



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE R16E0051



Collision de trains en voie principale

Compagnie des chemins de fer nationaux du
Canada

Trains de marchandises Q11251-03 et M30251-02

Point milliaire 34,9, subdivision d'Edson

Carvel (Alberta)

4 juin 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 R16E0051

No de cat. TU3-6/16-0051F-PDF
ISBN 978-0-660-24065-7

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 R16E0051

Collision de trains en voie principale

Compagnie des chemins de fer nationaux du
Canada

Trains de marchandises Q11251-03 et M30251-02

Point milliaire 34,9, subdivision d'Edson

Carvel (Alberta)

4 juin 2016

Résumé

Le 4 juin 2016, à environ 7 h 48 (heure avancée des Rocheuses), le train Q11251-03 de la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada circulant vers l'est a heurté la queue du train M30251-02 à 18 mi/h, au point milliaire 34,9 de la subdivision d'Edson, près de Carvel (Alberta). La collision n'a pas causé de déraillement. Un wagon-trémie du train M30251-02 a subi des dommages mineurs. Il n'y a pas eu de blessés.

This report is also available in English.

Table des matières

| | | |
|-------|--|----|
| 1.0 | Renseignements de base | 1 |
| 1.1 | L'accident..... | 1 |
| 1.1.1 | Après la collision..... | 5 |
| 1.2 | Signalement des infractions et des dangers pour la sécurité | 7 |
| 1.3 | Renseignements sur l'équipe..... | 10 |
| 1.3.1 | Information sur l'équipe du train 112..... | 10 |
| 1.4 | Signaux franchis par le train 112..... | 10 |
| 1.5 | Subdivision d'Edson..... | 11 |
| 1.6 | Systèmes de commande de la circulation..... | 12 |
| 1.7 | Autres événements connexes..... | 12 |
| 1.8 | Moyens de défense pour les indications des signaux..... | 13 |
| 1.9 | Système de contrôle des trains pouvant prévenir les collisions..... | 15 |
| 1.9.1 | Détection de proximité..... | 15 |
| 1.9.2 | Commande intégrale des trains | 16 |
| 1.10 | Conscience situationnelle..... | 17 |
| 1.11 | Gestion des ressources de l'équipe et chaîne d'autorité..... | 18 |
| 1.12 | Règles relatives au temps de travail et de repos du personnel d'exploitation ferroviaire..... | 20 |
| 1.13 | Méthodes d'établissement des horaires du personnel d'exploitation ferroviaire.. | 21 |
| 1.14 | Variabilité de l'heure de début du quart des employés..... | 22 |
| 1.15 | Liste de surveillance du BST..... | 23 |
| 2.0 | Analyse..... | 25 |
| 2.1 | L'accident..... | 25 |
| 2.2 | Moyens de défense pour le contrôle des trains en commande centralisée de la circulation..... | 25 |
| 2.3 | Gestion des ressources de l'équipe et chaîne d'autorité..... | 26 |
| 2.4 | Signalement des infractions et des dangers pour la sécurité | 27 |
| 2.5 | Inspection du matériel roulant après des collisions à impact important..... | 28 |
| 2.6 | Imprévisibilité de l'heure d'appel des équipes de train..... | 28 |
| 3.0 | Faits établis..... | 30 |
| 3.1 | Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs | 30 |
| 3.2 | Faits établis quant aux risques..... | 30 |
| 3.3 | Autres faits établis | 31 |
| 4.0 | Mesures de sécurité | 32 |
| 4.1 | Mesures de sécurité prises..... | 32 |
| | Annexes..... | 33 |
| | Annexe A - Enquêtes du BST mettant en cause la mauvaise interprétation, perception ou application des indications des signaux en voie..... | 33 |

1.0 Renseignements de base

1.1 L'accident

Le 4 juin 2016, le train de marchandises M30251-02 (train 302) de la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada (CN) était sur le point de quitter Edson (Alberta) pour rouler vers l'est, à destination d'Edmonton, en Alberta (figure 1). Ce train se composait de 2 locomotives, 72 wagons chargés, 74 wagons vides et 23 wagons de résidus; il pesait 11 289 tonnes et mesurait 11 489 pieds. Il était exploité selon une configuration d'alimentation classique, avec toutes les locomotives en tête du train.

Le même jour, le train de marchandises Q11251-03 (train 112) du CN était aussi sur le point de quitter Edson pour rouler vers l'est à destination d'Edmonton. Ce train se composait de 2 locomotives et de 167 wagons chargés; il pesait 9484 tonnes et mesurait 9250 pieds. Le train 112 était aussi exploité selon une configuration d'alimentation classique, avec les locomotives en tête du train.

L'équipe de conduite de chacun des 2 trains se composait d'un mécanicien de locomotive (ML) et d'un chef de train. Les membres de l'équipe des trains 112 et 302 étaient qualifiés pour leurs postes respectifs, connaissaient bien le territoire et satisfaisaient aux exigences établies en matière de repos et de condition physique.

Lorsque l'équipe est montée à bord du train 302 à Edson, l'équipe précédente lui a indiqué que le train présentait un jeu¹ considérable. De plus, il avait subi une séparation imprévue et un freinage d'urgence intempestif à Jasper (Alberta). Pendant cet échange, on a indiqué que l'utilisation réduite du frein à air et du frein rhéostatique ainsi qu'une modulation progressive du manipulateur pourraient réduire le jeu d'attelage et prévenir une autre séparation imprévue.

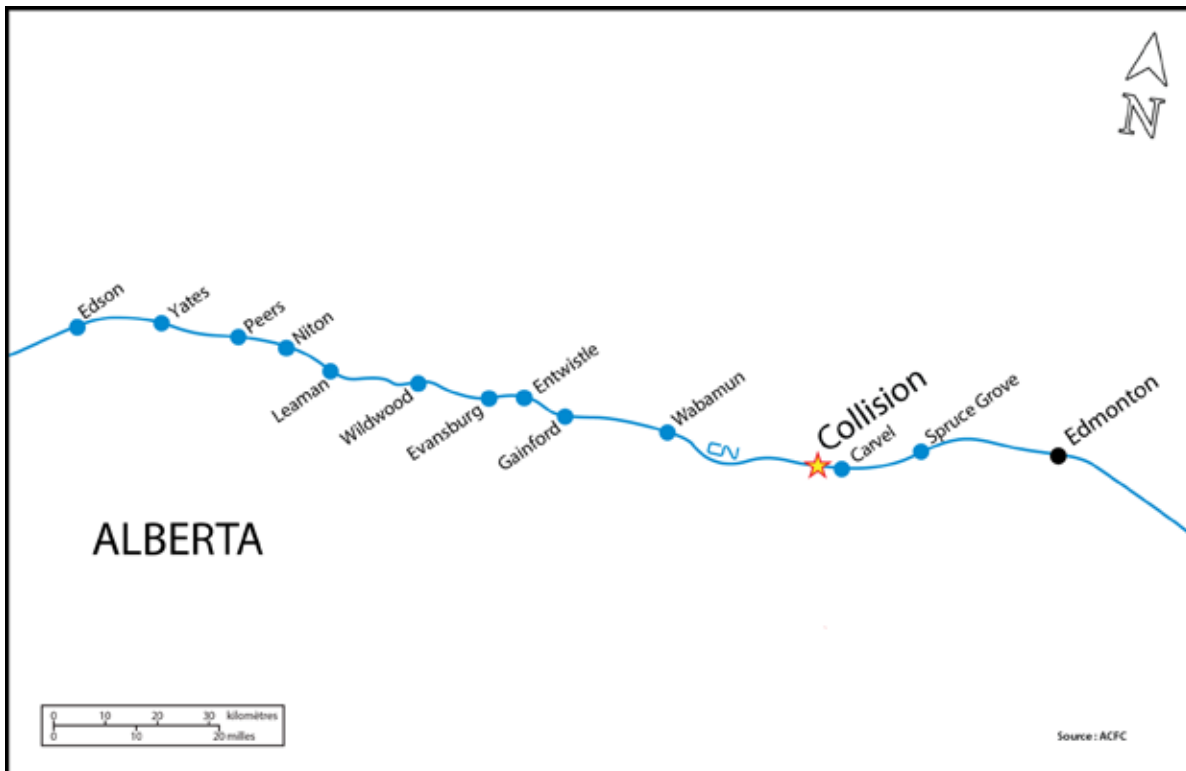
L'équipe du train 302 a informé le contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) de l'état du train. Le CCF a alors informé les trains circulant en sens inverse que le train 302 était exploité par modulation des gaz (au moyen du manipulateur) et qu'il pourrait y avoir des retards aux points de croisement. De plus, on a transmis au train 302 un bulletin de marche comprenant l'information et les instructions suivantes :

- Il s'est produit une séparation du train 302.
- Planifier la conduite, n'effectuer que des rajustements graduels, éviter d'utiliser le frein à air, et utiliser le frein rhéostatique pour réguler la vitesse.
- Il ne faut pas dépasser 40 mi/h à 3 endroits de la subdivision d'Edson.

¹ Le terme « jeu » fait référence au mouvement latéral des attelages des wagons. De nombreux wagons sont munis de bras d'attelage amortis conçus pour prévenir les dommages aux marchandises transportées. Le jeu total d'un long train comprenant des bras d'attelage amortis peut atteindre plusieurs centaines de pieds.

Les trains 302 et 112 ont quitté Edson en direction est à 53 minutes d'intervalle, c'est-à-dire à 4 h 22² et à 5 h 15, respectivement. Ils sont demeurés relativement près l'un de l'autre alors qu'ils circulaient vers l'est. Chaque équipe entendait certaines communications radio de l'autre équipe sur le canal d'attente, y compris certaines communications avec le CCF.

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



À l'approche de Carvel sur la voie nord, les membres de l'équipe du train 302 ont entendu une conversation radio. Ils ont appris que le train 301 qui circulait vers l'ouest était calé³ sur la voie nord près de Spruce Grove, au point milliaire 19,9 de la subdivision d'Edson (figure 2). Ils ont aussi entendu le CCF dire qu'il avait demandé une indication de signal permissive⁴ pour le train 725, qui circulait vers l'ouest sur la voie sud, pour lui permettre de dépasser le train 301.

Le CCF prévoyait faire attendre les trains 302 et 112 à Carvel jusqu'au passage du train 725.

À l'approche de Carvel, l'équipe du train 302 a observé et annoncé une indication de vitesse normale à arrêt au signal 346N. Elle a alors réglé la vitesse du train de manière à ne pas bloquer le passage à niveau public au point milliaire 31,8.

² Les heures sont exprimées en heure avancée des Rocheuses.

³ Un train cale lorsqu'il ne produit pas suffisamment de puissance pour gravir une pente.

⁴ Dans un territoire à commande centralisée de la circulation, le CCF peut demander à ce qu'une indication permissive soit affichée à des signaux de canton contrôlés. Les circuits du système de signalisation établissent la progression des indications des signaux affichées.

À 7 h 44 min 42 s⁵, le train 302 s'est immobilisé tout juste à l'ouest de ce passage à niveau (conformément à la pratique courante), soit à environ 1 mille du signal 318N affichant une indication d'arrêt absolu à Carvel.

Le train 112 suivait le train 302 d'assez près pour qu'on puisse entendre l'équipe du train 302 diffuser l'indication des signaux sur le canal d'attente, comme l'exige la règle 578 du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REFC). En cours de route, l'équipe du train 302 informait l'équipe du train 112 lorsqu'elle s'arrêtait ou ralentissait pour croiser un autre train (p. ex. à Peers, au point milliaire 109,8, et à Evansburg, au point milliaire 69,0). Toutefois, l'équipe du train 112 ne connaissait pas l'emplacement exact du train 302 (elle ignorait qu'il s'était immobilisé à Carvel). Elle ne connaissait pas non plus sa longueur totale. De plus, l'équipe du train 112 a cru entendre l'équipe du train 302 diffuser une indication de vitesse normale au signal d'approche de Carvel (le signal 346N), alors qu'il s'agissait d'une indication de vitesse normale à arrêt.

À environ 7 h 42, l'équipe du train 112 a correctement observé une indication de marche à vue⁶ au signal 370N (au point milliaire 37). Le train a franchi ce signal à 25 mi/h, ce qui est supérieur à la vitesse limite de 15 mi/h définie à la règle 436 du REFC. Le chef de train n'a rien dit au ML concernant la vitesse du train dans le canton régi par le signal de marche à vue.

Alors que le train 112 amorçait une courbe vers la droite, son équipe a aperçu le train 302, qui était immobilisé à environ 840 pieds devant elle (figure 2).

⁵ À moins d'indication contraire, toutes les heures et les vitesses proviennent de l'enregistreur d'événements de la locomotive.

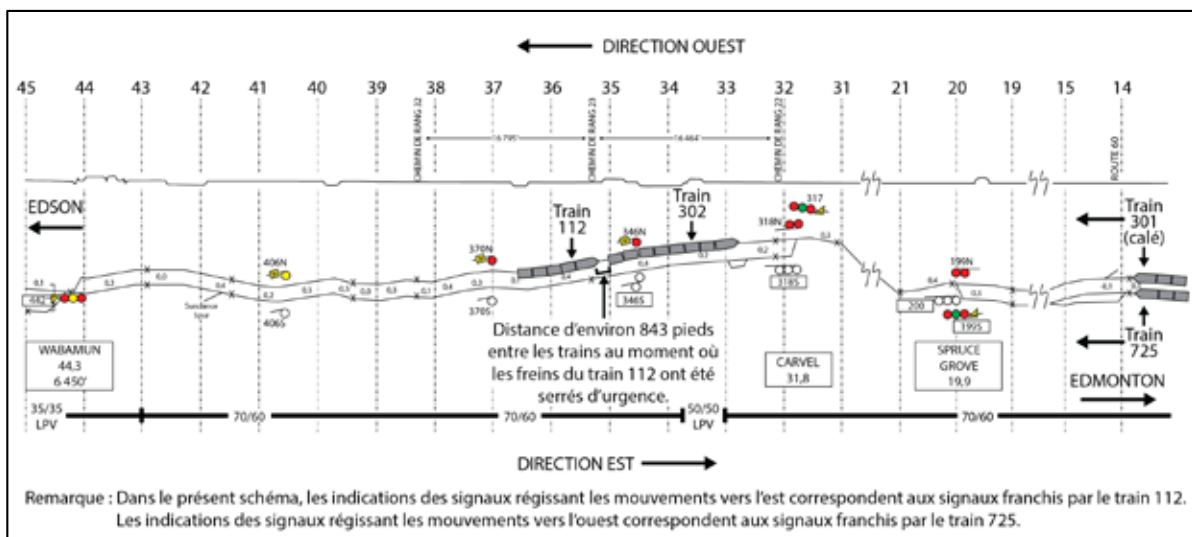
⁶ Transports Canada, *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (14 octobre 2015), règle 436, stipule ce qui suit : « Marche à vue – Avancer à vitesse de MARCHE À VUE ». La vitesse de marche à vue est définie comme suit : « Vitesse qui permet l'arrêt non seulement en deçà de la moitié de la distance de visibilité d'un matériel roulant, mais aussi avant un aiguillage mal orienté, et qui ne doit jamais dépasser la PETITE vitesse. La vitesse de MARCHE À VUE commande l'attention aux ruptures de rail ». La petite vitesse est définie comme suit : « Vitesse ne dépassant pas 15 milles à l'heure ».

Figure 2. Image de la caméra orientée vers l'avant du train 112 juste avant la collision (Source : CN)



À 7 h 47 min 16 s, le chef de train (suivi immédiatement par le ML) a déclenché un serrage d'urgence des freins du train (figure 3) alors que le train circulait à 27 mi/h.

Figure 3. Schéma du lieu au moment du freinage d'urgence du train 112



À 7 h 47 min 37 s, après le serrage d'urgence des freins, la locomotive de tête du train 112 a heurté la queue du train 302 à une vitesse de 18 mi/h.

La collision n'a pas causé de déraillement. Un wagon-trémie du train 302 a subi des dommages mineurs. Il n'y a pas eu de blessés.

À 7 h 48 10 s, le train 112 a diffusé un message radio d'urgence sur le canal d'attente. Il a ensuite communiqué avec le CCF de la subdivision d'Edson (sur le canal 4), mais ne l'a pas avisé de la collision.

Les attelages du train 302 étaient tendus lorsque celui-ci s'est immobilisé, et le ML a ensuite desserré les freins du train. L'équipe du train 302 n'a pas ressenti la collision à la tête du train. L'équipe du train 112 n'a pas avisé l'équipe du train 302 de la collision.

Au moment de l'événement à l'étude, il faisait clair, le ciel était dégagé et la température était de 16 °C.

1.1.1 Après la collision

À 7 h 47 min 38 s, des alarmes ont retenti dans la locomotive de tête du train 302 pour indiquer une perte de pression de la conduite générale. Le ML a constaté que la pression d'air à la queue du train était nulle, ce qui signifiait qu'un freinage d'urgence s'était déclenché. L'équipe du train 302, se souvenant de sa conversation avec l'équipe descendante à Edson, a cru qu'un freinage d'urgence intempestif s'était produit en raison de l'étirement des attelages.

À 7 h 48 min 10 s, pendant la reprise de la conduite après le freinage d'urgence⁷, le ML du train 302 a diffusé un message radio d'urgence sur le canal d'attente, puis sur le canal d'appel CCF. L'équipe du train 302 a entendu le message radio d'urgence diffusé par l'équipe du train 112 sur le canal d'appel du CCF.

À 7 h 48 min 11 s, le chef de train du train 112 a inspecté visuellement les 10 derniers wagons du train 302. Après avoir constaté qu'aucun wagon n'avait déraillé ni subi de dommages, le chef de train est retourné à son train.

L'article 5.7, « Inspection du matériel à l'arrêt », des *Instructions générales d'exploitation* (IGE) du CN, stipule notamment ce qui suit :

- (e) On doit inspecter le matériel roulant pour s'assurer au moins qu'il ne présente pas l'une des situations suivantes :
- une avarie est signalée par une étiquette fixée au robinet d'isolement;
 - la caisse du wagon penche d'un côté;
 - la caisse est affaissée;
 - la caisse est mal placée sur le bogie;
 - une pièce traîne en dessous de la caisse;
 - une pièce dépasse du côté de la caisse;
 - une porte est mal fixée;

⁷ Après un freinage d'urgence et l'immobilisation du train, le ML doit suivre les étapes requises pour reprendre la conduite, desserrer les freins et remettre la conduite générale en pression.

- un objet n'est pas arrimé et pourrait tomber;
- une porte encastrée est restée ouverte;
- un dispositif de sécurité manque ou est endommagé;
- un wagon muni de plaques de marchandises dangereuses perd son contenu;
- une roue est rompue ou présente des signes d'échauffement anormal ou une fissure importante;
- un frein à main refuse de se desserrer⁸.

À 7 h 51 min 20 s, l'équipe du train 112 a effectué un mouvement de marche arrière pour s'éloigner du train 302. L'équipe n'avait pas demandé ni reçu l'autorisation de faire ce mouvement.

À 7 h 52, lorsque le CCF a répondu au message d'urgence du train 112, l'équipe ne lui a pas indiqué qu'une collision s'était produite. Pendant cet échange, le ML du train 112 a indiqué avoir placé la poignée du frein à la position de freinage d'urgence par inadvertance. Le chef de train n'a pas posé de question au ML lorsque celui-ci a décidé de ne pas signaler la collision.

À 7 h 56, l'équipe du train 302 a terminé la procédure de reprise après un freinage d'urgence et a poursuivi son trajet vers l'est, conformément aux instructions du CCF. L'équipe du train 302 a suivi les instructions contenues dans les IGE du CN, dont celles-ci :

Lorsqu'un freinage d'urgence se produit sur un train autre qu'un train voyageurs, il n'est pas nécessaire d'inspecter le train quand les conditions suivantes sont remplies :

- (i) la pression dans la conduite générale du dernier wagon (selon l'affichage de l'unité d'entrée et d'affichage [UEA]) est rétablie;
- (ii) l'équipe en tête de train ne décèle aucun signe de déraillement;
- (iii) le mouvement ne nécessite pas un effort de traction excessif pour se remettre en marche⁹.

Le CCF a informé l'équipe du train 725 que le train 302 avait subi un freinage d'urgence à Carvel et lui a demandé d'inspecter le train 302 lorsqu'il croiserait ce dernier.

À 8 h, le chef de train a discuté de la nécessité de signaler la collision, mais n'a pas réussi à convaincre le ML de le faire.

À 8 h 35, le train 725, circulant sur la void sud, a croisé les trains 302 et 112. L'équipe du train 725 a inspecté visuellement les 2 trains depuis la cabine de la locomotive. Elle a indiqué aux équipes respectives n'avoir constaté aucun défaut.

⁸ Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada, *Instructions générales d'exploitation* (15 décembre 2015), article 5.7, « Inspection du matériel à l'arrêt », page 18 de la section 5.

⁹ *Ibid.*, article 7.3 (c), « Marche à suivre en cas de freinage d'urgence », page 3 de la section 7.

Les trains 302 et 112 ont quitté Carvel à 8 h 24 et 8 h 37 respectivement, soit à un intervalle de seulement 13 minutes.

À 8 h 55, en franchissant le système de détection en voie au point milliaire 14,8, le train 302 a reçu une alarme et s'est immobilisé. On a trouvé et réparé une pièce traînante près de la tête du train. À 10 h 24, lorsque le train 302 est arrivé à la gare de triage Walker à Edmonton et que le ML a serré les freins, un freinage d'urgence intempestif s'est déclenché. Une fois que l'équipe du train 302 a immobilisé ce dernier dans la gare de triage, on lui a demandé de rencontrer les superviseurs locaux avant de quitter son service.

À 10 h 30, l'équipe du train 112 a immobilisé son train à la gare intermodale McBain du CN (qui se trouve dans le terminal du Grand Edmonton). Elle a ensuite rencontré un superviseur du chemin de fer pour discuter des événements à Carvel. Juste avant cette conversation, le superviseur avait visionné une vidéo et consulté les données de l'enregistreur d'événements de la locomotive téléchargées à distance. Cela lui a permis de confirmer que le train 112 avait heurté la queue du train 302. L'équipe a ensuite confirmé qu'une collision s'était produite.

À 14 h 40, on a informé les membres de l'équipe du train 302 que leur train avait subi une collision en queue de train plus tôt dans la journée.

1.2 *Signallement des infractions et des dangers pour la sécurité*

Dans son *Règlement de 2015 sur le système de gestion de la sécurité ferroviaire*, Transports Canada définit les 12 composants d'un système de gestion de la sécurité (SGS) :

- a) un processus visant la responsabilité et l'obligation de rendre compte;
- b) un processus à l'égard de la politique de sécurité;
- c) un processus pour veiller au respect des règlements, des règles et des autres instruments;
- d) un processus pour gérer les accidents ferroviaires;
- e) un processus pour cerner les préoccupations en matière de sécurité;
- f) un processus visant les évaluations des risques;
- g) un processus pour mettre en œuvre et évaluer les mesures correctives;
- h) un processus pour établir les objectifs et élaborer des initiatives;
- i) un processus pour signaler les infractions et les dangers pour la sécurité;
- j) un processus pour gérer la connaissance;
- k) un processus à l'égard de l'établissement des horaires;
- l) un processus visant l'amélioration continue du système de gestion de la sécurité¹⁰.

¹⁰ Transports Canada, DORS/2015-26, *Règlement de 2015 sur le système de gestion de la sécurité ferroviaire* (dernière modification le 1^{er} avril 2015), Partie 1 : Compagnies de chemin de fer, alinéas 5a) à l).

L'Association des chemins de fer du Canada (ACFC) a indiqué ce qui suit :

[traduction] Un système de gestion de la sécurité ne peut être efficace que s'il est accompagné d'une « bonne » culture de sécurité.

[...]

La culture de sécurité d'une organisation est le produit des valeurs, des attitudes, des perceptions, des compétences et des modes de comportement individuels et collectifs qui déterminent l'engagement relativement au système de gestion de la sécurité (SGS) et de la santé de l'organisation, ainsi que le style et la compétence de l'organisation en cette matière¹¹.

Le 23 novembre 2015, le CN a publié la Circulaire réseau n° 919, Signalement non punitif des infractions et des dangers pour la sécurité, un document concernant son SGS. Dans cette circulaire, on indiquait notamment ce qui suit :

Le règlement sur le système de gestion de la sécurité de Transports Canada [c.-à-d. le *Règlement de 2015 sur le système de gestion de la sécurité ferroviaire*] exige que toutes les compagnies de chemin de fer de compétence fédérale disposent d'une procédure et d'une politique permettant aux membres du personnel de signaler, sans crainte de représailles, une infraction à la *Loi sur la sécurité ferroviaire* ou aux règlements, règles, certificats, arrêtés ou ordres ou injonctions ministériels en matière de sécurité ou les dangers pour la sécurité.

[...]

Au CN, les infractions et les dangers pour la sécurité seront signalés au bureau de l'ombudsman du CN.

[...]

Le bureau de l'ombudsman mènera une enquête à ce propos et, s'il y a lieu, fournira une réponse.

Ce processus ne dispense pas les membres du personnel de l'obligation de signaler tous les accidents, conditions dangereuses, incidents, blessures ou maladies professionnelles à un membre du personnel de supervision avant de quitter la propriété de la Compagnie, conformément aux règles établies par le CN.

[...]

Le harcèlement ou l'intimidation à l'endroit d'un membre du personnel ou des représailles envers un membre du personnel ou des mesures visant à empêcher cette personne de signaler l'existence d'un danger, d'un incident ou d'une condition dangereuse ne seront ni permis ni tolérés.

[...]

La présente politique ne prévoit pas de sursis dans l'application de mesures disciplinaires, lorsque de telles mesures sont justifiées [...].

¹¹ Association des chemins de fer du Canada, « RAC Safety Culture Initiative » (diaporama), présentation au Bureau de la sécurité des transports du Canada (29 septembre 2015).

De plus, conformément à la règle générale A du REFC, on indique notamment ce qui suit :

Tout employé d'un service associé à des mouvements, à la manœuvre des aiguillages de voie principale ou qui assure la protection de travaux en voie et de véhicules d'entretien, doit :

[...]

- (iii) aider par tous les moyens possibles à l'observation de chaque règle, instruction générale d'exploitation et instruction spéciale, et aviser promptement l'autorité compétente de toute infraction;
- (iv) signaler à l'autorité compétente, par le moyen le plus rapide, toute situation pouvant compromettre la sécurité d'un mouvement, veiller aux intérêts de la Compagnie et collaborer à leur protection¹²;

Lorsqu'une infraction ou un danger pour la sécurité est signalé à la compagnie de chemin de fer, celle-ci doit signaler l'événement au BST s'il s'agit d'un événement à signaler, comme l'exige le *Règlement sur le Bureau de la sécurité des transports*.

Dans le cas de l'événement à l'étude, les membres de l'équipe du train 112 n'ont pas satisfait aux exigences liées au signalement des infractions et des dangers pour la sécurité. Le signalement de ces événements est une exigence fondamentale sur laquelle s'appuie le SGS d'un chemin de fer.

Dans le cadre de son enquête sur un risque de collision entre un train de marchandises de la Goderich-Exeter Railway Company et un train de voyageurs de VIA Rail Canada Inc. (VIA Rail) survenu près de New Hamburg (Ontario) le 6 juin 2006¹³, le BST avait constaté une situation similaire. Le train de VIA Rail avait dépassé ses limites d'autorisation et s'était immobilisé à environ 1 mille du train de marchandises circulant en sens inverse. Les 2 équipes n'avaient pas signalé cet incident. L'enquête avait permis de déterminer ce qui suit :

- Des incidents similaires survenus récemment n'ont pas été signalés par les employés.
- Plusieurs employés ont fait savoir que, s'ils étaient au courant d'un incident dans lequel ils n'étaient pas directement en cause, ils ne le signaleraient peut-être pas, soit par crainte d'être visés par des mesures disciplinaires, soit parce qu'ils n'ont pas une connaissance directe des circonstances de l'incident.
- L'application inopportune des mesures disciplinaires entraîne l'instauration d'une culture de sécurité qui, plutôt que de faire la promotion de la sécurité grâce à la communication et aux enseignements tirés des erreurs passées, se fonde davantage sur la crainte des sanctions¹⁴.
- Contrairement à l'industrie ferroviaire, d'autres industries dans lesquelles les accidents sont susceptibles d'avoir des conséquences sensibles (par exemple

¹² Transports Canada, *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (14 octobre 2015), règle générale A, page 19.

¹³ Rapport d'enquête ferroviaire R06H0013 du BST.

¹⁴ J. Reason, 2006. *Managing the Risks of Organizational Accidents*, Aldershot : Ashgate.

l'aviation, la médecine) ont mis au point des systèmes anonymes de déclaration volontaire des problèmes liés à la sécurité, qui visent à accroître la disponibilité des renseignements clés relatifs à la sécurité de leur industrie¹⁵. Ces systèmes de déclaration sans sanction protègent l'employé contre les mesures disciplinaires ou d'autres répercussions négatives pourvu qu'il signale l'incident auquel il a été mêlé. De tels systèmes peuvent donner lieu à un accroissement du nombre de signalements et permettre à toutes les parties de mieux comprendre la cause de l'incident et d'avoir une bonne idée des mesures correctives qui empêcheront la répétition de l'événement.

1.3 Renseignements sur l'équipe

1.3.1 Information sur l'équipe du train 112

Le CN a engagé le chef de train du train 112 en 2008, et celui-ci a d'abord travaillé au sein d'une équipe de remplacement de traverses des Services d'ingénierie. Il a obtenu une qualification de chef de train et de mécanicien de locomotive (ML) en 2009 et 2011, respectivement.

Le ML du train 112 a obtenu son poste en 2007. Avant de devenir un ML, il a travaillé au CN en tant qu'aiguilleur à Edmonton de 1987 à 1993. De 1993 à 2007, il a occupé un poste d'agent de manœuvre et de contremaître de triage. Au cours de ses quelque 30 ans de service au CN, le ML a fait l'objet de certaines mesures disciplinaires relatives à des manquements au règlement ou aux politiques d'exploitation de la compagnie. Ces mesures disciplinaires comprenaient des points d'inaptitude¹⁶ et des lettres de réprimande. La majorité de ces mesures disciplinaires sont survenues avant 2007 (c.-à-d. avant qu'il ne reçoive une qualification de ML). Au cours des 3 années précédant l'événement à l'étude, le ML n'avait pas fait l'objet de mesures disciplinaires.

1.4 Signaux franchis par le train 112

Le train 112 a franchi les signaux suivants (figure 4) :

- Le signal contrôlé 442 (Wabamun) affichait une indication de vitesse limitée¹⁷ à arrêt (rouge/jaune/rouge avec une plaque L).
- Le signal intermédiaire 406N affichait une indication de vitesse normale à arrêt (un seul signal jaune).

¹⁵ M. L. Harper et R. L. Helmreich, 2003. « Creating and Maintaining a Reporting Culture », *Proceedings of the 12th International Symposium on Aviation Psychology*, The Ohio State University, Dayton (Ohio), pages 496 à 501.

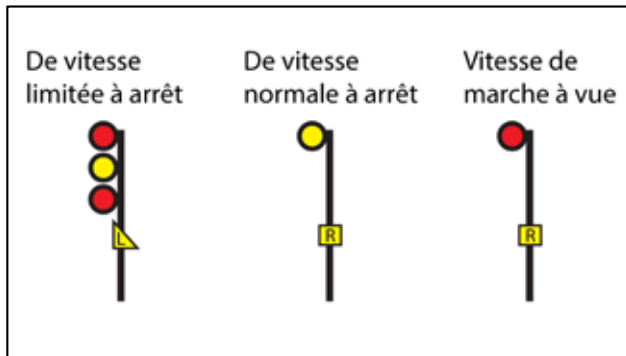
¹⁶ Lorsque des employés d'exploitation ferroviaire sont en cause dans une infraction au REFC (ou à une politique d'exploitation de la compagnie) qui contribue à un accident, ils reçoivent généralement des points d'inaptitude. Lorsqu'un employé accumule un certain nombre de points d'inaptitude, il peut être démis de ses fonctions.

¹⁷ Une vitesse limitée ne dépasse pas 45 mi/h.

- Le signal intermédiaire 370N affichait une indication de marche à vue (un seul signal rouge avec une plaque R).

L'équipe du train a correctement identifié et diffusé l'indication de ces signaux.

Figure 4. Signaux de vitesse limitée à arrêt, de vitesse normale à arrêt et de marche à vue franchis par le train 112



1.5 Subdivision d'Edson

La subdivision d'Edson est constituée d'une voie principale simple et de tronçons de voie double. Elle s'étend du point milliaire 4,2 (West Junction, juste à l'ouest de la gare de triage Walker à Edmonton) au point milliaire 235,7 (Jasper). Les mouvements de train dans cette subdivision sont régis par le système de commande centralisée de la circulation (CCC), autorisé en vertu du REFC, et supervisé par un CCF en poste à Edmonton.

La vitesse maximale autorisée par l'indicateur dans le voisinage de l'événement à l'étude était de 60 mi/h pour les trains de marchandises et de 70 mi/h pour les trains de voyageurs. Au moment de l'événement à l'étude, aucune limitation temporaire de vitesses n'était en vigueur à cet endroit.

Dans cette partie de la subdivision d'Edson, le trafic quotidien habituel se composait de 1 train de voyageurs et de 27 trains de marchandises qui s'engageaient sur la voie principale à différents endroits. Dans les environs de l'événement à l'étude, la voie principale était double, s'étendait d'est en ouest, et présentait une légère pente ascendante de 0,4 % en direction est. Il y avait une courbe vers la droite dans le sens du mouvement.

La voie se composait de longs rails soudés de 136 livres fabriqués en 2015 et posés sur des traverses en bois dur de 8 pieds 6 pouces. Les rails étaient posés sur des selles à double épaulement de 14 pouces fixées à l'aide de 3 crampons chacune. Le ballast était composé de pierre concassée (2 ½ pouces), les banquettes étaient suffisamment larges et les cases étaient bien garnies. Le drainage de la voie était adéquat.

La dernière inspection de la voie avait eu lieu le 2 juin 2016, c'est-à-dire 2 jours avant l'événement à l'étude. On n'avait relevé aucun défaut dans les environs de l'événement à l'étude.

1.6 *Systèmes de commande de la circulation*

On utilise des systèmes de commande de la circulation ferroviaire pour gérer les mouvements des trains et en assurer la sécurité. Les chemins de fer utilisent généralement le système de commande centralisée de la circulation (CCC) pour gérer la circulation sur leurs voies principales au Canada.

Le système de CCC utilise des circuits de voie et un logiciel connexe pour afficher des indications de signaux lumineux sur le terrain et indiquer l'occupation correspondante de la voie à l'écran du centre de contrôle de la circulation ferroviaire. Sur le terrain, le système affiche des combinaisons de signaux rouges, jaunes et verts pour réguler la vitesse et la zone d'autorisation des trains. Les signaux peuvent également signaler que le canton devant est occupé.

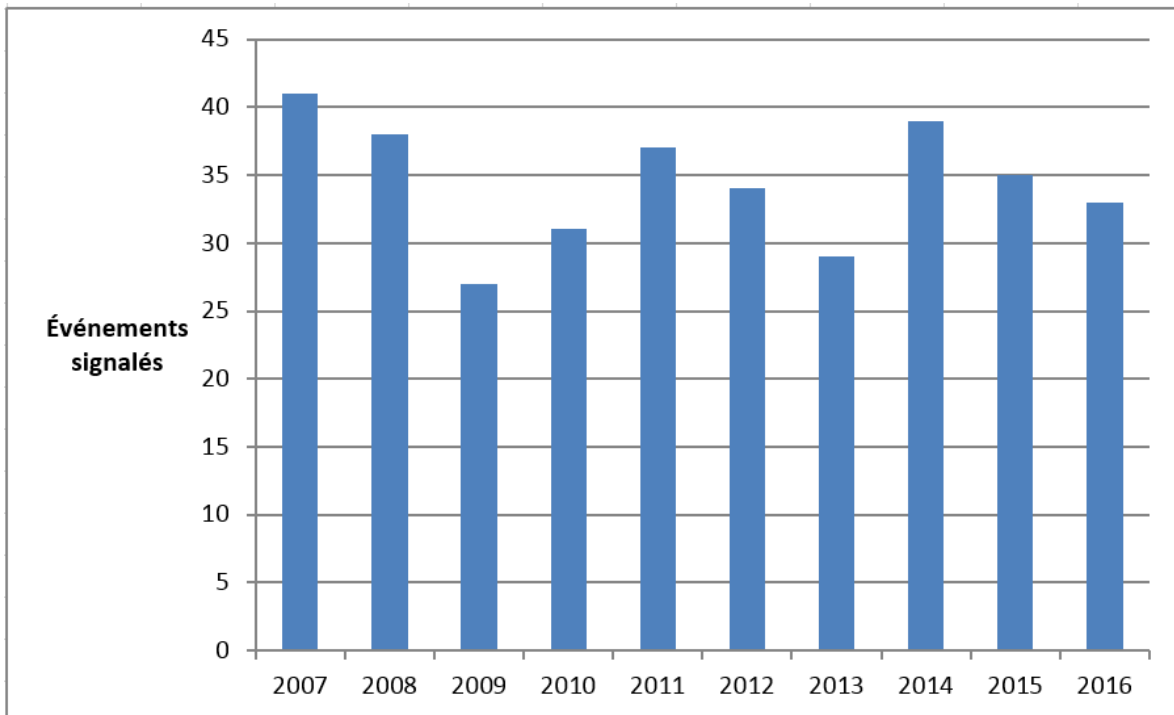
À l'écran du contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF), une indication d'occupation de la voie indique habituellement la présence d'un train. Toutefois, dans certaines situations opérationnelles (p. ex., la rupture d'un rail, l'ouverture d'un aiguillage, un objet fermant le circuit de voie entre les 2 rails), une indication de voie occupée peut être également affichée à l'écran du CCF.

Lorsqu'un CCF demande un itinéraire pour un train dans le système de CCC, le système détermine la progression normale des signaux et permet au CCF de suivre la progression du train dans les cantons d'une subdivision. Toutefois, le système peut seulement indiquer le canton qu'occupe un train; il ne peut pas afficher la position exacte du train dans ce canton. De plus, le système CCC n'offre aucune indication qu'un train s'apprête à franchir un point de restriction. Il ne peut commander le ralentissement ou l'immobilisation d'un train dans une telle situation.

1.7 *Autres événements connexes*

Entre janvier 2007 et décembre 2016, il y a eu 344 événements (figure 5) 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 limite d'autorisation, 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 5. Événements, signalés au BST de 2007 à 2016, où un train a dépassé sa limite d'autorisation par suite d'une réaction inappropriée de son équipe aux indications des signaux



1.8 Moyens de défense pour les indications des signaux

L'exploitation de trains en territoire signalisé requiert une conformité stricte aux règles. On attend des équipes de train qu'elles réagissent correctement aux indications des signaux en voie. Du point de vue de la technologie et de la sécurité, le système de signalisation n'a pas considérablement évolué depuis sa conception, il y a plus de 100 ans.

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. De plus, il peut ne pas être interprété de la même manière par toutes les personnes. Même les membres les plus motivés et les plus expérimentés de l'équipe d'exploitation sont sujets aux manquements, aux oublis et aux erreurs qui caractérisent normalement le comportement humain. Le principe de défense en profondeur préconisé par les spécialistes de la sécurité pour les systèmes complexes consiste à mettre en place des lignes de défense diverses et multiples pour atténuer les risques d'erreur humaine normale. À la suite de l'enquête sur la collision de 2 trains du Canadien Pacifique (CP) survenue en 1998 à proximité de Notch Hill (Colombie-Britannique)¹⁸, on a constaté que les mesures de sécurité supplémentaires en matière d'indications des signaux étaient insuffisantes. 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 et la collision d'un train de voyageurs de VIA Rail à Aldershot, près de Burlington (Ontario)¹⁹, 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

Dans sa réévaluation de mars 2017 des réponses de TC aux recommandations R00-04 et R13-01, le Bureau a indiqué que ces 2 recommandations étaient liées « à l'enjeu "Respecter les indications des signaux ferroviaires" de la Liste de surveillance du BST, qui porte sur 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 ». Le Bureau a évalué cette réponse de la manière suivante :

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 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

¹⁸ Rapport d'enquête ferroviaire R98V0148 du BST.

¹⁹ Rapport d'enquête ferroviaire R12T0038 du BST.

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.

1.9 *Système de contrôle des trains pouvant prévenir les collisions*

Pour prévenir ce genre d'événements, on avait mis en place un certain nombre de moyens de défense concernant le système de contrôle des trains ou le REFC dans la subdivision d'Edson. Toutefois, il s'agissait de moyens de défense « administratifs » : même un signal physique installé en bordure de la voie doit être combiné à l'exigence administrative d'en suivre l'indication. Les moyens de défense administratifs reposent sur le respect de l'indication de chaque signal et sur la prise des mesures appropriées par les équipes de train. Cependant, si l'équipe ne pose pas ces actions, c'est le moyen de défense dans son ensemble qui échoue, et il n'existe que peu de moyens de défense de rechange, voire aucun.

Au cours des dernières années, l'industrie ferroviaire a mis au point certaines technologies pour atténuer les risques de collision quand un train dépasse sa zone de circulation autorisée. Parmi les technologies en usage ou en développement, il y a la détection de proximité et la commande intégrale des trains.

1.9.1 *Détection de proximité*

Le chemin de fer Quebec North Shore & Labrador a conçu et mis en œuvre un détecteur de proximité après une collision survenue entre 2 de ses trains en 1996²⁰. Ce dispositif est conçu

²⁰ Rapport d'enquête ferroviaire R96Q0050 du BST.

pour déclencher un freinage compensateur lorsque l'équipe d'un train ou le conducteur d'un véhicule d'entretien n'accuse pas réception du signal d'alerte en se rapprochant à une distance prédéterminée d'autres mouvements. Aucun autre chemin de fer canadien n'a installé un système semblable (sauf pour des essais limités).

1.9.2 *Commande intégrale des trains*

Le système de commande intégrale des trains (positive train control, ou PTC) est un système 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 of 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 de difficultés techniques, on s'attend à ce que la mise en place de ce système soit retardée au-delà de la date butoir du 31 décembre 2018.

Au Canada, il n'existe aucun PTC en usage sur les chemins de fer de marchandises ou de voyageurs, et aucune installation d'un tel système n'est prévue pour les chemins de fer de compétence fédérale. Cependant, afin de satisfaire aux exigences relatives à leurs activités aux États-Unis, le 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). 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. 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).

Les systèmes PTC offriront les fonctions nécessaires pour :

- 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.

La Federal Railroad Administration (FRA) des États-Unis doit certifier la technologie et son application pour chaque chemin de fer avant qu'elle puisse être utilisée en service commercial.

1.10 Conscience situationnelle

La conscience situationnelle se développe en 3 étapes :

1. La personne perçoit les éléments de la situation à partir d'affichages, de communications ou d'autres références.
2. La personne doit intégrer ces données pour obtenir une compréhension globale de la situation en se basant sur son expérience et sur sa connaissance du système (on parle souvent d'établissement d'un modèle mental).
3. La personne doit ensuite projeter l'information dans l'avenir afin de concevoir et de modifier les plans à mesure que les tâches sont accomplies ou retardées.

L'information (c.-à-d. les indices) sur la situation peut aussi bien être claire qu'ambiguë. Plus les indices sont clairs, moins on doit fournir d'effort pour les interpréter, et plus le diagnostic sera exact.

Les modèles mentaux sont des structures internes qui permettent aux personnes de décrire, d'expliquer et de prévoir des événements et des situations qui surviennent dans leur environnement²¹. Les personnes développent des modèles mentaux en fonction de différents facteurs, dont leur expérience, leurs connaissances, leur perception et leur compréhension des indices externes dans leur environnement de travail. Dans le cas des équipes de train, les indices externes peuvent être des messages radio, des conversations avec d'autres équipes ou des messages transmis par un système de détection en bordure de voie. Parmi les autres sources d'information qui peuvent influencer sur le modèle mental d'un membre d'une équipe, on trouve : les indications des signaux et l'information transmise par le CCF; l'information présentée sur les écrans dans la cabine; la vue qu'a l'équipe de la voie depuis la cabine; les repères géographiques; les conditions environnementales; l'information écrite, dont les indicateurs et les bulletins d'exploitation; et les règles et instructions liées à l'exploitation ferroviaire, y compris celles figurant dans le REFC et les IGE, que les équipes de conduite peuvent ou doivent suivre.

Une fois qu'ils sont créés, les modèles mentaux sont très difficiles à modifier. Pour modifier sa façon de penser, il faut remplacer son modèle mental par un autre modèle, ce qui nécessite la présence et l'assimilation de nouveaux renseignements probants. Cependant, comme la capacité de la mémoire de travail des humains est limitée, il est impossible de retenir tous les indices offerts par un environnement de travail. Cela se traduit par le développement interne

²¹ E. Salas, F. Jentsch, D. Maurino, *Human Factors in Aviation*, 2^e édition (Academic Press, 2010), p. 66.

de modèles mentaux simples et incomplets sur lesquels s'appuient les personnes pour comprendre et interpréter un environnement de travail dynamique et complexe²².

1.11 *Gestion des ressources de l'équipe et chaîne d'autorité*

La cabine d'une locomotive est un environnement de travail dynamique et complexe au sein duquel les différents membres de l'équipe doivent constamment interagir entre eux, en plus de tenir compte du train et des éléments de l'environnement d'exploitation. La gestion des ressources de l'équipe (CRM) permet l'utilisation efficace de toutes les ressources disponibles (humaines, matérielles et informationnelles) pour gérer les menaces et les défis qui peuvent se manifester pendant un voyage. La formation en CRM contribue à réduire les accidents causés par des facteurs humains. Elle peut offrir aux équipes des stratégies pour améliorer leurs communications et interactions, ce qui leur permettra d'aligner leurs modèles mentaux sur ceux des autres membres et d'accroître leur conscience situationnelle. Ces stratégies peuvent aussi contribuer à l'efficacité des interactions des équipes dans les situations où la hiérarchie de commandement et de prise de décisions (c.-à-d. la chaîne d'autorité) est floue ou déséquilibrée²³.

Pour que les interactions de l'équipe soient efficaces, chaque membre de l'équipe doit se sentir à l'aise de faire des commentaires aux autres membres de l'équipe, tout en étant ouvert à leurs commentaires. Cela peut être difficile, car les équipes de train se composent de personnes dont la personnalité, l'expérience et l'ancienneté diffèrent. De plus, pendant la conduite d'un train, le ML manipule physiquement les commandes de la locomotive. Dans de nombreuses circonstances, le chef de train ne possède pas les mêmes habiletés que le ML en ce qui concerne la conduite d'un train. De plus, il peut ne pas avoir l'expérience ou la confiance nécessaire pour remettre en question les gestes et les décisions du ML.

Dans de telles circonstances, la formation en CRM est particulièrement importante pour assurer tant l'efficacité des interactions entre les membres de l'équipage que celle de la conduite du train. Le CN n'offre pas de formation en CRM dans le cadre de la formation de ses chefs de train, comme le font le CP et VIA Rail.

Dans l'événement à l'étude, le chef de train, qui était un ML qualifié, mais moins expérimenté que le ML, n'a rien dit au ML concernant la vitesse à laquelle le train a franchi le signal de marche à vue. De plus, le chef de train n'a initialement pas posé de question au ML lorsque celui-ci a décidé de ne pas signaler la collision. L'enquête sur une collision en voie principale entre 2 trains du CN survenue en 2007²⁴ a permis de constater que le chef de train s'était fié à l'expérience du ML et n'avait pas remis ses gestes en question. L'enquête a aussi permis de déterminer qu'en l'absence de procédures pour tenir compte des risques liés à la chaîne d'autorité, les communications à l'intérieur de la cabine peuvent être déficientes.

²² J. A. Wise, V. D. Hopkin et D. J. Garland, *Handbook of Aviation Human Factors*, 2^e édition (CRC Press, 2016), pp.12-16.

²³ Skybrary, « Authority Gradients », https://www.skybrary.aero/index.php/Authority_Gradients (dernière consultation le 21 novembre 2017).

²⁴ Rapport d'enquête ferroviaire R07E0129 du BST.

On utilise la CRM depuis plusieurs décennies dans le domaine de l'aviation commerciale, où elle a contribué à une réduction marquée des accidents causés par les facteurs humains. Dans le secteur maritime, une formation en gestion des ressources sur la passerelle est offerte aux officiers de navires. Une étude de la Federal Railroad Administration (FRA) des États-Unis a permis de déterminer qu'on peut s'attendre à ce que la formation en CRM améliore la coordination des équipes et offre des avantages nets pour les chemins de fer en réduisant les coûts liés aux accidents causés par les facteurs humains.

Le BST a enquêté sur 3 autres collisions en voie principale auxquelles ont contribué des pratiques de CRM inefficaces :

- R07E0129 (Peers) – Le 27 octobre 2007, le train 417 du CN circulant vers l'ouest a dépassé un signal près de Peers (Alberta), dans la subdivision d'Edson sans pouvoir s'arrêter, et est entré en collision avec le train 342 du CN, circulant vers l'est, qui entraînait dans la voie d'évitement. Les locomotives et 22 wagons du train 417 ont déraillé. Cinq wagons du train 342 ont déraillé. L'enquête a permis de constater que le chef de train s'en est remis à l'expérience du ML et n'a pas remis en question les mesures que ce dernier avait prises. On a aussi indiqué qu'en l'absence de procédures qui tiennent compte des risques inhérents aux chaînes d'autorité, la communication entre les occupants de la cabine de commande risque d'être inefficace.
- R98V0148 (Notch Hill) – Le 11 août 1998, le train 463 du CP a heurté la queue du train 839 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 et 2 wagons du train 839 ont déraillé. L'enquête a permis de constater que ni le chef de train ni le mécanicien n'ont contesté l'identification des signaux qui a été faite par l'autre; la différence dans la chaîne d'autorité entre les 2 membres de l'équipe a probablement empêché le chef de train de contester le mécanicien et de faire part de ses préoccupations.
- R96Q0050 (Mai) – Le 14 juillet 2010, le train FCS-45 du chemin de fer Quebec North Shore & Labrador (QNS&L) a heurté la queue d'un train immobilisé (le train PH-475 du QNS&L) au point milliaire 131,48 de la subdivision de Wacouana, près de Mai (Québec). Les 3 derniers wagons du train immobilisé ont déraillé. La locomotive du train en marche a subi d'importants dommages. Le ML du train en marche a subi des blessures mineures. L'enquête a permis de constater que le chemin de fer ne possédait pas de programme de gestion des ressources de l'équipe qui pourrait permettre à toutes les personnes concernées de disposer de l'information la plus récente et la plus exacte sur le mouvement des trains et des locomotives.

Le National Transportation Safety Board (NTSB) des États-Unis a formulé un certain nombre de recommandations concernant la CRM.

À la suite de l'enquête sur une collision survenue en 1998 entre un train de marchandises de Norfolk Southern et un train de marchandises de Consolidated Rail Corporation (Conrail) près de Butler (Indiana), le NTSB a fait la recommandation suivante concernant la FRA [traduction] :

En collaboration avec les chemins de fer de catégorie 1, l'American Short Line and Regional Railroad Association, la Brotherhood of Locomotive Engineers

et l'United Transportation Union, mettre au point une formation en gestion des ressources de l'équipe que tous les membres d'équipes de train devront suivre, et qui devrait porter au minimum sur :

- les compétences des membres de l'équipe;
- la conscience situationnelle;
- les communications efficaces et le travail d'équipe; et
- les stratégies de remise en question efficace de l'autorité.

(R-99-13)

À la suite de l'enquête sur une collision survenue en 2012 entre 2 trains de marchandises du chemin de fer Union Pacific (UP) près de Goodwell (Oklahoma), le NTSB a recommandé que l'UP [traduction] :

conçoive et mette en œuvre un plan pour l'établissement d'un système de gestion de la sécurité qui incorpore la gestion des ressources de l'équipe.

(R-13-29)

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

Les *Règles relatives au temps de travail et de repos du personnel d'exploitation ferroviaire*²⁵ (ci-après, les *Règles relatives au temps de travail et de repos*) sont fondées sur le principe de la responsabilité partagée pour la gestion de la fatigue. Plus particulièrement, l'article 2 des *Règles relatives au temps de travail et de repos* précise que les compagnies doivent adopter une approche souple en matière de gestion de la fatigue. Il incombe aux compagnies de chemin de fer de mettre en place et de maintenir des conditions de travail qui donnent aux membres de leur personnel d'exploitation l'occasion de se reposer suffisamment entre leurs tours de service et leur permettent de demeurer vigilants pendant toute la durée de ces tours de service. Il incombe aux employés de mettre à profit les occasions de repos pour pouvoir se présenter au travail dans un état reposé et apte au service. Dans les *Règles relatives au temps de travail et de repos*, l'expression « apte au service » désigne « l'état d'un membre du personnel d'exploitation qui se présente au travail reposé et prêt à maintenir sa vigilance durant tout son tour de service²⁶ ».

Au paragraphe 2.2 des *Règles relatives au temps de travail et de repos*, on indique ce qui suit :

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

²⁵ Transports Canada, *Règles relatives au temps de travail et de repos du personnel d'exploitation ferroviaire*, TC O 0-140, en vigueur depuis le 23 février 2011.

²⁶ *Ibid.*, p. 5.

- b) leur permettent de demeurer vigilants pendant toute la durée des tours de service²⁷.

Au paragraphe 2.3 de ces mêmes règles, on indique qu'il « incombe aux membres du personnel d'exploitation de se présenter au travail reposés et aptes au service »²⁸.

En vertu de l'article 6 des Règles relatives au temps de travail et de repos, les compagnies de chemin de fer sont tenues de mettre en œuvre un programme de gestion de la fatigue. Au minimum, le programme doit prendre en compte les volets suivants : sensibilisation et formation, méthodes d'établissement des horaires, gestion des situations d'urgence, stratégies destinées à assurer la vigilance, environnements de repos, politiques de mise en œuvre, évaluation des programmes de gestion de la fatigue et de l'efficacité de la gestion des équipes.

L'article 7 des mêmes règles stipule que la compagnie doit déposer son programme de gestion de la fatigue auprès de Transports Canada.

De plus, en vertu de l'article 28 du *Règlement de 2015 sur le système de gestion de la sécurité ferroviaire*, les chemins de fer doivent appliquer les principes de la science de la fatigue²⁹ et mettre en place une méthode pour y parvenir³⁰. Lorsqu'ils établissent l'horaire de travail d'un employé dont l'horaire satisfait aux exigences définies, les chemins de fer doivent tenir compte des principes suivants :

- a) la fatigue humaine est un phénomène physiologique;
- b) la vigilance humaine est affectée par les rythmes circadiens;
- c) le rendement humain diminue en fonction des heures de veille et de la dette de sommeil accumulée;
- d) les humains ont des besoins physiologiques de base minimaux pour ce qui est du sommeil³¹.

1.13 Méthodes d'établissement des horaires du personnel d'exploitation ferroviaire

Comme les autres chemins de fer du Canada, le CN n'exploite habituellement pas ses trains de marchandises selon un horaire. Les employés sont appelés pour des parcours en fonction des besoins. Les parcours sont attribués aux employés faisant partie de bassins de subdivision fonctionnant selon le principe du « premier entré, premier sorti ». Lorsque les

²⁷ *Ibid.*, p. 2.

²⁸ *Ibid.*

²⁹ Transports Canada, DORS/2015-26, *Règlement de 2015 sur le système de gestion de la sécurité ferroviaire* (dernière modification le 1^{er} avril 2015), Partie 1 : Compagnies de chemin de fer, paragraphe 28(1).

³⁰ *Ibid.*, paragraphe 28(2).

³¹ *Ibid.*, alinéas 28(1)a) à d).

membres d'une équipe terminent un parcours, leurs noms sont remis dans le bassin en vue de l'attribution de leur prochain parcours.

Au CN, les employés peuvent se proposer pour faire partie du bassin de l'ouest, pour les trains à parcours allongé entre Edmonton et Jasper (aller-retour), ainsi que du bassin de l'est, pour les parcours entre Jasper et Edmonton (aller-retour). Au moment de l'événement à l'étude, 2 trains prioritaires à parcours allongé circulaient quotidiennement dans chaque direction. Ces trains étaient conduits par un ML et un chef de train, habituellement dans une « fenêtre » régulière de 8 heures. Comme il était plus attrayant d'exploiter ces trains prioritaires, les employés avec le plus d'ancienneté se proposaient pour ces postes. Si l'horaire d'un train prioritaire tombait à l'extérieur de cette fenêtre de 8 heures et qu'il était impossible pour les membres de l'équipe concernée d'être transférés à un autre train ou d'effectuer un déplacement haut-le-pied, les membres de l'équipe étaient payés quand même, mais pouvaient rester à la maison. Seuls les employés possédant beaucoup d'ancienneté pouvaient travailler exclusivement à bord de ces trains prioritaires.

Comme ils n'avaient pas l'ancienneté nécessaire pour conduire exclusivement des trains à parcours allongé, les membres de l'équipe du train 112 avaient décidé de se proposer pour faire partie du bassin de l'ouest. Ils travaillaient depuis Edmonton ou Edson lorsque leur tour dans le bassin de l'ouest arrivait. Au cours de la semaine précédant l'événement à l'étude, les membres de l'équipe du train 112 avaient eu un horaire de travail variable.

1.14 Variabilité de l'heure de début du quart des employés

Comme les trains ne circulent pas selon un horaire particulier, les équipes doivent estimer l'heure de début et de fin de leurs quarts à leur gare d'attache et aux gares de détachement en fonction de la plus récente liste des trains prévus (aussi connue sous le nom de « liste du mouvement des trains »). Pour que cette méthode soit efficace, les listes du mouvement des trains doivent être mises à jour périodiquement.

Toutefois, plusieurs facteurs peuvent avoir d'importantes répercussions sur l'heure d'arrivée des trains, ce qui rend imprévisible l'heure d'appel des équipes de train. Ces facteurs comprennent les problèmes mécaniques, les conditions météorologiques, la congestion, les travaux en voie prévus ou imprévus ainsi que l'indisponibilité, sur préavis très court, d'un employé dont le nom figure plus haut sur la liste du bassin.

En raison de la variabilité et du caractère imprévisible de l'heure de début des quarts des équipes de train, il est devenu difficile de prévoir et d'obtenir un sommeil de bonne qualité. Cela est particulièrement vrai lorsqu'un employé s'attend à être appelé à travailler. Pour accroître la prévisibilité de l'heure de début des quarts, les chemins de fer ont apporté des améliorations aux listes du mouvement des trains. Par exemple, les équipes peuvent consulter le système d'affectation des équipes et de pointage (Crew Assignment and Timekeeping System, ou CATS) du CN pour obtenir de l'information sur ces listes. Lorsque l'heure de début des quarts varie beaucoup, les périodes de sommeil dont bénéficient les employés s'étendent souvent sur différents creux et crêtes circadiens.

Le jour précédant l'événement à l'étude, l'équipe du train 112 était arrivée à Edson à bord du train 417 et avait quitté son service à 16 h 15. À environ 20 h ce soir-là, les membres de l'équipe ont consulté la liste du mouvement des trains dans le système CATS. Ils en ont conclu qu'ils seraient appelés à travailler vers 1 h. Ils sont ensuite allés se coucher dans la maison de repos du CN.

Comme ils s'attendaient à recevoir un appel vers minuit, les membres de l'équipe se sont réveillés et ont consulté à nouveau la liste du mouvement des trains dans le système CATS. L'information la plus à jour indiquait que leur quart de travail commencerait vers 4 h. Le ML ne s'est pas rendormi, et le chef de train a obtenu une autre heure de sommeil. On a finalement appelé l'équipe à 4 h pour un quart de travail débutant à 5 h. Les 2 membres de l'équipe ont donc cumulé un déficit de sommeil de 2 à 3 heures.

1.15 Liste de surveillance du BST

La Liste de surveillance 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 figure sur la Liste de surveillance 2016. Comme l'événement à l'étude l'a démontré, les signaux ferroviaires ne sont pas reconnus ni respectés de manière uniforme, ce qui pose des risques de collision ou de déraillement graves mettant en cause des trains.

Le respect des indications des signaux ferroviaires restera sur la Liste de surveillance 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 systèmes de gestion de la fatigue des équipes de train figurent sur la Liste de surveillance 2016. Comme l'événement à l'étude l'a démontré, l'imprévisibilité de l'heure d'appel des équipes de train peut entraîner l'accumulation de déficits de sommeil.

Les systèmes de gestion de la fatigue des équipes de train resteront sur la Liste de surveillance 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.

Les enregistreurs audio-vidéo de bord figurent sur la Liste de surveillance 2016. Comme l'événement à l'étude l'a démontré, l'absence d'enregistreurs vidéo et de conversations dans les locomotives a gêné l'enquête en ce qui concerne la compréhension de la décision de l'équipe de conduite de ne pas signaler la collision.

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

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

2.0 Analyse

Ni les trains ni la voie n'ont contribué à l'accident. Le système de signalisation fonctionnait de la façon voulue. Par conséquent, l'analyse portera sur la conduite du train 112, les risques opérationnels liés à la commande centralisée de la circulation (CCC), les modèles mentaux, la gestion des ressources de l'équipe (CRM), l'inspection du matériel roulant après des collisions à impact important et le caractère imprévisible des heures d'appel.

2.1 L'accident

L'accident s'est produit lorsque le train 112 a heurté la queue du train 302.

L'équipe du train 112 a franchi le signal 370N à une vitesse qui ne lui permettait pas de s'arrêter en deçà de la moitié de la distance de visibilité d'un matériel roulant, et ce, même si elle avait observé (et correctement diffusé) l'indication de marche à vue. En s'engageant dans une courbe à 27 mi/h, l'équipe du train 112 a aperçu le train 302 qui était immobilisé à environ 840 pieds devant elle. L'équipe a déclenché un freinage d'urgence, et le train a ralenti à environ 18 mi/h avant la collision.

L'équipe du train 112 a entendu l'équipe du train 302 diffuser l'indication des signaux sur le canal d'attente, et croyait à tort que le train 302 avait diffusé une indication de vitesse normale au signal d'approche de Carvel (le signal 346N). En fait, elle avait diffusé une indication de vitesse normale à arrêt. Comme elle avait mal entendu l'indication diffusée, l'équipe du train 112 croyait que le train 302 était plus loin devant qu'il ne l'était et qu'il avait probablement franchi le signal 318N.

En cours de route, l'équipe du train 302 avait informé l'équipe du train 112 lorsqu'elle s'arrêtait ou ralentissait pour croiser un autre train, notamment aux points milliaires 109,8 et 69,0. Toutefois, à Carvel, l'équipe du train 302 veillait à d'autres tâches opérationnelles. Elle n'a pas indiqué à l'équipe du train 112 qu'elle avait immobilisé son train. Elle n'avait pas d'ailleurs l'obligation de le faire.

Comme elle a mal entendu l'indication du signal et qu'elle n'avait pas été informée du fait que le train 302 était immobilisé, l'équipe du train 112 a adopté un modèle mental inexact de l'emplacement du train 302. Elle croyait que le train 302 était plus loin devant qu'il ne l'était et qu'il avait franchi le signal 318N.

2.2 Moyens de défense pour le contrôle des trains en commande centralisée de la circulation

Les chemins de fer utilisent généralement le système de commande centralisée de la circulation (CCC) pour gérer la circulation sur leurs voies principales au Canada. Le système de CCC détermine la progression normale des signaux et permet au contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) de suivre la progression du train dans les cantons d'une subdivision. Cependant, le système de CCC n'indique pas la position exacte d'un train dans un canton ni sa vitesse, et n'assure pas une optimisation de l'espacement des circulations. De

plus, la CCC ne peut pas faire ralentir ou immobiliser automatiquement un train avant qu'il dépasse un signal d'arrêt absolu ou tout autre point d'application d'une restriction. Si l'équipe ne prend pas la mesure appropriée, c'est le moyen de défense dans son ensemble qui échoue.

Une conformité rigoureuse aux règles est essentielle, et l'on attend des équipes de train qu'elles réagissent adéquatement aux indications des signaux en voie. Cependant, dans un système complexe comme celui du transport ferroviaire, même l'ensemble de règles le plus rigoureux peut ne pas tenir compte de tous les imprévus et ne pas être interprété de la même manière par chaque personne.

Les membres du personnel d'exploitation sont sujets aux manquements, aux oublis et aux erreurs qui caractérisent normalement le comportement humain. Depuis 2007, le BST a mené 10 autres enquêtes sur des collisions, des déraillements et des mouvements dépassant les limites d'autorisation dont la mauvaise interprétation, perception ou application des indications des signaux en voie par l'équipe de conduite a constitué une cause ou un facteur contributif.

Après l'enquête sur le déraillement survenu en 2012 à Aldershot, près de Burlington (Ontario)³², le Bureau a formulé la recommandation R13-01 qui préconisait la mise en œuvre de moyens de défense physiques à sécurité intrinsèque pour le contrôle des trains. Le principe de défense en profondeur préconisé par les spécialistes de la sécurité pour les systèmes complexes consiste à mettre en place des lignes de défense diverses et multiples. Si les systèmes de signalisation en place n'offrent pas des protections physiques à sécurité intrinsèque, les erreurs d'identification ou d'application des signaux de la part des équipes de conduite peuvent ne pas être détectées, ce qui augmente le risque de collision et de déraillement de trains.

2.3 *Gestion des ressources de l'équipe et chaîne d'autorité*

Le chef de train, qui était aussi un mécanicien de locomotive (ML) qualifié, mais moins expérimenté que le ML du train en cause, n'a rien dit au ML concernant la vitesse à laquelle le train avait franchi le signal de marche à vue. De plus, le chef de train n'a pas posé de question au ML lorsque celui-ci a décidé de ne pas signaler la collision. Pour que les interactions de l'équipe soient efficaces, chaque membre de l'équipe doit se sentir à l'aise d'intervenir auprès d'autres membres, et être ouvert à leurs commentaires. Cela peut être difficile, en particulier lorsque les équipes de train se composent de personnes dont la personnalité, l'expérience et l'ancienneté diffèrent.

Une formation en CRM – c'est-à-dire sur l'utilisation efficace de toutes les ressources disponibles (humaines, matérielles et informationnelles) pour gérer les menaces et les défis qui peuvent se manifester pendant un voyage – peut donner aux équipes des stratégies d'amélioration de la communication et de la conscience situationnelle. Ces stratégies peuvent

³² Rapport d'enquête ferroviaire R12T0038 du BST.

également favoriser l'efficacité des interactions des équipes dans les situations où la hiérarchie de commandement et de prise de décisions (c.-à-d. la chaîne d'autorité) est floue ou déséquilibrée.

La formation en CRM aide les membres des équipes à faire et à recevoir des commentaires, pour que de bonnes décisions soient prises. Si le personnel d'exploitation ferroviaire ne reçoit pas de formation en CRM, y compris sur la prise de décisions lorsqu'il y a chaîne d'autorité, la coordination et l'interaction des équipes peuvent ne pas être efficaces, ce qui fait croître les risques d'accidents causés par des facteurs humains.

2.4 *Signalement des infractions et des dangers pour la sécurité*

Comme le stipule la règle générale A du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REFC), lorsqu'un accident ou un incident se produit pendant la conduite d'un train, les employés doivent signaler l'événement au personnel ferroviaire concerné. De plus, la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada (CN) a publié la Circulaire réseau n° 919 (Signalement non punitif des infractions et des dangers pour la sécurité) pour rappeler aux employés qu'ils doivent signaler tous les accidents. Dans cette circulaire, on indique que les employés doivent « signaler tous les accidents, conditions dangereuses, incidents, blessures ou maladies professionnelles à un membre du personnel de supervision avant de quitter la propriété de la Compagnie, conformément aux règles établies par le CN³³ ».

Lorsqu'une infraction ou un danger pour la sécurité est signalé à la compagnie de chemin de fer, celle-ci doit signaler l'événement au BST s'il s'agit d'un événement à signaler, comme l'exige le *Règlement sur le Bureau de la sécurité des transports*.

Dans l'événement à l'étude, les membres de l'équipe du train 112 n'ont pas satisfait aux exigences liées au signalement des infractions et des dangers pour la sécurité. Il n'a pas été possible de déterminer précisément pourquoi l'équipe du train 112 n'a pas signalé la collision.

Le signalement de ces événements est une exigence fondamentale du système de gestion de la sécurité (SGS) du CN. Si l'on n'a pas accès à des données pertinentes sur la sécurité ferroviaire qui permettent de cerner les problèmes de sécurité, il se peut que de nouvelles tendances concernant les conditions et les événements dangereux ne soient pas dégagées en temps opportun, ce qui fait croître les risques d'accident.

³³ Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada, Région de l'Est et de l'Ouest, pratiques d'exploitation, Circulaire réseau n° 919, Signalement non punitif des infractions et des dangers pour la sécurité (23 novembre 2015).

2.5 *Inspection du matériel roulant après des collisions à impact important*

Après la collision, le chef de train du train 112 a inspecté visuellement les 10 derniers wagons du train 302. Après avoir constaté qu'aucun wagon n'avait déraillé ni subi de dommages, le chef de train est retourné à son train.

Cependant, peu de temps après la collision, des alarmes ont retenti dans la locomotive de tête du train 302 pour indiquer une perte de pression de la conduite générale, ce qui signifiait qu'un freinage d'urgence s'était déclenché. L'équipe du train 302 a effectué la procédure de reprise après un freinage d'urgence et a poursuivi son trajet vers l'est, conformément aux instructions du CCF. Aucune autre inspection n'était nécessaire, car on avait satisfait aux exigences du paragraphe 7.3 (c) des *Instructions générales d'exploitation* (IGE) du CN, soit :

- le rétablissement de la pression dans la conduite générale du dernier wagon;
- l'absence de signes de déraillement; et
- la remise en marche du train sans effort de traction excessif.

Le train 302 a ensuite poursuivi sa route vers Edmonton sans avoir subi une inspection approfondie. En franchissant le système de détection en bordure de voie au point milliaire 14,8, le train 302 a reçu une alarme et s'est immobilisé. On a trouvé et réparé une pièce traînante près de la tête du train. Lorsque le train 302 est arrivé à la gare de triage Walker à Edmonton et que le ML a serré les freins, un autre freinage d'urgence intempestif s'est déclenché. Même si les conditions propices aux freinages d'urgence intempestifs existaient avant la collision, il n'a pas été possible de déterminer si la collision à impact important survenue plus tôt était à l'origine de la pièce traînante.

Comme l'équipe du train 112 avait décidé de ne pas aviser l'équipe du train 302 de la collision, le train 302 n'a subi qu'une inspection superficielle. Il aurait dû faire l'objet d'une inspection approfondie.

2.6 *Imprévisibilité de l'heure d'appel des équipes de train*

Les trains de marchandises ne sont pas habituellement exploités selon un horaire. Les employés sont appelés pour des parcours en fonction des besoins. Les parcours sont attribués aux employés faisant partie de bassins de subdivision fonctionnant selon le principe du « premier entré, premier sorti ». Cela signifie que les équipes doivent estimer leurs heures d'appel en fonction de la plus récente liste des trains prévus, qui indique l'heure d'arrivée attendue des trains prévus. Les chemins de fer ont apporté des améliorations aux listes du mouvement des trains, y compris sur l'accès à l'information sur les équipes (p. ex., à l'aide du système d'affectation des équipes et de pointage du CN). Pour que cette méthode soit efficace, les listes du mouvement des trains doivent être mises à jour périodiquement.

Toutefois, plusieurs facteurs peuvent avoir d'importantes répercussions sur l'heure d'arrivée des trains, ce qui rend imprévisible l'heure d'appel des équipes de train. Ces facteurs comprennent les problèmes mécaniques, les conditions météorologiques, la congestion, les

travaux en voie prévus ou imprévus ainsi que l'indisponibilité, sur préavis très court, d'un employé dont le nom figure plus haut sur la liste du bassin. Il peut donc être difficile pour les membres d'une équipe de prévoir et d'obtenir un sommeil réparateur. Dans l'événement à l'étude, l'équipe du train 112 a cumulé un déficit de sommeil de 2 à 3 heures en raison d'un changement dans la liste du mouvement des trains. Elle s'attendait à recevoir un appel vers minuit, mais a été plutôt appelée à 4 h. Il n'a pas été possible d'établir si ce déficit de sommeil à court terme a eu des répercussions sur les capacités de prise de décisions de l'équipe. Si les équipes de train ne peuvent pas prévoir avec exactitude leurs heures d'appel, elles peuvent ne pas obtenir un sommeil réparateur suffisant, ce qui peut se traduire par l'accumulation de déficits de sommeil et une augmentation des risques de fatigue.

3.0 *Faits établis*

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

1. L'accident s'est produit lorsque le train 112 a heurté la queue du train 302.
2. L'équipe du train 112 a franchi le signal 370N à une vitesse qui ne lui permettait pas de s'arrêter en deçà de la moitié de la distance de visibilité d'un matériel roulant, et ce, même si elle avait observé (et correctement diffusé) l'indication de marche à vue.
3. En s'engageant dans une courbe à 27 mi/h, l'équipe du train 112 a aperçu le train 302 qui était immobilisé à environ 840 pieds devant elle. L'équipe a déclenché un freinage d'urgence, et le train a ralenti à environ 18 mi/h avant la collision.
4. L'équipe du train 112 a entendu l'équipe du train 302 diffuser l'indication des signaux sur le canal d'attente, et croyait à tort que le train 302 avait diffusé une indication de vitesse normale au signal d'approche de Carvel (le signal 346N). En fait, elle avait diffusé une indication de vitesse normale à arrêt.
5. En cours de route, l'équipe du train 302 avait informé l'équipe du train 112 lorsqu'elle s'arrêtait ou ralentissait pour croiser un autre train. Toutefois, à Carvel, l'équipe du train 302 veillait à d'autres tâches opérationnelles. Elle n'a pas indiqué à l'équipe du train 112 qu'elle avait immobilisé son train. Elle n'avait pas d'ailleurs l'obligation de le faire.
6. Comme elle a mal entendu l'indication du signal et qu'elle n'avait pas été informée du fait que le train 302 était immobilisé, l'équipe du train 112 a adopté un modèle mental inexact de l'emplacement du train 302. Elle croyait que le train 302 était plus loin devant qu'il ne l'était et qu'il avait franchi le signal 318N.

3.2 *Faits établis quant aux risques*

1. Si les systèmes de signalisation en place n'offrent pas des protections physiques à sécurité intrinsèque, les erreurs d'identification ou d'application des signaux de la part des équipes de conduite peuvent ne pas être détectées, ce qui augmente le risque de collision et de déraillement de trains.
2. Si le personnel d'exploitation ferroviaire ne reçoit pas de formation en gestion des ressources de l'équipe, y compris sur la prise de décisions lorsqu'il y a chaîne d'autorité, la coordination et l'interaction des équipes peuvent ne pas être efficaces, ce qui fait croître les risques d'accidents causés par des facteurs humains.
3. Si l'on n'a pas accès à des données pertinentes sur la sécurité ferroviaire qui permettent de cerner les problèmes de sécurité, il se peut que de nouvelles tendances concernant les conditions et les événements dangereux ne soient pas dégagées en temps opportun, ce qui fait croître les risques d'accident.

4. Si les équipes de train ne peuvent pas prévoir avec exactitude leurs heures d'appel, elles peuvent ne pas obtenir un sommeil réparateur suffisant, ce qui peut se traduire par l'accumulation de déficits de sommeil et une augmentation des risques de fatigue.

3.3 *Autres faits établis*

1. Comme l'équipe du train 112 avait décidé de ne pas aviser l'équipe du train 302 de la collision, le train 302 n'a subi qu'une inspection superficielle, alors qu'il aurait dû faire l'objet d'une inspection approfondie.

4.0 *Mesures de sécurité*

4.1 *Mesures de sécurité prises*

Le Bureau n'est pas au courant de mesures de sécurité prises à la suite de l'événement à l'étude.

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 16 novembre 2017. Le rapport a été officiellement publié le 5 décembre 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.

Annexes

Annexe A – Enquêtes du BST mettant en cause la mauvaise interprétation, perception ou application des indications des signaux en voie

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 605 de VIA Rail Canada Inc. (VIA Rail), 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 (CN). 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. L'enquête a révélé que 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 Chemin de fer Canadien Pacifique (CP) est entré en collision avec le train 113-01 du CP 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 du train 602-242 a subi des blessures graves. Selon l'enquête, si on n'améliore pas les systèmes de signalisation existants en y ajoutant des protections physiques à sécurité intrinsèque, les indications de signaux continueront de ne pas être respectées, augmentant ainsi le risque de collisions et de déraillements de trains.

R14T0294 (Newtonville) – Le 28 octobre 2014, le train de voyageurs 62 de VIA Rail roulait vers l'est de Toronto (Ontario) à Montréal (Québec) sur la voie sud de la subdivision de Kingston du CN près de Newtonville (Ontario). À 10 h 15, heure avancée de l'Est, le train 62 a franchi à environ 68 mi/h le signal 2784S présentant une indication d'arrêt absolu. Le train a ensuite été immobilisé après avoir dépassé le signal d'arrêt absolu d'environ 900 pieds. L'incident n'a fait aucun blessé et n'a pas causé de déraillement ni de dommages à la voie. Selon l'enquête, si un territoire signalisé n'offre pas des moyens physiques supplémentaires à sécurité intrinsèque pour le 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 351-424 du CP roulait vers l'ouest sur la voie principale nord de la subdivision de Maple Creek à l'approche de Dunmore (Alberta) quand il a heurté le côté du train 100-17 du CP quittant Dunmore en direction de l'est alors qu'il franchissait la liaison de la voie principale nord menant à la voie du dépôt 1. La collision a provoqué le déraillement des 2 locomotives de tête et des 2 wagons suivants du train 351-424. Quant au train 100-17, 2 de

ses wagons ont déraillé et plusieurs autres ont été endommagés. Le chef de train du train 351-424 a subi des blessures mineures. 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 de fer BNL-005 au point milliaire 124,2 de la subdivision de Wacouana du QNS&L, près de Mai (Québec). La locomotive de tête 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 subi des blessures mineures. 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 92 de VIA Rail roulait vers l'est de Niagara Falls à Toronto (Ontario) sur la voie 2 de la subdivision d'Oakville du CN. Après la gare d'Aldershot, où le train a effectué un arrêt, 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 une vitesse de 15 mi/h. Le train 92 a franchi la liaison à environ 67 mi/h. La locomotive et les 5 voitures-coachs ont déraillé. Les 3 membres de l'équipe d'exploitation ont subi des blessures mortelles, et 44 voyageurs ainsi que le directeur des services de VIA Rail ont subi des blessures. L'enquête a révélé qu'en l'absence d'autres moyens de défense physiques en matière de sécurité et à sécurité intrinsèque pour réduire les conséquences d'erreurs humaines inévitables en territoire signalisé, le risque de collision et de déraillement est toujours présent. Par suite de l'enquête, le BST a recommandé au ministère des Transports d'exiger des grands transporteurs ferroviaires de marchandises et de voyageurs canadiens qu'ils mettent en œuvre des moyens de défense physiques à sécurité intrinsèque pour le contrôle des trains, en commençant par les corridors ferroviaires à grande vitesse du Canada.

R11E0063 (Bailey) – Le 23 juin 2011, vers 6 h 25 (heure avancée des Rocheuses), le train de marchandises Q10131-21 du CN, qui circulait 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 des signaux 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 15 de VIA Rail 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. Les 2 membres de l'équipe de conduite et 5 voyageurs ont subi des blessures. 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 (CCC), 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 du CP roulant vers l'ouest, qui quittait Golden depuis la voie nord et, par une liaison, s'engageait sur la voie sud. La collision a provoqué le déraillement de 3 locomotives et de 26 wagons. 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 seraient satisfaites.

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, les mécanismes de défense de la CCC ne sont pas conçus pour assurer la sécurité quand une équipe de train interprète les indications des signaux comme étant plus permissives qu'elles ne le sont. L'intervention d'un système comme le PTC aurait pu compenser les erreurs d'identification des signaux et prévenir la collision.

R07E0129 (Peers) – Le 27 octobre 2007, à 5 h 5, heure avancée des Rocheuses, l'équipe du train A41751-26 (train 417) du CN, qui roulait vers l'ouest sur la voie principale de la subdivision d'Edson, a déclenché un freinage d'urgence à environ 475 pieds d'un signal d'arrêt absolu situé à l'extrémité ouest de Peers (Alberta). Le train a dépassé le signal sans pouvoir s'arrêter et est entré en collision avec le train M34251-26 (train 342) du CN, qui roulait vers l'est et entrait dans la voie d'évitement. La collision a entraîné le déraillement des locomotives et de 22 wagons du train 417. Dix autres wagons ont subi des dommages, mais n'ont pas déraillé. Cinq wagons du train 342 ont déraillé, et 4 autres wagons ont subi des dommages, mais n'ont pas déraillé. Il n'y a pas eu de blessures graves. Selon l'enquête, l'intervention d'un système de type PTC aurait peut-être pu compenser la perte de conscience situationnelle du mécanicien de locomotive et prévenir la collision.

R99T0017 (Trenton Junction) – Le 19 janvier 1999, le train 52 de VIA Rail qui roulait vers l'est a dépassé le signal 2328S, au point milliaire 232,8 de la subdivision de Kingston du CN à la gare de Trenton Junction, lequel affichait une indication d'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 eu aucun déraillement ni aucune blessure. Il n'y a pas eu 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. Par suite de l'accident de Notch Hill, le BST 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).

R98V0148 (Notch Hill) – Le 11 août 1998, le train 463-11 du CP a heurté la queue du train 839-020 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. Il n'y a pas eu de blessés. Le BST 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.