



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE R15V0191



Collision à un passage à niveau

Compagnie des chemins de fer nationaux du
Canada

Langley (Colombie-Britannique)

11 septembre 2015

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-tsb.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 R15V0191

No de cat. TU3-6/15-0191F-PDF
ISBN 978-0-660-08751-1

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 R15V0191

Collision à un passage à niveau

Compagnie des chemins de fer nationaux du
Canada

Langley (Colombie-Britannique)

11 septembre 2015

Résumé

Le 11 septembre 2015, vers 11 h 20 (heure avancée du Pacifique), le train Q10251-11 de la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada circulant en direction nord dans la subdivision Page du Chemin de fer Canadien Pacifique est entré en collision avec une ambulance au passage à niveau à l'intersection de Crush Crescent et Glover Road (point milliaire 18,81), à Langley (Colombie-Britannique). Le technicien paramédical et le patient qui se trouvaient dans le module-ambulance ont subi des blessures et ont été transportés à l'hôpital par ambulance aérienne. Le conducteur a été transporté à l'hôpital, a été soigné et a reçu son congé. Le patient a ultérieurement succombé aux blessures subies lors de la collision.

This report is also available in English.

Table des matières

1.0	Renseignements de base	1
1.1	L'accident.....	1
1.2	Enregistrements.....	5
1.3	Le train.....	5
1.4	L'équipe de train.....	6
1.5	Subdivision Page.....	6
1.6	Le passage à niveau	6
1.7	Systèmes d'avertissement de passage à niveau	9
1.8	Règlement sur les passages à niveau et Normes sur les passages à niveau.....	10
1.9	Examen des lieux au passage à niveau.....	12
1.10	Géométrie du passage à niveau à l'intersection Crush Crescent et Glover Road..	12
1.11	Interconnexion des signaux de passage à niveau et des feux de circulation.....	14
1.12	Synchronisation du bloc de commande du système d'avertissement de passage à niveau et du régulateur de la circulation au passage à niveau.....	15
1.13	Exigences réglementaires sur l'inspection des passages à niveau.....	16
1.13.1	Résultats des essais et des inspections de la compagnie ferroviaire et de l'administration routière au passage à niveau à l'intersection Crush Crescent et Glover Road.....	17
1.13.2	Autres sources de données pour l'inspection et les essais.....	18
1.14	Enquêtes et recommandations du National Transportation Safety Board des États-Unis sur la sécurité aux passages à niveau.....	19
1.15	Exploitation des trains dans les environs d'un passage à niveau.....	20
1.16	British Columbia Emergency Health Services	21
1.17	L'ambulance.....	21
1.18	L'équipe de l'ambulance	22
1.18.1	Formation des conducteurs d'ambulance au British Columbia Ambulance Service	23
1.18.2	Opération Gareautrain – Cours de sensibilisation aux passages à niveau à l'intention des intervenants d'urgence.....	25
1.18.3	Supervision et surveillance du rendement des conducteurs d'ambulance.....	25
1.19	Utilisation d'un téléphone cellulaire au volant d'un véhicule	26
1.20	Politique du British Columbia Ambulance Service sur l'utilisation de téléphones cellulaires	27
1.21	Utilisation d'un téléphone cellulaire au volant d'une ambulance.....	29
1.22	Distraction du conducteur.....	30
1.23	Conscience situationnelle.....	33
1.24	Traitement de l'information par le conducteur à l'approche du passage à niveau	33
1.24.1	Perceptibilité sensorielle.....	34
1.24.2	Perceptibilité cognitive.....	37
1.25	Entrée en action de schémas.....	37
1.26	Charge de travail d'un conducteur effectuant un virage à gauche.....	38
2.0	Analyse.....	39
2.1	L'accident.....	39

2.2	Préparation du conducteur pour le franchissement du passage à niveau et de l'intersection.....	39
2.3	Perception de l'activation du système d'avertissement du passage à niveau.....	39
2.4	Entrée en action de schémas.....	40
2.4.1	Entrée en action d'un schéma « feu vert ».....	40
2.4.2	Entrée en action d'un schéma « descente des barrières ».....	41
2.5	Complexité du passage à niveau.....	41
2.6	Conscience situationnelle.....	41
2.7	Géométrie et conception du passage à niveau.....	42
2.8	Marquage des voies de la chaussée au passage à niveau.....	43
2.9	Essais de l'interconnexion entre le système d'avertissement au passage à niveau et les feux de circulation.....	43
2.10	Conduite du train et actions de l'équipe à proximité du passage à niveau.....	44
2.11	Formation du conducteur.....	45
2.12	Supervision et surveillance du rendement des conducteurs.....	45
3.0	Faits établis.....	46
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs.....	46
3.2	Faits établis quant aux risques.....	47
3.3	Autres faits établis.....	47
4.0	Mesures de sécurité.....	48
4.1	Mesures de sécurité prises.....	48
4.1.1	Transports Canada.....	48
4.1.2	Ministère des Transports et de l'Infrastructure.....	52
4.1.3	Avis de sécurité ferroviaire du Bureau de la sécurité des transports.....	53
4.1.4	Chemin de fer Canadien Pacifique.....	54
4.1.5	British Columbia Emergency Health Services.....	55
	Annexes.....	56
	Annexe A – Schémas du passage à niveau et de l'intersection préparés par le ministère des Transports et de l'Infrastructure de la Colombie-Britannique et le Chemin de fer Canadien Pacifique.....	56
	Annexe B – Safety Advisory 2010-02.....	57

1.0 Renseignements de base

1.1 L'accident

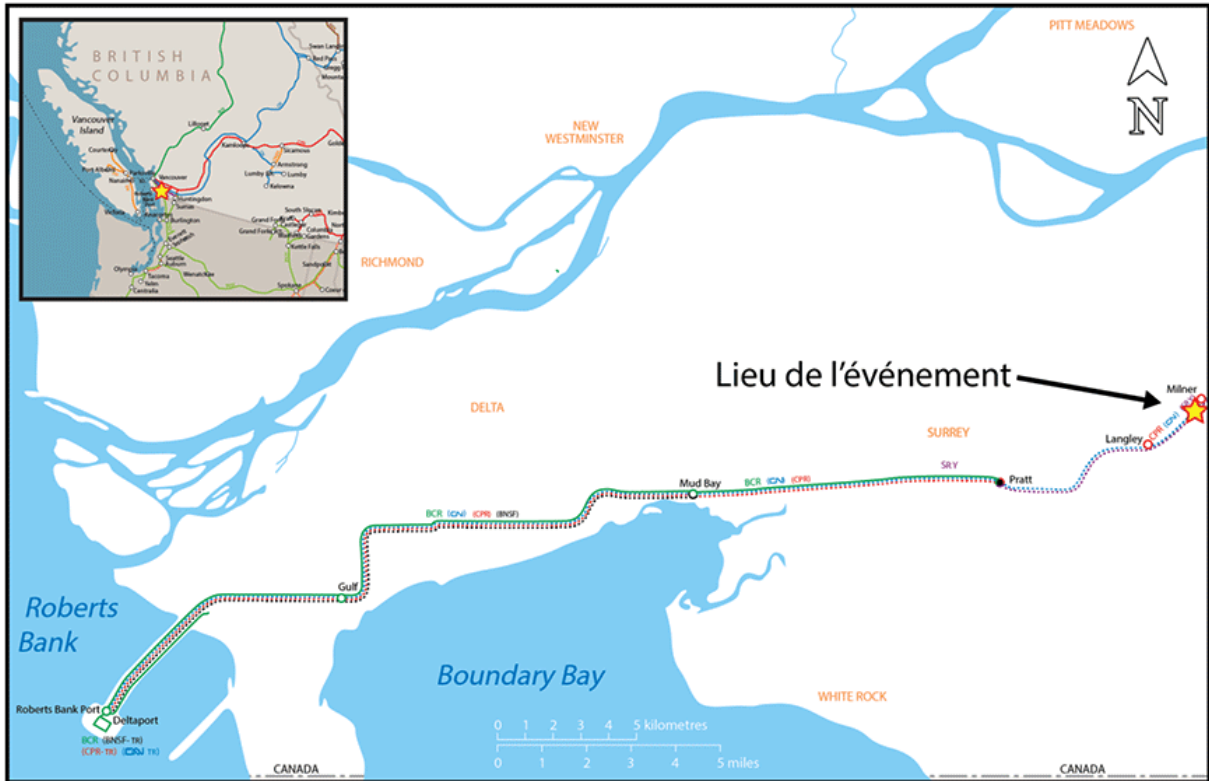
Le 11 septembre 2015, une équipe d'ambulanciers du British Columbia Ambulance Service (BCAS) a commencé son quart de travail à 10 h¹ à bord de l'ambulance n° 62769. Peu de temps avant le début du quart de cette équipe, le BCAS avait reçu une demande non urgente² de transfert d'un patient entre un établissement de soins de longue durée à Langley (Colombie-Britannique) et l'hôpital régional d'Abbotsford (Colombie-Britannique). Lorsque l'ambulance arrive à l'établissement de soins de longue durée, les ambulanciers placent le patient dans le module-ambulance du véhicule. Un des techniciens paramédicaux demeurera auprès du patient.

L'itinéraire choisi jusqu'à Abbotsford franchissait un passage à niveau à l'intersection Crush Crescent et Glover Road (figure 1). Le conducteur connaissait peu cet itinéraire.

¹ Les heures sont exprimées en heure avancée du Pacifique (temps universel coordonné moins 7 heures).

² Une demande non urgente concerne une situation ne nécessitant pas de soins d'urgence.

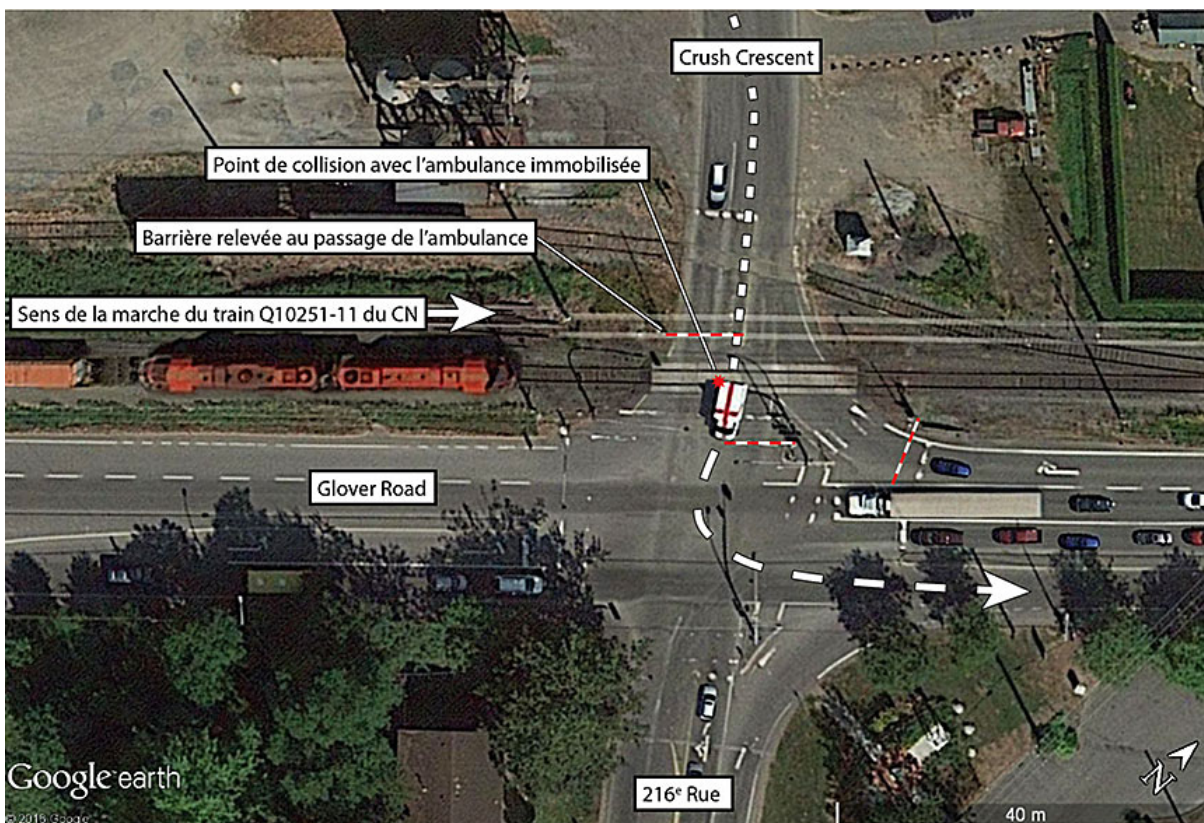
Figure 1. Lieu de l'événement (Source : Association des chemins de fer du Canada, *Atlas du rail canadien*, avec annotations du BST)



Vers 11 h 20, l'ambulance circulait en direction est sur Crush Crescent avec l'intention de virer à gauche (vers le nord) sur Glover Road. Le feu de circulation du virage à gauche était vert. L'ambulance roulait à faible allure vers le passage à niveau.

Pendant que l'ambulance approchait du passage à niveau, le système d'avertissement de passage à niveau (SAPN) s'est déclenché. La cloche et les clignotants se sont déclenchés et les barrières ont commencé à descendre. L'ambulance s'est immobilisée, mais elle était sur la voie. Peu après, alors que les barrières étaient complètement abaissées en vue de l'arrivée du train, l'ambulance a avancé et s'est trouvée entre le rail sud de la voie principale et la barrière de contrôle de la circulation venant en sens inverse (c.-à-d., les véhicules circulant vers l'ouest). Toutefois, même dans cette position, l'ambulance obstruait la voie principale (figure 2).

Figure 2. Lieu de l'événement et position du train et de l'ambulance avant la collision (Source : Google Earth, avec ajout par le BST d'images du train et de l'ambulance et d'annotations)



Le 11 septembre 2015, vers 9 h 28, le train Q10251-11 de la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada (CN) a quitté Roberts Bank, à Delta (Colombie-Britannique), dans la subdivision Port, en direction est³. À Pratt, il s'est engagé sur la subdivision Page du Chemin de fer Canadien Pacifique (CP). Vers 11 h 20 min 5 s, en approchant du passage à niveau au point milliaire 18,81, l'équipe du train a vu une ambulance qui s'engageait dans le passage à niveau puis s'y immobilisait.

À 11 h 20 min 9 s, alors que le train se trouvait à environ $\frac{1}{4}$ mille du passage à niveau, le mécanicien de locomotive a actionné le sifflet de la locomotive, conformément à la règle 14(l) du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REFC), laquelle indique notamment ce qui suit :

(1) ___ o ___ [2 coups longs, 1 coup bref, 1 coup long]

- (i) (#) Aux passages à niveau publics :

Là où il est nécessaire, un poteau ou panneau indicateur commandant de siffler sera situé à $\frac{1}{4}$ de mille avant chaque passage à niveau public. Le signal par sifflet doit être actionné par les mouvements circulant :

- à plus de 44 mi/h, au panneau indicateur commandant de siffler;

³ Les directions indiquées sont les directions géographiques véritables et peuvent ne pas correspondre aux directions figurant dans l'indicateur du chemin de fer.

- à 44 mi/h ou moins, afin de donner un délai d'avertissement de 20 secondes avant d'engager le passage à niveau.

Le signal par sifflet doit être prolongé ou répété jusqu'à ce que le passage à niveau soit entièrement occupé.

L'équipe du train a vu l'ambulance tenter de dégager le passage à niveau en avançant légèrement à 2 reprises. L'équipe du train a constaté que l'ambulance obstruait toujours la voie et a déclenché un freinage d'urgence (c.-à-d., un serrage à fond des freins) environ 2 secondes avant que le train heurte l'ambulance. Le tableau 1 décrit 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*

Heure	Événement/actions de l'équipe du train
11 h 20 min 5 s	Le train circulait à 34 mi/h et se trouvait à environ 1520 pieds du passage à niveau. L'ambulance est apparue et s'est engagée lentement dans le passage à niveau.
11 h 20 min 9 s	La locomotive de tête a franchi le panneau indicateur commandant de siffler se trouvant à environ 1320 pieds au sud du passage à niveau. Le signal par sifflet est actionné au moyen du klaxon de la locomotive. L'ambulance s'est immobilisée, occupant entièrement le passage à niveau.
11 h 20 min 13 s	À environ 1120 pi du passage à niveau, le sifflet est actionné sans relâche.
11 h 20 min 22 s	Après être demeurée immobile pendant environ 13 secondes (de 11 h 20 min 9 s à 11 h 20 min 22 s), l'ambulance a avancé légèrement pour tenter de dégager le passage à niveau.
11 h 20 min 28 s	L'ambulance a avancé légèrement une deuxième fois, jusqu'à ce que l'arrière soit en ligne avec le rail sud de la voie principale. Elle obstruait toujours le passage à niveau.
11 h 20 min 33 s	À environ 100 pieds du passage à niveau, alors que le train circulait à 34 mi/h, un freinage d'urgence a été déclenché.
11 h 20 min 35 s	Le train a heurté l'ambulance à une vitesse de 34 mi/h. Le train a touché l'arrière de l'ambulance. La force de l'impact a fait pivoter l'ambulance de 180 degrés, et le train a encore touché l'avant de l'ambulance.
11 h 21 min 14 s	Le train s'est immobilisé à environ 1135 pieds au-delà du passage à niveau.

* Les heures et les événements indiqués sont en corrélation avec les enregistrements de l'enregistreur d'événements et de la caméra orientée vers l'avant de la locomotive de tête du train.

Le technicien paramédical et le patient qui se trouvaient à l'arrière de l'ambulance ont subi des blessures en raison de la collision et ont dû être transportés à l'hôpital par ambulance aérienne. Le patient a ultérieurement succombé aux blessures qu'il a subies lors de la collision. Le conducteur de l'ambulance⁴ a été transporté à l'hôpital par ambulance terrestre, a été soigné, puis a reçu son congé.

Le jour de l'événement, le temps était ensoleillé. Même si le soleil était haut dans le ciel au moment de l'événement, rien n'indique qu'il ait nui à la capacité des conducteurs de

⁴ Le conducteur de l'ambulance était aussi technicien paramédical.

véhicules approchant du passage à niveau Crush Crescent de voir les feux de circulation ou la signalisation du passage à niveau.

1.2 Enregistrements

On a examiné les enregistrements de la caméra orientée vers l'avant de la locomotive de tête et d'une caméra de tableau de bord d'un véhicule qui circulait en direction sud sur Glover Road.

L'examen de ces enregistrements a permis de faire les constatations suivantes :

- Au moment où l'ambulance approchait de la voie principale, la barrière de contrôle de la circulation vers l'ouest provenant de la 216^e Rue et traversant Glover Road pour emprunter la route Crush Crescent avait déjà commencé à descendre.
- L'ambulance, qui s'était immobilisée en obstruant la voie principale, a été légèrement avancée à 2 reprises (à 11 h 20 min 22 s et à 11 h 20 min 28 s).
- Même si la barrière la plus proche de l'avant de l'ambulance (la barrière face à la circulation en direction ouest) était abaissée, elle ne s'étendait pas devant l'ambulance et ne l'empêchait pas d'avancer (cercle rouge dans la figure 3).

Figure 3. Avant de l'ambulance au-delà de la barrière abaissée (Source : vidéo de caméra de tableau de bord)



1.3 Le train

Le train à traction répartie⁵ se composait de 3 locomotives et 62 wagons comptant 168 plateformes porte-conteneurs chargées⁶. Il y avait 2 locomotives en tête de train et

⁵ La traction répartie permet la distribution physique des locomotives à différents emplacements dans le train. Les locomotives en traction répartie sont commandées à distance depuis la locomotive de tête.

⁶ Les wagons porte-conteneurs intermodaux se composent de 1, 3 ou 5 plateformes.

1 locomotive en queue de train. Le train mesurait 10 615 pieds de long et pesait 10 403 tonnes courtes.

1.4 L'équipe de train

L'équipe de train se composait de 1 mécanicien de locomotive (ML), 1 chef de train et 1 ML stagiaire. Le ML stagiaire, qui était aux commandes du train au moment de l'événement, était supervisé par le ML. Le ML et le chef de train étaient qualifiés pour leurs postes respectifs, répondaient aux normes d'aptitude au travail et de repos, et connaissaient bien les méthodes d'exploitation dans la subdivision Page. Le ML stagiaire était un chef de train qualifié et participait au programme de formation des ML depuis mars 2015. Au cours des mois précédant l'événement, le ML stagiaire avait principalement travaillé avec le ML.

1.5 Subdivision Page

La subdivision Page s'étend de Riverside (point milliaire 0,0) à Pratt (point milliaire 24,0), où elle rejoint la subdivision Port du British Columbia Railway. Du point milliaire (PM) 16,4 (Livingstone) au PM 24,0 de la subdivision Page, la circulation des trains est régie par le système de commande centralisée de la circulation autorisé en vertu du REFC et supervisé par un contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) du British Columbia Railway en poste à Roberts Bank (Colombie-Britannique). La vitesse maximale autorisée pour les trains dans les environs du passage à niveau était de 35 mi/h.

La subdivision Page appartient au CP. Toutefois, le CN et le Southern Railway of British Columbia y exploitent aussi des trains. En 2015, 2806 trains ont parcouru la subdivision Page, par rapport à 2715 en 2014.

1.6 Le passage à niveau

Le passage à niveau de l'événement à l'étude (le passage à niveau) se trouve à Langley, au PM 18,81 de la subdivision Page. Le passage à niveau, qui croise Crush Crescent et est parallèle à Glover Road, est doté d'un SAPN comportant des feux clignotants, une cloche et des barrières. Le SAPN fonctionnait normalement au moment de l'événement. Le système de signalisation du passage à niveau, qui était relié au système de feux de signalisation routière de l'intersection, utilisait un prédicteur pour passage à niveau pour assurer un délai d'avertissement et un délai de prédéclenchement de la priorité ferroviaire constants au régulateur des feux de circulation.

Un second passage à niveau pour la voie de garage de Milner se trouvait à environ 13 m à l'ouest du passage à niveau de l'événement. Le deuxième passage à niveau était doté d'un panneau indicateur de passage à niveau.

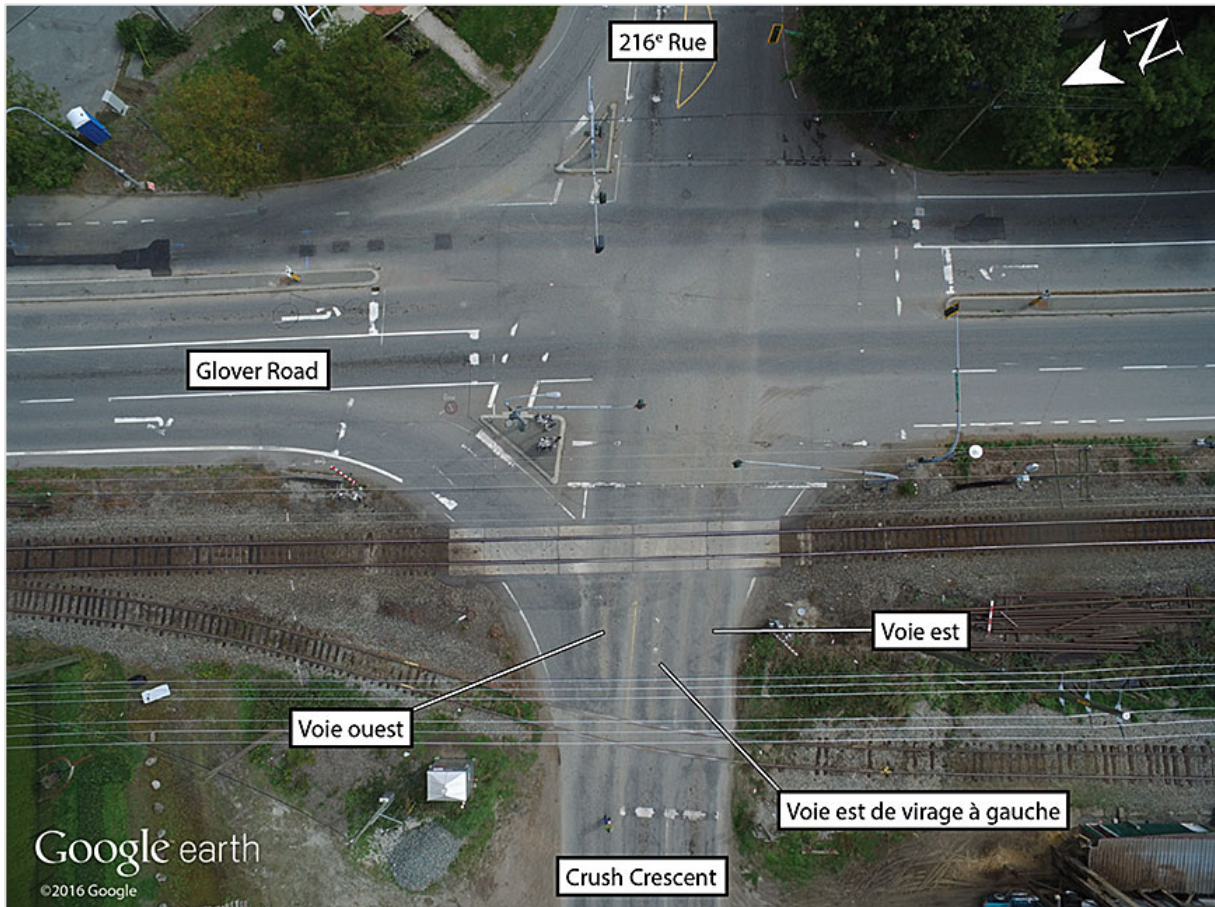
Le passage à niveau et les chaussées voisines relèvent de différentes compétences. Crush Crescent et la 216^e Rue relèvent du Canton de Langley. Glover Road (route 10) ainsi que les feux de circulation sur cette route (contrôlant la circulation en direction et en provenance des routes contiguës) relèvent du ministère des Transports et de l'Infrastructure (MOTI) de la

Colombie-Britannique. Le MOTI et le CP ont la responsabilité partagée de l'interconnexion des feux de circulation avec le SAPN du passage à niveau qui croise la route Crush Crescent. L'exploitation et l'entretien du SAPN au passage à niveau reviennent au CP. Il y a de l'incertitude quant à l'entité responsable des marques routières et de leur entretien à ce passage à niveau⁷.

Au moment de l'événement, les marques peintes sur la chaussée de la route Crush Crescent étaient délavées et n'étaient pas clairement visibles (figure 4). Au passage à niveau, les 3 voies (c.-à-d., les voies en direction est et ouest et celle pour le virage à gauche) n'étaient pas clairement marquées par des lignes et des flèches. La bande d'arrêt pour la circulation en direction est (située à l'ouest du passage à niveau de la voie de garage de Milner) était visible, quoique très dégradée.

⁷ Le canton de Langley estime que, d'après le Jurisdictional Atlas du MOTI, la responsabilité de poser et d'entretenir les marques routières à ce passage à niveau ne lui incombe pas. Toutefois, le MOTI fait valoir qu'une disposition d'un arrêté de l'Office des transports du Canada (n° 1993-R-330 sur le déplacement du passage à niveau, du PM18,81 au PM18,83 de la subdivision Page du CP) désigne le canton de Langley comme l'entité responsable du passage à niveau et de ses abords routiers. Au moment de la rédaction du présent rapport, ce passage à niveau se trouvait toujours au PM18,81 de la subdivision Page du CP.

Figure 4. Marques routières délavées au lieu de l'événement (Source : Gendarmerie royale du Canada, avec annotations du BST)



Depuis 1993, 3 autres événements à déclarer au BST sont survenus au passage à niveau à l'intersection Crush Crescent et Glover Road :

- R93V0066 : Le 7 avril 1993, le train de marchandises 824-061 du CP circulant vers le nord a heurté un véhicule au passage à niveau public à l'intersection Crush Crescent et Glover Road, lequel était doté de feux clignotants et d'une cloche. L'occupant du véhicule a subi des blessures mineures. Au moment de cet événement, ce passage à niveau était dépourvu de barrières.
- R06V0240 : Le 12 novembre 2006, le train West Turn n° 2 du Southern Railway of British Columbia circulant vers le nord dans la subdivision Page a heurté un véhicule immobilisé sous les barrières du passage à niveau à l'intersection Crush Crescent et Glover Road. Cet incident n'a fait aucun blessé.
- R09V0241 : Le 19 novembre 2009, le train de marchandises 819-109 du CP circulant vers le sud dans la subdivision Page a heurté un véhicule au passage à niveau à l'intersection Crush Crescent et Glover Road, lequel était doté de feux clignotants, d'une cloche et de barrières. Le conducteur a subi des blessures de nature indéterminée et a été transporté à l'hôpital.

En 2015, on a classé ce passage à niveau parmi les plus préoccupants de la Colombie-Britannique en vertu du modèle de risques de Transports Canada (TC) pour la région du Pacifique.

1.7 *Systèmes d'avertissement de passage à niveau*

Au Canada, des SAPN sont installés à de nombreux passages à niveau. Leur principale fonction est de fournir aux conducteurs de véhicules et aux piétons des avertissements visuels et sonores de l'approche d'un train. Les *Normes sur les passages à niveau* (NPN)⁸ de TC contiennent divers critères servant à déterminer s'il est nécessaire d'installer un SAPN à un passage à niveau. La vitesse et la fréquence de passage des trains, le nombre de voies, le volume de la circulation routière et les lignes de visibilité des conducteurs de véhicules par rapport aux voies ferrées figurent parmi les critères.

Les SAPN sont conçus et configurés de façon à assurer des délais d'avertissement suffisamment longs pour permettre aux véhicules approchant d'un passage à niveau de s'immobiliser avant les voies ferrées et/ou de dégager le passage à niveau en toute sécurité. Les NPN prescrivent un délai d'avertissement d'au moins 20 secondes. Des délais d'avertissement plus longs peuvent être requis selon la géométrie de l'intersection de la chaussée et de la voie ferrée. Dans certains cas, un délai d'avertissement plus long est nécessaire pour s'assurer que les véhicules ont le temps de dégager le passage à niveau avant l'arrivée d'un train.

Les feux clignotants et les cloches constituent les principaux dispositifs de signalisation dont sont dotés les SAPN. Les feux clignotants sont toujours installés en paires. Le nombre et la position des paires de feux clignotants varient en fonction de la géométrie de la chaussée au passage à niveau et des intersections routières à proximité. Si le volume sonore de 1 cloche est trop faible pour avvertir les piétons et les cyclistes, on peut installer plus de 1 cloche.

Un SAPN peut aussi comprendre des barrières pour bloquer le chemin des véhicules et des piétons approchant d'un passage à niveau et les forcer à s'immobiliser. Les barrières sont souples et cassables pour permettre à un véhicule de dégager le passage à niveau s'il se retrouve piégé entre une barrière et une voie. Les NPN régissent l'installation de barrières aux passages à niveau.

Si le délai d'avertissement est court, il peut arriver que des automobilistes ne parviennent pas à dégager le passage à niveau avant l'arrivée d'un train. À l'inverse, des délais d'avertissement trop longs peuvent aussi présenter des dangers. Le fonctionnement nuisible⁹ d'un SAPN peut inciter les conducteurs à croire qu'il est défectueux. Croyant qu'aucun train n'approche, certains conducteurs peuvent décider de franchir le passage à niveau même si le SAPN s'est déclenché.

⁸ Les *Normes sur les passages à niveau* sont des normes techniques obligatoires qui font partie du *Règlement sur les passages à niveau* par renvoi.

⁹ Le fonctionnement nuisible se produit lorsqu'un SAPN se déclenche, mais qu'aucun train n'approche du passage à niveau ni ne se trouve à proximité.

Pour prévoir des délais d'avertissement suffisants, on a conçu des technologies permettant de prévoir le temps qu'un train mettra à atteindre le passage à niveau duquel il s'approche. Les prédicteurs de passage à niveau utilisent des circuits de voie spéciaux pour déterminer en temps réel l'éloignement et la vitesse d'un train se trouvant dans un circuit de voie donné (sur une certaine distance du passage à niveau). Le délai d'avertissement minimal est programmé dans le prédicteur pendant l'installation du passage à niveau. Pour tenir compte du changement possible de la vitesse du train et d'autres facteurs influant sur le calcul du moment de l'arrivée, le délai d'avertissement est habituellement prolongé par rapport au délai minimum exigé – souvent, de 5 secondes. On appelle ce délai supplémentaire « temps tampon ».

1.8 Règlement sur les passages à niveau *et* Normes sur les passages à niveau

Le nouveau *Règlement sur les passages à niveau* (RPN) est entré en vigueur le 28 novembre 2014. Avant la mise en œuvre du nouveau RPN, TC avait publié un document de référence sur la conception des passages à niveau¹⁰. Comme il ne s'agissait que d'un document indicatif, il n'était pas exécutoire¹¹.

Le RPN a apporté des clarifications sur différents sujets, dont :

- les responsabilités des administrations routières et des compagnies ferroviaires concernant les passages à niveau;
- l'échange d'information sur les passages à niveau entre les compagnies ferroviaires et les administrations routières (pour les passages à niveau existants, l'information doit être échangée dans les 2 ans suivant l'entrée en vigueur du règlement);
- l'inclusion de nouvelles normes sur les lignes de visibilité et la conception des passages à niveau (les nouvelles normes doivent être intégrées aux passages à niveau existants dans les 7 ans suivant l'entrée en vigueur du règlement, ou plus tôt si un passage à niveau fait l'objet de modifications).

Les NPN comprennent les exigences suivantes :

Article 15.1.4 :

La sonnerie doit continuer de fonctionner pour une durée identique à celle des dispositifs lumineux.

¹⁰ TC a publié en 2002 un projet de normes techniques sous le titre *Normes techniques et exigences concernant l'inspection, les essais et l'entretien des passages à niveau rail-route* (RTD 10). On y définissait les normes de sécurité minimales pour la construction, la modification et l'entretien (y compris l'inspection et les essais) des passages à niveau et de leurs abords routiers. Les normes du projet RTD 10 n'étaient pas exécutoires, mais TC, les autorités ferroviaires et les administrations routières s'y reportaient à titre de lignes directrices lors d'examens de la sécurité aux passages à niveau.

¹¹ En vertu de la *Loi sur la sécurité ferroviaire*, les inspecteurs de la sécurité ferroviaire de TC ont le pouvoir de prendre des mesures réglementaires s'ils croient qu'il pourrait y avoir un risque ou s'ils discernent un risque imminent à la sécurité de l'exploitation ferroviaire.

Article 15.2.2 :

La lisse de la barrière doit mettre entre 10 et 15 secondes pour descendre et entre 6 et 12 secondes pour remonter.

Article 16.1 :

16.1 Temps d'annonce d'approche

16.1.1 La durée durant laquelle le système d'avertissement doit fonctionner, avant l'arrivée du matériel ferroviaire à la surface de croisement doit être la plus élevée de l'une ou l'autre des valeurs suivantes :

- a) vingt (20) secondes, à moins que la distance de dégagement du passage à niveau (figure 10-1) est supérieure à 11 m (35 pi), sinon augmenter ce délai de 20 secondes d'une seconde pour chaque 3 m (10 pi) supplémentaire ou fraction de 10 pi;
- b. le temps de passage du véhicule type^[12] (article 10.3.2);
- c) le temps de passage des piétons, des cyclistes et des personnes utilisant un appareil fonctionnel (article 10.3.3);
- d) le délai de descente des barrières^[13] en plus du temps que met la lisse de la barrière pour descendre en position, plus cinq (5) secondes;
- e) le temps d'annonce minimum requis pour l'interconnexion des feux de circulation (alinéa 19.3a));
- f) le temps que met le véhicule type pour parcourir la distance de visibilité d'arrêt^[14] et franchir complètement la distance de dégagement^[15].

Article 19.1 :

Une interconnexion doit être fournie à un passage à niveau où la vitesse de référence est égale ou supérieure à 25 km/h (15 mi/h) et où il y a moins de 30 m entre le rail le plus près du passage à niveau et la chaussée du carrefour routier muni de feux de circulation.

Article 19.3 :

L'interconnexion des feux de circulation avec système d'avertissement doit :

-
- ¹² Un véhicule type est le véhicule le plus long autorisé à circuler sur une route donnée selon les lois et règlements de l'administration routière concernée.
 - ¹³ Le délai de descente des barrières est le délai entre l'activation initiale du SAPN et le moment où les barrières commencent à descendre.
 - ¹⁴ La distance de visibilité d'arrêt est la somme de la distance qu'un conducteur de véhicule parcourt entre le moment où il aperçoit un signal et le moment où il y réagit, et de la distance de freinage du véhicule.
 - ¹⁵ La distance de dégagement est la somme de la distance entre le point de départ de l'approche d'un passage à niveau et le point de dégagement au-delà du rail le plus éloigné (p. ex., 7,9 pieds au-delà du rail le plus éloigné).

- a) laisser suffisamment de temps aux conducteurs de véhicules pour dégager le passage à niveau avant l'arrivée du matériel ferroviaire sur la surface de croisement;
- b) empêcher les véhicules en provenance du carrefour de s'avancer vers le passage à niveau.

1.9 Examen des lieux au passage à niveau

Pendant l'examen des lieux, on a observé le fonctionnement du SAPN lorsqu'un train approchait du passage à niveau. Lorsque des véhicules étaient déjà immobilisés à la ligne d'arrêt précédant le passage à niveau (parce que le feu de circulation était rouge), le SAPN se déclenchait et le feu de circulation passait simultanément au vert. Ce mode de fonctionnement vise à permettre aux véhicules faisant la file au passage à niveau de le franchir avant l'arrivée du train. Toutefois, les conducteurs étaient à la fois invités par le feu vert à s'engager dans le passage à niveau même s'il n'était pas sécuritaire de le faire, et avertis de l'approche d'un train par le déclenchement du SAPN. Le feu de circulation pouvait rester au vert jusqu'à ce que le train occupe le passage à niveau.

Il est apparu que les commandes contradictoires d'arrêter et d'avancer du SAPN et des feux de circulation semaient la confusion dans l'esprit de certains conducteurs.

Le 17 mars 2016, le BST a émis l'Avis de sécurité ferroviaire – 07/16 sur le fonctionnement du SAPN et des feux de circulation au passage à niveau de l'événement¹⁶.

1.10 Géométrie du passage à niveau à l'intersection Crush Crescent et Glover Road

Après l'événement à l'étude, TC a établi que ce passage à niveau n'était pas conforme à la nouvelle définition d'un passage à niveau figurant dans le RPN de 2014 :

Franchissement routier à niveau ou plusieurs franchissements routiers à niveau dont les voies ferrées ne sont pas séparées l'une de l'autre par plus de 30 m.

Au lieu de l'événement, la route Crush Crescent franchit 2 voies séparées par environ 13 m (la voie principale et la voie de garage de Milner). Toutefois, ces 2 voies étaient protégées par 2 systèmes de signalisation différents : le passage à niveau de la voie principale était doté d'un SAPN et celui de la voie de garage de Milner, d'un panneau indicateur. Par définition, ces 2 voies auraient dû être traitées comme un seul passage à niveau. Les dispositifs d'avertissement satisfaisaient aux normes lorsqu'ils ont été installés (même si le panneau indicateur constituait le seul avertissement pour la voie de garage de Milner), mais les lignes de visibilité n'étaient pas conformes aux nouvelles NPN. Du reste, en vertu de la mise en

¹⁶ Bureau de la sécurité des transports du Canada, Avis de sécurité ferroviaire – 07/16 : Sécurité du passage à niveau à l'intersection Crush Crescent et Glover Road à Langley (Colombie-Britannique), 17 mars 2016, disponible à l'adresse www.bst-tsb.gc.ca/fra/medias-media/sur-safe/letter/rail/2016/r15v0191/r15v0191-617-07-16.asp (dernier accès le 21 mai 2017).

œuvre progressive du nouveau RPN, il n'est pas nécessaire de mettre à niveau les dispositifs d'avertissement en fonction des nouvelles exigences avant 2021, à moins que des modifications ne soient apportées à un passage à niveau¹⁷.

On a constaté ce qui suit pendant l'examen du site et du passage à niveau :

- Dans les plans du passage à niveau du chemin de fer, on avait possiblement interprété la ligne médiane de la route figurant sur les dessins techniques du MOTI comme étant la ligne séparant les voies routières de sens opposés (annexe A). En conséquence, la lisse de la barrière contrôlant la circulation routière vers est ne bloquait pas complètement les 2 voies en direction est. Par comparaison, la lisse de la barrière de contrôle de la circulation vers l'ouest s'étendait au-delà de la voie en direction ouest. Toutefois, les barrières des voies en direction est et ouest satisfaisaient aux exigences de l'alinéa 12.1e)¹⁸ des NPN (figure 5).
- La distance entre le système d'avertissement (feux clignotants) et la ligne médiane de la route (mesurée perpendiculairement à la route) était supérieure à 7,7 m¹⁹, ce qui exige l'installation d'un dispositif lumineux en porte-à-faux.

À certains moments, le panneau indicateur de la voie de garage de Milner et le panneau de la ligne d'arrêt (figure 6) masquaient partiellement les feux clignotants du SAPN à la vue des conducteurs en direction est approchant du passage à niveau.

Figure 5. Lisse de la barrière dépassant la ligne médiane



¹⁷ Normes sur les passages à niveau, article 7 (Lignes de visibilité), 7.1.1, 7.2 a) b), c) et figure 7-1 a), b).

¹⁸ L'alinéa 12.1e) des Normes sur les passages à niveau indique notamment que « [p]our les passages à niveau utilisés par les véhicules, les lisses des barrières doivent s'étendre jusqu'à au plus 1 m (3 pi) de l'axe longitudinal de l'abord routier ». Ainsi, la configuration des barrières est acceptable si l'extrémité des lisses des barrières se trouve à 1 m ou moins de la ligne médiane de l'abord routier.

¹⁹ Normes sur les passages à niveau, article 13.3 (Dispositifs lumineux en porte-à-faux), alinéa 13.3.1a).

Figure 6. Système d'avertissement de passage à niveau partiellement masqué à la circulation en direction est approchant du passage à niveau



1.11 *Interconnexion des signaux de passage à niveau et des feux de circulation*

Lorsqu'une intersection de 2 routes gérée par des feux de circulation est adjacente à un passage à niveau, le régulateur de la circulation doit recevoir de l'information pour éviter que les véhicules soient contraints par un feu rouge de demeurer dans un passage à niveau ou à proximité d'un tel passage lorsqu'un train approche. L'interconnexion des signaux de passage à niveau et des feux de circulation permet de mettre en œuvre la priorité ferroviaire. Il faut tenir compte de différents facteurs dans la conception d'un système de priorité ferroviaire :

- Selon la configuration de l'intersection routière et du passage à niveau, il peut suffire de bloquer l'approche des voies ferrées. Toutefois, à certains endroits, il peut être nécessaire que le régulateur de la circulation donne un feu vert aux véhicules faisant la file à un passage à niveau pour leur donner la possibilité de le dégager avant l'arrivée du train. Cette fonction peut être appelée « dégagement de file ».
- Pendant la conception d'un régulateur de la circulation, une administration routière avise habituellement la compagnie ferroviaire de la durée requise pour permettre aux automobilistes de dégager un passage à niveau en toute sécurité. Certains régulateurs de la circulation peuvent atténuer les risques auxquels les automobilistes sont exposés sans activer le SAPN. Cette fonction porte le nom de « déclenchement prioritaire simultané ». Toutefois, le régulateur de la circulation doit habituellement disposer d'un certain délai pour terminer la phase de circulation en cours avant de pouvoir réagir à la demande de priorité ferroviaire du système du passage à niveau.

- La transmission d'un signal d'avertissement avancé de l'approche d'un train s'appelle « prédéclenchement prioritaire ». Le prédéclenchement prioritaire s'utilise conjointement avec un prédicteur pour passage à niveau. Dans une telle interconnexion, le prédicteur est conçu pour détecter et prévoir la présence d'un train approchant à la vitesse maximale permise et y réagir. Un SAPN doté d'un prédicteur peut être programmé pour réagir plus rapidement, ce qui assure une meilleure constance de la priorité ferroviaire.

1.12 Synchronisation du bloc de commande du système d'avertissement de passage à niveau et du régulateur de la circulation au passage à niveau

Lorsqu'un SAPN est connecté à des feux de circulation, il faut respecter certains paramètres de synchronisation des fonctions (définis dans les NPN), y compris le déclenchement des feux de circulation, le délai de descente des barrières et le délai de dégagement de la file de circulation.

Le bloc de commande à détecteur de mouvements et prédicteur pour passage à niveau 62660 de Safetran, qui commandait le fonctionnement des dispositifs de signalisation au moment de l'événement, n'était pas doté de fonctions intégrées d'enregistrement de données. Toutefois, un dispositif externe d'enregistrement de données y était branché. Un tel dispositif produit un registre contenant des données temporelles pertinentes.

Le bloc de commande du SAPN était configuré pour fournir un délai d'avertissement de 30 secondes et un délai d'approche total de 50 secondes²⁰. Cette période de 50 secondes se divisait de la manière suivante :

- 20 secondes de fonctionnement de base;
- 3 secondes pour le dégagement de la file;
- 5 secondes de délai de réaction pour l'équipement (avant le prédéclenchement prioritaire)
- 15 secondes de prédéclenchement prioritaire (indication aux feux de circulation de l'approche du train);
- 5 secondes de temps de réserve;
- 2 secondes pour la descente des barrières avant l'arrivée du train.

Les feux de circulation routière étaient commandés par un régulateur LMD 8000 doté d'un enregistreur intégré pouvant stocker une quantité d'événements de signalisation limitée en fonction de sa capacité de stockage et de son cycle de 24 heures.

Lorsqu'on a effectué la configuration initiale de la fonction de délai de dégagement²¹ du régulateur de la circulation²², le nouveau RPN n'était pas en vigueur. Les calculs du délai de

²⁰ Cette information provient directement du schéma de circuit du CP utilisé pour la configuration du bloc de commande du SAPN.

dégagement n'étaient donc pas basés sur des calculs à jour relatifs au véhicule type. La méthodologie était plutôt basée sur une évaluation de la meilleure et de la pire situation de délai de transfert de la priorité de passage des feux de circulation et du délai de dégagement (feu vert) nécessaire avant l'arrivée d'un train. Dans cette méthodologie, le feu vert prévu doit être suffisamment long pour permettre au véhicule type de dégager ce passage à niveau.

Au passage à niveau de l'événement, dans la phase du prédéclenchement prioritaire, les feux de circulation sont commandés de façon à permettre le dégagement de la file de véhicules sur Crush Crescent. La phase particulière dans laquelle se trouvent les feux de signalisation au début du prédéclenchement prioritaire détermine la durée de délai requise :

- La pire situation se présente lorsque les feux de circulation sont verts pour les véhicules circulant sur Glover Road. Dans ce cas, il faut environ 15 secondes pour transférer la priorité de passage et entamer le dégagement de la file sur Crush Crescent.
- La meilleure situation se présente lorsque les feux de Glover Road et de Crush Crescent sont tous rouges. Dans ce cas, une fois que le bloc de commande des signaux ferroviaires transmet une demande de prédéclenchement prioritaire au régulateur des feux de signalisation, le transfert de priorité de passage se produit en environ 2 secondes, puis le dégagement de la file sur Crush Crescent commence.

1.13 Exigences réglementaires sur l'inspection des passages à niveau

Le tableau 17-2 de l'article 17.1 des NPN indique quels composants d'un SAPN doivent faire l'objet d'inspections et d'essais, et à quelle fréquence. Lorsqu'un SAPN et un régulateur de la circulation sont en interconnexion, ils doivent faire l'objet d'une inspection et d'essais une fois l'an. Même si ce n'est pas explicitement précisé dans la réglementation, ces inspections et essais devraient être effectués conjointement par l'administration routière et la compagnie ferroviaire.

TC a rédigé un document intitulé *Lignes directrices pour l'inspection et l'essai de l'interconnexion de feux de circulation routière et de systèmes d'avertissement de passage à niveau* pour faciliter l'exécution des essais et des inspections des systèmes interconnectés. Ce document et le RPN n'exigent pas l'observation en temps réel ou l'utilisation de données enregistrées dans le cadre des processus recommandés d'inspection et d'essai.

²¹ Le délai de dégagement est le temps calculé nécessaire pour que le véhicule type dégager le passage à niveau.

²² Le MOTI considère que le régulateur de la circulation satisfaisait aux exigences suivantes :

- les alinéas 19.3a) et 19.3b) des *Normes sur les passages à niveau* de 2014;
- l'article 400 de l'Electrical and Traffic Engineering Manual du MOTI;
- le Guide for Determining Time Requirements for Traffic Signal Pre-emption at Highway - Rail Grade Crossings (version 6 10-04) du Department of Transportation du Texas;
- les sections 3.1.10.E.1 et 4 du *Communications and Signals Manual* de l'AREMA;
- une durée du feu vert suffisante pour permettre à un véhicule type WB-20 de dégager la voie.

1.13.1 Résultats des essais et des inspections de la compagnie ferroviaire et de l'administration routière au passage à niveau à l'intersection Crush Crescent et Glover Road

Le tableau 2 est un résumé des résultats des inspections et des essais de l'interconnexion du SAPN et des feux de circulation au passage à niveau de l'événement effectués depuis 2010.

Tableau 2. Résultats des inspections et des essais de l'interconnexion du système d'avertissement de passage à niveau et des feux de circulation

Année	Résultats de l'inspection et des essais	Commentaires
2010	Formulaire d'approbation attestant l'observation du fonctionnement de l'interconnexion entre le SAPN et les feux de circulation.	Aucune observation notée au moment de l'inspection.
2011	Formulaire d'approbation et liste de vérification indiquant 4 tâches à effectuer : 1. Faire simuler par la compagnie ferroviaire le franchissement du passage à niveau par un train 2. Obtenir confirmation de la compagnie ferroviaire que les dispositifs de priorité ferroviaire et d'avertissement fonctionnent normalement 3. Simuler une défectuosité d'interconnexion d'un dispositif de signalisation à circuit de surveillance à 6 fils et confirmation que les feux se mettent à clignoter 4. Obtenir la signature du représentant de la compagnie ferroviaire sur les lieux	Toutes les tâches ont été effectuées, à l'exception de la tâche n° 3, qui ne s'appliquait pas à l'interconnexion du SAPN de ce passage à niveau. Aucune observation en temps réel (p. ex., l'approche d'un train) de l'interconnexion du SAPN et du régulateur de la circulation n'a été effectuée.
2012	Formulaire d'approbation et liste de vérification indiquant 7 éléments à évaluer : 1. Annonce à temps constant 2. Annonce à distance constante 3. Détection de mouvement 4. Est-ce que la barrette d'essai empêche le déclenchement des feux de circulation? 5. Est-ce que la barrette d'essai permet de déclencher les feux de circulation? 6. Délai de déclenchement du système d'avertissement 7. Le délai de prédéclenchement prioritaire* (si l'administration routière l'exige) est de _____ secondes, pour respecter le temps total de priorité nécessaire**, soit de _____ secondes, au niveau du régulateur des feux de circulation [valeurs-circulation].	Tous les éléments ont été évalués, à l'exception de l'élément n° 2 (il n'y a pas eu de contrôle de l'annonce à distance constante) et de l'élément n° 7 (aucune note sur le délai de prédéclenchement prioritaire prévu ou observé). Aucune observation en temps réel (à l'approche d'un train) de l'interconnexion du SAPN et du régulateur de la circulation n'a été effectuée.

2013	Formulaire d'approbation comprenant les 7 éléments à évaluer définis en 2012.	Le formulaire indiquait que les 7 éléments avaient été évalués. Aucune observation en temps réel (à l'approche d'un train) de l'interconnexion du SAPN et du régulateur de la circulation n'a été effectuée. Pour l'élément n°7, les 2 valeurs notées étaient de 41 secondes.
2014	Formulaire d'approbation comprenant les éléments à évaluer définis en 2012 ainsi qu'en 2013.	Tous les éléments étaient notés sur la liste de vérification, à l'exception de l'élément n°1. Aucune observation en temps réel (à l'approche d'un train) de l'interconnexion du SAPN et du régulateur de la circulation n'a été effectuée. Pour l'élément n°7, la valeur notée était de 0 seconde.
2015	Même formulaire d'approbation qu'en 2012, 2013 et 2014; le formulaire indiquait que toutes les tâches avaient été effectuées.	Aucune observation en temps réel (à l'approche d'un train) de l'interconnexion du SAPN et du régulateur de la circulation n'a été effectuée. Pour l'élément n°7, les valeurs notées étaient de 0 et 33 secondes (cette inspection a été effectuée 3 jours après l'événement à l'étude).

* Le délai de prédéclenchement prioritaire correspond à la différence entre le délai de déclenchement maximal requis pour le fonctionnement des feux de circulation et le délai d'avertissement nécessaire.

** Le temps total maximal nécessaire après l'amorce de la séquence de déclenchement des feux de circulation pour compléter la synchronisation du temps de transfert de la priorité de passage, du temps de dégagement de la circulation et du temps de séparation.

La méthode habituelle de vérification du bon fonctionnement de l'interconnexion consiste à installer un cavalier entre les rails pour simuler l'approche ou l'arrivée d'un train. Toutefois, cette méthode ne permet pas d'observer minutieusement l'ensemble du fonctionnement du SAPN et du régulateur de la circulation, ou l'interaction entre ces 2 systèmes. Cette méthode simule un train qu'un prédicteur pour passage à niveau pourrait seulement considérer comme un train roulant rapidement et non aux différentes vitesses d'exploitation normales des trains approchant d'un passage à niveau.

1.13.2 Autres sources de données pour l'inspection et les essais

Les enregistreurs de déclenchement des feux de circulation utilisés par le MOTI consignent la date et l'heure de 2 types d'événements pendant une priorité ferroviaire : le déclenchement et la fin de la priorité. D'autres événements ne concernant pas la priorité ferroviaire sont aussi enregistrés.

En 2015, 2806 trains ont franchi le passage à niveau de l'événement à l'étude, ce qui a entraîné la création d'environ 6000 lignes de données seulement sur les événements de déclenchement de la priorité ferroviaire.

1.14 *Enquêtes et recommandations du National Transportation Safety Board des États-Unis sur la sécurité aux passages à niveau*

Le 25 octobre 1995, à 7 h 10, le train de banlieue 624 de la Northeast Illinois Regional Commuter Railroad Corporation (Metropolitan Rail) a heurté le coin arrière gauche d'un autobus scolaire immobilisé à un passage à niveau à Fox River Grove (Illinois). Alors qu'il traversait le passage à niveau, l'autobus scolaire s'était immobilisé à un feu de circulation rouge, et l'arrière de l'autobus dépassait dans la trajectoire du train, sur environ 3 pieds. Cet accident a fait 7 morts, 24 blessés graves et 5 blessés légers.

Dans le cadre de son enquête sur cet événement, le National Transportation Safety Board (NTSB) des États-Unis a publié les recommandations suivantes le 14 novembre 1996 [traduction] :

Exiger l'installation et l'entretien d'enregistreurs de données pour tous les dispositifs de signalisation ferroviaire et routière nouvellement installés ou améliorés aux passages à niveau rail-route dotés de systèmes actifs de signalisation et de détection de trains reliés aux régulateurs de la circulation et offrant une fonction de priorité ferroviaire. Ces enregistreurs doivent consigner suffisamment de paramètres pour permettre à la compagnie ferroviaire et à l'administration routière de vérifier aisément la synchronisation et le bon fonctionnement des feux de circulation et des dispositifs de signalisation ferroviaire. Exiger que les données de ces enregistreurs soient utilisées dans le cadre d'inspections conjointes, complètes et périodiques.

Recommandation I-96-10 du National Transportation Safety Board

Exiger que les enregistreurs de données des systèmes de signalisation ferroviaire et routière déjà installés à des passages à niveau qui sont dotés de systèmes interconnectés/offrant une fonction de priorité ferroviaire soient conservés ou mis à niveau, au besoin. Exiger que ces enregistreurs soient entretenus et que leurs données soient utilisées dans le cadre d'inspections conjointes, complètes et périodiques.

Recommandation I-96-11 du National Transportation Safety Board

En réponse à ces recommandations, la Federal Railroad Administration des États-Unis a émis l'avis de sécurité 2010-02 (annexe B) et recommandé les mesures suivantes [traduction] :

(1) Les administrations des États et des localités et les compagnies ferroviaires devraient toutes effectuer des inspections conjointes complètes des interconnexions de déclenchement des feux de circulation lorsque le système de signalisation actif est mis en service à un passage à niveau rail-route, lorsqu'une partie du système pouvant avoir des répercussions sur le bon fonctionnement de l'interconnexion est modifiée ou retirée, et au moins une fois tous les 12 mois. Pendant ces inspections, la fonction de priorité ferroviaire et ses effets sur le système de signalisation routière doivent être vérifiés.

(2) Les administrations des États et des localités et les compagnies ferroviaires devraient toutes installer des enregistreurs de données de signalisation

ferroviaire et routière à tous les passages à niveau rail-route nouveaux ou améliorés qui sont dotés de systèmes de signalisation actifs connectés aux régulateurs de la circulation.

(3) Les administrations des États et des localités et les compagnies ferroviaires devraient toutes entretenir et mettre à niveau les enregistreurs de données existants de signalisation ferroviaire et routière aux passages à niveau rail-route qui sont dotés de systèmes de signalisation actifs connectés aux régulateurs de la circulation;

(4) Les administrations des États et des localités et les compagnies ferroviaires devraient toutes utiliser les données des enregistreurs de données de signalisation ferroviaire et routière pendant leurs inspections conjointes, complètes et périodiques des systèmes de signalisation actifs installés à des passages à niveau rail-route et connectés aux régulateurs de la circulation, pour déterminer si toute anomalie de fonctionnement enregistrée nécessite un examen plus poussé.

Les administrations des États et des localités et les compagnies ferroviaires sont encouragées à prendre des mesures dans le sens de ces recommandations pour assurer la sécurité aux passages à niveau rail-route.

Le NTSB considère que d'autres mesures acceptables ont été prises pour satisfaire aux recommandations I-96-10 et I-96-11.

1.15 Exploitation des trains dans les environs d'un passage à niveau

On s'attend à ce que les équipes de train fassent preuve de jugement et de prévoyance dans des situations d'urgence. Les directives des compagnies ferroviaires sur le freinage d'urgence sont habituellement d'ordre général, étant entendu qu'un tel freinage peut être nécessaire dans de nombreuses circonstances et que le jugement du ML est important.

Dans l'événement à l'étude, un ML stagiaire conduisait le train sous la supervision d'un ML responsable. À l'approche du passage à niveau, le train circulait à 34 mi/h, donc sous la vitesse maximale autorisée de 35 mi/h. Le train n'était pas assujéti à des limitations de vitesse particulières dans les environs du passage à niveau. Depuis la cabine de la locomotive, l'équipe du train avait une bonne visibilité et une vue non obstruée dans la direction du passage à niveau. Selon les données enregistrées, l'équipe conduisait le train conformément aux exigences de la compagnie ferroviaire et de la réglementation.

Les membres de l'équipe ont vu l'ambulance approcher du passage à niveau depuis l'ouest, puis s'immobiliser dans le passage à niveau. Les membres de l'équipe ont aussi constaté que le SAPN s'était déclenché. Conformément au REFC, lorsque le train a franchi le poteau commandant de siffler (à environ ¼ mille du passage à niveau), un membre de l'équipe a actionné le klaxon de la locomotive. Les membres de l'équipe ont vu l'ambulance avancer à 2 reprises. Comme l'ambulance obstruait toujours le passage à niveau, un membre de l'équipe a actionné sans relâche le sifflet de la locomotive. Comme il ne semblait pas y avoir d'obstruction empêchant l'ambulance de dégager le passage à niveau, le ML a décidé de poursuivre sa route vers le passage à niveau en actionnant le sifflet.

Les équipes de train ont généralement l'habitude de voir des véhicules s'immobiliser momentanément à des passages à niveau et des personnes non autorisées marcher sur l'emprise du chemin de fer. Il n'est pas rare que des piétons ou des véhicules demeurent sur la voie jusqu'au dernier moment, y compris aux passages à niveau. Comme les trains ont la priorité de passage et ne peuvent pas s'immobiliser rapidement, les équipes de train s'attendent généralement à ce que les véhicules et les piétons respectent les avertissements sonores du train et les SAPN déclenchés.

1.16 British Columbia Emergency Health Services

Les British Columbia Emergency Health Services (BCEHS), qui relèvent de la Provincial Health Services Authority de la Colombie-Britannique, gèrent le British Columbia Ambulance Service (BCAS) et le British Columbia Patient Transfer Network (BCPTN). Les BCEHS ont plusieurs bureaux situés stratégiquement dans la province ainsi que 184 postes d'ambulances. Ils comptent plus de 4000 employés, y compris des techniciens paramédicaux, des répartiteurs et des médecins.

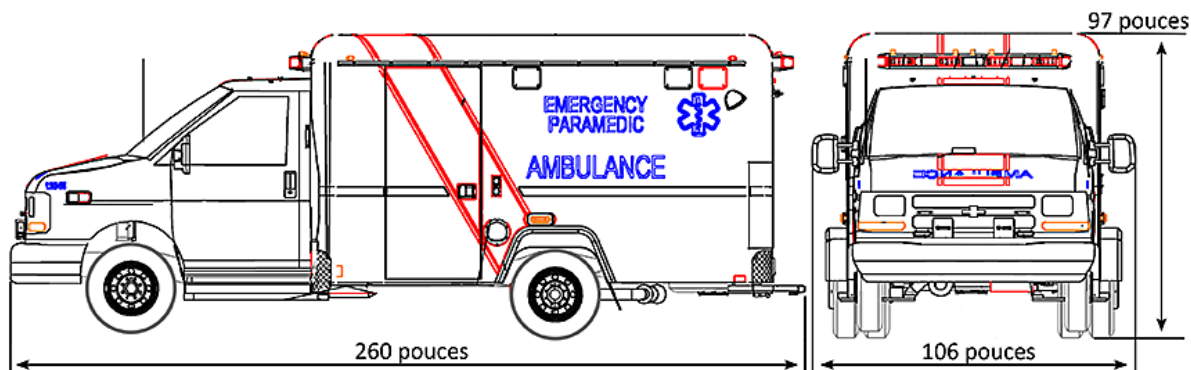
Le BCAS dispense des soins préhospitaliers aux victimes lorsqu'il arrive le premier sur les lieux d'une urgence médicale. Le BCAS intervient par voie terrestre et aérienne grâce à ses 500 ambulances terrestres et à sa flotte d'aéronefs à voilure fixe ou tournante basés partout en Colombie-Britannique.

Le programme du BCPTN fournit des services de transfert aux patients en collaboration avec des médecins et d'autres professionnels de la santé.

1.17 L'ambulance

L'ambulance de l'événement, une Chevrolet 2009 de série Crestline, mesurait 21,5 pieds de long (de pare-chocs à pare-chocs) et 8,8 pieds de large (d'un rétroviseur extérieur à l'autre; figure 7). Selon les dossiers de réparation et d'inspection, elle était en bon état. À la suite de l'événement, l'ambulance a été démontée et inspectée. Il s'est avéré qu'elle n'avait aucune défectuosité préexistante qui aurait pu contribuer à l'événement.

Figure 7. Dimensions de l'ambulance (Source : British Columbia Ambulance Service)



L'ambulance de l'événement était dotée d'un enregistreur d'événements (EE), d'un contrôlographe, et d'un système de localisation automatique de véhicules (SLAV) :

- L'EE était intégré au bloc de commande des coussins gonflables. Ce dispositif installé par le fabricant surveille et enregistre différentes données, dont la vitesse du véhicule, la position de l'accélérateur, le régime du moteur, l'utilisation des freins, l'utilisation des ceintures de sécurité, le déploiement des coussins gonflables et les changements de la vitesse du véhicule au cours d'une collision. Le type d'EE dont un véhicule est doté et les données qu'il enregistre varient selon la marque, le modèle et l'année du véhicule. On a récupéré l'EE de l'ambulance de l'événement.
- Le contrôlogue est un enregistreur de données embarqué qui enregistre la vitesse du véhicule et la distance parcourue, ainsi que d'autres actions du conducteur. On avait débranché le contrôlogue de l'ambulance de l'événement de sa source d'alimentation environ 1 mois avant l'événement; celui-ci ne contenait donc aucune information pertinente.
- Le SLAV est un dispositif utilisant le système mondial de positionnement (GPS), qui permet le suivi à distance de la position de l'ambulance. On a récupéré les données du SLAV de l'ambulance de l'événement.

1.18 L'équipe de l'ambulance

L'équipe de l'ambulance se composait de 2 techniciens paramédicaux. Tous deux étaient qualifiés pour leurs postes respectifs et répondaient aux exigences de l'entreprise en matière de travail-repos²³. L'équipe de l'ambulance effectuait un cycle de 4 jours de travail (de 10 h à 21 h) suivis de 4 jours de congé. Les 2 membres de l'équipe travaillaient régulièrement ensemble. Ils assumaient chaque jour à tour de rôle la conduite de l'ambulance pendant leurs 4 jours de travail.

Au BCAS, il y a 4 niveaux de techniciens paramédicaux :

- Niveau 1 : technicien paramédical en soins avancés
- Niveau 2 : technicien paramédical en soins primaires
- Niveau 3 : répondant médical d'urgence
- Niveau 4 : technicien paramédical en soins critiques

Le conducteur de l'ambulance et le technicien paramédical prenant place dans le module-ambulance étaient tous deux techniciens paramédicaux de niveau 2 qualifiés pour effectuer des perfusions intraveineuses.

Les techniciens paramédicaux des 4 niveaux devaient détenir un permis délivré par l'Emergency Medical Assistants Licensing Board. Pour conduire une ambulance, un technicien paramédical doit posséder un permis de conduire de classe 4 (ou supérieure) sans restriction. Le conducteur de l'ambulance de l'événement possédait un permis de conduire de classe 4.

²³ En vertu de la politique de travail/repos de l'entreprise, les membres d'une équipe d'ambulance doivent bénéficier d'au moins 8 heures de repos entre leurs périodes de service.

En Colombie-Britannique, les conducteurs d'ambulance sont aussi assujettis à la politique et à la procédure du BCAS sur la conduite automobile, ainsi qu'à la *Motor Vehicle Act* et à l'*Emergency Vehicle Driving Regulation*.

1.18.1 Formation des conducteurs d'ambulance au British Columbia Ambulance Service

Le programme de formation des conducteurs du BCAS comprenait les éléments suivants :

- Notions de base de la conduite de véhicules d'urgence (NBCVU) : Cette formation d'orientation de 2 jours comprenait une demi-journée de conduite en circuit fermé. Au cours de la première journée, on abordait les facteurs ayant des répercussions sur les habiletés de conduite, dont les drogues, la fatigue, la maladie, l'obscurité et les distractions (p. ex., les radios, les téléphones cellulaires et les patients). On présentait aussi une vidéo sur la distraction au volant. La deuxième journée consistait en une formation pratique de conduite d'une ambulance en circuit fermé. La formation NBCVU avait pour buts :
 - d'expliquer les qualités d'un conducteur professionnel;
 - d'expliquer les facteurs ayant des répercussions sur la conduite;
 - d'expliquer les responsabilités du conducteur;
 - de faire la démonstration de la conduite d'une ambulance dans différentes situations;
 - de faire la démonstration d'une inspection préalable à un déplacement;
 - de faire une démonstration de base de la lecture de cartes;
 - d'expliquer les lois et les politiques sur la conduite en cas d'intervention de code 3²⁴.
- Formation sur l'*Emergency Vehicle Driving Regulation* : Cette formation de 3 ½ heures présente les règlements sur la conduite d'un véhicule d'urgence.
- Stage de conduite : Une fois qu'il a réussi la formation NBCVU de 2 jours, le conducteur d'ambulance participe à un stage de conduite comprenant ce qui suit : une évaluation de ses connaissances des pratiques de conduite sécuritaire et de la politique et de la procédure du BCAS sur la conduite; une démonstration des pratiques de conduite sécuritaire pendant les interventions de routine ou d'urgence (code 3). Pendant ce stage, un examinateur de conduite évalue les aptitudes et les connaissances du conducteur, et le conducteur reçoit des commentaires et des conseils. L'évaluation porte notamment sur les éléments suivants :
 - connaissances de la politique et de la procédure du BCAS;
 - inspection du véhicule;
 - orientation;
 - conduite normale;
 - conduite d'urgence;

²⁴ On dit qu'une ambulance effectue une intervention de code 3 lorsqu'elle répond à une urgence, gyrophares et sirène activés.

- attitude au volant.

Cette évaluation a habituellement lieu au cours d'un certain nombre de quarts/jours et porte sur la conduite en situation de routine et d'urgence. Si le conducteur ne réussit pas cette évaluation, un plan de rattrapage est mis en place. Tous les nouveaux employés des BCEHS doivent réussir ce stage de conduite dans les 90 jours suivant l'attribution de leur numéro d'employé. Si un employé n'arrive pas à réussir la formation sur les notions de base de la conduite de véhicules d'urgence et le stage de conduite pendant cette période de 90 jours, il doit communiquer avec le chef de son unité pour discuter d'options de rechange.

- Programme de sensibilisation à la conduite sécuritaire du poste de Vancouver : Cette formation supplémentaire est offerte aux conducteurs d'ambulance de la région de Vancouver. Le cours a été créé à la suite d'une étude des rapports d'accidents effectuée en 2006 qui a permis de constater que les nouveaux techniciens paramédicaux du poste de Vancouver étaient impliqués dans un grand nombre d'incidents de la circulation. L'objectif de cette formation était de sensibiliser les techniciens paramédicaux aux défis quotidiens de leurs tâches de conduite automobile. Elle présente des exemples de rapports d'enquête ainsi que les politiques de conduite du BCAS figurant dans le manuel des politiques et procédures de l'entreprise. Cette formation comprend un cours de 2 jours suivi d'un stage de conduite pendant lequel les conducteurs assument des responsabilités croissantes. Les techniciens paramédicaux doivent conduire un véhicule d'urgence pour des interventions de code 2 seulement pendant 8 quarts de travail, et pour des interventions de code 3 seulement pendant 4 quarts de travail. Un dernier quart de travail est ensuite prévu avec un examinateur de conduite.
- Orientation du conducteur : Dans le cadre de cette formation de 4 heures, le chef de l'unité (ou un délégué) offre au conducteur de l'orientation dans le secteur où il travaillera. Cette formation est offerte au moment de l'affectation initiale d'un conducteur ou du transfert d'un conducteur à une nouvelle unité ou un nouveau secteur.

La formation des conducteurs du BCAS ne comprenait pas de volet particulier sur la conduite sécuritaire des ambulances aux passages à niveau. Toutefois, l'Insurance Corporation of British Columbia offre de la formation sur la sécurité aux passages à niveau aux conducteurs souhaitant obtenir un permis de conduire de classe 4.

Selon les dossiers de formation, le conducteur de l'ambulance de l'événement avait suivi la formation sur l'*Emergency Vehicle Driving Regulation* le 27 mars 2011. Par contre, rien n'indiquait qu'il avait participé à la formation NBCVU ou au stage de conduite.

Pendant ses nombreuses années d'emploi BCAS²⁵, le conducteur avait eu accès aux formations supplémentaires suivantes :

²⁵ Le conducteur avait débuté comme employé occasionnel en mai 1989, et travaillait à temps plein depuis octobre 1999.

- assistant médical d'urgence II, comprenant 2 jours de formation de conduite en circuit fermé (offerte dans les années 1990 et de nouveau en décembre 2000);
- aptitudes à la conduite, en circuit fermé (offerte en septembre 2003).

1.18.2 Opération Gareautrain – Cours de sensibilisation aux passages à niveau à l'intention des intervenants d'urgence

Opération Gareautrain a élaboré un cours à l'intention des conducteurs de véhicules d'urgence qui franchissent des passages à niveau dans l'exercice de leurs fonctions, intitulé « Vivez pour connaître un autre jour ». Ce cours de 60 minutes animé par un instructeur porte sur les dangers liés aux passages à niveau. On présente aux conducteurs de véhicules d'urgence les étapes à suivre pour assurer leur sécurité et celle des personnes dont ils sont responsables aux passages à niveau. Cette formation aborde :

1. les différents types de panneaux et dispositifs de signalisation installés aux passages à niveau et leur fonction;
2. les façons de faire recommandées aux passages à niveau, y compris lorsqu'ils roulent en mode d'urgence;
3. les faits à propos des trains et des passages à niveau.

Les participants à cette formation doivent répondre à un questionnaire en 16 points sur la sécurité. Cette formation ne faisait pas partie du programme de formation des conducteurs du BCAS.

1.18.3 Supervision et surveillance du rendement des conducteurs d'ambulance

La plupart des entreprises de transport surveillent régulièrement le rendement de leurs conducteurs pour s'assurer qu'ils se conforment à leurs politiques et procédures, ainsi qu'aux exigences réglementaires. La surveillance des conducteurs (p. ex., le téléchargement et l'examen de données des enregistreurs embarqués, la surveillance en temps réel du rendement des conducteurs [accompagnement] et l'évaluation des employés avec discussion ultérieure) permet aussi d'évaluer l'efficacité des programmes de formation des conducteurs.

Au BCAS, il incombe aux superviseurs de première ligne d'assurer la conformité aux politiques, aux procédures et aux règlements. L'entreprise s'attend à ce que ces superviseurs discutent avec les conducteurs de leurs préoccupations à l'égard de la conduite. Toute faille remarquée dans les compétences et habiletés d'un conducteur est un signe de besoin de formation supplémentaire. Toutefois, aucun système de surveillance du rendement n'avait été mis en œuvre pour évaluer la conformité des conducteurs aux normes de la province et de l'entreprise, et pour évaluer l'efficacité du programme de formation des conducteurs de l'entreprise.

1.19 Utilisation d'un téléphone cellulaire au volant d'un véhicule

Le paragraphe 214.2(1) de la partie 3.1 de la *Motor Vehicle Act* de la Colombie-Britannique stipule que [traduction] :

Une personne conduisant un véhicule à moteur sur une route ne peut pas utiliser d'appareil électronique.

L'article 214.1 (définitions) de cette loi donne les définitions suivantes [traduction] :

Un « appareil électronique » est :

- a) un téléphone cellulaire portable ou un autre dispositif portatif offrant une fonction téléphone;
- b) un appareil électronique portatif pouvant transmettre ou recevoir des courriels et d'autres messages textes;
- c) un appareil électronique d'une catégorie ou d'un type désignés.

« Utilisation », dans le cas d'appareils électroniques, signifie un ou plusieurs des gestes suivants :

- a) tenir l'appareil dans une position qui en permet l'utilisation;
- b) se servir d'une ou de plusieurs fonctions de l'appareil;
- c) communiquer oralement au moyen de l'appareil, avec une autre personne ou un autre appareil;
- d) effectuer tout autre geste défini dans la réglementation au moyen d'un appareil électronique ou en liaison avec un tel appareil.

Le paragraphe 214.2(2) de la partie 3.1 stipule que [traduction] :

Sans limiter la portée du paragraphe (1), une personne ne peut pas utiliser un appareil électronique pour communiquer par courriel ou message texte avec une personne ou un autre appareil électronique.

L'article 214.3 (exceptions à l'interdiction – personnel d'urgence) indique que [traduction] :

L'article 214.2 ne s'applique pas aux personnes suivantes qui utilisent un appareil électronique dans l'exercice de leurs pouvoirs, tâches ou fonctions :

- a) un agent de la paix;
- b) une personne conduisant une ambulance, au sens de l'*Emergency Health Services Act*²⁶;
- c) le personnel des services d'incendie, au sens de la *Fire Services Act*;

²⁶ Les services d'ambulance sont définis comme l'utilisation d'une ambulance pour (a) fournir des soins de santé d'urgence ou (b) transporter une personne (i) traitée par un médecin, un assistant médical d'urgence ou un autre fournisseur de soins de santé, ou (ii) qui requiert ou pourrait requérir les soins de tels professionnels.

L'article 214.4 (exceptions à l'interdiction – certaines activités permises) indique que [traduction] :

L'article 214.2 ne s'applique pas à une personne utilisant un appareil électronique :

- a) au volant d'une automobile stationnée à l'écart de la route ou stationnée à un endroit de la route où il est légal de le faire, sans obstruer la circulation;
- b) pour signaler une urgence par téléphone ou message texte à un service de police, de pompiers ou d'ambulance;
- c) qui est configuré et équipé pour permettre l'utilisation mains libres de la fonction téléphone, et qui est utilisé en mode mains libres et conformément à la réglementation (le cas échéant).

1.20 *Politique du British Columbia Ambulance Service sur l'utilisation de téléphones cellulaires*

En juin 2009, le BCAS a mis en œuvre une politique sur l'utilisation de téléphones cellulaires par ses employés en service. Cette politique, intitulée « Restrictions on Cellular Telephone Use » (restrictions à l'utilisation d'un téléphone cellulaire), indique entre autres ceci [traduction] :

Objet

Les interdictions et les restrictions à l'utilisation de téléphones cellulaires pendant la conduite d'une automobile favoriseront la sécurité des patients, du public et des employés. De plus, l'image professionnelle du BCAS sera préservée si l'utilisation par les employés de leur téléphone cellulaire pour des appels personnels est limitée à des périodes où ils ne sont pas en présence du public.

Définition

Dans la présente politique :

- | | |
|-------------------------|---|
| téléphone cellulaire | Le terme « téléphone cellulaire » fait référence à tout appareil de télécommunication électronique destiné aux communications sans fil, y compris les appareils utilisés comme agendas électroniques et pour la messagerie texte, la navigation Web et la planification personnelle ou d'autres fonctions semblables, mais ne fait pas référence à un terminal de données, une radio bidirectionnelle ou une radio portative fournis par l'employeur. |
| accessoire mains libres | Le terme « accessoire mains libres » fait référence à un accessoire, un dispositif complémentaire, une fonction intégrée ou un ajout à un téléphone cellulaire qui permet au conducteur de maintenir ses mains sur le volant. |

Politique

Les employés doivent utiliser les téléphones cellulaires fournis par l'employeur comme des outils professionnels nécessaires pour exécuter le travail et pour bien servir la clientèle. L'utilisation de ces appareils est assujettie aux mêmes restrictions et au même processus d'évaluation de la direction que les autres ressources fournies au BCAS par l'Emergency and Health Services Commission. Des recherches ont démontré que les risques d'accidents automobiles augmentent lorsque le conducteur utilise un téléphone cellulaire, car cela peut compromettre sa concentration et son attention. Ces risques peuvent être atténués par l'utilisation restreinte et appropriée des téléphones cellulaires. Les employés en uniforme doivent éviter d'avoir des conversations privées avec leur téléphone cellulaire pendant qu'ils servent le public, car ce comportement projetterait une image non professionnelle.

Communications appropriées et sécuritaires

Les employés ne doivent pas utiliser de téléphone cellulaire lorsqu'ils conduisent un véhicule dans l'exercice de leurs fonctions.

Les employés ne doivent pas utiliser leur téléphone cellulaire personnel pour faire des appels privés lors d'une sortie d'ambulance, ou lorsqu'ils sont en présence du public ou de membres d'autres agences sur le lieu d'une intervention.

Nonobstant le paragraphe A.(1) plus haut, les employés qui conduisent une ambulance peuvent utiliser les appareils suivants fournis par l'employeur :

- une radio bidirectionnelle ou portative utilisée pour joindre un centre de communications d'urgence régional ou provincial du BCAS;
- un terminal de données utilisé pour transmettre des mises à jour sur la situation et comme aide à l'orientation.

Le technicien paramédical traitant devrait, dans la mesure du possible, se charger des communications par radio et de l'utilisation du terminal de données au lieu du conducteur.

Les techniciens paramédicaux traitants et conducteurs ne peuvent pas utiliser le téléphone cellulaire fourni par l'employeur à des fins personnelles.

Lors d'une sortie d'ambulance, les employés doivent éteindre leur téléphone cellulaire personnel ou le mettre en sourdine ou programmer un transfert d'appels à un autre numéro.

Les employés doivent effectuer leurs appels téléphoniques personnels de façon à ne pas entraver la prestation des services et ne pas entacher l'image professionnelle du BCAS.

Tous les téléphones cellulaires et autres appareils de transmission sans fil doivent être éteints dans les zones de soins intensifs des hôpitaux ou à proximité de ces zones, et dans toute zone où des affiches ou des employés demandent qu'ils soient éteints.

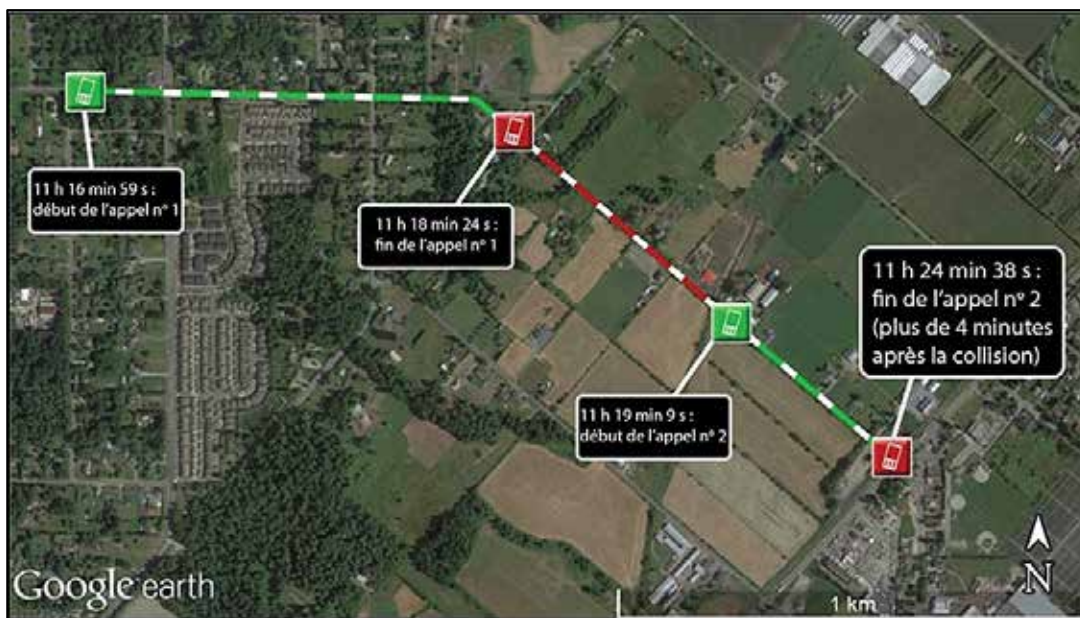
Les employés doivent agir avec professionnalisme et ne pas utiliser les téléphones cellulaires, les radios bidirectionnelles, les radios portatives ou

d'autres appareils de communication d'une manière pouvant être considérée comme inappropriée ou déplacée par des collègues, des employés d'autres agences ou des membres du public.

1.21 Utilisation d'un téléphone cellulaire au volant d'une ambulance

En conduisant l'ambulance, le conducteur a effectué 2 appels téléphoniques à l'approche du passage à niveau (figure 8).

Figure 8. Appels effectués à l'aide du téléphone cellulaire et lieux de ces appels (Source : Google Earth, avec annotations du BST)



Le conducteur a effectué ces 2 appels à l'aide d'un téléphone cellulaire personnel qui ne lui était pas familier. Il n'a pas été possible de déterminer s'il a utilisé un dispositif mains libres. Il semble que l'objet de ces 2 appels était complexe. Les tableaux 3 et 4 résument ces 2 appels et des communications connexes survenues plus tôt le même matin.

Tableau 3. Utilisation du téléphone cellulaire avant le début du quart de travail

Heure de l'appel	Durée de l'appel (minutes et secondes)	Détails des appels (appelant 1 et appelant 2)
8 h 57 min 2 s	2 min 29 s	Appel sortant à l'appelant 1.
9 h 9 min 52 s	0 min 2 s	Appel sortant à l'appelant 2.
9 h 40 min 54 s	0 min 19 s	Appel sortant à l'appelant 2.
9 h 41 min 31 s	0 min 14 s	Appel sortant à l'appelant 2.
9 h 41 min 57 s	0 min 28 s	Appel sortant à l'appelant 2.
9 h 42 min 40 s	3 min 0 s	Appel sortant à l'appelant 2.
9 h 45 min 42 s	2 min 5 s	Appel entrant de l'appelant 1. Appel transféré.
9 h 46 min 19 s	3 min 55 s	Appel sortant à l'appelant 1.

Tableau 4. Utilisation du téléphone cellulaire pendant la prise en charge du patient et en cours de route

Heure de l'appel	Durée de l'appel (minutes et secondes)	Détails des appels (appelant 1 et appelant 2)
11 h 5 min 29 s	0 min 27 s	Appel entrant de l'appelant 1 pendant la prise en charge du patient. Appel transféré.
11 h 16 min 59 s	1 min 25 s	Appel sortant à l'appelant 1 pendant le déplacement de l'ambulance.
11 h 19 min 9 s	5 min 29 s	Appel sortant à l'appelant 2. Cet appel a commencé avant la collision au passage à niveau et s'est terminé après celle-ci.
11 h 25 min 0 s	0 min 2 s	Appel entrant de l'appelant 2. Appel transféré.

1.22 Distraction du conducteur

La distraction du conducteur est « le détournement de son attention d'activités essentielles à la sécurité de la conduite vers une tâche concurrente²⁷ ». Même si la distraction peut être transitoire, il existe des preuves abondantes qu'elle nuit au rendement d'un conducteur et constitue une cause importante de tous les types d'accidents de véhicules à travers le monde²⁸. Pendant le textage, la composition d'un numéro ou d'autres tâches requérant qu'il manipule et regarde l'appareil, le conducteur détourne son regard de la route, ce qui restreint sa maîtrise du véhicule et augmente le nombre d'événements qui échappent à son attention²⁹. C'est en raison de cette distraction physique et visuelle qu'il est illégal d'utiliser des appareils mobiles au volant.

Des recherches sur la distraction des conducteurs ont permis de dégager les constatations suivantes :

- La distraction cognitive se produit lorsqu'un conducteur détourne son attention du traitement de l'information nécessaire à la conduite sécuritaire de son véhicule pour la porter plutôt à une activité non liée à la conduite³⁰. La distraction cognitive causée par une conversation au téléphone cellulaire mains libres nuit au rendement du conducteur en détournant son attention de l'environnement routier à l'extérieur vers

²⁷ J.D. Lee, K.L. Young et M.A. Regan, « Defining driver distraction », dans M.A. Regan, J.D. Lee et K.L. Young (dir.) *Driver Distraction: Theory, Effects and Mitigation* (Boca Raton [Floride] : CRC Press, 2009), p. 31 à 40.

²⁸ Organisation mondiale de la santé, *L'utilisation des téléphones mobiles : la distraction au volant, un problème qui s'aggrave* (OMS, 2011), www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/distracted_driving_fr.pdf (dernière consultation le 22 mai 2017).

²⁹ K. Kircher, C. Patten et C. Ahlstrom, *Mobile Telephones and Other Communication Devices and Their Impact on Traffic Safety – A Review of Literature* (Stockholm : VTI, 2011).

³⁰ D.L. Strayer, J.M. Cooper, J. Turrill, J. Coleman, N. Madeiros-Ward et F. Biondi, *Measuring Cognitive Distraction in the Automobile* (AAA Foundation for Traffic Safety, 2013), <https://www.aaafoundation.org/sites/default/files/MeasuringCognitiveDistractions.pdf> (dernière consultation le 22 mai 2017).

la conversation téléphonique³¹, ce qui réduit l'attention qu'il peut porter aux renseignements visuels³². Dans les situations où la charge de travail du conducteur est élevée, comme pendant un virage à gauche à une intersection achalandée tout en étant distrait, la multiplicité des tâches peut compromettre l'attention visuelle et la vigilance du conducteur en réduisant l'activité neuronale dans les zones du cerveau traitant l'information visuelle importante³³.

- Le conducteur distrait est atteint de « cécité inattentionnelle » (c.-à-d., une restriction du champ visuel)³⁴. Il a tendance à regarder l'information que lui présente l'environnement de conduite sans la voir, et des indices visuels essentiels à une conduite sécuritaire lui échappent. Voilà qui peut augmenter la probabilité qu'il ne perçoive pas des indices visuels importants se trouvant dans son champ visuel et le long de la route devant lui^{31, 33, 34, 35}, dont les feux clignotants d'un passage à niveau³⁵. Même si le conducteur regarde et détecte des indices visuels, la distraction cognitive peut allonger son temps de réaction^{31, 33, 34, 35}.
- La complexité et le contenu émotionnel d'une conversation peuvent faire varier le degré de ces effets^{31, 36, 37, 38}. Des recherches ont démontré que les conversations au téléphone cellulaire peuvent avoir des répercussions négatives sur le rendement d'un conducteur jusqu'à 10 minutes après leur fin³⁹. Une évaluation des collisions qui se sont produites après une conversation au téléphone cellulaire a permis de constater que les conducteurs couraient 4,8 fois plus de risques lorsque l'appel avait été effectué dans les 5 minutes précédant la collision, contre 1,3 fois lorsque l'appel avait été effectué plus de 15 minutes avant. Le risque relatif était semblable pour les conducteurs ayant des caractéristiques personnelles différentes (p. ex., l'âge ou

³¹ D.L. Strayer, et F.A. Drews, « Cell-phone-induced driver distraction », *Current Directions in Psychological Science*, vol. 16, n°3 (2007), p. 128 à 131.

³² D.L. Strayer et W.A. Johnston, « Cell phone induced failures of visual attention during simulated driving », *Journal of Experimental Psychology: Applied*, vol. 9, n°1 (2003), p. 23 à 32.

³³ T.A. Schweizer, K. Kan, Y. Hung, F. Tam, G. Naglie et S.J. Graham, « Brain activity during driving with distraction: an immersive fMRI study », *Frontiers in Human neuroscience*, vol. 7 (2013), article 53.

³⁴ W.C. Maples, W. DeRosier, R. Hoenes, R. Bendure et S. Moore, « The effects of cell phone use on peripheral vision », *Optometry*, vol. 79, n°1 (2008), p. 36 à 42. Cité dans la référence 35.

³⁵ V. Beanland et K. Pammer, « Looking without seeing or seeing without looking? Eye movements in sustained inattention blindness », *Vision Research*, vol. 50, n°10 (2010), p. 977 à 988.

³⁶ G.F. Briggs, G.J. Hole et M.F. Land, « Emotionally involving telephone conversations lead to driver error and visual tunnelling », *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 14, n°4 (2011), p. 313 à 323. Cité dans la référence 31.

³⁷ C.S. Dula, B.A. Martin, R.T. Fox et R.L. Leonard, « Differing types of cellular phone conversations and dangerous driving », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 43, n°1 (2011), p. 187 à 193.

³⁸ C.J.D. Patten, A. Kircher, J. Östlund, L. Nilsson et O. Svenson, « Driver experience and cognitive workload in different traffic environments », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 38, n°5 (2006); p. 887 à 894.

³⁹ D.A. Redelmeier et R.J. Tibshirani, « Association between cellular-telephone calls and motor vehicle collisions », *New England Journal of Medicine*, vol. 336, n°7 (1997), p. 453 à 458.

l'expérience de conduite). Les 2 appels au téléphone cellulaire du conducteur de l'ambulance ont eu lieu dans les 4 minutes précédant la collision.

- L'expérience du conducteur en ce qui concerne l'utilisation d'un téléphone cellulaire en conduisant peut jouer sur l'influence qu'a sur lui cette distraction³¹. Un conducteur chevronné qui utilise souvent un téléphone cellulaire en conduisant peut avoir établi des stratégies d'adaptation. À l'inverse, un conducteur qui n'a pas l'habitude d'utiliser un téléphone cellulaire en conduisant ou dont l'appareil qu'il utilise ne lui est pas familier peut être plus distrait.
- Les conducteurs qui utilisent des téléphones mains libres courent autant de risques d'être impliqués dans un accident de véhicules que les conducteurs tenant leur appareil en main⁴¹. Selon un examen de plus de 100 études publiées sur l'utilisation d'un téléphone cellulaire par les conducteurs, rien n'indique que l'utilisation d'un téléphone cellulaire mains libres soit moins dangereuse que l'utilisation d'un téléphone cellulaire tenu en main³¹.

Après son enquête sur un accident routier impliquant de multiples véhicules survenu en 2010 à Gray Summit (Missouri), le NTSB a demandé en 2011 que l'utilisation d'appareils électroniques portatifs soit interdite au volant, et ce, à l'échelle du pays. Le NTSB a notamment indiqué ce qui suit [traduction] :

« Au cours des 10 dernières années, le NTSB a constaté que l'utilisation d'un appareil électronique mobile a constitué une cause probable dans 8 accidents et incidents dans tous les modes de transport. "Ces événements ont causé 46 décès et fait 181 blessés, a dit le vice-président Hart. À la lumière de ce constat et de l'augmentation de l'utilisation des appareils électroniques mobiles aux États-Unis, le NTSB est préoccupé et est d'avis que le moment est venu d'agir pour assurer la sécurité de toutes les personnes sur nos routes." ⁴⁰ »

De plus, le NTSB a conclu que les conversations téléphoniques et l'envoi de messages textes en conduisant détournent l'attention du conducteur et font croître les risques d'accident, et ce, même si le conducteur utilise un dispositif mains libres. En 2015, le NTSB a ajouté l'utilisation d'appareils électroniques personnels au volant à sa liste des priorités (Most Wanted List)⁴¹.

⁴⁰ National Transportation Safety Board, « NTSB Vice Chairman testifies on nationwide ban on driver cell-phone use », www.nts.gov/news/press-releases/Pages/NTSB_Vice_Chairman_testifies_on_nationwide_ban_on_driver_cell-phone_use.aspx (dernière consultation le 2 juin 2017).

⁴¹ National Transportation Safety Board, « Disconnect from deadly distractions », NTSB « Most Wanted List of Transportation Safety Improvements 2015 », www.nts.gov/safety/mwl/Pages/mwl1_2015.aspx (dernière consultation le 3 mai 2017).

1.23 Conscience situationnelle

La conscience situationnelle peut être divisée en 3 niveaux : la perception des éléments environnants, la compréhension de leur signification, et la prévision de leur état⁴². Si la première étape de la perception des éléments environnants importants ne se produit pas, le conducteur d'un véhicule peut ne pas saisir pleinement le contexte et les dangers qui y sont liés.

Pour bénéficier d'une bonne conscience situationnelle à un passage à niveau, comme dans le cas de l'événement, le conducteur d'un véhicule doit :

- percevoir les composants (y compris le SAPN) et la géométrie du passage à niveau;
- comprendre la signification de ces composants et leurs relations entre eux et avec le véhicule;
- prévoir les implications de cette information en ce qui les concerne.

1.24 Traitement de l'information par le conducteur à l'approche du passage à niveau

La charge de travail d'un conducteur approchant d'un passage à niveau dépend du type de passage à niveau et des composants dont il est doté. Un passage à niveau passif⁴³ ne comportant qu'un panneau indicateur fait considérablement augmenter la charge de travail d'un conducteur, car rien ne lui indique s'il y a ou non un train en approche. Un passage à niveau doté d'un SAPN réduit la charge de travail du conducteur en éliminant la plupart des décisions à prendre⁴⁴, et ce, surtout si le passage à niveau comporte des barrières et que celles-ci sont déjà abaissées.

À l'approche du passage à niveau de Crush Crescent, un conducteur circulant en direction est voit d'abord le panneau indicateur et la ligne d'arrêt de la voie de garage de Milner (figure 6). Avant de franchir cette ligne, le conducteur doit vérifier l'état du SAPN de la voie principale. Les composants du SAPN doivent donc être visibles et suffisamment perceptibles pour être vus par le conducteur et attirer son attention :

- la « visibilité » est l'état passif d'un objet se trouvant dans le champ visuel d'une personne;

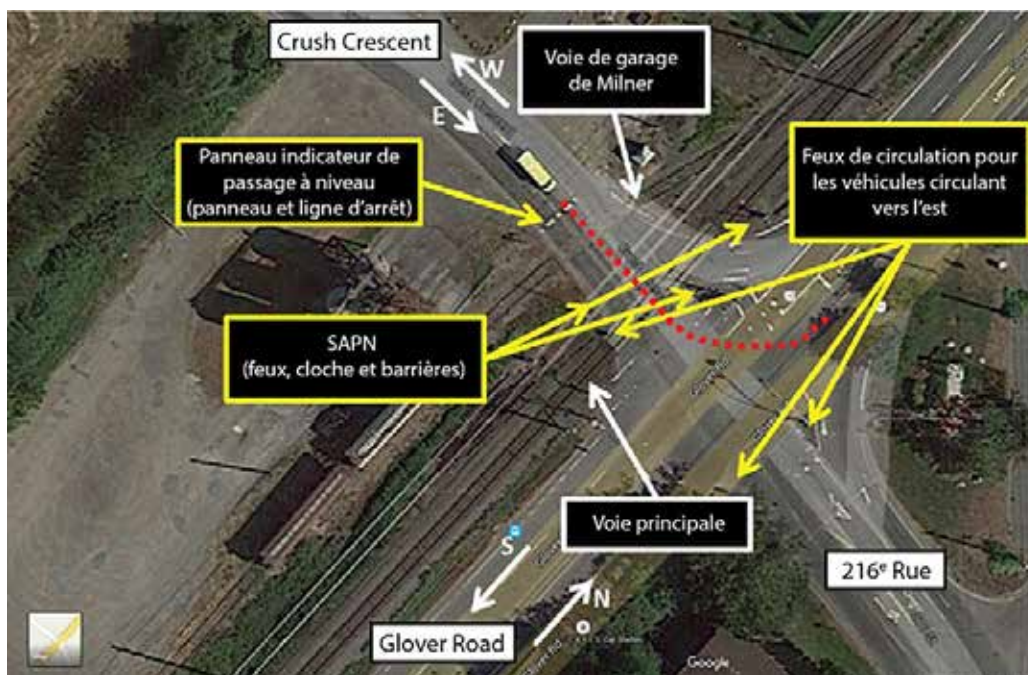
⁴² M.R. Endsley, « Toward a theory of situation awareness in dynamic systems », *Human Factors*, vol. 37, n° 1 (1995b), p. 32 à 64.

⁴³ Un passage à niveau passif est dépourvu de SAPN (feux clignotants ou barrières).

⁴⁴ National Cooperative Highway Research Program, *Report 600: Human Factors Guidelines for Road Systems*, 2^e édition (Transportation Research Board, 2012), http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_600second.pdf (dernière consultation le 22 mai 2017).

- la « perceptibilité sensorielle » fait référence à la capacité d'un objet d'attirer l'attention d'un observateur qui ne s'attend pas nécessairement à le voir⁴⁵;
- la « perceptibilité cognitive » fait référence à l'importance et à la pertinence de l'information dans le contexte du conducteur⁴⁶.

Figure 9. Vue aérienne du passage à niveau (Source : Google Earth, avec annotations du BST)



1.24.1 Perceptibilité sensorielle

Les caractéristiques des avertissements, des objets et des conditions susceptibles d'attirer l'attention d'un conducteur comprennent :

- les zones contenant beaucoup d'information (p. ex., une concentration élevée de feux, de panneaux de signalisation ou de personnes);
- les objets qui ressortent de leur arrière-plan par leur luminosité, leur couleur et leur texture;
- les stimuli qui scintillent ou clignotent;
- les objets de grande taille;
- les objets qui bougent⁴⁷.

⁴⁵ P.L. Olson, R. Dewar et E. Farber, « Vision, audition, vibration and processing of information », dans *Forensic Aspects of Driver Perception and Response*, 3^e édition (Tucson [Arizona] : Lawyers & Judges Publishing Company, 2010).

⁴⁶ P.A. Hancock, G. Wulf, D. Thom et P. Fassnacht, « Driver workload during differing driving maneuvers », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 22, n°3 (1990), p. 281 à 290.

⁴⁷ P.L. Olson, R. Dewar et E. Farber, « Vision, audition, vibration and processing of information », dans *Forensic Aspects of Driver Perception and Response*, 3^e édition (Tucson [Arizona] : Lawyers & Judges Publishing Company, 2010).

Les feux rouges clignotants et les cloches sont des composants typiques des SAPN installés aux passages à niveau pour attirer l'attention. Toutefois, la cloche d'un passage à niveau sert d'abord à avertir les piétons et autres usagers de la route non à bord d'un véhicule de l'approche d'un train. Pour attirer l'attention, les composants d'un SAPN ne doivent pas être cachés par d'autres structures, et leur efficacité ne doit pas être affaiblie par d'autres indices plus perceptibles.

Les conducteurs roulant sur Crush Crescent vers l'est et virant à gauche pouvaient voir les indices suivants à proximité du passage à niveau (figures 10 et 11) :

1. approche à 2 voies différentes (dont une voie de virage à gauche);
2. un panneau indicateur et une ligne d'arrêt (juste avant la voie de garage de Milner);
3. la voie de garage de Milner;
4. un SAPN du côté droit comprenant une croix de Saint-André, une barrière, des feux clignotants et une cloche;
5. la voie principale;
6. un SAPN du côté gauche comprenant une croix de Saint-André, une barrière, des feux clignotants et une cloche;
7. une intersection routière à 4 directions;
8. de multiples feux de circulation (dont un exclusif au virage à gauche);
9. la circulation en sens inverse provenant de la 216^e Rue.

Figure 10. Indices visuels se présentant à un conducteur circulant vers l'est

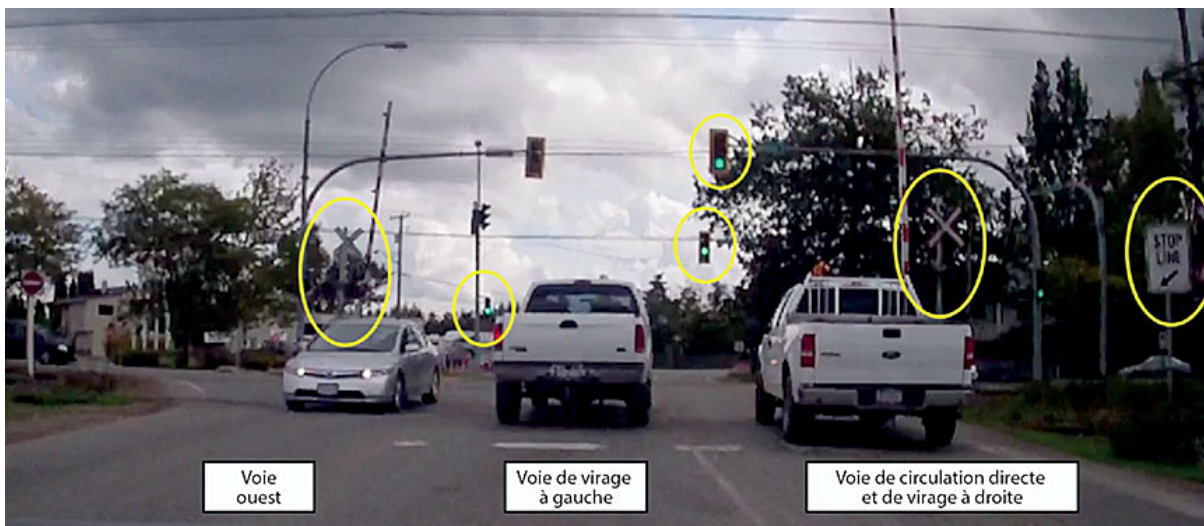


Figure 11. Indices visuels, système d'avertissement de passage à niveau actif



Différents indices visuels et sonores étaient dispersés dans le champ visuel d'un conducteur approchant du passage à niveau. Les feux rouges clignotants et la cloche du SAPN se trouvant d'abord à la droite, puis à la gauche du conducteur étaient en concurrence pour attirer son attention parmi d'autres indices bien en vue, comme les feux de circulation et les véhicules franchissant l'intersection. De plus, comme il n'y avait pas d'arrêt obligatoire au premier panneau indicateur, les conducteurs étaient habituellement en mouvement lorsqu'ils évaluaient les différents indices et prenaient une décision.

En 1998, dans le cadre d'une étude sur la sécurité des passages à niveau passifs, le NTSB a déterminé que les conducteurs qui marquent un arrêt complet à un passage à niveau sont plus aptes à vérifier la présence d'un train (et plus susceptibles de le faire) que les conducteurs en mouvement. Le NTSB a recommandé l'installation de panneaux d'arrêt à tous les passages à niveau passifs.

1.24.2 Perceptibilité cognitive

Les conducteurs portent habituellement leur attention sur l'information la plus pertinente à un endroit et à un moment précis⁴⁸, et fixent leur attention sur les indices visuels les plus importants dans une situation donnée, souvent au détriment d'autres indices qui s'offrent à eux. Ce phénomène porte le nom de « biais perceptuel⁴⁹ ». Par exemple, un conducteur peut chercher du regard les feux de circulation régissant l'itinéraire ou le virage qu'il s'est fixé. Pour qu'un conducteur puisse voir les indices visuels les plus importants dans une telle situation, il doit être en mesure de distinguer facilement les indices les plus pertinents.

Au lieu de l'événement, de l'information contradictoire pouvait se présenter aux conducteurs approchant du passage à niveau en direction est, et ce, même si le système d'interconnexion des feux de circulation fonctionnait normalement. Pendant l'examen du lieu de l'événement, on a constaté que les feux de circulation demeuraient verts après le déclenchement du SAPN. Dans certaines situations, les feux de circulation demeuraient verts pendant toute la séquence du SAPN, et même après l'arrivée du train au passage à niveau. Il y avait aussi des situations où le SAPN se déclenchait au même moment où les feux de circulation passaient au vert, ce qui présentait simultanément des indications d'arrêter et d'avancer aux conducteurs. De plus, lorsqu'un train approchait du passage à niveau, à la fois les feux rouges du SAPN et les feux verts régissant les virages à gauche clignotaient, ce qui indiquait aux conducteurs que ces 2 deux signaux étaient importants.

1.25 Entrée en action de schémas

On utilise le terme « schémas » pour désigner les attentes et les connaissances relatives à une situation donnée. La perception et la pensée fondées sur des schémas permettent aux humains de filtrer et d'organiser une grande quantité d'information rapidement et avec justesse, et d'agir en conséquence (p. ex., avancer à un feu vert de virage à gauche). L'entrée en action d'un tel schéma peut affecter la disposition du conducteur à détecter des signaux ultérieurs, parce qu'il est moins susceptible de les prévoir. Toutefois, elle peut aussi aboutir à une discordance si le schéma et la situation sont incompatibles⁵⁰. Lorsqu'un conducteur reçoit de l'information *contraire* à ses attentes, il tend à réagir lentement ou incorrectement⁵¹.

⁴⁸ *Ibid.*

⁴⁹ F.H. Allport, *Theories of Perception and the Concept of Structure* (Wiley, 1955).

⁵⁰ K. Smith et P.A. Hancock, « Situation awareness in adaptive, externally directed consciousness », *Human Factors*, vol. 37, n° 1 (1995), p. 137 à 148.

⁵¹ G.J. Alexander et H. Lunenfeld, « Driver expectancy in highway design and traffic operations », rapport n° FHWA-TO-86-1 du Department of Transportation des États-Unis (avril 1986).

Au passage à niveau de l'événement, les conducteurs de véhicules recevaient parfois de l'information contraire à leurs attentes, y compris des feux verts pendant le fonctionnement du SAPN. Une telle situation pourrait aussi se produire à d'autres passages à niveau dont la configuration est semblable.

1.26 Charge de travail d'un conducteur effectuant un virage à gauche

La conduite est une tâche complexe caractérisée par une charge élevée de traitement d'indices visuels et d'information. Les chercheurs du domaine de la sécurité routière considèrent que certaines manœuvres imposent une charge de travail accrue aux conducteurs. Une de ces manœuvres est le virage à gauche (p. ex., à une intersection) où le conducteur doit attendre une ouverture dans la circulation venant en sens inverse (ou s'attend à devoir le faire). Des recherches expérimentales effectuées à bord de véhicules et fondées sur l'oculométrie et d'autres paramètres physiologiques (p. ex., le rythme cardiaque) ainsi que sur des mesures subjectives de la charge de travail du conducteur, ont permis d'observer que cette charge est à son maximum lorsque le conducteur effectue un virage à gauche à un endroit où il peut y avoir des véhicules circulant en sens inverse^{47, 52}.

Un conducteur effectuant une manœuvre complexe, comme un virage à gauche à une intersection achalandée qu'il ne connaît pas, peut porter son attention seulement aux indices relatifs à cette manœuvre. Un conducteur atteint d'une telle « cécité inattentionnelle⁵³ » peut négliger d'autres renseignements importants s'offrant à ses sens, ce qui peut aussi se produire dans le cas de la distraction cognitive causée par l'utilisation d'un téléphone cellulaire^{33, 36, 34, 42, 44, 43, 44, 54}. Le BST a désigné la cécité inattentionnelle comme un facteur ayant contribué à d'autres accidents à des passages à niveau dotés de SAPN⁵⁵.

Dans le cas de l'événement à l'étude, alors qu'il circulait vers l'est sur Crush Crescent à l'approche du passage à niveau, le conducteur de l'ambulance avait l'intention de virer à gauche. Il a ralenti pour prendre connaissance de la circulation en vue et s'assurer qu'il pouvait poursuivre sa route en toute sécurité. À ce moment, le passage à niveau était libre de toute circulation, car les autres véhicules étaient immobilisés à des feux de circulation rouges. À l'approche, s'étant engagé dans la voie de virage à gauche, la principale indication visuelle se présentant au conducteur était une flèche verte pour le virage à gauche située face à la voie de virage à gauche, dans la direction du virage.

⁵² L. Harms, « Variation in drivers' cognitive load: effects of driving through village areas and rural junctions », *Ergonomics*, vol. 34, n° 2 (1991), p. 151 à 160.

⁵³ A. Mack et I. Rock, *Inattentional Blindness*, (MIT Press, 1998).

⁵⁴ P.M. Salmon, G.J. Read, N.A. Stanton et M.G. Lenné, « The crash at Kerang: investigating systemic and psychological factors leading to unintentional non-compliance at rail level crossings », *Accident Analysis & Prevention*, vol. 50 (2013), p. 1278 à 1288.

⁵⁵ Rapport d'enquête ferroviaire R13T0192 du BST.

2.0 *Analyse*

Dans le cas de l'événement à l'étude, ni l'ambulance ni le train ne présentaient de défauts mécaniques préexistants pouvant avoir contribué à la collision. L'analyse portera sur la complexité et le fonctionnement du passage à niveau, sur la distraction du conducteur, sa formation et sa supervision, ainsi que sur la conduite du train au passage à niveau.

2.1 *L'accident*

La collision s'est produite lorsque le train, roulant en direction nord, a heurté l'ambulance, allant en direction est, qui obstruait la voie principale au passage à niveau. L'ambulance s'était engagée dans le passage à niveau et était immobilisée sur la voie devant le train qui approchait. L'ambulance avait avancé pour tenter de s'insérer entre la voie principale et la barrière descendue contrôlant la circulation routière en direction ouest, mais elle n'avait pas complètement dégagé la trajectoire du train qui approchait. Le conducteur croyait que la barrière descendue l'empêchait d'avancer davantage. Toutefois, la barrière se trouvait au nord du nez de l'ambulance et ne bloquait pas son chemin. Du reste, les barrières des passages à niveau sont conçues pour se rompre facilement et permettre aux véhicules bloqués de dégager un passage à niveau, au besoin.

2.2 *Préparation du conducteur pour le franchissement du passage à niveau et de l'intersection*

Le matin de l'événement, il y a eu un certain nombre de communications de téléphone cellulaire entre le conducteur de l'ambulance et les appelants 1 et 2. La fréquence des appels, la rapidité de la réponse aux appels et la décision du conducteur d'utiliser un téléphone cellulaire en conduisant indiquent que ces appels étaient importants et/ou complexes.

Quand une personne conduit un véhicule, une conversation complexe peut engendrer une distraction cognitive aussi bien pendant un appel téléphonique et par la suite. Comme les appels se sont produits à proximité du passage à niveau ou a eu lieu l'événement, le conducteur était probablement en situation de distraction cognitive pendant l'approche et le franchissement du passage à niveau. Cette distraction aurait réduit ses capacités de balayage et de traitement visuels. Le rendement au volant était aussi exposé à une possible cécité inattentionnelle (« regarder sans voir ») susceptible de causer des erreurs et des délais de réaction accrus. De plus, le fait que le modèle de téléphone cellulaire utilisé ne lui était pas familier aurait accru le niveau de distraction du conducteur. La distraction causée par l'utilisation du téléphone cellulaire a probablement réduit la capacité du conducteur à détecter les avertissements environnants au franchissement du passage à niveau.

2.3 *Perception de l'activation du système d'avertissement du passage à niveau*

Par rapport aux passages à niveau passifs, un passage à niveau actif doté d'un système d'avertissement de passage à niveau (SAPN) allège la charge de travail des conducteurs, car

les indications données par un SAPN réduisent le nombre de décisions à prendre. À l'approche du passage à niveau en direction est, le conducteur devait prendre la décision d'arrêter ou d'avancer, ce qui n'aurait nécessité qu'une vérification de l'état du SAPN. Le conducteur de l'ambulance a perçu que le SAPN n'était pas activé (c.-à-d., qu'il pouvait avancer en toute sécurité). Il a donc franchi la voie de garage de Milner. Toutefois, le SAPN s'est déclenché à ce moment.

Le conducteur de l'ambulance n'a pas immédiatement remarqué les signaux du SAPN déclenché en raison d'une combinaison de facteurs, notamment les suivants :

- Distraction (il a regardé sans voir) – La capacité de traitement visuel du conducteur était peut-être réduite en raison d'une distraction, ce qui a fait croître la propension aux erreurs dues au fait de « regarder sans voir ».
- Attention concentrée sur le virage à gauche (il ne cherchait pas les indices du SAPN) – Le conducteur portait peut-être son attention sur les indices liés à la tâche complexe du virage à gauche, dont les feux de virage à gauche et la circulation à l'intersection (biais perceptuel).
- Perceptibilité (il n'a pas remarqué certains indices) – Les feux rouges clignotants du SAPN ne se détachaient peut-être pas suffisamment des autres indices visuels de ce passage à niveau et de cette intersection complexes (p. ex., les feux verts clignotants de virage à gauche se trouvant au centre du champ visuel du conducteur).
- Obstruction (il a regardé mais ne pouvait pas voir) – À l'approche du passage à niveau, les feux rouges clignotants du côté droit ont peut-être été momentanément obstrués par les panneaux indicateurs de passage à niveau et de ligne d'arrêt. Si le conducteur de l'ambulance avait balayé les lieux du regard à ce moment, ces obstructions l'auraient peut-être empêché de voir les feux du SAPN. Comme la barrière contrôlant la circulation vers l'est se trouvait encore en position relativement haute, le conducteur aurait manqué le seul indice visuel (c.-à-d., les feux rouges clignotants) indiquant aux conducteurs circulant vers l'est que le SAPN était déclenché.

Une fois qu'il avait pris la décision d'avancer avant le premier panneau indicateur de passage à niveau, le conducteur ne cherchait probablement pas les indications du SAPN ni n'en attendait, ce qui a fait croître la probabilité qu'il ne les détecte pas.

2.4 *Entrée en action de schémas*

2.4.1 *Entrée en action d'un schéma « feu vert »*

Un feu de circulation vert crée normalement un schéma selon lequel il est sécuritaire d'avancer. Toutefois, l'interconnexion des feux de circulation et du SAPN peut produire une situation où les feux de circulation demeurent verts malgré le déclenchement du SAPN.

Le conducteur de l'ambulance a vu les feux de circulation verts à l'intersection Crush Crescent et Glover Road, ce qui aurait renforcé son évaluation initiale que le SAPN n'était pas déclenché. La réduction des ressources cognitives disponibles causée par l'utilisation

d'un téléphone cellulaire a probablement réduit la probabilité que le conducteur constate la contradiction des indices se présentant à lui.

2.4.2 *Entrée en action d'un schéma « descente des barrières »*

Lorsqu'il a atteint la seconde voie (la voie principale), le conducteur de l'ambulance concentrait toujours son attention sur la flèche verte de virage à gauche. Toutefois, comme la barrière du passage à niveau contrôlant la circulation routière vers l'ouest, en sens inverse, descendait maintenant directement dans son champ visuel, le conducteur a immobilisé l'ambulance. Cette barrière n'était pas pour la voie vers l'est de virage à gauche. Toutefois, l'ambulance se trouvait très près de cette barrière, partiellement en raison des marques routières délavées sur la chaussée. Le conducteur de l'ambulance croyait que la barrière du passage à niveau s'étendait directement devant l'ambulance, alors que ce n'était pas le cas.

Une barrière de passage à niveau descendante crée généralement un schéma selon lequel il n'est pas sécuritaire d'avancer. Conformément à ce schéma, le conducteur a immobilisé l'ambulance à la barrière, et ce, même s'il pouvait la contourner ou la franchir. Même après avoir vu et entendu le train, le conducteur n'a tenté que des manœuvres limitées, et a choisi de demeurer derrière la barrière, à un endroit qu'il croyait sécuritaire. Le conducteur percevait probablement que la barrière descendue du passage à niveau indiquait qu'il n'était pas sécuritaire d'avancer.

2.5 *Complexité du passage à niveau*

Différents indices visuels parsemaient le champ visuel des conducteurs circulant sur Crush Crescent vers l'est et approchant du passage à niveau. De plus, comme le panneau indicateur de passage à niveau n'était pas accompagné d'un panneau d'arrêt, les conducteurs devaient habituellement évaluer les indices et prendre des décisions de conduite alors que leur véhicule était en mouvement.

Les conducteurs recherchent généralement l'information la plus pertinente en fonction de l'endroit où ils se trouvent (p. ex., une intersection routière) et du moment précis, et concentrent souvent leur attention sur les indices visuels importants à une situation précise au détriment d'autres indices s'offrant à eux. La perceptibilité des feux du passage à niveau de l'événement était probablement réduite en raison de la complexité des 2 passages à niveau et de l'intersection adjacente, ce qui a réduit la capacité du conducteur à détecter les avertissements environnants.

2.6 *Conscience situationnelle*

Il est probable que toute distraction causée par l'utilisation d'un téléphone cellulaire, et la charge de travail et la concentration nécessaires pour accomplir la tâche complexe d'un virage à gauche à une intersection inconnue ont réduit la capacité du conducteur d'accomplir efficacement la première étape de la conscience situationnelle : de percevoir tous les éléments pertinents environnants. Il est aussi probable que des facteurs liés à la perceptibilité et à l'obstruction du SAPN ont réduit la probabilité que le conducteur accomplisse cette première étape.

Comme il n'a pas perçu certains éléments environnants, dont la géométrie du passage à niveau, les signaux du SAPN, la position de la voie de virage à gauche et la fonction de la barrière contrôlant la circulation vers l'ouest, le conducteur n'a probablement pas été en mesure d'atteindre pleinement la deuxième étape de la conscience situationnelle : d'assimiler et de comprendre le contexte et les dangers qui s'y présentaient.

Lorsque le conducteur a immobilisé l'ambulance sur la voie, il n'était probablement pas véritablement conscient de la géométrie et des caractéristiques du passage à niveau, et ne saisissait pas les dangers liés à la position de l'ambulance.

2.7 Géométrie et conception du passage à niveau

À ce passage à niveau, la route franchissait 2 voies de chemin de fer situées à moins de 13 m l'une de l'autre. La voie principale était dotée d'un SAPN, et la voie de garage de Milner, d'un panneau indicateur de passage à niveau. Cette configuration n'était pas conforme à la définition de passage à niveau, et les lignes de visibilité de la voie de garage de Milner ne respectaient pas les exigences du *Règlement sur les passages à niveau* de 2014 de Transports Canada (TC). La configuration était toutefois conforme aux anciennes exigences réglementaires. Les exigences du *Règlement sur les passages à niveau* doivent être respectées d'ici 2021.

Trois voies de circulation figuraient dans les dessins techniques du ministère des Transports et de l'Infrastructure de la Colombie-Britannique pour le passage à niveau de l'événement :

1. 1 voie vers l'est pour le trafic continuant tout droit ou tournant à droite sur Glover Road;
2. 1 voie vers l'est de virage à gauche sur Glover Road;
3. 1 voie vers l'ouest (en sens inverse).

Comme il y avait 2 voies vers l'est et 1 seule voie vers l'ouest, la ligne séparant les sens inverses ne correspondait pas à la vraie ligne médiane de la route. Toutefois, lorsque la compagnie ferroviaire a préparé les plans du passage à niveau et de son SAPN, on a peut-être interprété la ligne médiane figurant sur le plan du ministère des Transports et de l'Infrastructure comme étant la ligne séparant les voies en sens inverse. Par conséquent, la barrière du passage à niveau des 2 voies vers l'est était trop courte, et la barrière du passage à niveau de la voie en sens inverse était trop longue. Toutefois, les lisses de ces barrières satisfaisaient aux exigences de l'alinéa 12.1e) des *Normes sur les passages à niveau* (NPN). De plus, la distance entre le système d'avertissement (c.-à-d., les feux clignotants) et la ligne médiane de la route (mesurée perpendiculairement à la route) était supérieure à 7,7 m, ce qui exige l'installation d'un dispositif lumineux en porte-à-faux.

Le *Règlement sur les passages à niveau* de TC et, par renvoi, les NPN sont entrés en vigueur en novembre 2014. Les compagnies ferroviaires et les administrations routières disposent de 7 ans à partir de l'entrée en vigueur de ces dispositions pour modifier leurs passages à niveau afin de s'y conformer. Même si le plein effet des améliorations exigées par le nouveau *Règlement sur les passages à niveau* ne sera pas immédiat, les risques d'accident aux passages à niveau diminueront graduellement à mesure que les améliorations seront mises en œuvre.

2.8 *Marquage des voies de la chaussée au passage à niveau*

Les marques routières sont conçues pour garder les véhicules au bon endroit sur la chaussée. Au passage à niveau de l'événement, comme les marques routières étaient usées et délavées, les conducteurs pouvaient avoir de la difficulté à placer leur véhicule au bon endroit selon l'itinéraire prévu. L'ambulance s'est probablement retrouvée au mauvais endroit (c.-à-d., très près de la lisse de la barrière contrôlant la circulation vers l'ouest) en partie du fait que la voie de virage à gauche n'était pas clairement délimitée. Si les marques routières sur la chaussée ne sont pas bien visibles aux passages à niveau, les véhicules pourraient franchir un passage à niveau au mauvais endroit, ce qui compromet l'efficacité du SAPN et des feux de circulation et fait croître les risques d'accident.

2.9 *Essais de l'interconnexion entre le système d'avertissement au passage à niveau et les feux de circulation*

La Federal Railroad Administration des États-Unis a émis en 2010 un avis de sécurité dans lequel elle soulignait les 4 indications suivantes relatives à l'inspection et à l'essai de l'interconnexion entre des feux de circulation et un SAPN à un passage à niveau rail-route [traduction] :

- Effectuer des inspections complètes et conjointes des systèmes d'interconnexion de déclenchement des feux de circulation [...] pendant lesquelles il faut observer l'exécution de la fonction de priorité ferroviaire et ses effets sur le système de signalisation routière.
- Installer des enregistreurs de données des systèmes de signalisation ferroviaire et routière à tous les passages à niveau rail-route nouvellement installés ou améliorés qui sont dotés de systèmes de signalisation actifs reliés au système de signalisation routière.
- Les administrations routières et les chemins de fer devraient entretenir et mettre à niveau les enregistreurs de données des systèmes de signalisation ferroviaire et routière en place aux passages à niveau rail-route dotés de systèmes d'avertissement actifs reliés au système de signalisation routière.
- Les données des enregistreurs de données des systèmes de signalisation ferroviaire et routière devraient être utilisées lors des inspections complètes, périodiques et conjointes [...] pour déterminer si toute anomalie de fonctionnement enregistrée nécessite un examen plus poussé.

Les inspections de l'interconnexion entre le SAPN et le système de gestion de la circulation du passage à niveau de l'événement effectuées au cours des 5 années précédentes ont été examinées. Pendant cette période, l'exhaustivité de ces inspections a varié, tant pour la qualité que pour les données recueillies. Rien n'indique qu'on avait examiné les données enregistrées par le SAPN ou le système de signalisation routière dans le cadre de l'inspection annuelle, et la réglementation ne l'exigeait pas. Quand ces données sont synchronisées et comparées, il est possible de vérifier le bon fonctionnement de certaines fonctions de l'interconnexion.

On testait parfois l'interconnexion en plaçant un cavalier entre les voies à l'approche du passage à niveau pour simuler l'approche d'un train. Toutefois, cette méthode ne permet pas d'observer minutieusement l'ensemble du fonctionnement du SAPN et du régulateur de la circulation, ou l'interaction entre ces 2 systèmes. Lorsqu'on utilise cette méthode, le prédicteur d'un passage à niveau peut seulement évaluer le train simulé comme étant un train roulant rapidement, qui mettra peu de temps à atteindre le passage à niveau. Seule une observation en temps réel du fonctionnement du passage à niveau permet une vérification complète de l'interconnexion entre le SAPN et le système de gestion de la circulation. Quand une inspection conjointe annuelle néglige l'examen des données des enregistreurs et l'observation en temps réel, il y a risque accru de non-détection de défauts ou d'anomalies de l'interconnexion entre le SAPN et les feux de circulation.

2.10 *Conduite du train et actions de l'équipe à proximité du passage à niveau*

À l'approche du passage à niveau, le train circulait à 34 mi/h, donc sous la vitesse maximale autorisée de 35 mi/h. Le train n'était pas assujéti à des limitations de vitesse particulières dans les environs du passage à niveau. À l'approche du passage à niveau, l'équipe disposait d'une bonne visibilité et d'une vue non obstruée depuis la cabine de la locomotive.

L'équipe du train a vu l'ambulance approcher du passage à niveau depuis l'ouest, puis s'immobiliser dans le passage à niveau. De sa position, l'équipe a pu constater visuellement le déclenchement du SAPN. Elle a commencé à actionner le sifflet de la locomotive à l'approche du panneau commandant de siffler (c.-à-d. à environ ¼ mille du passage à niveau), conformément au *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada (REFC)*, et a vu l'ambulance avancer à 2 reprises. L'équipe du train a alors actionné sans relâche le sifflet de la locomotive.

Le mécanicien de locomotive stagiaire était aux commandes du train, sous la supervision du mécanicien de locomotive responsable. Comme il ne semblait pas y avoir d'obstruction empêchant l'ambulance de dégager le passage à niveau, le mécanicien de locomotive a décidé de poursuivre sa route vers le passage à niveau en actionnant le sifflet. Les équipes de train ont généralement l'habitude de voir des personnes non autorisées sur l'emprise du chemin de fer et des véhicules immobilisés momentanément à des passages à niveau. Il n'est pas rare que des piétons ou des véhicules demeurent sur la voie jusqu'au dernier moment. Comme les trains ont la priorité de passage et ne peuvent pas s'immobiliser rapidement, les équipes de train s'attendent généralement à ce que les véhicules et les piétons respectent les avertissements sonores du train et les SAPN déclenchés. Puisque rien ne semblait empêcher l'ambulance de dégager le passage à niveau et que l'ambulance avait avancé légèrement à 2 reprises vers l'est, à la lumière de son expérience de véhicules obstruant des passages à niveau, l'équipe du train s'attendait à ce que l'ambulance dégage le passage à niveau en toute sécurité.

2.11 Formation du conducteur

Le programme de formation offert aux nouveaux conducteurs par le British Columbia Ambulance Service (BCAS) comprenait des séances pratiques (conduite) et théoriques (réglementation et politiques) portant sur différents aspects de la conduite d'un véhicule d'urgence. Toutefois, le BCAS n'offrait pas d'information ou de formation particulières sur la sécurité aux passages à niveau. Opération Gareautrain offre un cours à l'intention des conducteurs de véhicules d'urgence qui franchissent des passages à niveau dans l'exercice de leurs fonctions. Cette information ne faisait pas partie du programme de formation offert aux conducteurs du BCAS. Le cours d'Opération Gareautrain fournit de l'information importante sur le franchissement sécuritaire des passages à niveau et sur les interventions d'urgence à proximité d'un passage à niveau actif. La formation des conducteurs du BCAS ne comprenait pas d'information propre à la conduite sécuritaire de véhicules d'urgence ou à l'exécution sécuritaire d'interventions d'urgence aux passages à niveau rail-route.

Pour qu'un programme de formation soit efficace, il doit comprendre toute l'information nécessaire et être offert à tous les employés qui en ont besoin. Voilà qui est particulièrement important lorsque des employés occupent des postes critiques pour la sécurité, y compris des postes de conducteur d'ambulance et de technicien paramédical. Même lorsqu'ils effectuent le transfert d'un patient (qui n'est pas une situation d'urgence), les ambulanciers sont responsables du bien-être de leurs collègues et des personnes vulnérables.

Une formation pratique et efficace sur les différents aspects de l'exploitation des véhicules est importante afin que les conducteurs professionnels puissent acquérir les connaissances et les compétences qui leur sont nécessaires pour accomplir leur travail de manière efficace et en toute sécurité. Le conducteur de l'ambulance de l'événement n'avait suivi qu'une partie de la formation des conducteurs (la formation sur l'*Emergency Vehicle Driving Regulation*), ce qui lui permettait de conduire une ambulance dans le cadre d'interventions de code 3 (urgences).

2.12 Supervision et surveillance du rendement des conducteurs

En plus d'offrir de la formation aux conducteurs, il faut mettre en œuvre des mesures de surveillance du rendement permettant d'évaluer périodiquement leurs habiletés, pour s'assurer que leur formation a été efficace, qu'ils mettent en pratique les connaissances apprises, et qu'ils maintiennent ces connaissances ainsi que les habiletés de conduite qu'ils ont acquises. La surveillance du rendement est aussi un outil permettant de s'assurer que les conducteurs respectent les politiques, les procédures et les exigences réglementaires applicables.

Le BCAS s'attendait à ce que les superviseurs assurent la conformité aux politiques, aux procédures et aux règlements, et à ce qu'ils discutent avec les conducteurs de leurs préoccupations à l'égard de la conduite. Toutefois, le BCAS n'avait pas mis sur pied de système de surveillance du rendement lui permettant d'évaluer la conformité de ses conducteurs aux normes de la province et de l'entreprise et l'efficacité du programme de formation qu'elle offrait à ses conducteurs.

3.0 *Faits établis*

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

1. La collision s'est produite lorsque le train, roulant en direction nord, a heurté l'ambulance, allant en direction est, qui obstruait la voie principale au passage à niveau.
2. L'ambulance s'était engagée dans le passage à niveau et était immobilisée sur la voie devant le train qui approchait.
3. L'ambulance avait avancé pour tenter de s'insérer entre la voie principale et la barrière descendue contrôlant la circulation routière en direction ouest, mais elle n'avait pas complètement dégagé la trajectoire du train qui approchait.
4. Le conducteur croyait que la barrière descendue l'empêchait d'avancer davantage, mais cette barrière se trouvait au nord du nez de l'ambulance et ne bloquait pas son chemin.
5. La distraction causée par l'utilisation du téléphone cellulaire a probablement réduit la capacité du conducteur à détecter les avertissements environnants pendant le franchissement du passage à niveau.
6. Une fois qu'il avait pris la décision d'avancer avant le premier panneau indicateur de passage à niveau, le conducteur ne cherchait probablement pas les indications du système d'avertissement de passage à niveau ni n'en attendait, ce qui a fait croître la probabilité qu'il ne les détecte pas.
7. Le conducteur de l'ambulance a vu les feux de circulation verts à l'intersection Crush Crescent et Glover Road, ce qui aurait renforcé son évaluation initiale que le système d'avertissement de passage à niveau n'était pas déclenché.
8. La réduction des ressources cognitives disponibles causée par l'utilisation d'un téléphone cellulaire a probablement réduit la probabilité que le conducteur constate la contradiction des indices se présentant à lui.
9. La perceptibilité des feux du passage à niveau était probablement réduite en raison de la complexité des 2 passages à niveau et de l'intersection adjacente, ce qui a réduit la capacité du conducteur à détecter les avertissements environnants.
10. Le conducteur avait probablement compris que la barrière descendue du passage à niveau indiquait qu'il n'était pas sécuritaire d'avancer.

11. Lorsque le conducteur a immobilisé l'ambulance sur la voie, il n'était probablement pas véritablement conscient de la géométrie et des caractéristiques du passage à niveau, et ne saisissait pas les dangers liés à la position de l'ambulance.
12. L'ambulance s'est probablement retrouvée au mauvais endroit (c.-à-d., très près de la lisse de la barrière contrôlant la circulation vers l'ouest) en partie du fait que la voie de virage à gauche n'était pas clairement délimitée.

3.2 *Faits établis quant aux risques*

1. Si les marques routières sur la chaussée ne sont pas bien visibles aux passages à niveau, les véhicules pourraient franchir un passage à niveau au mauvais endroit, ce qui compromet l'efficacité du système d'avertissement de passage à niveau et des feux de circulation et fait croître les risques d'accident.
2. Quand une inspection conjointe annuelle néglige l'examen des données des enregistreurs et l'observation en temps réel, il y a un risque accru de non-détection de défauts ou d'anomalies de l'interconnexion entre le système d'avertissement de passage à niveau et les feux de circulation.

3.3 *Autres faits établis*

1. Même si le plein effet des améliorations exigées par le nouveau *Règlement sur les passages à niveau* ne sera pas immédiat, les risques d'accident aux passages à niveau diminueront graduellement à mesure que les améliorations seront mises en œuvre.
2. Selon les données enregistrées, l'équipe a conduit le train conformément aux exigences de la compagnie ferroviaire et de la réglementation. Puisque rien ne semblait empêcher l'ambulance de dégager le passage à niveau et que l'ambulance avait avancé légèrement à 2 reprises vers l'est, à la lumière de son expérience des véhicules obstruant des passages à niveau, l'équipe du train s'attendait à ce que l'ambulance dégager le passage à niveau en toute sécurité.
3. La formation des conducteurs du British Columbia Ambulance Service ne comprenait pas d'information propre à la conduite sécuritaire de véhicules d'urgence ou à l'exécution sécuritaire d'interventions d'urgence aux passages à niveau rail-route.
4. Le conducteur de l'ambulance n'avait suivi qu'une partie de la formation des conducteurs (la formation sur l'*Emergency Vehicle Driving Regulation*), ce qui lui permettait de conduire une ambulance dans le cadre d'interventions de code 3 (urgences).
5. Le British Columbia Ambulance Service n'avait pas mis sur pied de système de surveillance du rendement lui permettant d'évaluer la conformité de ses conducteurs aux normes de la province et de l'entreprise et l'efficacité du programme de formation qu'elle offrait à ses conducteurs.

4.0 Mesures de sécurité

4.1 Mesures de sécurité prises

4.1.1 Transports Canada

Le 10 février 2016, Transports Canada (TC) a effectué une inspection détaillée du passage à niveau de l'événement et a constaté ce qui suit :

- Le véhicule type défini ne correspondait pas à l'utilisation du passage à niveau existant.
- La synchronisation existante du déclenchement des feux de circulation pour la priorité ferroviaire et de la descente des barrières du système d'avertissement de passage à niveau (SAPN) ne permettait pas aux véhicules longs de dégager le passage à niveau en toute sécurité à l'approche d'un train.
- Les marques routières étaient absentes ou délavées à un tel point qu'elles ne fournissaient pas une information adéquate aux conducteurs.

Le 11 février 2016, TC a envoyé un avis concernant le passage à niveau de l'événement à l'étude au Chemin de fer Canadien Pacifique (CP), au ministère des Transports et de l'Infrastructure (MOTI) de la Colombie-Britannique et au Canton de Langley. Dans cet avis, TC soulevait des préoccupations concernant le bloc de commande du SAPN, le régulateur des feux de circulation et le système d'interconnexion de priorité ferroviaire. TC exprimait aussi des inquiétudes au sujet du délai prévu entre le déclenchement des feux de circulation pour la priorité ferroviaire et la descente des barrières du SAPN, déterminé en utilisant un véhicule type inadéquat. TC soulignait encore dans cet avis le fait que les marques routières étaient absentes ou délavées à un tel point qu'elles ne fournissaient pas une information adéquate aux conducteurs.

En réponse à cet avis, les modifications suivantes ont été apportées :

- On a augmenté à 12 secondes, au lieu de 8, le délai de descente des barrières pour accommoder le passage d'un véhicule de 18 m au lieu d'une automobile de 6 m.
- On a prolongé le délai de dégagement de la voie de virage à gauche pour permettre à une plus longue file de véhicules de dégager le passage à niveau.
- On a augmenté à 54 secondes, au lieu de 50, le délai d'avertissement total du passage à niveau.

Tableau 5 – Synchronisation du système d'avertissement de passage à niveau et des feux de circulation

Secondes avant l'arrivée du train	État du système d'avertissement de passage à niveau (SAPN)	Réaction des feux de circulation – pire situation : Feux verts pour les véhicules circulant sur Glover Road	Réaction des feux de circulation – meilleure situation : Feux rouges pour les véhicules circulant sur Glover Road et Crush Crescent
54	Réaction de l'équipement	Réaction de l'équipement	Réaction de l'équipement
53	Réaction de l'équipement	Réaction de l'équipement	Réaction de l'équipement

Secondes avant l'arrivée du train	État du système d'avertissement de passage à niveau (SAPN)	Réaction des feux de circulation – pire situation : Feux verts pour les véhicules circulant sur Glover Road	Réaction des feux de circulation – meilleure situation : Feux rouges pour les véhicules circulant sur Glover Road et Crush Crescent
52	Réaction de l'équipement	Réaction de l'équipement	Réaction de l'équipement
51	Réaction de l'équipement	Réaction de l'équipement	Réaction de l'équipement
50	Réaction de l'équipement	Réaction de l'équipement	Réaction de l'équipement
49	Prédéclenchement prioritaire	Vert (délai de passage min.)	Tous les feux ferroviaires sont rouges.
48	Prédéclenchement prioritaire	Vert (délai de passage min.)	Tous les feux ferroviaires sont rouges.
47	Prédéclenchement prioritaire	Avertissement avancé	Dégagement de la file de Crush Crescent – La file commence à avancer.
46	Prédéclenchement prioritaire	Avertissement avancé	Dégagement de la file de Crush Crescent
45	Prédéclenchement prioritaire	Avertissement avancé	Dégagement de la file de Crush Crescent
44	Prédéclenchement prioritaire	Avertissement avancé	Dégagement de la file de Crush Crescent
43	Prédéclenchement prioritaire	Avertissement avancé	Dégagement de la file de Crush Crescent
42	Prédéclenchement prioritaire	Jaune	Dégagement de la file de Crush Crescent – Le véhicule type commence à avancer.
41	Prédéclenchement prioritaire	Jaune	Dégagement de la file de Crush Crescent
40	Prédéclenchement prioritaire	Jaune	Dégagement de la file de Crush Crescent
39	Prédéclenchement prioritaire	Jaune	Dégagement de la file de Crush Crescent
38	Prédéclenchement prioritaire	Jaune	Dégagement de la file de Crush Crescent
37	Prédéclenchement prioritaire	Rouge	Dégagement de la file de Crush Crescent
36	Prédéclenchement prioritaire	Tous les feux sont rouges.	Dégagement de la file de Crush Crescent
35	Prédéclenchement prioritaire	Tous les feux sont rouges.	Dégagement de la file de Crush Crescent
34	Clignotants	La file commence à avancer sur Crush Crescent.	Dégagement de la file de Crush Crescent
33	Clignotants	Dégagement de la file de Crush Crescent	Dégagement de la file de Crush Crescent

Secondes avant l'arrivée du train	État du système d'avertissement de passage à niveau (SAPN)	Réaction des feux de circulation – pire situation : Feux verts pour les véhicules circulant sur Glover Road	Réaction des feux de circulation – meilleure situation : Feux rouges pour les véhicules circulant sur Glover Road et Crush Crescent
32	Clignotants	Dégagement de la file de Crush Crescent	Dégagement de la file de Crush Crescent
34	Clignotants	Dégagement de la file de Crush Crescent	Dégagement de la file de Crush Crescent
30	Clignotants	Dégagement de la file de Crush Crescent	Dégagement de la file de Crush Crescent
29	Clignotants	Dégagement de la file de Crush Crescent – Le véhicule type commence à avancer.	Dégagement de la file de Crush Crescent
28	Clignotants	Dégagement de la file de Crush Crescent	Dégagement de la file de Crush Crescent – Le véhicule type dégage le passage à niveau.
27	Clignotants	Dégagement de la file de Crush Crescent	Dégagement de la file de Crush Crescent
26	Clignotants	Dégagement de la file de Crush Crescent	Dégagement de la file de Crush Crescent
25	Clignotants	Dégagement de la file de Crush Crescent	Dégagement de la file de Crush Crescent
24	Clignotants	Dégagement de la file de Crush Crescent	Dégagement de la file de Crush Crescent
23	Clignotants	Dégagement de la file de Crush Crescent	Dégagement de la file de Crush Crescent
22	Descente des barrières	Dégagement de la file de Crush Crescent	Dégagement de la file de Crush Crescent
21	Descente des barrières	Dégagement de la file de Crush Crescent	Dégagement de la file de Crush Crescent
20	Descente des barrières	Dégagement de la file de Crush Crescent	Dégagement de la file de Crush Crescent
19	Descente des barrières	Dégagement de la file de Crush Crescent	Dégagement de la file de Crush Crescent
18	Descente des barrières	Dégagement de la file de Crush Crescent	Dégagement de la file de Crush Crescent
17	Descente des barrières	Dégagement de la file de Crush Crescent	Dégagement de la file de Crush Crescent
16	Descente des barrières	Dégagement de la file de Crush Crescent	Dégagement de la file de Crush Crescent
15	Descente des barrières	Dégagement de la file de Crush Crescent – Le véhicule type dégage le passage à niveau.	Dégagement de la file de Crush Crescent
14	Descente des barrières	Dégagement de la file de Crush Crescent	Dégagement de la file de Crush Crescent

Secondes avant l'arrivée du train	État du système d'avertissement de passage à niveau (SAPN)	Réaction des feux de circulation – pire situation : Feux verts pour les véhicules circulant sur Glover Road	Réaction des feux de circulation – meilleure situation : Feux rouges pour les véhicules circulant sur Glover Road et Crush Crescent
	Train	Rouge	Route 10
	Train	Route 10	Route 10

Source : Transports Canada

Par ailleurs, TC a entrepris de mettre à jour son document de référence destiné aux intervenants du secteur chargés de l'entretien et de l'essai des feux de circulation connectés à des SAPN (*Lignes directrices pour l'inspection et l'essai de l'interconnexion de feux de circulation routière et de systèmes d'avertissement de passage à niveau* [TP13755]).

4.1.2 Ministère des Transports et de l'Infrastructure

En juin 2016, le ministère des Transports et de l'Infrastructure (MOTI) de la Colombie-Britannique a remplacé le régulateur des feux de circulation LMD 8000 par un régulateur Cobalt d'Econolite, connecté à la guérite de signalisation du passage à niveau par l'intermédiaire d'un câble d'interconnexion à 10 fils. Cette mise à niveau a permis des fonctions de sécurité supplémentaires, dont les éléments suivants :

- Des circuits doubles de coupure et de supervision font clignoter les feux si le circuit de déclenchement du SAPN est défectueux. Dans une telle situation, les feux de toutes les directions se mettent au rouge clignotant.
- Un autre circuit transmet un signal au bloc de commande du SAPN lorsque les feux clignotent pour quelque raison que ce soit. Ainsi, lorsque le système détecte la présence d'un train, le bloc de commande omet le délai de prédéclenchement prioritaire et actionne immédiatement les dispositifs ferroviaires d'avertissement automatiques.
- Un signal est transmis au bloc de commande par l'intermédiaire du câble d'interconnexion à 10 fils lorsque les barrières du SAPN sont à l'horizontale. Ainsi, un feu de circulation peut rester vert pendant quelques secondes après la descente complète de la barrière interdisant de passer sur la voie. Voilà qui permet d'éviter que des véhicules s'immobilisent sur la voie en raison de l'affichage précoce d'un feu de circulation rouge s'ils s'étaient engagés dans le passage malgré l'indication d'arrêter des dispositifs ferroviaires d'avertissement automatiques.

De plus, le MOTI a installé un panneau noir, à l'approche du dispositif lumineux en porte-à-faux sur Crush Crescent, dont les DEL s'allument au moment de la réception d'une demande de priorité ferroviaire. Le panneau donne aux conducteurs circulant vers l'est sur Crush Crescent un avertissement de 15 secondes avant le déclenchement des dispositifs ferroviaires d'avertissement automatiques lorsqu'un train approche. Un panneau à DEL noir interdisant les virages à droite a aussi été installé sur la route Glover Road à l'approche de Crush Crescent.

Pour accroître la perceptibilité des feux de circulation de l'intersection pour les conducteurs circulant sur Crush Crescent, on a installé 2 autres signaux (pour un total de 6). Il y a maintenant 3 signaux du côté rapproché de l'intersection et 3 signaux du côté éloigné de l'intersection (c.-à-d., du côté est de Glover Road).

Au moment de l'événement à l'étude, les signaux du côté éloigné affichaient des feux verts pendant 4 secondes supplémentaires. On a augmenté ce délai supplémentaire de dégagement de la file à 7,1 secondes en fonction du nouvel emplacement de la ligne d'arrêt, du délai accru de descente des barrières et d'une vitesse de dégagement du passage à niveau de 15 km/h

4.1.3 Avis de sécurité ferroviaire du Bureau de la sécurité des transports

Le 17 mars 2016, le BST a émis un avis de sécurité ferroviaire (ASF) sur le fonctionnement des dispositifs de signalisation automatiques (DSA)⁵⁶ et des feux de circulation au passage à niveau de l'événement⁵⁷.

Dans cet ASF, le BST faisait remarquer que les DSA et les feux de circulation pouvaient présenter de l'information contradictoire aux conducteurs de véhicules circulant vers l'est et faisant la file sur Crush Crescent :

La signalisation à cet endroit présente des difficultés, car l'interconnexion des DSA et du système de feux de circulation routiers doit protéger les véhicules des trains qui passent. Mais il faut également que les feux de circulation assurent la sécurité du passage des véhicules à cette intersection. Lorsque des automobilistes se dirigeant vers l'est reçoivent simultanément un signal d'arrêt des DSA et un feu vert des feux de circulation, il y a des risques de confusion. Par conséquent, il serait souhaitable que Transports Canada, le ministère des Transports et des infrastructures de la Colombie-Britannique et le Chemin de fer Canadien Pacifique examinent la conception et la fonction du passage à niveau à l'intersection Crush Crescent et Glover Road, et examinent l'interconnexion de ses DSA avec le système de signalisation routière, afin de réduire les risques pour les automobilistes à ce passage à niveau.

En réponse à cet ASF, TC a évalué à nouveau la conception du passage à niveau et a constaté que, comme la voie principale était protégée par un SAPN et des barrières, et que la voie de garage de Milner était protégée par un panneau indicateur standard de passage à niveau, il y avait effectivement 2 passages à niveau distincts. Comme la voie principale était distante d'environ 13 m de la voie de garage de Milner, il aurait plutôt fallu traiter ces 2 voies comme un seul passage à niveau, conformément à la définition du *Règlement sur les passages à niveau* selon laquelle un passage à niveau est un « [f]ranchissement routier à niveau ou plusieurs

⁵⁶ Dans le présent rapport, on utilise le terme « système d'avertissement de passage à niveau (SAPN) » pour désigner les DSA.

⁵⁷ Bureau de la sécurité des transports, Avis de sécurité ferroviaire – 07/16 : Sécurité du passage à niveau à l'intersection Crush Crescent et Glover Road à Langley (Colombie-Britannique), 17 mars 2016.

franchissements routiers à niveau dont les voies ferrées ne sont pas séparées l'une de l'autre par plus de 30 m ».

Le 10 mai 2017, le BST a publié un deuxième ASF concernant la responsabilité juridictionnelle des marques routières à l'intersection Crush Crescent et Glover Road. L'ASF a noté que :

[traduction] Les marques de voies routières sont conçues pour maintenir les véhicules sur la bonne partie de la chaussée. Bien que certaines des marques routières aient récemment été peintes de nouveau par le CP, ces marques s'estomperont inévitablement, ce qui pourrait entraîner un risque pour les automobilistes. Puisqu'il n'existe aucune responsabilité juridictionnelle claire pour les marques routières à ce passage, on ignore si les marques routières seront maintenues efficacement à l'avenir. En outre, on ne sait pas s'il existe d'autres passages à niveau relevant d'autorités routières adjacentes dans la province de la Colombie-Britannique qui ont entraîné un manque de clarté par rapport à la responsabilité juridictionnelle des marques routières.

Compte tenu de l'importance du maintien des marques routières, en particulier à proximité des passages à niveau, la responsabilité juridictionnelle de cette activité devrait être résolue en temps opportun à l'intersection Crush Crescent et Glover Road et aux autres intersections dans la province de la Colombie-Britannique où cette responsabilité n'est pas claire.

Le 26 juin 2017, le MOTI a répondu en signalant (en partie) que :

[traduction] Il est important de déterminer tout endroit où la responsabilité juridictionnelle n'est pas claire. Bien que nous ne soyons pas au courant d'autres lieux soumis à un conflit de compétence, le personnel du ministère entreprend actuellement un examen détaillé de tous les passages à niveau dans les municipalités adjacentes aux routes et autoroutes provinciales.

4.1.4 *Chemin de fer Canadien Pacifique*

Le 18 février 2016, le Chemin de fer Canadien Pacifique a remplacé le bloc de commande à prédicteur pour passage à niveau 62660 de Safetran par un bloc de commande HXP-3R AH de GETS prenant en charge des approches plus longues, pour assurer les délais plus longs demandés. Le 9 juin 2016, l'équipement de commande du passage à niveau a encore une fois été amélioré avec l'installation d'un bloc de commande XP4 de GETS.

En juin 2016, on a déplacé le SAPN installé du côté ouest de la voie principale sur le côté ouest de la voie de garage de Milner. À cet endroit, on a installé les feux clignotants sur un porte-à-faux. Ces changements ont mis le passage à niveau en conformité avec la définition des *Normes sur les passages à niveau* et réglé certains problèmes concernant les lignes de visibilité qui devaient être corrigés d'ici 2021.

En mars 2016, même s'il ne lui incombait pas de le faire, le Chemin de fer Canadien Pacifique a repeint certaines des marques routières au passage à niveau.

4.1.5 *British Columbia Emergency Health Services*

Après l'événement à l'étude, les British Columbia Emergency Health Services (BCEHS) ont apporté les modifications suivantes au programme de formation de leurs conducteurs :

- En juillet 2016, les BCEHS ont nommé un agent d'éducation pour le programme de formation des conducteurs des BCEHS, chargé de surveiller le contenu du programme et la mise en œuvre des modifications et des mises à jour apportées au programme.
- Les BCEHS ont élaboré un nouveau formulaire d'évaluation des conducteurs et l'ont mis en œuvre en juillet 2016. L'évaluation des recrues prévue à l'issue du cours Notions de base de la conduite de véhicules d'urgence a lieu de 2 à 4 semaines après la formation, ce qui leur donne le temps de s'exercer à conduire avec les chefs d'unité. Les conducteurs sont soumis aux évaluations du programme de sensibilisation à la conduite sécuritaire du poste de Vancouver une fois qu'ils ont effectué des interventions de code 2 seulement pendant 8 quarts de travail et des interventions de code 3 seulement pendant 4 quarts de travail. Ce nouveau formulaire d'évaluation permet aux BCEHS d'obtenir et d'analyser des statistiques sur les conducteurs qui réussissent ou qui échouent le programme de formation. Les résultats de cette analyse serviront à apporter des changements au programme de formation.
- On a mis à jour la formation d'orientation des nouveaux employés (y compris le cours Notions de base de la conduite de véhicules d'urgence) pour y ajouter de l'information sur les trains et les passages à niveau, ainsi que sur la fatigue et la distraction au volant. Depuis novembre 2015, cette formation renforce aussi les indications de l'Insurance Corporation of British Columbia sur les trains pertinentes à l'obtention d'un permis de classe 4 ou 5.
- En janvier 2017, les BCEHS ont ajouté le cours d'Opération Gareautrain à leur programme de formation.
- On a ajouté de l'information sur les trains et les passages à niveau au programme de sensibilisation à la conduite sécuritaire du poste de Vancouver.

Pour souligner les défauts des marques routières au passage à niveau de l'événement, les BCEHS ont envoyé une lettre au Canton de Langley le 11 décembre 2015 et au MOTI le 3 août 2016.

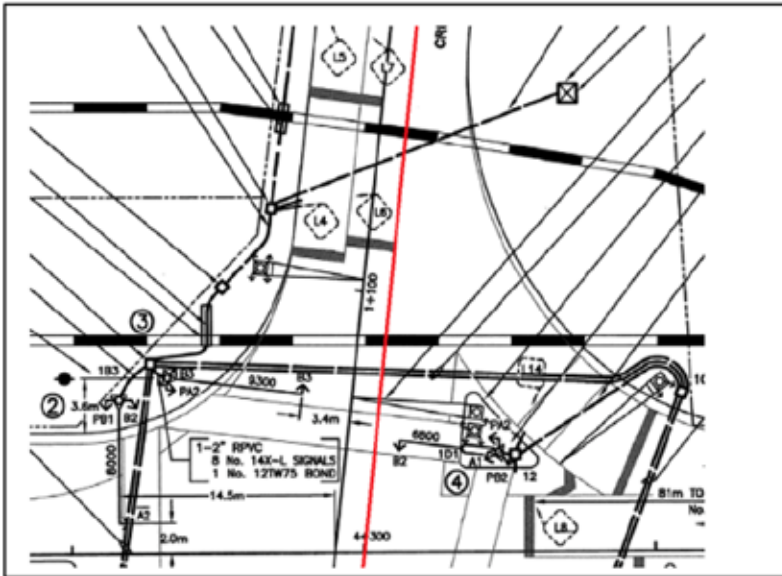
Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 17 mai 2017. Le rapport a été officiellement publié le 13 juillet 2017.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports (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.

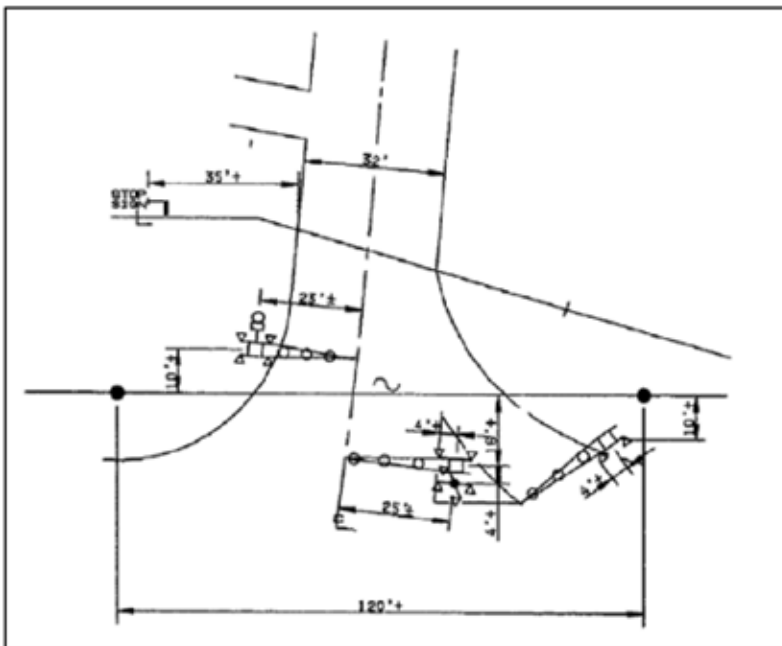
Annexes

Annexe A – Schémas du passage à niveau et de l'intersection préparés par le ministère des Transports et de l'Infrastructure de la Colombie-Britannique et le Chemin de fer Canadien Pacifique

Plan de l'intersection du MOTI de la Colombie-Britannique



Plan des dispositifs de signalisation du CP



Annexe B – Safety Advisory 2010-02

[En anglais seulement]

US Federal Register / Vol. 75, No. 190 / Friday, October 1, 2010 / Notices

DEPARTMENT OF TRANSPORTATION
Federal Railroad Administration
Safety Advisory 2010-02

AGENCY: Federal Railroad Administration (FRA), Department of Transportation (DOT).

ACTION: Notice of Safety Advisory; Signal Recording Devices for Highway- Rail Grade Crossing Active Warning Systems that are Interconnected with Highway Traffic Signal Systems.

SUMMARY:

FRA is issuing Safety Advisory 2010-02 to address Safety Recommendations I-96-10 and I-96-11, issued by the National Transportation Safety Board (NTSB) that relate to railroad and highway signal recording devices at highway-rail grade crossings equipped with active warning systems that are interconnected with highway traffic signal systems. This safety advisory recommends that States, local highway authorities, and railroads install, maintain, and upgrade railroad and highway traffic signal recording devices at these types of grade crossings. This safety advisory also recommends that States, local highway authorities, and railroads conduct comprehensive periodic joint inspections of highway traffic signal pre-emption interconnections and use information obtained from any railroad and highway traffic signal recording devices during those inspections.

SUPPLEMENTARY INFORMATION:

In Safety Recommendation I-96-10, the NTSB recommended that DOT require the use and maintenance of railroad and highway traffic signal recording devices at all new and improved highway-rail grade crossings equipped with active warning systems that are interconnected with highway traffic signal systems. These devices should be capable of recording sufficient parameters to allow railroad and highway personnel to readily determine that the highway traffic signals and railroad active warning systems are operating properly and in a coordinated manner. The NTSB further recommended that DOT require the use of information obtained from these railroad and highway traffic signal recording devices during comprehensive and periodic joint inspections.

In Safety Recommendation I-96-11, the NTSB recommended that DOT require the retention or upgrading of existing recording devices installed at highway-rail grade crossings equipped with active railroad warning systems that are interconnected with highway traffic signal systems. In addition, the NTSB recommended that DOT require maintenance of these

recording devices and the use of information obtained from the devices during comprehensive and periodic joint inspections.

Highway traffic signal pre-emption interconnections, when present, play a critical role in the proper functioning of a highway-rail grade crossing active warning system. By changing the sequence of the traffic signal to allow highway traffic to exit the crossing prior to the arrival of a train, they can prevent vehicle entrapment on the highway-rail grade crossing. Also, the changed traffic signal sequence prevents conflicting visual traffic control messages for motorists approaching highway-rail grade crossings located in close proximity to highway traffic control signals (i.e., a proceed highway traffic signal display into a nearby highway-rail grade crossing active warning system which is activated to indicate the approach or occupancy of a train).

In order to facilitate the proper functioning of the highway traffic signal pre-emption interconnection, 49 CFR 234.261 requires that railroads test each highway traffic signal pre-emption interconnection at least once each month. Therefore, States, local highway authorities, and railroads should identify which highway-rail grade crossings are equipped, or intended to be equipped, with a highway traffic signal pre-emption interconnection. If so equipped, railroads should ensure that the circuit plan shows the actual interconnection and the designed pre-emption time. Railroads should also ensure that the interconnection is in place and the train detection device (or equivalent) is programmed or equipped to provide the appropriate designed pre-emption function.

While FRA regulations require the testing of highway traffic signal pre-emption interconnections at least once a month, this requirement has historically only been applicable to the proper functioning of the railroad's control circuit to the highway traffic controller. While inspecting the highway traffic signal pre-emption interconnection, the actual operation of the highway traffic signal should be observed. Railroads should not rely solely on the operation of a relay or the opening of a control circuit to the traffic signal control housing. In fact, the preferred method of testing highway traffic signal pre-emption is by observation of a train movement and of the actual pre-emption function. Therefore, FRA recommends that railroads conduct comprehensive joint inspections of the highway traffic signal pre-emption interconnection with State and local highway authorities. These comprehensive joint inspections should be conducted when the highway-rail grade crossing active warning system is placed in service, whenever any portion of the system which may affect the proper function of the interconnection is modified or disarranged, and at least once every 12 months, during which observation of the actual pre-emption function and its effect on the highway traffic signal system can be made. These comprehensive periodic joint inspections should also include an inspection of the timing and operation of highway traffic signal systems that are interconnected with highway-rail grade crossing active warning devices, in order to ensure that the highway traffic signal system responds appropriately to the railroad control circuit and as designed. By conducting comprehensive periodic joint inspections, the railroad and State and local highway authorities can work together to observe and verify proper functioning of all necessary components of the highway traffic signal pre-emption upon activation of the highway-rail grade crossing active warning system.

Neither the Federal Highway Administration (FHWA) nor FRA require the retention or installation of railroad or highway signal recording devices at highway-rail grade crossings. However, in recognition of the critical role served by highway traffic signal pre-emption interconnections with respect to the proper functioning of a highway-rail grade crossing active warning system, States, local highway authorities, and railroads are encouraged to install railroad and highway traffic signal recording devices at all new and improved highway-rail grade crossings that have (or will have) active warning systems which are (or will be) interconnected with highway traffic signal systems. Railroad and highway traffic signal recording devices can provide a record of any anomalies associated with the operation of the highway-rail grade crossing active warning system and/or the highway traffic signal system, which may prompt further investigation. Thus, as noted by the NTSB, these recording devices should be capable of recording sufficient parameters to allow railroad and highway personnel to readily determine that the highway traffic signals and railroad-activated warning systems are coordinated and operating properly.

States, local highway authorities, and railroads are also encouraged to maintain and upgrade existing railroad and highway traffic signal recording devices at highway-rail grade crossings that have active warning systems which are interconnected with highway signal systems. With respect to signal recording devices for highway-rail grade crossing active warning systems, older devices can record basic information such as approach time and estimated train speed. However, current signal recording devices for highway-rail grade crossing active warning systems can monitor a variety of system functions and provide reports on the "health" of the warning system, such as the status of the flashing light units, gate position, power supply, the presence of any grounded circuits, etc. Many modern traffic signal systems feature software that includes various event logs that get recorded in the traffic signal controller itself. These event logs are periodically retrieved by the central system software. Among the data retrieved would be any observed conflicts or preempts, as well as logs and diagnostics on the vehicle detector in-pavement "loops". Recognizing that data provided by signal recording devices can assist States, local highway authorities, and railroads with the maintenance of interconnected highway-rail grade crossing active warning systems and highway traffic signal systems, FRA recommends that States, local highway authorities, and railroads use the data provided by these recording devices during their comprehensive periodic joint inspections to determine whether further investigation of any recorded operational anomalies may be warranted. It should be noted that railroad and highway traffic signal recording devices may be eligible for funding through FHWA's Railway- Highway Crossings Program (23 USC 130).

Recommended Action:

Based on the foregoing discussion and to promote the safety of highway-rail grade crossings on the Nation's railroads, FRA recommends the following:

- (1) Each State and local highway authority and railroad should conduct comprehensive joint inspections of highway traffic signal pre-emption interconnections when the highway-rail grade crossing active warning system is placed in service, whenever any portion of the system which may affect the proper

function of the interconnection is modified or disarranged, and at least once every 12 months, during which observation of the actual pre-emption function and its effect on the highway traffic signal system can be made;

- (2) Each State and local highway authority and railroad should install railroad and highway traffic signal recording devices at all new and improved highway-rail grade crossings that have active warning systems which are interconnected with highway traffic signal systems;
- (3) Each State and local highway authority and railroad should maintain and upgrade existing railroad and highway traffic signal recording devices at highway-rail grade crossings that have active warning systems which are interconnected with highway traffic signal systems; and
- (4) Each State and local highway authority and railroad should use the data provided by railroad and highway traffic signal recording devices during their comprehensive periodic joint inspections of interconnected highway-rail grade crossing active warning systems and highway traffic signal systems to determine whether further investigation of any recorded operational anomalies may be warranted.

States and local highway authorities and railroads are encouraged to take action consistent with the preceding recommendations to help ensure the safety of highway-rail grade crossings. FRA may modify this Safety Advisory 2010-02, or take other appropriate action necessary, to ensure the highest level of safety on the Nation's railroads.

Issued in Washington, DC, on September 27, 2010.

Jo Strang,
Associated Administrator for Railroad Safety/ Chief Safety Officer.