence de planification avant l'approche du signal 15-2*

La distance de visibilité pour les trains vers l'ouest jusqu'au signal avancé 15-2 était d'environ 860 pieds. À cette distance, après la sortie de la courbe à droite alors que le train roulait à quelque 48 mi/h, son équipe ne disposait que d'environ 12 secondes pour observer l'indication du signal. L'inattention de l'équipe au cours de cette période aurait aussi pu faire en sorte qu'elle n'ait vu carrément aucun des signaux.

Pour appuyer la sécurité de l'exploitation des trains, les chemins de fer veillent à ce que les membres d'équipe connaissent bien la subdivision et aient en leur possession les documents pertinents, dont les emplacements des signaux, qui les aident à se protéger contre les difficultés présentées par les distances de visibilité. En s'appuyant sur cette expérience et cette information, les équipes de train peuvent réagir de façon proactive grâce à une planification qui leur permet de mieux se préparer à respecter chaque indication de signal. Une telle planification n'a pas eu lieu pour le signal 15-2, avec pour résultat que l'équipe a manqué une occasion de se préparer à respecter le signal.

2.2.2 *Distraction et conscience de la situation*

Jusqu'au signal avancé 15-2, le ML était trop concentré à manœuvrer le manipulateur et le frein rhéostatique en conformité avec les règles de la compagnie de façon à rouler le plus près possible de la limite de vitesse sans la dépasser.

Même si le chef de train passait pour bien connaître la subdivision de North Toronto, il s'en remettait encore régulièrement aux documents de la subdivision pour déterminer la position du train.

Alors que le train 235 approchait du signal 33-2, son équipe n'avait que 42 secondes environ pour voir le signal. Au cours de cette période, en plus d'assurer la conduite du train et de consulter l'indicateur, les membres de l'équipe étaient occupés à observer le train 118 sur la voie adjacente et à rechercher un possible intrus. Un certain nombre de tâches étaient accomplies en même temps, ce qui a probablement réduit la conscience de la situation de l'équipe. Son attention était détournée de la tâche hautement prioritaire de reconnaissance de l'indication des signaux, ce qui l'a empêchée d'observer et d'annoncer les 2 signaux.

2.3 *Déficit de sommeil des membres de l'équipe*

Le soir du 20 août 2016, le ML avait prévu dormir au moins 7 heures. Il croyait que le train 235 partirait à minuit le 20 août et que lui-même serait sans doute appelé pour un train dont le départ était prévu à 7 h le 21 août. Cependant, comme on avait une certaine difficulté à trouver une équipe pour le train 235, le départ de celui-ci a été retardé à 4 h 45 le 21 août.

Le ML a été appelé à 3 h 15 pour ce train, ce qui lui a valu d'être en déficit de sommeil d'environ 3 heures ce matin-là.

Juste avant minuit, le chef de train était revenu d'une période de mise à pied et s'était inscrit en service. À 2 h 15 le 21 août 2016, il a reçu un appel pour le train 235. Avant l'appel, le chef de train avait probablement dormi pour une courte période entre 0 h 30 et 2 h 15. Au cours des quelques jours précédents, il avait eu plusieurs occasions de se reposer. Cependant, la qualité de son sommeil n'était pas idéale, puisqu'il avait dormi dans sa voiture. En raison de la courte période de sommeil tôt le matin du 21 août 2016, associée à un repos de mauvaise qualité au cours des quelques jours précédents, le chef de train se trouvait probablement en déficit de sommeil au moment de l'événement.

Le déficit de sommeil chez les membres de l'équipe a probablement rendu chacun d'eux plus enclin à la fatigue. De plus, comme la marche du train avait lieu à un moment de la journée associé à des creux du rythme circadien, la susceptibilité des membres de l'équipe à la fatigue n'en était que plus grande.

Toutefois, les effets restaurateurs de la durée et de la qualité du sommeil varient avec chaque personne. En outre, l'équipe n'en était qu'à la 15^e minute de son parcours, ce qui réduit la probabilité que la fatigue ait nui à sa performance au moment de l'événement. Par conséquent, même si les deux membres de l'équipe accusaient un déficit de sommeil et que le train était conduit dans une période de creux du rythme circadien, on n'a pu déterminer si la fatigue avait nui à la performance de l'équipe du point de vue de la reconnaissance des signaux.

2.4 *Précautions contre les erreurs de reconnaissance des signaux*

Le transport ferroviaire forme un système complexe. La philosophie de « défense en profondeur » préconisée par les spécialistes de la sécurité pour systèmes complexes vise à établir des lignes de défense diverses et multiples afin de réduire les risques d'erreur humaine normale. Chaque fois que c'est possible, on devrait recourir à une combinaison de moyens de défense basés sur les règles (c.-à-d. d'ordre administratif) et de moyens de défense physiques pour faire face aux écarts, aux manquements et aux erreurs qui caractérisent normalement le comportement humain.

Dans le présent événement, certaines mesures de sécurité étaient en place sur la subdivision de North Toronto pour aider à prévenir les accidents de ce type. Certains de ces moyens de défense étaient associés au système de contrôle des trains et certains, à des règles et procédures, dont le *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* et les Instructions générales d'exploitation. Cependant, ces moyens de défense étaient d'ordre administratif. Par exemple, même le système de contrôle des trains (basé sur les signaux en voie) présentait pour les équipes de train l'exigence administrative de respecter l'indication des signaux. En particulier, ce moyen de défense repose sur le respect de l'indication de chaque signal et sur la prise des mesures appropriées par les équipes de train. Si l'équipe n'interprète pas correctement une indication de signal ou ne pose pas l'action appropriée, c'est le moyen de

défense dans son ensemble qui échoue. Des technologies fondées sur des moyens de défense physiques à sécurité intrinsèque sont en usage ou en cours de développement sur les chemins de fer nord-américains pour combattre le risque d'une mauvaise interprétation ou d'un non-respect des indications des signaux par les équipes.

Au cours des 10 dernières années, on a signalé au BST 344 événements où le train avait dépassé sa zone de circulation autorisée après une réaction inappropriée de l'équipe aux indications des signaux présentées sur le terrain. De plus, depuis 1998, le BST a fait enquête sur 11 événements dans lesquels une collision ou un déraillement avaient été provoqués par une mauvaise interprétation des indications des signaux en voie de la part d'un membre de l'équipe. Ces événements démontrent que les signaux en voie et les moyens de défense administratifs, bien que généralement efficaces, ne sont pas toujours uniformément respectés. Si les systèmes de contrôle des trains s'appuient seulement sur des moyens de défense administratifs plutôt que sur des moyens de défense physiques pour assurer la sécurité de l'exploitation des trains, il est possible que les risques d'erreurs de reconnaissance des signaux ne soient pas atténués adéquatement, ce qui augmente le risque de collisions et de déraillements de trains.

2.5 Parcours de familiarisation après des absences du milieu de travail

Même s'il travaillait au Chemin de fer Canadien Pacifique (CP) depuis 4 ans, le chef de train n'avait accumulé que 15 mois d'expérience de l'exploitation. Pendant 5 de ces 15 mois, il avait travaillé à Smiths Falls; pendant les 10 autres mois, il avait eu comme point d'attache le triage de Toronto. En poste au triage du Toronto, le chef de train avait travaillé de façon intermittente pendant 21 mois à cause de certaines mises à pied. Comme chef de train qualifié, il travaillait environ un tiers du temps en service de ligne. Les deux autres tiers se déroulaient en service de triage. En raison de cet historique de travail discontinu centré principalement sur le service de triage, le chef de train ne croyait pas avoir maîtrisé toutes les compétences nécessaires pour le poste. Par conséquent, il a continué de porter un gilet vert en service pour informer les autres membres de l'équipe d'exploitation de son niveau d'expérience.

CP se prémunit contre les risques présentés par des membres d'équipe qualifiés travaillant dans un territoire qu'ils ont le sentiment de ne pas bien connaître en leur permettant de demander des parcours de familiarisation supplémentaires. De plus, les lignes directrices du CP permettent de tels parcours pour les employés qui se sont absentes du milieu de travail pour des périodes d'au moins 12 mois. Tout autre parcours de familiarisation est laissé à la discrétion d'un cadre de la compagnie.

Après être revenu d'une mise à pied de 9 mois en mars 2016, le chef de train avait demandé et obtenu un certain nombre de parcours de familiarisation. Mais tous ces parcours ont eu lieu dans des triages. Le chef de train n'avait pas été de service sur la subdivision de North Toronto durant plus de 9 mois et les parcours de familiarisation accordés ne l'ont pas aidé à mieux se familiariser avec ce territoire.

Également, après son retour d'une mise en pied le 20 août 2016, le chef de train a été informé par le répartiteur des équipes qu'il était peu probable que la compagnie consente à des parcours de familiarisation supplémentaires après une mise à pied de seulement 5 semaines. Comme il lui avait été difficile dans le passé d'obtenir des parcours de familiarisation, le chef de train n'en a pas demandé d'autres à son chef de service immédiatement à son retour, en dépit du fait qu'il ne se sentait pas complètement à l'aise de travailler dans la subdivision de North Toronto.

Si des parcours de familiarisation supplémentaires ne sont pas offerts aux employés d'exploitation qui reviennent au milieu de travail après des absences prolongées, pour s'assurer qu'ils se sentent totalement à l'aise avec leur territoire désigné, les membres des équipes peuvent ne pas être suffisamment préparés, ce qui augmente le risque d'accidents de train.

2.6 *Enregistreurs audio-vidéo dans les locomotives*

Dans l'événement à l'étude, on n'a pu déterminer avec certitude la dynamique et les interactions entre les membres de l'équipe du train 235. L'absence de cette information a laissé partiellement sans réponse un certain nombre d'importantes questions :

- A-t-on détecté correctement les signaux?
- Les signaux ont-ils tous été annoncés?
- L'autre membre de l'équipe a-t-il accusé réception de tous les signaux?
- Quels effets les distractions dans la cabine de la locomotive ont-elles eues sur la reconnaissance des signaux?

Les questions de ce genre sont généralement étudiées au cours d'enquêtes sur des événements liés à des signaux manqués. Les réponses à ces questions éliminent les facteurs extérieurs qui ne sont pas pertinents, permettant ainsi aux enquêteurs de se concentrer rapidement sur les dangers et les causes. Les enquêteurs d'accidents tireraient profit d'une collecte, de l'assimilation et d'une analyse plus efficaces, plus opportunes et plus précises de ce type d'informations.

L'utilisation d'enregistreurs audio-vidéo de locomotive (EAVL) constitue un outil objectif et fiable, qui permet de déterminer avec plus de certitude le rôle joué par les facteurs humains (comme les communications entre employés, les distractions et la fatigue) dans un événement ferroviaire. Quand il est possible de confirmer des liens de causalité et des lacunes connexes en matière de sécurité, les constatations et les recommandations qui en résultent peuvent être mieux définies pour résoudre les problèmes fondamentaux et maximiser les améliorations à la sécurité ferroviaire. Il en découle aussi la communication des lacunes de sécurité au moment opportun.

Toutefois, dans le présent événement, en l'absence d'enregistrements audio et vidéo, il n'a pas été possible de déterminer avec certitude si la dynamique et l'interaction entre les membres de l'équipe, y compris les distractions potentielles, ont contribué aux erreurs de reconnaissance des signaux par l'équipe. Si on n'installe pas des enregistreurs audio-vidéo

dans la cabine des locomotives de tête, il y a un risque que des renseignements précieux pouvant permettre de découvrir et d'éliminer des lacunes de sécurité demeurent inaccessibles.

2.7 Intégrité du réservoir de carburant

L'examen du réservoir de carburant de la locomotive de tête a révélé que celui-ci avait subi une brèche en raison d'une rupture ductile due à une surcharge causée par une charge d'impact concentrée qui s'est exercée au cours de la collision. Ce dommage, qui découlait de l'accident, a été la seule anomalie constatée sur le réservoir de carburant.

Le réservoir de carburant satisfaisait aux exigences de résistance structurelle établies dans la norme de performance AAA S5506 de l'American Association of Railroads (AAR) qui s'appliquait au moment de la construction. En dépit de la rupture imputable à une charge d'impact concentrée au cours de la collision, le réservoir de carburant de la locomotive et les matériaux associés se sont comportés de la manière prévue par leur conception.

3.0 *Faits établis*

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

1. La collision est survenue quand le train 235 a dépassé le signal contrôlé 33-2, qui présentait une indication d'arrêt absolu; le train a alors heurté le côté du train 118, qui franchissait à ce moment la liaison pour passer de la voie nord à la voie sud.
2. Le train 235 avait franchi le signal avancé 15-2, qui affichait une indication de vitesse normale à arrêt, sans ralentir ni se préparer à arrêter au signal contrôlé 33-2.
3. La planification inadéquate par l'équipe à l'égard du signal 15-2 a eu pour résultat qu'elle a manqué une occasion de se préparer à respecter le signal.
4. Un freinage n'a été déclenché qu'au moment où il était déjà trop tard pour arrêter le train en toute sécurité. La façon dont le train était conduit concorde avec le fait que son équipe n'a d'abord pas observé le signal avancé 15-2, puis a observé trop tard le signal contrôlé 33-2.
5. Un certain nombre de tâches étaient accomplies en même temps, ce qui a probablement réduit la conscience de la situation de l'équipe. Son attention était détournée de la tâche hautement prioritaire de reconnaissance de l'indication du signal, ce qui l'a empêchée d'observer et d'annoncer les 2 signaux.

3.2 *Faits établis quant aux risques*

1. Si des enregistreurs audio-vidéo ne sont pas installés dans la cabine des locomotives de tête, il y a un risque que des renseignements précieux pouvant permettre de découvrir et d'éliminer des lacunes de sécurité demeurent inaccessibles.
2. Si les systèmes de contrôle des trains s'appuient seulement sur des moyens de défense administratifs plutôt que sur des moyens de défense physiques pour assurer la sécurité de l'exploitation des trains, il est possible que les risques d'erreurs de reconnaissance des signaux ne soient pas atténués adéquatement, ce qui augmente le risque de collisions et de déraillements de trains.
3. Si des parcours de familiarisation supplémentaires ne sont pas offerts aux employés d'exploitation qui reviennent au milieu de travail après des absences prolongées, pour s'assurer qu'ils se sentent totalement à l'aise avec leur territoire désigné, les membres des équipes peuvent ne pas être suffisamment préparés, ce qui augmente le risque d'accidents de train.

3.3 *Autres faits établis*

1. L'enquête n'a pas été en mesure de déterminer pourquoi l'équipe du train 235 n'avait pas établi une compréhension commune de l'indication donnée par le signal

avancé 15-2 ni établi suffisamment tôt une compréhension commune de l'indication du signal contrôlé 33-2.

2. Même si les deux membres de l'équipe accusaient un déficit de sommeil et que le train était conduit dans une période de creux du rythme circadien, on n'a pu déterminer si la fatigue avait nui à la performance de l'équipe pour ce qui est de la reconnaissance des signaux.
3. En l'absence d'enregistrements audio et vidéo, il n'a pas été possible de déterminer avec certitude si la dynamique et l'interaction entre les membres de l'équipe, y compris les distractions potentielles, ont contribué aux erreurs de reconnaissance des signaux par l'équipe.
4. En dépit de la rupture imputable à une charge d'impact concentrée au cours de la collision, le réservoir de carburant de la locomotive et les matériaux associés se sont comportés de la manière prévue par leur conception.

4.0 Mesures de sécurité

4.1 Mesures de sécurité prises

4.1.1 Chemin de fer Canadien Pacifique

Le 21 août 2016, le Chemin de fer Canadien Pacifique (CP) a publié un bulletin de système modifiant le paragraphe 19.3 de son livre *Rule Book for Train and Engine Employees* (livre des règles pour le personnel du Service des trains et des locomotives). La consigne relative au signal de vitesse normale à arrêt est passée de [traduction] « Avancer, être prêt à s'arrêter au prochain signal » à

[traduction] « Avancer, être prêt à s'arrêter au signal suivant ». Les mouvements doivent ralentir à une vitesse maximale de 30 mi/h (40 mi/h pour les trains de voyageurs). Il faut commencer à réduire la vitesse avant de franchir le signal.

Le 25 août 2016, le CP a publié un autre bulletin de système révisant la consigne relative au signal de vitesse limitée à arrêt, qui est passée de [traduction] « Avancer, vitesse LIMITÉE au franchissement du signal et des branchements », à

[traduction] « Avancer, vitesse LIMITÉE au franchissement du signal et des branchements, être prêt à s'arrêter au signal suivant ». Les mouvements doivent ralentir à une vitesse maximale de 30 mi/h (40 mi/h pour les trains de voyageurs). Il faut commencer à réduire la vitesse avant de franchir le signal.

Le CP a ajouté l'instruction spéciale suivante aux règles 411 (de vitesse normale à arrêt) et 421 (de vitesse limitée à arrêt) dans son manuel sur le *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REFC) : [traduction] « Les mouvements doivent ralentir à une vitesse maximale de 30 mi/h (40 mi/h pour les trains de voyageurs). Il faut commencer à réduire la vitesse avant de franchir le signal ».

Le CP a publié un bulletin de système exigeant que la règle 578 (a) du REFC s'applique autant aux territoires à voie simple qu'à ceux à voies multiples :

[traduction] (A) : 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.

Le CP a également publié à nouveau la Règle de la semaine n° 22, qui rappelle aux employés les mesures à prendre quand des signaux ne sont pas reconnus formellement; enfin, il a émis la Règle de la semaine n° 28 exigeant que la règle 578 (a) s'applique aux territoires à voie simple et à ceux à voies multiples.

4.1.2 Transports Canada

Transports Canada a mené une enquête administrative sur l'événement à l'étude et sur 2 autres infractions présumées à la règle 439 par des équipes du CP en Ontario entre les 21 août 2016 et 24 octobre 2016. Le 14 mars 2017, Transports Canada a émis à l'adresse du CP une sanction administrative pécuniaire, dont voici un extrait :

Le ou vers le 21 août 2016 à ou près de Toronto Nord, Ontario, sur la subdivision Toronto Nord, la compagnie de chemin de fer Canadien Pacifique a présumément contrevenu à la Règle 439 du *Règlement d'exploitation du Canada* applicable à la compagnie lorsque ses employés ont omis de s'arrêter à un signal d'ARRÊT, contrevenant par la même occasion l'article 17.2 de la *Loi sur la sécurité ferroviaire*²¹.

Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 27 juin 2017. Le rapport a été officiellement publié le 1^{er} août 2017.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports du Canada (www.bst.gc.ca) pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également la Liste de surveillance, qui énumère les problèmes de sécurité dans les transports qui posent les plus grands risques pour les Canadiens. Dans chaque cas, le BST a constaté que les mesures prises à ce jour sont inadéquates, et que le secteur et les organismes de réglementation doivent adopter d'autres mesures concrètes pour éliminer ces risques.

²¹ Transports Canada, « Sanctions administratives pécuniaires », sur le site <https://www.tc.gc.ca/fra/securiteferroviaire/securiteferroviaire-975.html> (dernière consultation le 24 juillet 2017).

Annexes

Annexe A – Incidents passés similaires

Depuis 1998, le BST a enquêté sur 13 événements similaires.

R15D0118 (Montréal) – Le 11 décembre 2015, vers 9 h 25, heure normale de l'Est, le train de voyageurs n° 605 de VIA Rail Canada Inc., transportant 14 voyageurs, roulait vers l'ouest sur la voie nord de la subdivision de Montréal de la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada. Au point milliaire 6,30, le train a déraillé alors qu'il négociait à 55 mi/h une liaison où la vitesse permise était de 15 mi/h. La voie a été endommagée sur une longueur d'environ 1600 pieds. Un employé des services de bord a été légèrement blessé. Selon l'enquête, si d'autres moyens de défense physiques pour le contrôle des trains en territoire signalisé ne sont pas mis en place, les risques de collision et de déraillement sont augmentés quand les indications des signaux ne sont pas correctement reconnues ou respectées.

R15V0183 (Beavermouth) – Le 6 septembre 2015, le train 602-242 du CP est entré en collision avec le train 113-01, également du CP, circulant vers l'ouest qui s'engageait dans une voie d'évitement à proximité de Beavermouth (Colombie-Britannique). La collision a fait dérailler les 2 locomotives et le premier wagon du train 602-242, ainsi qu'un bogie du 64^e wagon du train 113-01. Le chef de train a subi des blessures graves. Aucune marchandise dangereuse ne s'est déversée. Selon l'enquête, si on n'améliore pas les systèmes de signalisation existants en y ajoutant des protections physiques à sécurité intrinsèque, les indications des signaux continueront de ne pas être respectées, augmentant le risque de collisions et de déraillements de trains.

R14T0294 (Newtonville) – Le 28 octobre 2014, vers 10 h 15, heure avancée de l'Est, le train de VIA n° 62 (attelé au matériel du train 52) roulait vers l'est à 85 mi/h sur la subdivision de Kingston après avoir obtenu une indication de signal permissive, jusqu'à ce qu'il s'approche du signal 2784S, qui présentait une indication d'arrêt absolu. L'équipe a déclenché un freinage d'urgence et dépassé le signal, pour s'immobiliser à environ 1/4 de mille plus loin. Il n'y a pas eu de blessés ni de mouvements incompatibles. Selon l'enquête, si un territoire signalisé n'offre pas des moyens physiques supplémentaires, à sécurité intrinsèque, de contrôle des trains quand les indications des signaux ne sont pas correctement interprétées et respectées, les mouvements de train ne seront pas protégés convenablement, d'où le risque accru de collision et de déraillement.

R13C0049 (Dunmore) – Le 18 mai 2013, vers 13 h 30, heure avancée des Rocheuses, le train 351 du CP roulait vers l'ouest sur la voie principale nord de la subdivision de Maple Creek. À l'approche de Dunmore (Alberta), il a heurté le côté du train 100 vers l'est du CP quittant Dunmore en direction de l'est alors qu'il franchissait la liaison de la voie principale nord à la voie du dépôt 1. La collision a provoqué le déraillement des 2 locomotives de tête et des 2 wagons suivants du train 351. Quant au train 100, 2 de ses wagons ont déraillé et plusieurs autres ont été endommagés. Le chef de train du train 351 a subi des blessures mineures et a été conduit à l'hôpital. Selon l'enquête, si on n'améliore pas les systèmes

existants de commande centralisée de la circulation en y ajoutant des protections physiques à sécurité intrinsèque, il continuera d'y avoir des erreurs d'identification des signaux non détectées, ce qui augmentera le risque de collision et de déraillement de trains.

R13Q0001 (Mai) – Le 11 janvier 2013, vers 0 h 18, heure normale de l'Est, le train de marchandises FCN-05 du Chemin de fer Quebec North Shore and Labrador (QNS&L) a percuté l'arrière du train de minerai BNL 005 au point milliaire 124,2 de la subdivision de Wacouana du QNS&L, près de Mai (Québec). La première locomotive du train FCN-05 a été détruite et la deuxième locomotive a déraillé. Huit wagons du train BNL 005 ont déraillé. Les membres de l'équipe du train FCN-05 ont été légèrement blessés. La voie a été endommagée sur une quarantaine de pieds. Selon l'enquête, en l'absence d'autres moyens de défense physiques à sécurité intrinsèque pour le contrôle des trains en territoire signalisé, les moyens de défense actuels se sont avérés insuffisants pour prévenir la collision.

R12T0038 (Aldershot) – Le 26 février 2012, le train n° 92 de VIA (VIA 92) roulait vers l'est de Niagara Falls à Toronto (Ontario) sur la voie 2 de la subdivision d'Oakville du CN. Au-delà de l'arrêt à la gare d'Aldershot, les aiguillages de la voie étaient orientés de manière à diriger le train de la voie 2 vers la voie 3. Le dernier signal exigeait que le train avance à la vitesse de 15 mi/h. Le VIA 92 a franchi la liaison à une vitesse d'environ 67 mi/h, ce qui a provoqué le déraillement de la locomotive et des 5 voitures-coachs du train. Les membres de l'équipe d'exploitation ont subi des blessures mortelles; 44 voyageurs et le directeur des services de VIA ont subi diverses blessures. Quelque 4300 litres de carburant diesel se sont échappés du réservoir de la locomotive. Par suite de l'enquête, le BST a fait la recommandation suivante : Que le ministère des Transports exige que les grands transporteurs ferroviaires canadiens de voyageurs et de marchandises mettent en œuvre des méthodes de contrôle des trains à sécurité intrinsèque, en commençant par les corridors ferroviaires à grande vitesse du Canada (Recommandation R13-01 du BST).

R11E0063 (Bailey) – Le 23 juin 2011, vers 6 h 25 (heure avancée des Rocheuses), le train de marchandises Q10131-21 du CN, qui se déplaçait vers l'ouest à 25 mi/h dans la subdivision de Wainwright, est entré en collision avec la queue du train de marchandises A41751-23 du CN, au point milliaire 262,30. La collision a causé le déraillement de 2 wagons plats intermodaux (3 châssis) et des dommages à la locomotive 2234 du CN. Selon l'enquête, en l'absence de mesures de sécurité supplémentaires en territoire signalisé, lorsque les indications de signal ne sont pas correctement identifiées ou respectées, les mesures de sécurité actuelles pourraient se révéler insuffisantes pour réduire les risques de collision et de déraillement.

R10Q0011 (Saint-Charles-de-Bellechasse) – Le 25 février 2010, le train n° 15 de VIA en provenance de Halifax (Nouvelle-Écosse), roulait en direction ouest vers Montréal (Québec). Vers 4 h 25, heure normale de l'Est, à proximité de Saint-Charles-de-Bellechasse (Québec) au point milliaire 100,78 de la subdivision de Montmagny du CN, le train est entré sur une voie d'évitement à une vitesse d'environ 64 mi/h par un aiguillage où la vitesse autorisée était de 15 mi/h. Deux locomotives et 6 voitures-voyageurs ont déraillé. Deux mécaniciens de locomotive et 5 voyageurs ont été blessés. Dans cet accident, les membres de l'équipe ne

s'attendaient pas à ce que leur train s'engage sur la voie d'évitement, car ils ont été influencés par le fait qu'ils connaissaient d'avance la position d'un train du CN en direction opposée. Selon l'enquête, 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, ne peuvent garantir le respect des indications des signaux. En l'absence de moyens de défense supplémentaires, le risque de graves collisions ou déraillements de trains persiste.

R10V0038 (KC Junction) – Le 3 mars 2010 vers 14 h 10 (heure normale du Pacifique), le train 300-02 du CP roulant vers l'est sur la voie nord de la subdivision de Mountain et approchant de KC Junction (Colombie-Britannique), a pris en écharpe le train 671-037 vers l'ouest, également du CP, qui quittait Golden depuis la voie nord et, par une liaison, s'engageait sur la voie sud. À la suite de la collision, 3 locomotives et 26 wagons ont déraillé. Les membres de l'équipe du train 300-02 ont été transportés à l'hôpital pour observation. Selon l'enquête, en l'absence de systèmes de protection améliorés contre les erreurs de reconnaissance des signaux, comme la signalisation en cabine ou un système de commande intégrale des trains (PTC), la CCC et ses moyens de défense actuels ne garantissent pas suffisamment que les exigences relatives aux signaux soient respectées.

R09V0230 (Redgrave) – Le 30 octobre 2009, vers 22 h 25, heure avancée du Pacifique, le train 355-429 du CP, qui roulait vers l'ouest sur la voie d'évitement signalisée à Redgrave (Colombie-Britannique), dans la subdivision de Mountain, a pris en écharpe le train 110-30 vers l'est du CP qui s'était arrêté sur la voie principale. La collision a provoqué le déraillement de 2 locomotives et de 6 wagons. Selon l'enquête, l'intervention d'un système comme le PTC aurait pu compenser pour les erreurs d'identification des signaux et prévenir la collision.

R07E0129 (Peers) – Le 27 octobre 2007, une collision entre les trains 417 et 342 du CN à Peers (Alberta) a provoqué le déraillement de 1 locomotive et de 27 wagons, en plus d'endommager 14 autres wagons. Il n'y a pas eu de blessures graves. Selon l'enquête du BST, l'intervention d'un système de type PTC aurait peut-être pu compenser la perte de conscience de la situation du mécanicien de locomotive et permettre d'éviter la collision.

R99T0017 (Trenton Junction) – Le 19 janvier 1999, le train n° 52 de VIA Rail Canada Inc. qui roulait vers l'est a dépassé le signal n° 2328S, au point milliaire 232,8 dans la subdivision de Kingston du CN à la gare de Trenton Junction, alors que le signal indiquait un arrêt absolu. Par la suite, le train a talonné un aiguillage de voie principale en position renversée et s'est immobilisé au point milliaire 232,17. Il n'y a pas eu de blessés, de déraillement ni de dommages à la propriété, à l'exception de l'aiguillage qui a été ouvert de force par les roues du train au moment de son passage. Dans la section « Mesures requises » du rapport et par suite de l'accident de Notch Hill, le BST a proposé dans une recommandation de sécurité 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 » (recommandation R00-04 du BST).

R98V0148 (Notch Hill) – Le 11 août 1998, le train 463-11 du CP a heurté l'arrière du train 839-020, également du CP, au point milliaire 78,0 de la subdivision de Shuswap du CP, près de Notch Hill (Colombie-Britannique). Un wagon du train 463-11 et 2 wagons du train 839-020 ont déraillé. L'accident n'a provoqué aucune blessure. Le Bureau a constaté 2 lacunes en ce qui a trait aux mesures de sécurité supplémentaires pour la communication des signaux et à l'incidence du bruit sur la communication des renseignements essentiels à la sécurité entre les membres des équipes dans les cabines de locomotives.