



RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE R13T0192



COLLISION À UN PASSAGE À NIVEAU

TRAIN DE VOYAGEURS N° 51 DE VIA RAIL CANADA INC.

AUTOBUS À 2 ÉTAGES N° 8017 D'OC TRANSPO

POINT MILLIAIRE 3,30, SUBDIVISION DE SMITHS FALLS

OTTAWA (ONTARIO)

18 SEPTEMBRE 2013

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, 2015

No de cat. TU3-6/13-0192F-PDF
ISBN 978-0-660-03791-2

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 R13T0192

Collision à un passage à niveau

Train de voyageurs n° 51 de VIA Rail Canada Inc.

Autobus à 2 étages n° 8017 d'OC Transpo

Point milliaire 3,30, subdivision de Smiths Falls

Ottawa (Ontario)

18 septembre 2013

Résumé

Le 18 septembre 2013, vers 8 h 32, heure avancée de l'Est, le train de voyageurs n° 51 de VIA Rail Canada Inc. (VIA), circulant vers l'ouest, a quitté la gare d'Ottawa de VIA à l'heure prévue en direction de Toronto (Ontario). À 8 h 47 min 27 s, l'autobus à 2 étages n° 8017 d'OC Transpo a quitté la station Fallowfield d'OC Transpo et a roulé sur la voie réservée aux autobus (ci-après appelée « Transitway »). À 8 h 48 min 6 s, alors qu'il roulait à environ 43 mi/h, le train s'est engagé sur le passage à niveau du Transitway d'OC Transpo au point milliaire 3,30 de la subdivision de Smiths Falls de VIA. À ce moment-là, les feux clignotants, la sonnerie et les barrières du passage à niveau étaient en marche. L'autobus roulait en direction nord à environ 5 mi/h, les freins serrés, lorsqu'il a heurté le train. Sous le choc, la partie avant de l'autobus a été arrachée. Le train, composé de 1 locomotive et de 4 voitures de voyageurs, a déraillé, mais est demeuré à la verticale. Parmi les occupants de l'autobus, 6 ont péri, 9 ont été grièvement blessés, et environ 25 ont subi des blessures mineures. Aucun membre de l'équipe du train et aucun voyageur de VIA n'a été blessé.

This report is also available in English.

Table des matières

1.0	Renseignements de base.....	1
1.1	L'accident	2
1.1.1	Le parcours du train.....	2
1.1.2	Le parcours de l'autobus	4
1.2	Examen des lieux.....	7
1.2.1	Examen de l'autobus.....	7
1.2.2	Dommages au train et à la voie	10
1.3	Blessures	14
1.4	Conditions météorologiques.....	15
1.5	Intervention d'urgence	15
1.5.1	Service de police d'Ottawa.....	15
1.5.2	Service des incendies d'Ottawa.....	16
1.5.3	Service paramédic d'Ottawa.....	16
1.6	Renseignements sur la subdivision et la voie	16
1.7	Renseignements consignés.....	19
1.7.1	Consignateurs d'événements de locomotive.....	19
1.7.2	Guérites aux passages à niveau.....	20
1.7.3	Résumé synchronisé du déroulement des événements	20
1.8	Reconstitution de l'accident par le BST.....	22
1.9	Règlement sur les passages à niveau en vigueur au moment de l'accident	29
1.9.1	Règlement sur la protection des devis d'installation et d'essai aux passages à niveau.....	30
1.10	Conception des passages à niveau et projet de norme technique RTD 10.....	31
1.10.1	Barrières de passage à niveau.....	36
1.11	Nouveau règlement sur les passages à niveau	37
1.12	Surveillance réglementaire.....	38
1.12.1	Outil d'évaluation des risques pour les passages à niveau	38
1.12.2	Programme d'amélioration des passages à niveau	39
1.12.3	Sauts-de-mouton	39
1.12.4	Railroad-Highway Grade Crossing Handbook de la Federal Highway Administration du Department of Transportation des États-Unis	40
1.13	Considérations sur les passages à niveau à la ville d'Ottawa.....	41
1.13.1	Études géotechniques	42
1.13.2	Autres solutions de rechange	45
1.13.3	Évaluations détaillées de la sécurité pour l'avenue Woodroffe et le Transitway – 2004.....	47
1.13.4	Évaluation détaillée de la sécurité pour le chemin Fallowfield et le Transitway – 2005.....	50
1.13.5	Construction de la route et du passage à niveau	52
1.13.6	Analyse d'orientation positive aux passages à niveau.....	52

1.13.7	Examen technique de la subdivision de Smiths Falls – octobre 2010.....	53
1.13.8	Vérifications avant et après l’ouverture du passage à niveau du chemin Fallowfield et de l’intersection du Transitway sur le chemin Fallowfield	54
1.13.9	Évaluation des risques de la vitesse des trains aux passages à niveau de l’avenue Woodroffe, du Transitway, et du chemin Fallowfield	54
1.13.10	Ébauche d’évaluation détaillée de la sécurité du passage à niveau du chemin Fallowfield – 2013.....	55
1.13.11	Autres projets de saut-de-mouton planifiés par la ville d’Ottawa	56
1.14	Information actuelle sur les routes et les passages à niveau.....	56
1.14.1	Avenue Woodroffe et Transitway.....	57
1.14.2	Chemin Fallowfield et Transitway.....	58
1.14.3	Circuits et fonctionnement des signaux	59
1.14.4	Mouvements de train dans les environs de la gare Fallowfield de VIA.....	60
1.14.5	Inspection des dispositifs de signalisation automatique des passages à niveau....	61
1.15	Développement urbain dans le sud d’Ottawa	61
1.16	Études du trafic et produits vectoriels	61
1.16.1	Historique du trafic pour l’avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield.....	62
1.16.2	Étude du trafic effectuée après l’accident	62
1.17	Règlement de l’Ontario et Code de la route de l’Ontario.....	63
1.17.1	Article 8 – Règlement de l’Ontario 339/94 (système de points d’inaptitude)	63
1.17.2	Article 78 – Conduite inattentive	64
1.17.3	Article 128 – Vitesse	65
1.17.4	Article 163 – Véhicules devant s’arrêter à un passage à niveau	66
1.17.5	Article 164 – Interdiction de conduire un véhicule sous les barrières d’un passage à niveau.....	66
1.18	Guide officiel de l’automobiliste du ministère des Transports de l’Ontario	66
1.19	Règlements municipaux de la ville d’Ottawa	68
1.19.1	Règlement municipal 2007-268 — Transport en commun.....	68
1.19.2	Règlement municipal interdisant l’utilisation du sifflet	68
1.20	Opération Gareautrain	69
1.21	Exigences en matière de délivrance de permis pour les conducteurs d’autobus ...	69
1.22	Formation des conducteurs d’OC Transpo	70
1.22.1	Formation périodique et qualification des conducteurs d’OC Transpo	71
1.22.2	Formation sur les autobus à 2 étages d’OC Transpo.....	72
1.23	Le conducteur	73
1.23.1	Anomalie de la vision des couleurs	74
1.23.2	Lunettes de soleil du conducteur	75
1.23.3	Blessure au cou antérieure	75
1.23.4	Diabète	75
1.23.5	Dépistages toxicologiques et autres examens connexes	76
1.24	Fatigue	77
1.24.1	Historique de travail et de repos du conducteur	78
1.24.2	Résultats de l’analyse de la fatigue	78
1.25	Traitement chez l’être humain de l’information liée à la conduite	80
1.25.1	Attention.....	80

1.25.2	Attentes du conducteur et activation fautive du schéma	81
1.25.3	Distraction du conducteur	82
1.25.4	Cécité inattentionnelle	84
1.25.5	La conduite dans un virage.....	85
1.26	Caractéristiques et avertissements actifs du passage à niveau.....	87
1.26.1	Feux clignotants rouges sur les mâts du passage à niveau	87
1.26.2	Feux clignotants rouges sur les barrières du passage à niveau	87
1.26.3	Véhicules arrêtés sur la chaussée	87
1.26.4	Cris des passagers pour faire arrêter l'autobus.....	88
1.26.5	Le train en approche	89
1.26.6	Sonnerie au passage à niveau	89
1.26.7	Klaxon de la locomotive	89
1.27	Information sur le klaxon de locomotive.....	89
1.28	Normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada.....	92
1.28.1	Normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada et conception des autobus scolaires	94
1.28.2	Détermination de la conformité aux Normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada.....	95
1.29	Renseignements sur l'autobus.....	95
1.29.1	Structure de l'autobus.....	96
1.30	Analyse des modules électroniques de l'autobus.....	99
1.30.1	Module de commande du système de freinage antiblocage et d'antipatinage	99
1.30.2	Contrôleur central	99
1.30.3	Module de commande de la boîte de vitesses.....	100
1.30.4	Système de chauffage-ventilation et de climatisation	100
1.30.5	Lecteur automatique des titres de transport Presto.....	100
1.30.6	Système Intelligent Vehicle Network	100
1.30.7	Données du système mondial de positionnement provenant de la Ville	101
1.30.8	Module de commande du moteur	101
1.31	Analyse du système de freinage	103
1.31.1	Système de freinage de l'autobus ADL E500.....	103
1.31.2	Examen du système de freinage.....	106
1.32	Analyse du freinage et détermination de la vitesse de l'autobus.....	107
1.33	Évaluation par le BST de la résistance à l'impact d'un autobus.....	109
1.33.1	Contenant	109
1.33.2	Dispositifs de retenue	110
1.33.3	Gestion de l'énergie	110
1.33.4	Autres observations sur la résistance à l'impact	111
1.33.5	Évaluation par le BST de la résistance à l'impact d'un autobus à 1 étage de transport en commun	112
1.34	Étude ergonomique du poste de conduite de l'autobus ADL E500.....	113
1.34.1	Adaptation et capacité de réglage.....	114
1.34.2	Visibilité depuis le siège du conducteur	115
1.34.3	Accessibilité et utilisation des commandes par un conducteur.....	115
1.34.4	Emplacement et utilisation des affichages de bord	116
1.35	Lignes directrices des États-Unis sur la distraction des conducteurs relatives aux appareils électroniques de bord.....	120

1.36	American Public Transportation Association	122
1.36.1	Lignes directrices de l’American Public Transportation Association sur la résistance à l’impact des autobus.....	122
1.36.2	Lignes directrices de l’American Public Transportation Association sur la conduite inattentive	122
1.36.3	Examen d’OC Transpo par les pairs de l’American Public Transportation Association	123
1.37	Gestion de la sécurité.....	124
1.38	Aspects organisationnels à OC Transpo	125
1.38.1	Distractions au volant sous le contrôle de l’entreprise	125
1.38.2	Surveillance du rendement des conducteurs	127
1.38.3	Établissement des circuits	128
1.38.4	Ponctualité.....	129
1.39	Contrôles de la vitesse des autobus.....	130
1.39.1	Contrôles de la vitesse par OC Transpo.....	130
1.39.2	Contrôles de la vitesse	131
1.40	Temps enregistré qu’un autobus prend pour dégager un passage à niveau à partir d’un arrêt.....	132
1.41	Arrêt des autobus aux passages à niveau.....	132
1.41.1	Arrêt aux passages à niveau munis de dispositifs de signalisation automatique	133
1.41.2	Autres sociétés de transport en commun.....	134
1.41.3	Avantages et désavantages de l’arrêt	134
1.41.4	Autres accidents à des passages à niveau mettant en cause un autobus.....	135
1.42	Autres incidents d’autobus d’OC Transpo à des passages à niveau	135
1.42.1	Déclenchement à sécurité intrinsèque des dispositifs de signalisation automatique	136
1.43	Autres systèmes d’avertissement de passage à niveau	137
1.44	Résumé statistique sur les accidents d’autobus.....	139
1.44.1	Accidents à des passages à niveau mettant en cause des autobus au Canada	139
1.44.2	Collisions routières mettant en cause des autobus au Canada et aux États-Unis	140
1.45	Enquête du National Transportation Safety Board sur les accidents routiers mettant en cause des autobus	140
1.45.1	Rapport d’enquête routière spéciale du National Transportation Safety Board ..	140
1.45.2	Mesures prises par suite des recommandations du National Transportation Safety Board.....	143
1.45.3	Autres recommandation du National Transportation Safety Board.....	144
1.46	Liste de surveillance 2014 et recommandations en suspens du BST	145
1.46.1	Liste de surveillance 2014 du BST – Sécurité aux passages à niveau ferroviaires	145
1.46.2	Recommandations en suspens du Bureau	146
1.47	Rapports de laboratoire du BST	147
2.0	Analyse	148
2.1	Collision et déraillement	149
2.2	Expérience du conducteur au passage à niveau.....	149
2.3	Vitesse et distance d’arrêt	150

2.4	Serrage des freins	151
2.5	Surveillance et application de la vitesse.....	152
2.5.1	Code de la route de l'Ontario et règlement municipal de la ville d'Ottawa	153
2.6	Conduite inattentive	153
2.6.1	Distraction visuelle.....	154
2.6.2	Distraction cognitive	156
2.6.3	Distractions au volant sous le contrôle de l'entreprise	156
2.6.4	Lignes directrices sur la conduite inattentive.....	158
2.7	Obstruction visuelle des dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau	158
2.7.1	Négociation d'un virage à gauche	159
2.7.2	Absence de panneaux d'avertissement avancé avec feux clignotants	160
2.7.3	Maintien de la distance de visibilité d'arrêt	161
2.8	Résistance à l'impact de l'autobus.....	161
2.9	Enregistreurs de données routières de l'autobus	164
2.9.1	Utilisation des données des enregistreurs de données routières d'autobus pour gérer et améliorer la sécurité.....	167
2.10	Sauts-de-mouton	168
2.10.1	Études précédentes sur les sauts-de-mouton	168
2.10.2	Modification des valeurs des produits vectoriels depuis 2004	169
2.10.3	Passage à niveau du chemin Fallowfield à l'intersection du Transitway.....	172
2.10.4	Lignes directrices sur les sauts-de-mouton	173
2.11	Audibilité du klaxon de train et interdiction de siffler	174
2.12	Exigence pour les autobus de s'arrêter aux passages à niveau	175
2.13	Aspects organisationnels au sein d'OC Transpo	176
2.13.1	Examen du rendement des conducteurs.....	176
2.13.2	Comportement des conducteurs et ponctualité des prestations.....	177
2.14	Formation des conducteurs sur la sécurité aux passages à niveau.....	178
2.14.1	Éducation et application de la loi sur les passages à niveau.....	179
2.15	Mauvais alignement des feux de signalisation au passage à niveau.....	180
2.16	Intervention d'urgence	181
2.17	Déclenchements des dispositifs de signalisation automatique des passages à niveau de Barrhaven non liés à l'accident.....	182
2.18	Synchronisation de l'horodatage des guérites des passages à niveau.....	183
2.19	Autres facteurs possibles liés au conducteur	183
2.19.1	Aptitude au travail du conducteur	183
2.19.2	Anomalie de la vision des couleurs rouge et vert.....	183
2.19.3	Effet des lunettes de soleil du conducteur	184
2.19.4	Blessure au cou antérieure	184
2.19.5	Diabète	184
2.19.6	Fatigue	185
2.20	Autres facteurs pris en considération.....	185
2.20.1	Feux clignotants rouges sur les barrières du passage à niveau	185

2.20.2	Véhicules arrêtés sur la chaussée	186
2.20.3	Le train en approche	186
2.20.4	Sonnerie au passage à niveau	186
3.0	Faits établis	187
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs.....	187
3.2	Faits établis quant aux risques.....	188
3.3	Autres faits établis.....	190
4.0	Mesures de sécurité.....	193
4.1	Mesures de sécurité prises	193
4.1.1	Suivi après la reconstitution de l'accident par le BST	193
4.1.2	Avis de sécurité ferroviaire 01/14 du BST.....	194
4.1.3	Avis de sécurité ferroviaire 02/14 du BST.....	195
4.1.4	Avis de sécurité ferroviaire 10/14 du BST.....	195
4.1.5	Avis de sécurité ferroviaire 12/14 du BST.....	196
4.1.6	Mesures supplémentaires prises par la ville d'Ottawa	197
4.1.7	Mesures supplémentaires mises en place par VIA Rail Canada Inc.	200
4.1.8	Emploi et Développement social Canada	201
4.2	Mesures de sécurité à prendre.....	201
4.2.1	Lignes directrices sur la conduite inattentive.....	202
4.2.2	Résistance à l'impact des autobus.....	205
4.2.3	Enregistreurs de données routières des véhicules.....	207
4.2.4	Lignes directrices sur les sauts-de-mouton	210
4.2.5	Sauts-de-mouton pour l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield.....	212
4.3	Préoccupations liées à la sécurité.....	214
4.3.1	Arrêt des autobus aux passages à niveau	214
Annexes	217
Annexe A	– Données du consignateur d'événements de la locomotive VIA 915.....	217
Annexe B	– Nombre de trains VIA par jour sur les passages à niveau.....	220
Annexe C	– Distances indiquées dans la reconstitution par le BST (figure 7)	221
Annexe D	– Normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada : normes applicables sur la résistance à l'impact.....	222
Annexe E	– Données du module de commande du moteur.....	229
Annexe F	– Évaluation ergonomique.....	231
Annexe G	– Protocoles de vidéosurveillance d'autres sociétés de transport en commun.....	233
Annexe H	– Exigences de l'American Public Transportation Association sur la résistance à l'impact des autobus (mai 2013)	235
Annexe I	– Exigences d'autres sociétés de transport en commun relatives à l'arrêt des autobus aux passages à niveau	237
Annexe J	– Autres événements à un passage à niveau mettant en cause un autobus ...	238
Annexe K	– Autres incidents d'autobus d'OC Transpo à des passages à niveau	242

Annexe L – Appels de service au sujet des dispositifs de signalisation automatique du 23 janvier 2014 au 12 avril 2014.....	246
Annexe M – Liste des acronymes et abréviations	255

Figures

Figure 1. Lieu de l'accident (Source : Association des chemins de fer du Canada, <i>Atlas des chemins de fer canadiens</i> , avec annotations du BST).....	2
Figure 2. Schéma du lieu de l'accident.....	4
Figure 3. Orientation de l'autobus et du train juste avant l'impact	7
Figure 4. Schémas représentant la séparation du plancher (premier niveau à gauche et étage à droite). Les lignes pleines délimitent la frontière de la séparation du plancher. Les lignes pointillées illustrent la ligne calculée du déplacement du train.	9
Figure 5. Plan de l'autobus à 2 étages, avec la position des occupants ayant subi des blessures mortelles ou graves.....	14
Figure 6. Schéma des routes et des voies ferrées dans les environs de la gare Fallowfield de VIA	18
Figure 7. Endroits où des mesures ont été prises aux fins de reconstitution de l'accident.....	22
Figure 8. Disposition et alignement des feux du passage à niveau du Transitway.....	29
Figure 9. Panneau d'arrêt.....	67
Figure 10. Panneau Cédez.....	67
Figure 11. Panneau indicateur de passage à niveau (croix de Saint-André)	67
Figure 12. Schéma de la structure avant de l'autobus ADL E500 (Source : Alexander Dennis Limited, avec annotations du BST).....	97
Figure 13. Vue de l'ensemble de came en S avec tambour de frein enlevé.....	104
Figure 14. Schéma simplifié de la structure d'un autobus à 1 étage	113

Photos

Photo 1. Vue du côté droit de l'autobus (la ligne pointillée représente le contour de la locomotive VIA 915)	8
Photo 2. Vue avant de l'autobus	8
Photo 3. Côté gauche de l'autobus à 2 étages 8017 d'OC Transpo.....	9
Photo 4. Marques de freinage sur le Transitway sous les pneus des roues motrices arrière.....	10
Photo 5. Dommages sur la locomotive VIA 915	11
Photo 6. Marque d'impact sur le longeron du bogie arrière de la locomotive VIA 915 (flèche) et coffre de batterie détaché.....	12
Photo 7. Vue vers l'est à partir de l'extrémité ouest du passage à niveau. Des marques de boudin des roues du train étaient évidentes depuis le milieu du passage à niveau en direction ouest.....	12
Photo 8. Vue vers l'ouest des voitures déraillées et de la voie déplacée	13
Photo 9. Les feux du passage à niveau de l'avenue Woodroffe ont été visibles pour la première fois quand l'autobus s'est trouvé à 748 pieds (228 m) du passage à niveau du Transitway (voir n° 2 dans la figure 7)	24

Photo 10. Les feux du passage à niveau de l'avenue Woodroffe ont été complètement visibles quand l'autobus s'est trouvé à 694 pieds (211,5 m) du passage à niveau du Transitway (voir n° 3 dans la figure 7)	24
Photo 11. Les feux des passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway ont été complètement visibles quand l'autobus s'est trouvé à 402 pieds (122,5 m) du passage à niveau du Transitway (voir n° 4 dans la figure 7)	25
Photo 12. Panneau routier obstruant les feux arrière.....	26
Photo 13. Panneau indicateur de la station Fallowfield d'OC Transpo.....	26
Photo 14. Vue grand angle du train en approche à partir d'un autobus arrêté au passage à niveau	27
Photo 15. Vue vers l'est du chemin Fallowfield (Source : Jock Valley Engineering)	58
Photo 16. Vue du Transitway à l'approche du passage à niveau (reconstitution par le BST le 28 septembre 2013). La flèche désigne le point de tangence du virage. Le cercle désigne le point d'occlusion vers lequel un conducteur jetterait des coups d'œil préventifs. Notez le grand panneau indicateur à l'intérieur du point d'occlusion.....	86
Photo 17. Poste de conduite de l'autobus ADL E500	117
Photo 18. Vue de l'écran vidéo depuis le poste de conduite (en haut à gauche)	117
Photo 19. Emplacement de l'écran du boîtier de contrôle du système de transport en commun.....	120
Photo 20. Affichage du boîtier de contrôle du système de transport en commun.....	120

Tableaux

Tableau 1. Déroulement des événements fondé sur les données tirées de divers dispositifs d'enregistrement	21
Tableau 2. Distances d'arrêt enregistrées sur un autobus à 2 étages ADL E500 vide.....	27
Tableau 3. Distances de visibilité d'arrêt pour les gros camions et les autobus.....	32
Tableau 4. Distance minimale d'alignement des feux avant pour les camions lourds (autobus).....	35
Tableau 5. Estimations de la population (Source : Ville d'Ottawa).....	61
Tableau 6. Nombre historique de trains de VIA.....	61
Tableau 7. Historique du trafic pour l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield	62
Tableau 8. Nombre moyen de véhicules en octobre 2013, par emplacement	62
Tableau 9. Produits vectoriels obtenus pour les passages à niveau, les véhicules et les occupants.....	63
Tableau 10. Horaire estimatif travail-repos du conducteur pour la période de 7 jours précédant l'accident	78
Tableau 11. Résumé des données du module de commande du moteur.....	102
Tableau 12. Quantité de mouvement et énergie cinétique de l'autobus et du train	111
Tableau 13. Résultats des relevés de vitesse effectués sur le Transitway par le BST.....	131
Tableau 14. Distance parcourue par un véhicule à diverses vitesses	131
Tableau 15. Passages à niveau de Barrhaven	136
Tableau 16. Données sur la population, les trains, les véhicules et les occupants de véhicule aux passages à niveau.....	170

1.0 Renseignements de base

OC Transpo est l'autorité municipale de transport en commun pour la ville d'Ottawa (Ontario) (la Ville), avec un achalandage quotidien d'environ 375 000 passagers. Il fournit des services de transport en commun à près d'un million de personnes qui vivent dans la région d'Ottawa. OC Transpo exploite un réseau réservé à 2 voies (le Transitway) pour les autobus qui se déplacent dans Ottawa. Le Transitway comporte un certain nombre d'arrêts d'OC Transpo et plusieurs aires de stationnement incitatif « parc-o-bus » près des agglomérations de la Ville. Le Transitway est considéré comme un chemin privé dont l'usage est réservé aux véhicules d'OC Transpo et aux véhicules d'urgence de la Ville. En septembre 2013, le parc d'autobus d'OC Transpo comprenait 937 véhicules :

- 75 autobus à 2 étages Alexander Dennis Limited (ADL)¹ E500 de 42 pieds de longueur construits en 2012/2013;
- 306 autobus articulés New Flyer D60LFR de 60 pieds de longueur construits entre 2010 et 2011;
- 53 autobus articulés New Flyer D60LF de 60 pieds de longueur construits entre 2008 et 2010;
- 177 autobus Orion VII Hybrid de 40 pieds de longueur construits en 2008 et 2009;
- 326 autobus New Flyer Invero D40i de 40 pieds de longueur construits entre 2003 et 2007.

VIA Rail Canada Inc. (VIA) met en circulation toutes les semaines jusqu'à 503 trains sur 12 500 km de voies et dessert 450 collectivités à l'échelle du pays. VIA transporte en moyenne chaque année 4 millions de clients à bord de son parc de 396 voitures de voyageurs et de 73 locomotives de ligne. Il exploite 159 gares voyageurs, 4 installations de maintenance, et compte environ 2600 employés. Même si la plus grande partie de l'infrastructure des voies utilisées par VIA ont pour propriétaires et gestionnaires des compagnies de chemin de fer marchandises, VIA possède en propre 223 km de voies, dont la subdivision de Smiths Falls, qui traverse l'extrémité ouest de la Ville.

Le train de voyageurs n° 51 de VIA (VIA 51) effectue tous les jours (du lundi au vendredi) le trajet vers l'ouest, de Montréal (Québec) à Toronto (Ontario) en passant par Ottawa (figure 1).

¹ Se reporter à l'annexe M pour la liste des acronymes et des abréviations.

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



Le 18 septembre 2013, le train VIA 51 était tracté par une seule locomotive Genesis, modèle EPa42 de General Electric (VIA 915). La locomotive était placée en tête du train. Elle n'était pas équipée d'une caméra vidéo de bord orientée vers l'avant, et elle n'était pas tenue de l'être. Le reste du train était composé de 4 voitures de voyageurs LRC (léger, rapide, confortable), soit les voitures VIA 3455, VIA 3308, VIA 3331 et VIA 3353. Le train pesait 312 tonnes et mesurait 410 pieds de longueur. Le matériel roulant était en bon état. La dernière inspection du train avait eu lieu le 18 septembre 2013 à la gare de VIA à Montréal (la gare Centrale); aucune anomalie n'avait été constatée.

Le train était exploité par 2 mécaniciens de locomotive qualifiés postés dans la cabine de la locomotive. Le mécanicien aux commandes (MC) prenait place au poste de conduite à droite dans la cabine de la locomotive, tandis que le mécanicien responsable (MR) était posté du côté gauche de la cabine. Le MR remplissait les fonctions de chef de train. Le MC et le MR étaient tous les 2 qualifiés pour leurs postes respectifs et satisfaisaient aux normes d'aptitude au travail et de repos. Chaque membre de l'équipe comptait plus de 15 années d'expérience sur le territoire. Le VIA 51 avait 4 employés des services de bord de VIA et transportait 108 voyageurs.

1.1 L'accident

1.1.1 Le parcours du train

Le 18 septembre 2013, le train a quitté la gare d'Ottawa de VIA à l'heure prévue, à 8 h 31 min 57 s^{2, 3}. Son prochain arrêt était la gare Fallowfield de VIA, située à l'extrémité ouest d'Ottawa, au point milliaire 3,57 de la subdivision de Smiths Falls de VIA. Avant

² Les heures sont exprimées en heure avancée de l'Est, sauf indication contraire.

³ Les données du consignateur d'événements de locomotive sont résumées à l'annexe A.

d'arriver à la gare Fallowfield de VIA, les trains circulant vers l'ouest doivent franchir les passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway, situés respectivement aux points milliaires 3,28 et 3,30.

À l'approche de ces passages à niveau, les phares du train éclairaient à leur pleine intensité et les phares de fossé étaient allumés. À 8 h 47 min 13 s, à environ 1 mille (1,6 km) à l'est des passages à niveau, le train roulait à 80 mi/h (128,7 km/h). Se préparant en vue de l'arrêt à la gare Fallowfield de VIA, le MC a déclenché le frein rhéostatique de la locomotive ainsi que serré les freins de service du train, et a ensuite commencé à ralentir le train. Comme les passages à niveau faisaient l'objet d'une interdiction de siffler entre 20 h et 12 h (midi), l'équipe n'a pas utilisé le klaxon du train à l'approche des passages à niveau.

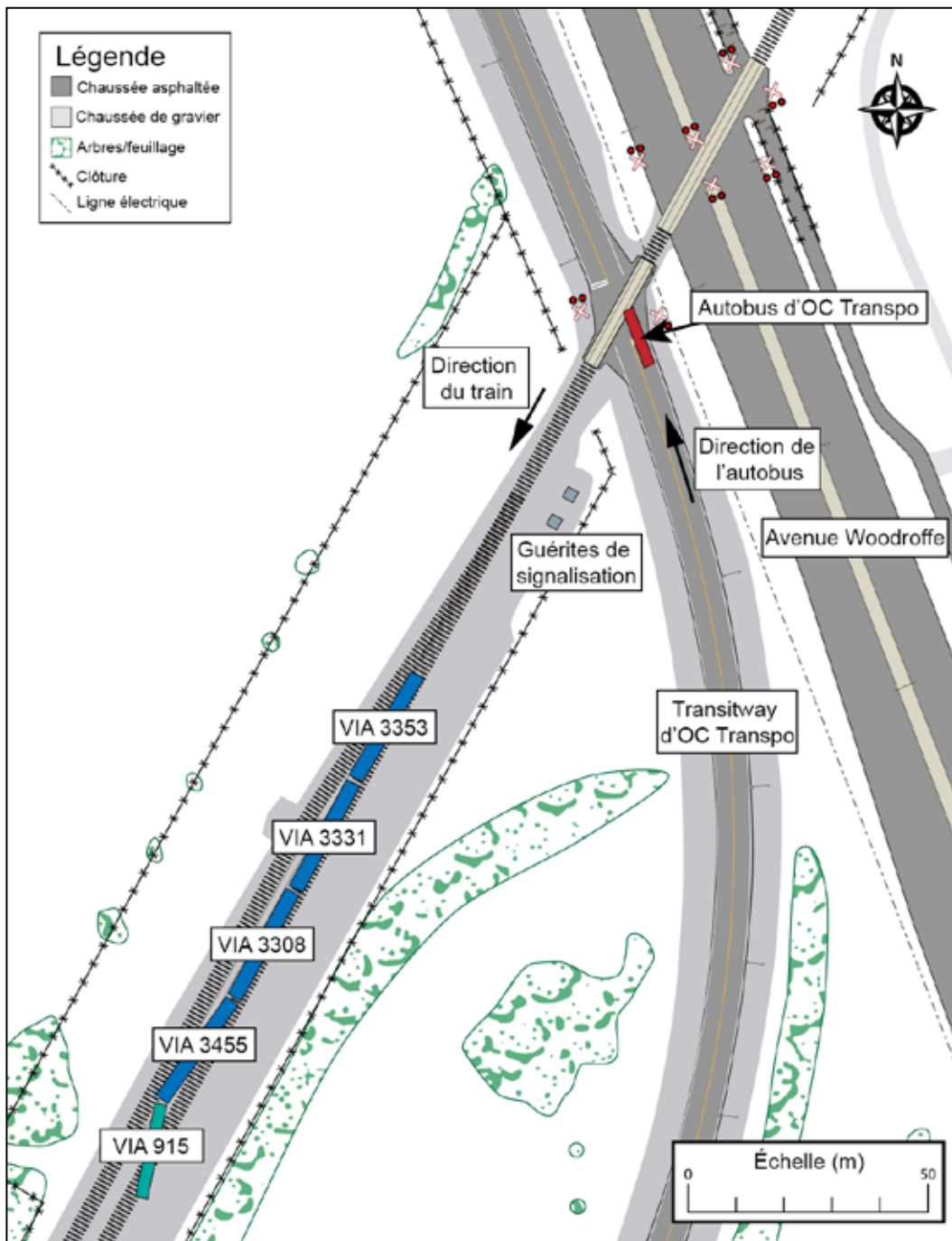
Avant de s'engager sur les passages à niveau, le MR a annoncé le signal d'approche et a commencé à documenter l'indication qu'il présentait. Le MC s'affairait à ralentir le train. Les membres de l'équipe ont remarqué pour la première fois l'autobus roulant en direction nord vers le passage à niveau quand le train se trouvait à environ 600 pieds (183 m) du passage à niveau. Les dispositifs de signalisation aux 2 passages à niveau (feux, sonnerie et barrières) étaient en marche comme il se doit. Peu de temps après, l'équipe de train s'est rendu compte que l'autobus ne pourrait pas s'arrêter avant le passage à niveau.

À 8 h 48 min 4 s, alors que le train roulait à 47 mi/h (75,6 km/h), le MC a déclenché un freinage d'urgence.

À 8 h 48 min 6 s, alors que le train roulait à 43 mi/h (69,2 km/h), l'autobus est entré en collision avec le côté gauche (sud) de la cabine de la locomotive.

Le train a par la suite déraillé et la locomotive s'est immobilisée à environ 690 pieds (210 m) à l'ouest du passage à niveau du Transitway, juste à l'est de la gare Fallowfield de VIA (figure 2).

Figure 2. Schéma du lieu de l'accident



1.1.2 Le parcours de l'autobus

Le conducteur d'autobus d'OC Transpo (le conducteur) travaillait comme employé de réserve régulier. Le conducteur parcourait chaque jour différents circuits d'autobus, selon un horaire de 2 semaines qui lui était assigné à l'avance. En tant qu'employé de réserve régulier, le conducteur était affecté principalement aux circuits « express » et effectuait chaque jour un quart fractionné. Les quarts fractionnés comprenaient 2 périodes de travail distinctes, l'une

pour l'heure de pointe du matin de 6 h à 9 h et l'autre pour l'heure de pointe de l'après-midi de 15 h à 18 h.

En général, les autobus des circuits express se rendent d'un garage d'OC Transpo jusqu'à une banlieue de la Ville où ils laissent des passagers monter à bord avant de se diriger vers le centre-ville. En règle générale, un conducteur effectue 2 ou 3 de ces circuits par quart. D'habitude, les autobus des circuits express respectent l'horaire, parce que les arrêts de ces circuits ne sont pas aussi nombreux que ceux des circuits réguliers. Il peut arriver que les conducteurs prennent du retard sur leur horaire quand ils prennent des passagers en banlieue, mais normalement pas au point de craindre de ne pas arriver à temps pour l'heure de départ de leur circuit suivant. Généralement, un circuit express est exploité en grande partie sur le Transitway entre les banlieues et le centre-ville d'Ottawa.

Le matin de l'accident, le conducteur s'est réveillé juste après 5 h. Au garage d'OC Transpo sur le chemin Industrial, le conducteur a pris en charge l'autobus 8017 d'OC Transpo, un autobus à 2 étages ADL E500. Partant du garage à 6 h 7, il a roulé haut-le-pied⁴ jusqu'à Orléans, une banlieue de l'est d'Ottawa.

À 6 h 22, le conducteur a entrepris le circuit express 35 depuis Orléans jusqu'au centre-ville d'Ottawa. À 7 h 59, le conducteur a terminé le circuit express 35 à la station Lincoln Fields d'OC Transpo. Ensuite, il a roulé haut-le-pied vers Barrhaven, une banlieue au sud d'Ottawa, où il devait entreprendre le circuit express 76. À 8 h 28, à l'intersection des chemins Cobble Hill et Maravista, le conducteur a entrepris le circuit express 76 en direction du centre-ville d'Ottawa. Le conducteur avait effectué le circuit express 76 à 9 reprises au total au cours des 12 mois précédents.

À 8 h 46 min 24 s⁵, à son arrivée à la station Fallowfield d'OC Transpo, le conducteur a arrêté l'autobus au panneau d'arrêt juste à l'est de l'abribus sud. Des passagers sont descendus de l'autobus et d'autres y sont montés par les portes avant et latérale. Un cycliste a chargé sa bicyclette sur le porte-vélo à l'avant de l'autobus.

À 8 h 46 min 53 s, le conducteur a fermé la porte latérale de l'autobus. Des passagers, y compris le cycliste, ont continué de monter à bord de l'autobus par la porte avant.

Le conducteur a demandé à un groupe de 3 ou 4 passagers debout à l'avant de l'autobus de se tenir derrière la ligne jaune sur le plancher. Alors que l'autobus était encore immobile, le conducteur a regardé l'écran vidéo de son véhicule; ce dernier est placé sur un panneau avant au-dessus du poste de conduite, à la gauche du siège du conducteur. La fenêtre de l'écran vidéo (6 pouces de largeur [15,2 cm] sur 3 ¾ pouces [9,5 cm] de hauteur) était divisée

⁴ Se déplacer haut-le-pied, c'est conduire un autobus vide à destination d'un point de prise ou de fin de service.

⁵ Les événements ont été enregistrés à partir de sources diverses, dont le train, les signaux du passage à niveau, l'autobus et les caméras vidéo à la station Fallowfield d'OC Transpo. Certaines heures d'événements qui se sont produits à bord de l'autobus ont été estimées à partir des divers comptes rendus de témoins de ce qui s'était passé. Les heures d'événements ont été normalisées pour qu'elles coïncident avec les données du consignateur d'événements de locomotive.

en 4 affichages chacun mesurant 3 pouces de largeur (7,6 cm) sur 1 7/8 pouce (5 cm) de hauteur. Chaque affichage présentait une vue prise par 1 des 4 caméras vidéo de bord. L'affichage inférieur droit présentait une vue orientée vers l'arrière depuis l'avant de l'étage.

Le conducteur a annoncé aux passagers que des sièges étaient libres à l'étage⁶. Un passager est monté à l'étage, mais n'y a vu aucun siège libre. Comme il n'y avait plus de place au premier niveau et sachant qu'il lui serait difficile de s'agripper aux barres d'appui supérieures au premier niveau, le passager est resté à l'étage, debout près du sommet de l'escalier, tout en se tenant à un poteau. Le conducteur et le cycliste, qui se tenait près de lui, ont ensuite entamé une conversation au sujet de la disponibilité de sièges à l'étage.

Après l'embarquement des passagers, les sièges du premier niveau étaient tous occupés et au moins 13 passagers se trouvaient debout, tandis qu'à l'étage il y avait un siège libre et un passager debout.

À 8 h 47 min 27 s, l'autobus a quitté la station Fallowfield d'OC Transpo, quelque 4 minutes plus tard que prévu à l'horaire. L'autobus s'est immédiatement engagé sur le Transitway et a poursuivi sa route vers le nord.

Quelques passagers se tenant debout près de l'avant de l'autobus au premier niveau discutaient principalement de la disponibilité de sièges à l'étage et se demandaient s'il était sécuritaire de monter à l'étage pendant que l'autobus roulait. Les passagers debout près du cycliste se sont repositionnés, ce qui a permis au cycliste de se déplacer vers l'avant de l'autobus pour surveiller son vélo.

Vers 8 h 47 min 57 s, le conducteur s'affairait à négocier le virage à gauche devant lui, pendant que certains passagers continuaient de chercher un siège et que les conversations se poursuivaient. À peu près au même moment, le conducteur a levé les yeux, vers la gauche, en direction de l'écran vidéo.

À 8 h 47 min 59 s, l'autobus a franchi le point où tous les feux clignotants rouges au passage à niveau du Transitway sont devenus bien visibles, à environ 402 pieds (122,5 m) de la barrière sud du passage à niveau.

À 8 h 48 min 2 s, l'autobus roulait à 42 mi/h⁷ (67,6 km/h); le conducteur avait le pied sur l'accélérateur (pédale). À peu près au même moment, certains passagers sur les 2 niveaux se sont mis à crier « Stop stop » (Arrêtez, arrêtez) et « Look out » (Attention). Peu de temps après, le conducteur a levé le pied de l'accélérateur, s'est concentré de nouveau sur la route devant lui et a commencé à serrer les freins de l'autobus.

À 8 h 48 min 4 s, l'autobus avait ralenti à 35 mi/h (56,3 km/h) et, à 8 h 48 min 5 s, à 25 mi/h (40,2 km/h), accélérateur non enfoncé et freins serrés.

⁶ Il y avait une capacité de 55 places assises à l'étage de l'autobus et de 27 au premier niveau.

⁷ Le module de commande du moteur enregistre la vitesse en milles à l'heure.

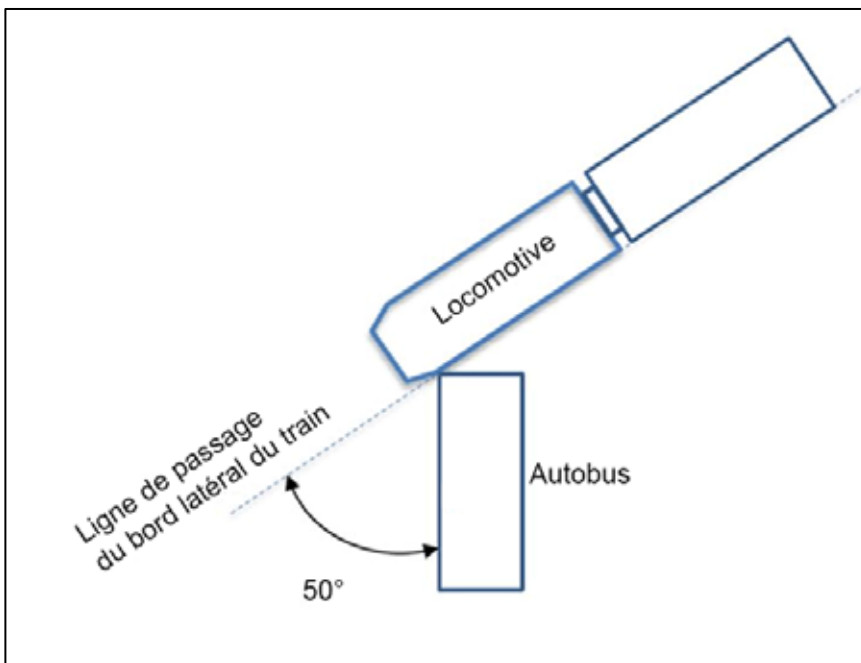
À 8 h 48 min 6 s, l'autobus avait ralenti à 4,8 mi/h (7,7 km/h); l'accélérateur n'était pas enfoncé et les freins étaient serrés au moment où l'autobus est entré en collision avec le côté sud du train.

Peu après l'accident, 2 autobus d'OC Transpo (un autobus articulé de 60 pieds et un autobus simple de 40 pieds) se sont arrêtés derrière l'autobus accidenté au passage à niveau. Un certain nombre de leurs passagers ont débarqué pour prêter main-forte.

1.2 Examen des lieux

Au passage à niveau, le Transitway franchit la voie ferrée à un angle de 50 degrés. L'orientation relative de l'autobus et de la locomotive juste avant l'impact est représentée à la figure 3.

Figure 3. Orientation de l'autobus et du train juste avant l'impact



1.2.1 Examen de l'autobus

L'avant de l'autobus était effondré et arraché. Les débris de l'autobus se sont principalement retrouvés sur le côté ouest de la chaussée et parallèlement à l'emprise ferroviaire sur une distance d'environ 100 pieds (30 m) le long de la voie ferrée dans le sens de déplacement du train.

La paroi latérale droite de l'autobus avait subi peu de dommages, sauf pour le panneau situé au-dessus de la porte avant, qui était replié vers la gauche dans le sens de déplacement du train. Le montant de coin avant droit, qui sert de poutre verticale la plus avancée pour l'encadrement de la porte avant, était déformé et détaché du châssis à son extrémité inférieure. La majeure partie du vitrage de la baie-vitrée avant manquait, à l'exception d'une petite partie qui pendait du coin supérieur droit. Le reste du vitrage mesurait environ

30 pouces (76 cm) de largeur dans le bas. Le contour du reste du vitrage correspondait au profil de la caisse de la locomotive VIA 915 (photo 1), étant donné que cette partie de l'autobus a été la dernière à percuter le train.

Photo 1. Vue du côté droit de l'autobus (la ligne pointillée représente le contour de la locomotive VIA 915)



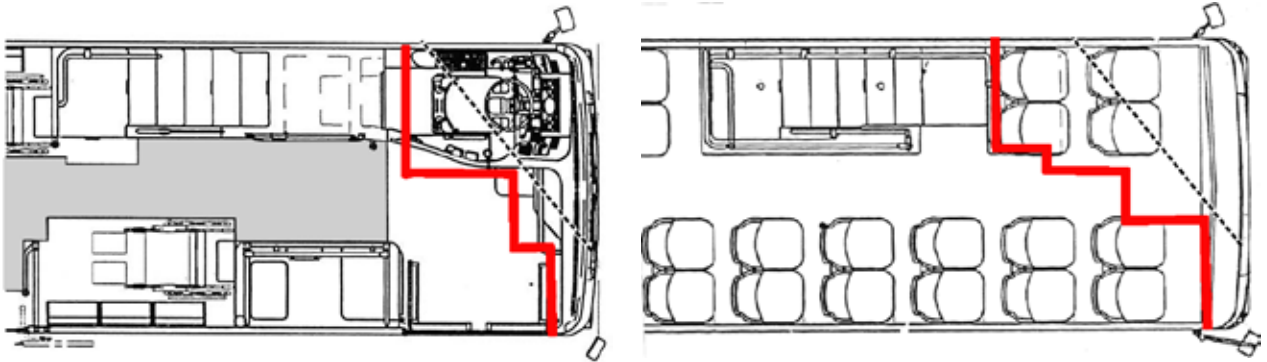
La partie avant du châssis a été déformée vers la gauche. Les armatures avant inférieure et supérieure s'étaient détachées de l'autobus et ont été retrouvées à côté de l'épave principale. Le reste de la structure avant disjointe s'est fractionné de façon importante (photo 2).

Photo 2. Vue avant de l'autobus



Le siège du conducteur, ainsi que les 4 sièges passagers des 2 premières rangées à l'étage du côté gauche à l'avant ont été arrachés de l'autobus avec leurs supports au plancher (figure 4), et se sont retrouvés sur la chaussée adjacente, à l'ouest de l'autobus. L'armature de ces sièges passagers n'avait pas subi de dommages importants, étant donné que les sièges n'avaient pas été directement percutés par le train et que leur impact avec le sol n'a pas dépassé leur résistance nominale.

Figure 4. Schémas représentant la séparation du plancher (premier niveau à gauche et étage à droite). Les lignes pleines délimitent la frontière de la séparation du plancher. Les lignes pointillées illustrent la ligne calculée du déplacement du train.



Une partie de la paroi latérale gauche de l'autobus, d'environ 10 pieds de longueur (3 m), qui contenait les 2 panneaux les plus avancés de l'étage et du premier niveau, s'était séparée du coin avant gauche de l'autobus et a été pliée vers la gauche (photo 3). Le montant de coin avant gauche manquait. Le coin avant gauche du toit était déformé vers le haut. La paroi latérale gauche la plus avancée au premier niveau (sous la fenêtre latérale du conducteur) s'était complètement détachée.

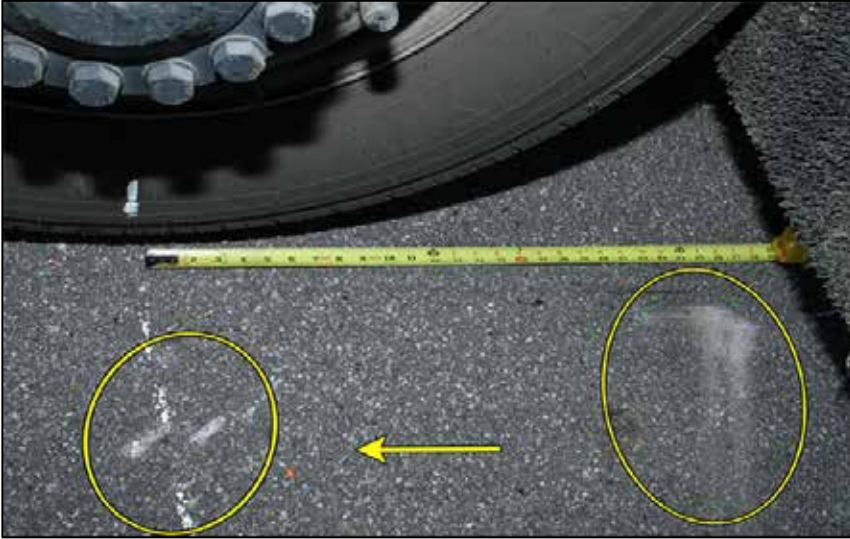
Photo 3. Côté gauche de l'autobus à 2 étages 8017 d'OC Transpo



Même si l'escalier à l'intérieur de l'autobus a été endommagé, les passagers à l'étage ont pu l'emprunter pour évacuer le véhicule.

Il y avait de courtes marques de freinage d'environ 3 pouces (7,63 cm) sur le Transitway et elles s'étendaient vers le sud sous les pneus arrière de l'autobus (photo 4).

Photo 4. Marques de freinage sur le Transitway sous les pneus des roues motrices arrière



L'autobus a été examiné sur place. On a débranché les batteries de façon à préserver les données qui auraient pu être enregistrées sur divers modules électroniques. La carte-mémoire a été retirée du système Intelligent Vehicle Network.

On a tracé des marques sur les pneus pour relever leur position sur la chaussée, puis on les a retirés pour pouvoir examiner en détail les semelles des pneus et les éléments de frein. Toutes les roues ont été remplacées par d'autres avant le transport de l'autobus à une installation sécurisée aux fins d'examens plus approfondis.

1.2.2 Dommages au train et à la voie

La locomotive VIA 915 (photo 5) et les 4 voitures de voyageurs ont déraillé, mais sont restées à la verticale.

Aucune marque d'impact n'a été relevée sur l'avant du capot de la VIA 915. Le côté gauche du capot court de la VIA 915 présentait une bosselure verticale correspondant au contour du coin avant gauche de l'autobus, étant donné que le coin avant gauche de l'autobus se trouvait tout juste à l'intérieur de la ligne de déplacement de la VIA 915 au moment de la collision.

La partie inférieure du revêtement diagonal de la VIA 915 qui se prolonge de l'avant jusqu'au côté de la locomotive⁸ était en acier de ¼ pouce d'épaisseur et comportait une bride de 1,5 pouce le long du bord de fuite fixée à l'ossature par un gousset. Il y avait des marques d'impact à cet endroit, mais il n'y avait aucune bosselure ni déformation (photo 5).

Photo 5. Dommages sur la locomotive VIA 915



Des lignes horizontales de bosselage et de rayage s'étendaient sur le côté gauche de la caisse de la VIA 915 et sur les 20 premiers pieds (6,1 m) de la première voiture de voyageurs (VIA 3455), puisque l'autobus avait continué d'avancer après l'impact initial jusqu'à ce qu'il s'immobilise. Les tôles latérales de la caisse de la VIA 915 présentaient de légères bosselures, mais l'ossature de la locomotive n'a pas été déformée.

La partie inférieure de la jupe derrière le chasse-pierres de la VIA 915 était à 20 pouces (50 cm) au-dessus du niveau du sol au point de collision. Le panneau latéral se trouvait à 44 pouces (110 cm) au-dessus du sol. Le châssis de l'autobus ADL E500, qui était à quelque 17 pouces (43 cm) au-dessus du niveau du sol, s'était retrouvé sous la partie inférieure de la jupe derrière le chasse-pierres et du panneau latéral de la VIA 915.

Des marques d'impact étaient présentes sur le bogie arrière gauche de la VIA 915, juste derrière le coffre de batterie sous caisse (photo 6). Le coffre de batterie s'était détaché. Le câblage électrique qui alimentait la VIA 915 a été sectionné, et le consignateur d'événements de locomotive (CEL) a cessé d'enregistrer. Le bogie arrière de la VIA 915 avait déraillé vers le côté nord de la voie ferrée, sur le passage à niveau.

⁸ Cette zone à l'avant de la locomotive est la « jupe derrière le chasse-pierres » ou le « chasse-neige ».

Photo 6. Marque d'impact sur le longeron du bogie arrière de la locomotive VIA 915 (flèche) et coffre de batterie détaché



La barrière sud du passage à niveau s'était brisée net. Les boudins des roues du train ont laissé des marques qui s'étendaient vers l'ouest depuis le milieu environ du Transitway jusqu'au-delà de l'extrémité ouest (photo 7) du passage à niveau. À partir de ce point, on a remarqué des marques d'impact de roue sur les traverses et le ballast de la voie qui s'étendaient vers l'ouest depuis le passage à niveau jusqu'à la voie d'évitement de VIA situé juste au nord et à côté de la voie principale.

Photo 7. Vue vers l'est à partir de l'extrémité ouest du passage à niveau. Des marques de boudin des roues du train étaient évidentes depuis le milieu du passage à niveau en direction ouest



La VIA 915 et la première voiture de voyageurs (VIA 3455) s'étaient mises en portefeuille et immobilisées en chevauchant les voies principale et d'évitement. Le bogie avant de la VIA 915, le bogie arrière de la VIA 3455 et les 3 autres voitures de voyageurs se sont immobilisés sur la voie principale. Le bogie arrière de la VIA 915 et le bogie avant de la VIA 3455 se sont immobilisés sur la voie d'évitement. Les bogies de la locomotive et des voitures de voyageurs ont été endommagés à divers degrés par suite du déraillement.

Les voies principale et d'évitement ont été déplacées par le matériel qui s'était mis en portefeuille (photo 8) : l'écartement de la voie s'était élargi et des rails des 2 voies s'étaient renversés sur le côté extérieur.

Photo 8. Vue vers l'ouest des voitures déraillées et de la voie déplacée

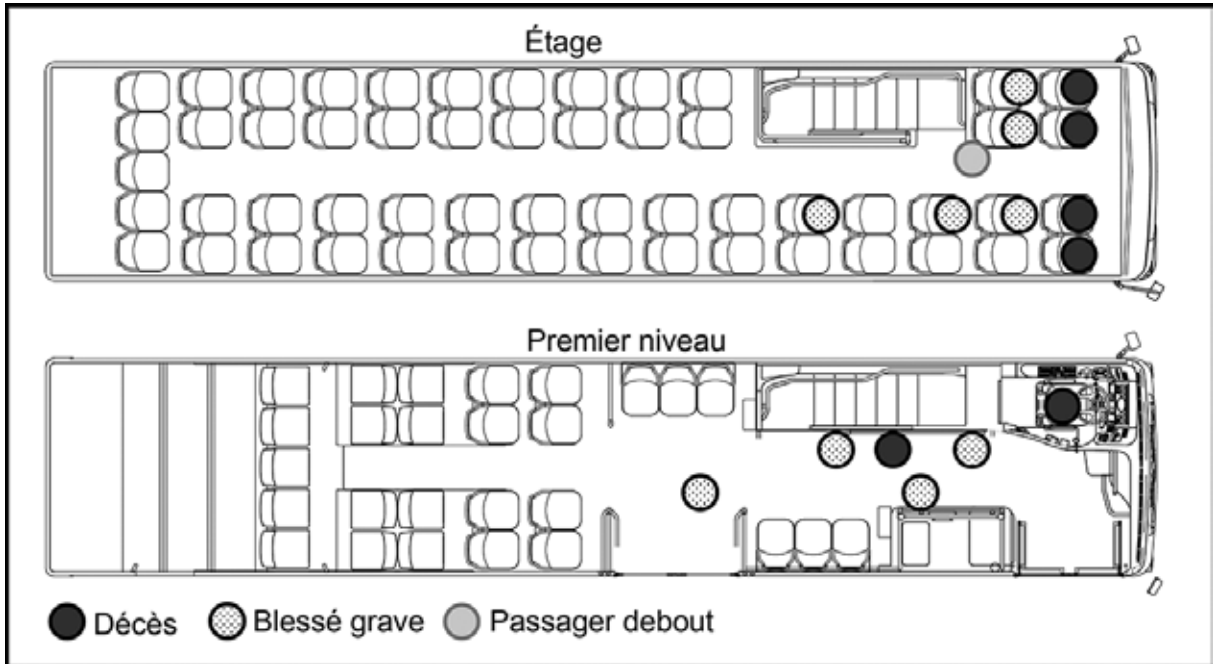


Les 2 voies (principale et d'évitement) présentait des dommages qui s'étendaient vers l'ouest sur une distance d'environ 600 pieds (183 m) depuis l'extrémité est de la voie d'évitement. Les dommages combinés pour les 2 voies s'étendaient sur une distance de quelque 1200 pieds (365,9 m). Le branchement n° 12 de la voie principale, qui comprenait l'aiguillage est de la voie d'évitement, a également été endommagé.

1.3 Blessures

Il n'y a eu aucun blessé parmi les membres de l'équipe et les voyageurs de VIA. Parmi les occupants de l'autobus, 6 ont péri, 9 ont été grièvement blessés⁹, et environ 25 ont subi des blessures mineures. La position des occupants de l'autobus qui ont subi des blessures mortelles ou graves est indiquée dans la figure 5.

Figure 5. Plan de l'autobus à 2 étages, avec la position des occupants ayant subi des blessures mortelles ou graves



Le conducteur et les 4 passagers assis dans la première rangée à l'étage ont été éjectés de l'autobus et ont subi des blessures mortelles. Un autre passager, sur le premier niveau, a été projeté à l'avant de l'autobus et, plus tard, a succombé à ses blessures.

Quatre passagers assis dans les rangées 2 et 3 à l'étage ont également été éjectés de l'autobus. Ces 4 passagers, et un 5^e dans la 5^e rangée à l'étage ainsi que 4 autres passagers au premier niveau ont subi des blessures graves.

⁹ Le *Règlement sur le BST* définit une « blessure grave » de la façon suivante :

- a) fracture d'un os, exception faite des fractures simples des doigts, des orteils ou du nez;
- b) déchirures qui sont la cause de graves hémorragies ou de la lésion d'un nerf, d'un muscle ou d'un tendon;
- c) lésion d'un organe interne;
- d) brûlures du deuxième ou du troisième degré ou brûlures touchant plus de 5 % de la surface du corps;
- e) exposition vérifiée à des matières infectieuses ou à un rayonnement dommageable;
- f) blessure susceptible d'exiger une hospitalisation.

Au cours de l'accident, beaucoup d'autres passagers ont été éjectés ou sont tombés de leurs sièges. En tout, 34 passagers ont été transportés à l'hôpital pour diverses blessures.

Les blessures les plus nombreuses étaient des contusions, lacérations, fractures et traumatismes crâniens, cervicaux et dorsaux, blessures aux épaules et aux jambes. La plupart des personnes blessées étaient des passagers éjectés de l'autobus, tombés de leur siège ou de leur position debout, heurtés par un autre passager ou par divers objets, ou ayant subi une combinaison de ces situations. Les autobus de transport en commun ne sont pas munis de dispositifs de retenue, et la réglementation n'exige pas qu'ils le soient.

1.4 Conditions météorologiques

Au moment de l'accident, le temps était ensoleillé, la visibilité bonne et la température de 14 °C. Le soleil se trouvait à environ 70 degrés au sud-est du passage à niveau, à une hauteur de 21 degrés.

1.5 Intervention d'urgence

La Ville dispose d'un Plan de gestion d'urgence basé sur une approche qui s'étend à tous les dangers et fait intervenir de nombreux services. Le plan est conçu pour être utilisé par tous les services de la Ville en cas d'événements prévus et imprévus. Chacun de ces services a une fonction à remplir en vertu du plan. Chaque service élabore également son propre plan de soutien d'urgence et les capacités d'intervention correspondantes.

Les services de la Ville ont réagi immédiatement et coordonné leurs activités en conformité avec les plans d'urgence établis. Environ 350 personnes de plus de 30 services de la Ville, d'organismes fédéraux, de VIA et de sous-traitants se sont rendues sur les lieux.

À la suite de l'accident, la Ville a mobilisé son Centre des mesures d'urgence. À 9 h 26, la haute direction de la Ville et le Conseil municipal ont été informés de l'accident. De plus, ils ont été tenus au courant des activités d'intervention à mesure que l'information devenait disponible. Pendant que l'intervention se poursuivait, le Centre des mesures d'urgence recevait de l'information du Groupe de gestion des incidents de circulation, du centre de commandement du Service paramédic, du poste de commandement mobile du Service de police, et d'OC Transpo.

1.5.1 Service de police d'Ottawa

À partir de 8 h 48, le Service de police d'Ottawa (SPO) et les Services médicaux d'urgence ont reçu de nombreux appels 911 concernant une collision entre un autobus à 2 étages d'OC Transpo et un train de voyageurs de VIA au passage à niveau du Transitway, longeant l'avenue Woodroffe, près du chemin Fallowfield. Les appelants mentionnaient qu'il y avait un certain nombre de blessés, et peut-être des morts. Le SPO a immédiatement dépêché des patrouilleurs et un inspecteur de service. Le Service des incendies d'Ottawa et le Service paramédic d'Ottawa ont eux aussi été immédiatement avisés et dépêchés.

À 8 h 51, le premier patrouilleur de la police est arrivé sur les lieux. Au début, les policiers ont aidé à prodiguer les premiers soins, assuré la protection des intervenants et sécurisé les

circuits d'entrée et de sortie des véhicules d'urgence. Alors que les policiers s'occupaient de ces priorités initiales, d'autres intervenants d'urgence sont arrivés et ont été chargés d'établir les périmètres de la police, de diriger la circulation et de repérer les témoins. Au départ, des véhicules bloquant l'accès au Transitway ont empêché les intervenants de s'approcher des lieux. Par la suite, le SPO a dégagé ces véhicules pour donner accès au site aux ambulances.

À 9 h 40, un système de commandement unifié a été établi pour coordonner les activités d'intervention d'urgence sur les lieux. À 9 h 57, le poste de commandement du SPO est arrivé sur les lieux. Des réunions officielles pour faire le point sur l'évolution de la situation ont été organisées et tenues durant tout l'événement. Le SPO a contrôlé et protégé le site et les environs jusqu'à la fin des activités sur les lieux à 13 h 30 le 20 septembre 2013. Au cours de l'intervention, quelque 200 agents du SPO ont accompli diverses tâches sur le site.

1.5.2 Service des incendies d'Ottawa

À 8 h 55, le Service des incendies d'Ottawa est arrivé sur les lieux et a pris en charge le poste de commandement. Un incident causant des pertes massives a été décrété. On a recueilli et diffusé l'information sur le nombre de passagers blessés. Le commandant de l'intervention a examiné l'autobus et s'est entretenu avec le personnel de VIA pour évaluer l'état de santé des voyageurs et de l'équipe du train. Le personnel a confirmé que le train était stable et verrouillé en place. On a demandé à des équipes du Service des incendies d'Ottawa d'aider les techniciens ambulanciers paramédicaux à procéder au triage et à prodiguer les premiers soins. D'autres effectifs ont été déployés au fur et à mesure de leur arrivée. En tout, 46 personnes du Service des incendies d'Ottawa ont pris part à l'intervention sur les lieux.

1.5.3 Service paramédic d'Ottawa

En tout, 20 unités paramédicales (40 techniciens ambulanciers paramédicaux au total) ont été dépêchées sur le site de l'accident. Les premiers techniciens ambulanciers paramédicaux sont arrivés sur les lieux à 8 h 56 et ont immédiatement entrepris le triage, l'évaluation, le traitement et le transport des patients.

Les passagers de l'autobus les plus gravement blessés ont été triés et rapidement transportés vers les hôpitaux locaux qui avaient été avisés au préalable de la possibilité qu'il y ait des victimes. À 9 h 20, la plupart des blessés graves avaient été transportés à l'hôpital. À 10 h 50, les victimes avaient été dirigées vers des hôpitaux de la région. Durant l'intervention, les techniciens ambulanciers paramédicaux ont évalué et transporté 34 patients et ont constaté 5 décès.

1.6 Renseignements sur la subdivision et la voie

Avant 2010, VIA était propriétaire d'un tronçon de la subdivision de Smiths Falls. En 2010, VIA a acheté au Canadien National (CN) le reste de la subdivision de Smiths Falls. Après l'achat, VIA a procédé à d'importantes mises à niveau de l'infrastructure, dont l'installation à tous les passages à niveau publics de dispositifs de signalisation automatique comprenant des feux clignotants à diodes électroluminescentes (DEL) (une amélioration sur les feux à incandescence), des cloches, des barrières ainsi que des circuits de voie d'appareils

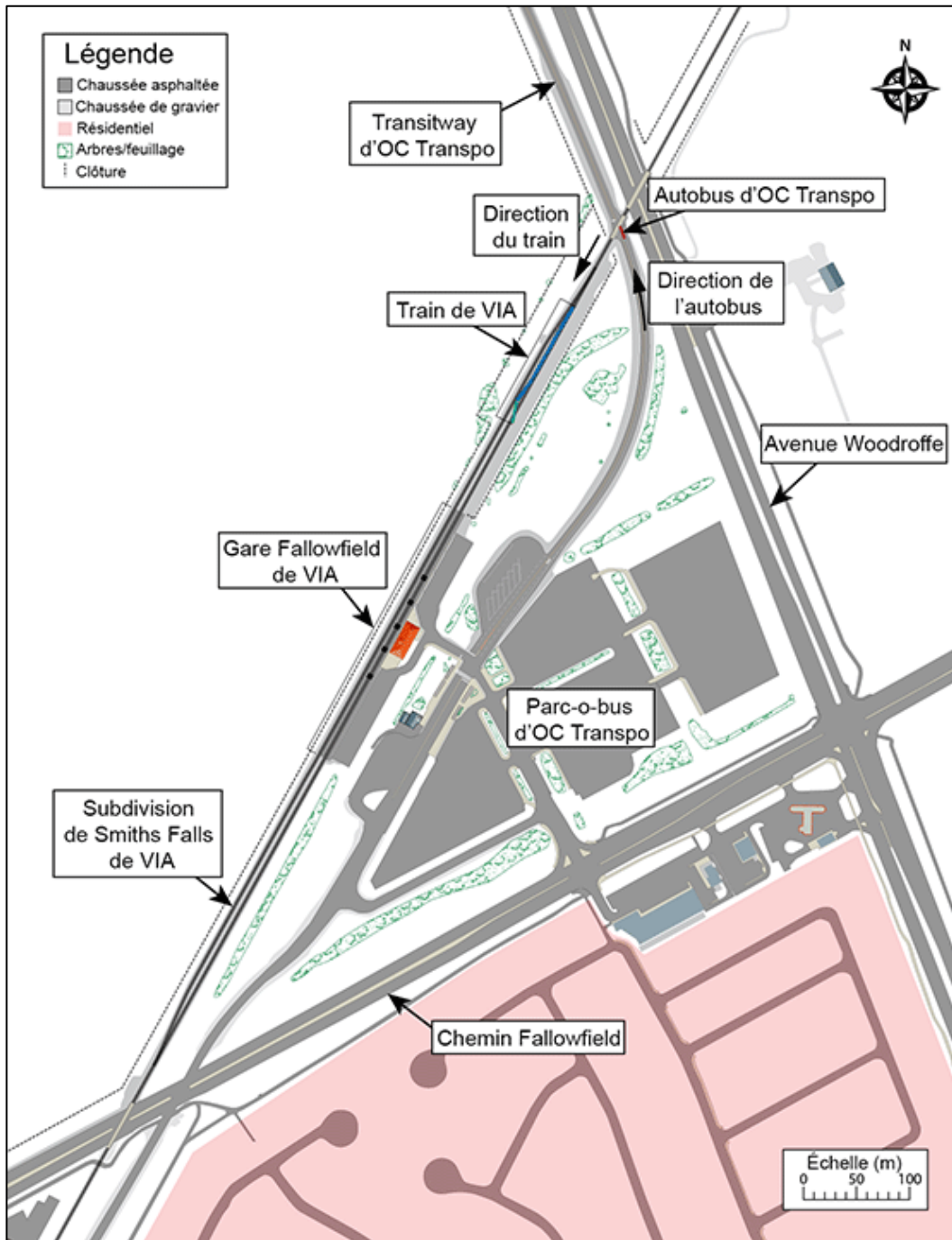
d'annonce à temps régularisé. Comme VIA ne possède pas son propre effectif de maintenance, l'entretien du système de signalisation et de l'infrastructure de la voie sur la subdivision de Smiths Falls était sous-traité à RailTerm et à d'autres entrepreneurs.

La subdivision de Smiths Falls de VIA est constituée d'une voie principale simple allant du point milliaire 0,0 (à 6,0 milles à l'ouest de la gare d'Ottawa de VIA) jusqu'au point milliaire 34,40 à Smiths Falls (Ontario). Les mouvements de train sur la subdivision de Smiths Falls sont régis par la commande centralisée de la circulation, autorisée par le *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REF) approuvé par Transports Canada (TC) et supervisée et dirigée par un contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) de RailTerm en poste à Dorval (Québec).

Dans les environs de l'accident, il y avait une voie principale et une voie d'évitement de 2298 pieds de longueur juste au nord de la voie principale et parallèle à celle-ci, entre les passages à niveau de l'avenue Woodroffe (point milliaire 3,28) et du Transitway (point milliaire 3,30) et celui du chemin Fallowfield (point milliaire 3,88). Un certain nombre de trains franchissent seulement les passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway, puisque ces trains ont leur point d'origine ou d'arrivée à la gare Fallowfield de VIA. Du lundi au vendredi, jusqu'à 23 trains de voyageurs et 2 trains de marchandises franchissent chaque jour les passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway. De même, jusqu'à 16 trains de voyageurs et 2 trains de marchandises franchissent chaque jour le passage à niveau du chemin Fallowfield au point milliaire 3,88 (annexe B).

La gare Fallowfield de VIA (point milliaire 3,57) est située entre le passage à niveau du Transitway et celui du chemin Fallowfield (figure 6). Cette gare ferroviaire du service voyageurs interurbain a été construite en 2002 pour desservir la collectivité en développement de Barrhaven au sud d'Ottawa. La gare est un point d'arrêt pour tous les trains de VIA circulant entre Montréal, Ottawa et Toronto. Elle est située près de la station d'autobus Fallowfield et du parc-o-bus d'OC Transpo, ce qui assure un accès direct aux correspondances locales du transport en commun.

Figure 6. Schéma des routes et des voies ferrées dans les environs de la gare Fallowfield de VIA



Dans les environs de l'accident, la voie est de catégorie 5, selon la définition qu'en donne le *Règlement concernant la sécurité de la voie* (Règlement sur la sécurité de la voie) approuvé par TC. La vitesse limite autorisée sur cette voie pour les trains de voyageurs est de 100 mi/h. Pour satisfaire aux exigences réglementaires sur le délai de déclenchement (20 secondes) des dispositifs de signalisation automatique de passage à niveau, les trains quittent la gare Fallowfield de VIA à une vitesse de 10 à 15 mi/h dans les 2 sens. Alors que les trains de VIA qui arrivent à la gare ralentissent pour se préparer à y arrêter, ces trains peuvent s'engager sur les passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway (trains circulant

vers l'ouest) et le passage à niveau du chemin Fallowfield (trains circulant vers l'est) à des vitesses variant entre 40 et 50 mi/h.

La voie principale était construite de longs rails soudés de 115 livres RE. Les rails reposaient sur des selles à double épaulement de 14 pouces fixées à des traverses de bois dur avec 3 crampons par selle. Le rail était encadré d'anticheminants sur toutes les traverses. Les cases étaient garnies de ballast de pierre concassée et le drainage était bon. La surface du passage à niveau du Transitway était formée de panneaux de béton.

La voie d'évitement était construite en sections éclissées de 39 pieds de rails de 115 livres RE posés sur des selles à double épaulement de 11 pouces fixées à des traverses de bois dur avec 3 crampons par selle. Une traverse sur 2 était encadrée d'anticheminants. Les cases étaient garnies de ballast de pierre concassée et le drainage était bon.

Les voies faisaient l'objet d'un examen visuel conforme aux exigences de la réglementation et de la compagnie; elles étaient en bon état. Les plus récents contrôles de l'état géométrique de la voie et des rails aux ultrasons dans le secteur de l'accident avaient été effectués sur la voie principale les 26 juillet et 14 août 2013 respectivement; aucun défaut n'avait été observé.

1.7 Renseignements consignés

La locomotive n'était pas équipée pour enregistrer les conversations en cabine entre les membres de l'équipe, et elle n'était pas tenue de l'être. Elle ne comportait pas d'enregistreurs vidéo orientés vers l'avant ou l'intérieur de la cabine, et elle n'était pas tenue d'en avoir. Ni l'équipe du train ni le conducteur de l'autobus n'utilisaient de téléphones cellulaires au moment de l'accident.

1.7.1 Consignateurs d'événements de locomotive

La section 12, Consignateurs d'événements, de la partie II du *Règlement relatif à l'inspection et à la sécurité des locomotives de chemin de fer*, approuvé par TC, exige que les locomotives de commande soient équipées d'un CEL résistant à l'impact qui répond aux critères de conception minimaux prescrits. Chaque CEL enregistre un minimum de 26 fonctions critiques, y compris, sans s'y limiter, la date, l'heure, la vitesse du train, la distance parcourue, l'activation et la position du manipulateur, la pression d'air dans la conduite générale et le fonctionnement de tous les systèmes de frein applicables.

Dans le cas des locomotives construites avant le 1^{er} janvier 2007, le Règlement exige que le CEL enregistre un minimum de 9 fonctions, y compris, sans s'y limiter, l'heure, la distance parcourue, la vitesse, la pression d'air dans la conduite générale, la position du manipulateur, le serrage des freins d'urgence, la pression dans le cylindre de frein direct, les signaux par sifflet et, le cas échéant, le déclenchement du dispositif de veille automatique. Le CEL de la locomotive VIA 915, qui a été construite en 2001, enregistrait 21 fonctions, y compris les 9 fonctions exigées.

Les compagnies de chemin de fer utilisent régulièrement les données des CEL de concert avec la vérification des compétences de l'opérateur pour déterminer les secteurs potentiels à améliorer dans le contexte du système de gestion de la sécurité (SGS) de la compagnie.

Un certain nombre de locomotives dans l'industrie sont également équipées d'une technologie de communication sans fil qui peut transmettre à un poste central en temps réel les données téléchargées d'un CEL. En cas de freinage d'urgence, l'information peut être transmise immédiatement à des fins d'examen. Une technologie similaire pourrait être adaptée à l'industrie du transport en commun par autobus.

1.7.2 *Guérites aux passages à niveau*

Les passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway avaient chacun leurs propres circuits de commande et de surveillance, mais les 2 sont reliés de façon à fonctionner à l'unisson. Comme les horloges de chaque guérite étaient indépendantes, les données enregistrées par les horodateurs devaient être synchronisées manuellement entre les 2 registres. L'horodateur était synchronisé avec le registre du passage à niveau de l'avenue Woodroffe, registre qui était décalé d'environ 2 secondes par rapport à celui du passage à niveau du Transitway. En se fondant sur l'heure connue de la collision, les registres des signaux ont été synchronisés davantage pour coïncider avec les heures du CEL¹⁰.

Le rythme de clignotement des feux de signalisation, ainsi que le courant prélevé par les feux, se situaient dans la plage nominale. Au moment de l'accident, les feux avaient été déclenchés par le système; ils étaient allumés et fonctionnaient normalement. Les dispositifs de signalisation des passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway fonctionnaient comme prévu, sans déficiences. La sonnerie et les feux de signalisation des passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway se sont déclenchés environ 49 secondes avant l'arrivée du train VIA 51. Toutes les barrières étaient complètement à l'horizontale depuis au moins 26 secondes avant l'accident.

1.7.3 *Résumé synchronisé du déroulement des événements*

Le Tableau 1 ci-dessous résume les événements qui se sont produits entre le moment où le train a quitté la gare d'Ottawa de VIA et celui où il s'est immobilisé après l'accident. Les événements ont été enregistrés à partir des éléments suivants : CEL, téléchargements des registres des guérites, système de surveillance par télévision à la station Fallowfield d'OC Transpo et module de commande du moteur de l'autobus. Toutes les heures de l'événement ont été normalisées pour coïncider avec le registre des heures du CEL.

¹⁰ En ce qui concerne l'alarme de barrière brisée, la guérite du passage à niveau a enregistré 8 h 59 min 46 s, ce qui correspondait à 8 h 48 min 5 s dans le consigneur d'événements de la locomotive. L'horodateur de la guérite du passage à niveau de l'avenue Woodroffe a été réglé de 11 minutes et 41 secondes pour en assurer la synchronisation avec le consigneur d'événements de locomotive.

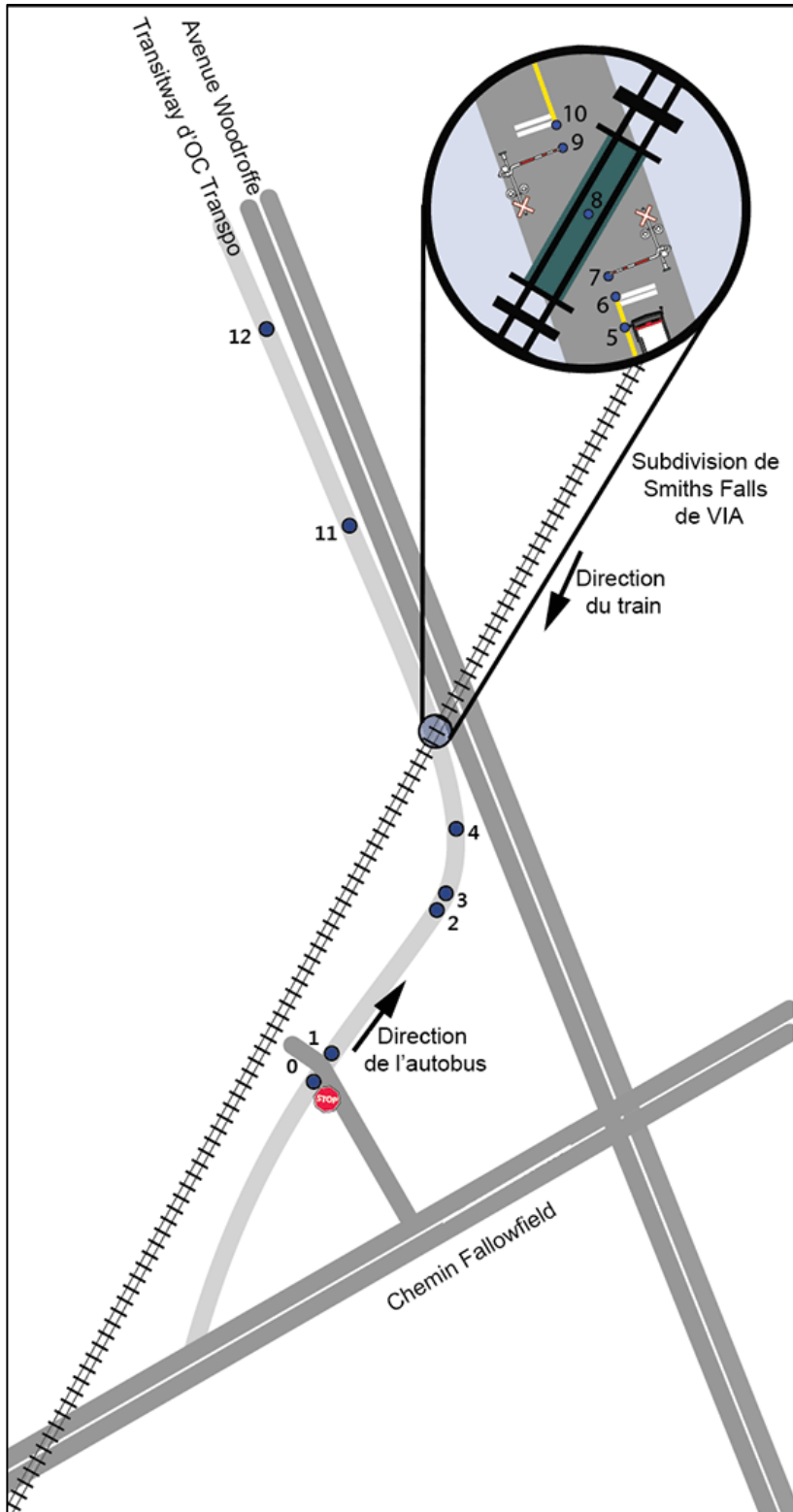
Tableau 1. Déroulement des événements fondé sur les données tirées de divers dispositifs d'enregistrement

Heure*	Événement
8 h 31 min 57 s	Le train VIA 51 quitte la gare d'Ottawa.
8 h 46 min 24 s	L'autobus arrive à la station Fallowfield d'OC Transpo, à l'abribus du côté sud. Des passagers descendent de l'autobus et d'autres y montent par les portes avant et latérale.
8 h 46 min 36 s	Un passager (cycliste) charge sa bicyclette sur le porte-vélo à l'avant de l'autobus.
8 h 46 min 53 s	La porte latérale de l'autobus est fermée et les passagers continuent de monter à bord par la porte avant.
8 h 47 min 13 s	Le train roule à 80 mi/h (128,7 km/h) alors qu'il se trouve à environ 1 mille (1,6 km) à l'est des passages à niveau. Le MC déclenche le frein rhéostatique de la locomotive et serre les freins de service du train pour commencer à ralentir le train en vue de l'arrêt à la gare Fallowfield de VIA.
8 h 47 min 17 s	La sonnerie et les feux aux passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway sont déclenchés quelque 49 secondes avant l'arrivée du train VIA 51.
8 h 47 min 22 s	Le train ralentit à 75 mi/h (120,7 km/h) alors qu'il se trouve à environ ¾ de mille (1,2 km) à l'est des passages à niveau; le frein rhéostatique de la locomotive et les freins de service du train sont serrés.
8 h 47 min 27 s	L'autobus quitte la station Fallowfield d'OC Transpo.
8 h 47 min 40 s	Les barrières du passage à niveau du Transitway sont complètement abaissées quelque 26 secondes avant l'arrivée du train VIA 51 au passage à niveau.
8 h 48 min 2 s	L'autobus roule à 42 mi/h (67,6 km/h), accélérateur enfoncé.
8 h 48 min 3 s	L'autobus roule à 42 mi/h (67,6 km/h), accélérateur non enfoncé.
8 h 48 min 4 s	La vitesse de l'autobus est réduite à 35 mi/h (56,3 km/h), accélérateur non enfoncé et freins serrés. Le train roule à 47 mi/h (75,6 km/h), frein rhéostatique de la locomotive et freins de service du train serrés. Le MC déclenche le freinage d'urgence du train et la cloche de la locomotive.
8 h 48 min 5 s	La vitesse de l'autobus est réduite à 25 mi/h (40,2 km/h), accélérateur non enfoncé et freins serrés. Roulant à 46 mi/h (74,0 km/h), le train arrive au passage à niveau du Transitway. L'autobus heurte la barrière sud du passage à niveau, ce qui déclenche une alarme de barrière brisée sur le registre des signaux du passage à niveau.
8 h 48 min 6 s	La vitesse de l'autobus est réduite à 5 mi/h (7,7 km/h), accélérateur non enfoncé et freins serrés. L'autobus entre en collision avec le côté sud du train. Le train ralentit à 43 mi/h (69,2 km/h). Le câblage électrique de la locomotive VIA 915 est sectionné et le CEL cesse d'enregistrer.

* Les heures sont toutes synchronisées avec le registre du consignateur d'événements de locomotive.

1.8 Reconstitution de l'accident par le BST

Figure 7. Endroits où des mesures ont été prises aux fins de reconstitution de l'accident



Une reconstitution de l'accident s'est tenue sur le Transitway le 28 septembre 2013. La reconstitution a été documentée par des photographies et des vidéos prises depuis le poste de conduite de l'autobus à 2 étages 8016, un ADL E500 d'OC Transpo. La reconstitution s'est déroulée à peu près au même moment de la journée que l'accident et dans des conditions atmosphériques similaires.

Des parcours ont été chronométrés et des mesures prises avec l'autobus se déplaçant du panneau d'arrêt de la station Fallowfield d'OC Transpo jusqu'au passage à niveau, et au-delà, sur le Transitway (figure 7 et annexe C).

La reconstitution a permis d'observer ce qui suit :

1. Alors que les barrières du passage à niveau n'étaient pas en marche, il a fallu à l'autobus entre 35 et 40 secondes pour se rendre du panneau d'arrêt jusqu'au passage à niveau, à la vitesse routière affichée de 60 km/h.
2. En circulant vers le nord sur le Transitway depuis la station Fallowfield d'OC Transpo, à l'approche et à l'entrée du virage, il y avait des arbres et des broussailles qui obstruaient la vue de l'avenue Woodroffe et du passage à niveau jusqu'à ce que l'autobus sorte du virage et commence à rouler directement vers le passage à niveau. La hauteur des arbres entre le Transitway et les voies ferrées était de 43 à 46 pieds (de 13 à 14 m) au-dessus du niveau du sol près de la gare Fallowfield de VIA, et de 36 à 39 pieds (de 11 à 12 m) au-dessus du niveau du sol près du passage à niveau du Transitway. Le feuillage avait une épaisseur d'environ 24 pieds (7,4 m) le long de la ligne d'arbres sur une distance de 387 pieds (118 m).
3. Le passage à niveau était annoncé par un panneau d'avertissement avancé situé en bordure de la voie direction nord du Transitway pour signaler la présence d'un passage à niveau sur la route devant. Il n'y avait pas de feux d'avertissement avancé reliés aux dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau pour indiquer que la protection à ce passage à niveau avait été déclenchée et qu'un train pouvait être en approche.

4. Les feux du passage à niveau de l'avenue Woodroffe étaient visibles pour la première fois à partir du Transitway quand l'autobus se trouvait à 748 pieds (228 m) du passage à niveau du Transitway (photo 9).

Photo 9. Les feux du passage à niveau de l'avenue Woodroffe ont été visibles pour la première fois quand l'autobus s'est trouvé à 748 pieds (228 m) du passage à niveau du Transitway (voir n° 2 dans la figure 7)



5. Les feux du passage à niveau de l'avenue Woodroffe étaient complètement visibles à partir du Transitway quand l'autobus se trouvait à 694 pieds (211,5 m) du passage à niveau du Transitway (photo 10).

Photo 10. Les feux du passage à niveau de l'avenue Woodroffe ont été complètement visibles quand l'autobus s'est trouvé à 694 pieds (211,5 m) du passage à niveau du Transitway (voir n° 3 dans la figure 7)



6. Les feux des passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway étaient complètement visibles quand l'autobus se trouvait à 402 pieds (122,5 m) du passage à niveau du Transitway (photo 11).

Photo 11. Les feux des passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway ont été complètement visibles quand l'autobus s'est trouvé à 402 pieds (122,5 m) du passage à niveau du Transitway (voir n° 4 dans la figure 7)



7. Il y avait, sur le côté ouest du Transitway, 2 panneaux routiers qui obstruaient la vue du conducteur et l'empêchaient de voir les feux arrière (à courte portée) du côté gauche du passage à niveau à différents moments au cours de l'approche (photo 12 et photo 13).

Photo 12. Panneau routier obstruant les feux arrière



Photo 13. Panneau indicateur de la station Fallowfield d'OC Transpo



8. Depuis le poste de conduite de l'autobus arrêté au passage à niveau, les montants de fenêtre et la structure de la porte obstruaient la vue du conducteur et l'empêchaient de voir le train (photo 14).

Photo 14. Vue grand angle du train en approche à partir d'un autobus arrêté au passage à niveau



9. Depuis l'intérieur de l'autobus, fenêtres et portes fermées et moteur tournant au ralenti, le klaxon d'urgence de la locomotive était entendu faiblement au moment où le train s'engageait sur le passage à niveau de l'avenue Woodroffe, et légèrement plus fort lorsqu'il s'engageait sur le passage à niveau du Transitway.
10. On a effectué des tests de simulation des freins, avec les freins serrés à fond, pour déterminer la distance d'arrêt, le temps nécessaire pour s'arrêter, l'état des pneus et les marques sur la chaussée (tableau 2).

Tableau 2. Distances d'arrêt enregistrées sur un autobus à 2 étages ADL E500 vide

Parcours	Vitesse	Distance d'arrêt		Temps pour s'arrêter
		Pieds	Mètres	Secondes
Parcours 1	60 km/h	71 pi 3 po	21,71	2,7
Parcours 2	50 km/h	57 pi 3 po	17,44	2,4
Parcours 3	50 km/h	53 pi 5 po	16,28	2,3
Parcours 4	40 km/h	33 pi 1 po	10,08	1,8

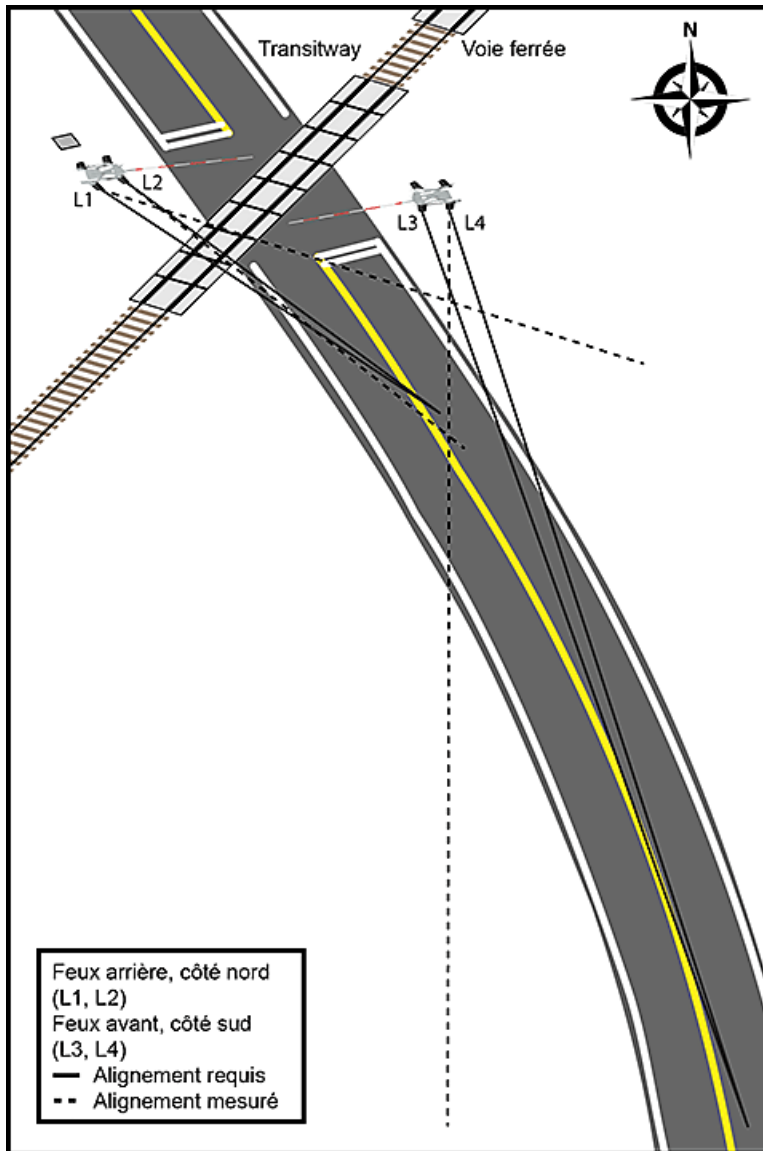
* Le laboratoire technique du BST a également effectué des calculs des distances d'arrêt sur un autobus chargé.

L'abrasion du caoutchouc était manifeste et régulière autour de la circonférence de chaque pneu. L'abrasion était plus forte sur les pneus avant. Le repositionnement de

l'autobus entre les parcours d'essai a procuré suffisamment de temps de conduite pour produire une surface de pneu propre en vue du parcours suivant. Des marques de freinage étaient manifestes sur la chaussée après les essais de frein.

11. Même si les feux à DEL du passage à niveau étaient bien visibles pour les véhicules routiers sur le Transitway, les feux à DEL orientés vers le sud pour le Transitway étaient mal alignés. Pour une vitesse routière de 60 km/h (c.-à-d. la vitesse limite sur le Transitway au moment de l'accident), les feux à courte portée (feux arrière situés sur le mât nord – L1 et L2 sur la figure 8) auraient dû être orientés vers un point à 50 pieds (15,2 m) au sud de la ligne d'arrêt du passage à niveau sur la voie direction nord du Transitway, à la position du conducteur, 1,6 m au-dessus de la chaussée. Les feux à longue portée (feux avant situés sur le mât sud – L3 et L4 sur la figure 8) auraient dû être orientés vers un point situé à environ 280 pieds (83,3 m) au sud de la ligne d'arrêt sur la voie direction nord du Transitway.
 - Pour les feux arrière (à courte portée) du côté nord, le feu est (L2) était orienté vers un point situé à 62 pieds (18,9 m) sur la voie direction nord du Transitway, tandis que le feu ouest (L1) était orienté vers un point situé à quelque 50 pieds (15,2 m) à l'est, à une distance de 62 pieds (18,9 m) de la ligne d'arrêt sud.
 - Pour les feux avant (à longue portée) du côté sud, le feu ouest (L3) était correctement orienté vers un point situé à 280 pieds (83,3 m) sur la voie direction nord du Transitway, tandis que le feu est (L4) était orienté vers un point situé à quelque 50 pieds (15,2 m) à l'ouest, à une distance de 280 pieds (83,3 m) de la ligne d'arrêt sud (figure 8).

Figure 8. Disposition et alignement des feux du passage à niveau du Transitway



12. Plus tôt au cours de l'approche, le plus grand panneau routier obstruait aussi la vue du conducteur des feux avant (à longue portée) du côté sud.

1.9 Règlements sur les passages à niveau en vigueur au moment de l'accident

Le 15 septembre 1980, la Commission canadienne des transports (CCT), en vertu de l'article 46 de la *Loi nationale sur les transports* et des articles 198 et 200 de la *Loi sur les chemins de fer*, a abrogé le *Règlement sur le passage à niveau au croisement d'une route et d'une voie ferrée, C.R.C., ch. 1184* établi par l'ordonnance générale n° E-4, et a mis en application le *Règlement sur les passages à niveau au croisement d'un chemin de fer et d'une voie publique, C.C.T. 1980-8 RAIL*. Le Règlement s'appliquait à tous les passages à niveau construits après le 14 janvier 1981. Les passages à niveau construits avant 1981 continuaient d'être régis par

l'ordonnance générale n° E-4. Les 2 documents contenaient essentiellement les mêmes exigences pour la construction des passages à niveau.

À l'avenue Woodroffe et au chemin Fallowfield, artères initialement à 2 voies, les passages à niveau avaient été construits en conformité avec les exigences réglementaire.

1.9.1 Règlement sur la protection des devis d'installation et d'essai aux passages à niveau

Le *Règlement sur la protection des devis d'installation et d'essai aux passages à niveau*, C.R.C., ch. 1183, stipule que les appareils de protection du type à feux clignotants qui sont installés par les compagnies de chemin de fer qui relèvent de la CCT doivent répondre aux spécifications prescrites dans le Règlement relativement à ces appareils et être entretenus et mis à l'essai conformément aux dispositions du Règlement. En particulier, la partie I du Règlement établit les critères exigés pour la protection par feux clignotants (avec ou sans barrières) et stipule, en partie, ce qui suit :

9. Les dispositifs lumineux électriques devront satisfaire au devis n° 190 des signaux de l'A.A.R. [Association of American Railroads] ou avoir des propriétés équivalentes; la lentille convenable prévue dans ce devis sera utilisée, en tenant compte des conditions locales.
10. Les dispositifs lumineux électriques seront dotés d'une lampe d'une puissance d'au moins 18 watts et fonctionneront à moins de 10 pour cent près de la tension nominale.
[...]
12. (1) Les signaux fonctionneront pendant au moins 20 secondes avant qu'un train roulant à plus de 10 milles à l'heure ne s'engage dans le passage; [...] le signal devra continuer à fonctionner tant que le train n'aura pas franchi le passage.
[...]
13. Si la vitesse des trains varie considérablement sur une voie ferrée principale, il pourra y avoir lieu d'installer des circuits supplémentaires de commande afin que la durée requise de fonctionnement soit automatiquement réglée [...]
- [...]
19. (1) Tous les appareils de protection installés aux croisements de voie publique seront entretenus par la compagnie de façon à fonctionner de la manière prévue et seront mis à l'essai comme il suit : à tous les croisements protégés par des feux clignotants et des sonneries, ou par des feux clignotants, des sonneries et des barrières, l'essai se fera au moins une fois par semaine civile.

Les passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du chemin Fallowfield, artères initialement à 2 voies, puis à 4 voies, étaient équipés selon les exigences.

1.10 Conception des passages à niveau et projet de norme technique RTD 10

Le projet de norme technique de TC intitulé *Normes techniques et exigences concernant l'inspection, les essais et l'entretien des passages à niveau rail-route (RTD 10)*, publié en 2002, a été élaboré dans le but de fournir des directives techniques relatives au nouveau règlement sur les passages à niveau. Pendant que le nouveau règlement était en cours d'élaboration, le RTD 10 a été largement diffusé et utilisé comme norme de fait par TC, l'industrie ferroviaire et les administrations routières.

Le RTD 10 établissait des directives relatives aux critères minimaux de sécurité à respecter pour la construction, la modification, l'entretien, l'inspection et la mise à l'essai des passages à niveau et de leurs approches routières. En plus du RTD 10, les administrations routières consultaient généralement le *Guide canadien de conception géométrique des routes*¹¹ de l'Association des transports du Canada (ATC).

Le RTD 10 fournissait également des directives d'entretien d'autres terrains voisins de la ligne de chemin de fer et pouvant présenter des caractéristiques susceptibles d'avoir une incidence sur la sécurité du passage à niveau. VIA avait adopté le RTD 10 comme norme pour la construction, la mise à l'essai et l'entretien des passages à niveau sur toutes ses subdivisions, y compris la subdivision de Smiths Falls.

Les directives du RTD 10 comprennent les dispositions suivantes :

- **Section 3 – Évaluation de la sécurité des passages à niveau**

3.1 L'évaluation détaillée de la sécurité d'un passage à niveau doit inclure une étude de la conformité aux exigences du présent manuel et une évaluation de tous les facteurs susceptibles d'avoir une incidence sur la sécurité du passage à niveau.

- **Section 4 – Normes de conception**

4.1 La conception d'un passage à niveau et des approches routières est étroitement liée aux caractéristiques de freinage et d'accélération du véhicule type, de même qu'à sa longueur. Ces caractéristiques, de même que la déclivité des approches et la longueur de la zone de dégagement du passage à niveau, sont très importantes dans la détermination des distances de visibilité d'arrêt sécuritaire, des exigences en matière de ligne de visibilité le long de la ligne de chemin de fer, de délai d'avertissement et de temps de descente des barrières du système d'avertissement des passages à niveau.

[...]

¹¹ Association des transports du Canada, *Guide canadien de conception géométrique des routes*, septembre 1999.

Distance de visibilité d'arrêt

4.4 La distance de visibilité d'arrêt (ou SSD, de l'anglais (S)topping (S)ight (D)istance) est égale à la somme de la distance parcourue pendant le délai de perception et de réaction du conducteur plus la distance de freinage. La distance de freinage est la distance qu'il faut pour arrêter le véhicule une fois les freins appliqués.

Lors d'un freinage, un délai de 2,5 secondes est généralement reconnu comme un point de départ pour le temps de perception et de réaction.

La SSD recommandée pour un autobus de transport en commun est la même que celle pour un gros camion. Les valeurs du RTD 10 pour un camion se déplaçant à des vitesses comprises entre 40 km/h et 80 km/h (tableau 4-5 du RTD 10) sont résumées au tableau 3 ci-après.

Tableau 3. Distances de visibilité d'arrêt pour les gros camions et les autobus

Vitesse limite affichée km/h (mi/h)	Distance de visibilité d'arrêt – Catégorie de camions en mètres (pieds)
40 (24,9)	70 (229,7)
50 (31,1)	110 (360,9)
60 (37,3)	130 (426,5)
70 (43,5)	180 (590,6)
80 (49,7)	210 (690,0)

Distance de parcours du véhicule

4.6 La distance totale que le véhicule doit parcourir pour franchir complètement la distance de dégagement [...]

Temps de passage – « véhicule type »

4.7 [...] Il comprend le temps qu'il faut au conducteur pour regarder des deux côtés le long de la ligne de chemin de fer, pour mettre le véhicule en marche et pour franchir complètement la distance de dégagement.

Le temps de passage du véhicule type dépend de la distance de dégagement, de la longueur du véhicule type et de son accélération.

[...]

Détermination du temps de passage du véhicule type

Le temps de passage T_d du véhicule type s'exprime de la façon suivante :

$$T_d = J + T$$

où J = délai de perception et de réaction de 2 secondes de la part du conducteur pour regarder des deux côtés, embrayer au besoin et de [*sic*] se préparer à démarrer

T = temps que met le véhicule type pour franchir complètement la distance de dégagement

On peut obtenir T en mesurant directement le temps requis par un véhicule type donné pour franchir la distance de dégagement du passage à niveau [...] au passage à niveau [...]

Par exemple, un tracteur semi-remorque chargé peut mettre plus de 20 secondes à dégager un passage à niveau.

- **Section 7 – Géométrie de la route (passage à niveau et approches routières)**

7.6 Les passages à niveau où la vitesse maximale admissible sur le chemin de fer dépasse 15 mi/h doivent être construits [...] de façon que l'angle entre la route et la voie ferrée :

- a) soit d'au moins 70° et d'au plus 110° aux passages à niveau sans système d'avertissement;
- b) soit d'au moins 45° et d'au plus 135° aux passages à niveau avec système d'avertissement.

- **Section 8 – Lignes de visibilité**

Lignes de visibilité aux passages à niveau avec système d'avertissement

8.4 a) Les lignes de visibilité aux passages à niveau avec système d'avertissement doivent être établies conformément à la figure 8-2.

La figure 8-2 du RTD 10 stipule ce qui suit :

La vue du panneau indicateur de passage à niveau et d'au moins un ensemble de feux avant du système d'avertissement du passage à niveau ne doit pas être obstruée [à l'intérieur de la SSD]. Il convient de faire particulièrement attention aux éléments suivants :

1. les arbres, les buissons, toute autre végétation, les poteaux électriques, les panneaux, les abribus et les autres installations en bordure de la route;
2. les véhicules arrêtés et les autobus qui font monter ou descendre des passagers.

- **Section 13 – Feux clignotants**

Nombre et emplacement des feux clignotants

[...]

13.1 b) Les systèmes d'avertissement de passage à niveau doivent être équipés d'un nombre suffisants [*sic*] de feux clignotants judicieusement positionnés de manière que, lorsqu'un conducteur s'approche du passage à niveau en provenance d'une route transversale ou d'une route d'accès privée transversale ou qu'il se trouve en deçà des distances indiquées au tableau 19-1 [du RTD 10] pour le principal jeu de feux clignotant [*sic*] :

- i) les feux clignotants soient situés, horizontalement, à l'intérieur ou le plus près possible d'un angle de 5 degrés de l'axe central de la route;

- ii) un conducteur s'approchant du passage à niveau soit situé dans la zone de répartition utile de l'intensité lumineuse des feux clignotants.
- c) Les systèmes d'avertissement de passage à niveau doivent être dotés de feux arrière en quantité suffisante et adéquatement placés pour faire en sorte que tous les conducteurs dont le véhicule est arrêté au passage à niveau soient situés dans la zone de répartition utile de l'intensité lumineuse des feux arrière.

· **Section 14 – Panneau Préparez-vous à arrêter à un passage à niveau**

- 14.1** Un panneau Préparez-vous à arrêter à un passage à niveau conforme au *Manuel canadien de la signalisation routière* doit être installé selon le cas :
- a) sur les approches routières des passages à niveau où au moins un ensemble de feux clignotants avant fixé sur le mât du signal de passage à niveau ou le porte-à-faux n'est pas bien visible sur la distance minimale indiquée au tableau 19-1 [du RTD 10];
 - b) sur les approches routières d'un passage à niveau d'une autoroute ou d'une route express, au sens des *Normes canadiennes de conception géométrique*;
 - c) aux endroits où des conditions météorologiques locales défavorables risquent souvent de rendre les signaux d'avertissement d'un passage à niveau moins visibles.
- 14.2** Le panneau Préparez-vous à arrêter à un passage à niveau doit fonctionner dans les cas suivants :
- a) pendant que les feux clignotants du système d'avertissement d'un passage à niveau fonctionnent;
 - b) avant le déclenchement des feux clignotants du système d'avertissement de passage à niveau, de manière qu'un véhicule se déplaçant à la vitesse maximale admissible sur la route dispose du temps requis pour franchir le passage à niveau avant l'arrivée du train, s'il croise le panneau Préparez-vous à arrêter à un passage à niveau avant qu'il soit activé, et pour :
 - (i) dégager le passage à niveau avant l'arrivée de tous les trains lorsqu'un système d'avertissement de passage à niveau sans barrières est en place; ou
 - (ii) dégager le passage à niveau avant que les lisses des barrières commencent à descendre lorsqu'un système d'avertissement de passage à niveau avec barrières est en place; et
 - c) suffisamment longtemps après l'arrêt des feux clignotants du système d'avertissement du passage à niveau pour que les véhicules en attente à un passage à niveau puissent atteindre la vitesse maximale admissible sur toutes les routes qui satisfont aux critères de classification des « autoroutes » ou des « routes express » des *Normes canadiennes de conception géométrique* ou sur

toute autre approche routière à la distance de visibilité d'arrêt de sécurité de la file de véhicules arrêtés au passage à niveau si la visibilité est restreinte.

• **Section 19 – Sonnerie, barrières et feux clignotants**

Alignement des ensembles de feux clignotants

19.4 Le point d'alignement de l'axe des faisceaux des ensembles de feux clignotants doit être adapté aux conditions particulières de chaque passage à niveau. Il faut aligner les feux en fonction des conducteurs qui approchent, en tenant compte de la vitesse maximale admissible sur la route et de la distance à laquelle les feux clignotants sont visibles pour la première fois.

Hauteur d'alignement – Feux avant et arrière

19.5 Les ensembles de feux doivent être alignés de manière que l'axe des feux croise un point situé à 1,6 m au-dessus de la chaussée à la distance exigée.

Distance d'alignement – Feux avant primaires pour les véhicules

19.6 a) La distance de visibilité des feux du système d'avertissement du passage à niveau est la distance à l'avant de la ligne d'arrêt ou de la position arrêtée du véhicule à partir de laquelle un ensemble de feux doit être continuellement visible pour différentes vitesses d'approche.

Les ensembles de feux avant primaires installés sur le mât du signal d'avertissement et, le cas échéant, en porte-à-faux doivent être alignés sur le centre de la ou des voies d'approche pour laquelle ou lesquelles ils sont prévus,

- à la distance recommandée corrigée en fonction de la déclivité de la route, telle que prévue au tableau 19-1 [du RTD 10];
- au point où ils commencent à être bien visibles, si ce point se trouve à une distance inférieure à la distance recommandée prévue au tableau 19-1 [du RTD 10].

Les vitesses et distances pertinentes tirées du tableau 19-1 du RTD 10 sont résumées au tableau 4 ci-après.

Tableau 4. Distance minimale d'alignement des feux avant pour les camions lourds (autobus)

Vitesse maximale admissible sur la route km/h (mi/h)	Distance minimale de l'ensemble de feux primaires pour les camions lourds mètres (pieds)
50 (31,1)	110 (360,9)
60 (37,3)	130 (426,5)
70 (43,5)	180 (590,6)
80 (49,7)	210 (690,0)

Alignement – feux arrière

19.9 Au moins un ensemble de feux arrière doit être aligné sur le centre des voies d'approche ou de la voie de circulation distincte pour laquelle il a été prévu, à 15 m (50 pi) avant le signal d'avertissement situé sur l'approche opposée.

Les feux arrière sont destinés à fournir un avertissement aux véhicules arrêtés au passage à niveau.

- **Section 21 – Systèmes d'avertissement de passage à niveau**

21.2 Les systèmes d'avertissement de passage à niveau doivent être entretenus, inspectés et mis à l'essai de manière qu'ils fonctionnent comme prévu.

Le fonctionnement des dispositifs de signalisation automatique de passage à niveau est mis à l'essai toutes les semaines. De plus, les inspections mensuelles comprennent des vérifications

- des unités lumineuses présentant un mauvais alignement évident et des dommages matériels;
- de la propreté des oculaires;
- de la tension de fonctionnement de l'alimentation de réserve;
- du fonctionnement, de l'intégrité, de la propreté et de la visibilité des unités lumineuses clignotantes, des barrières et des panneaux indicateurs.

21.3 (a) [...] Compte tenu des conditions locales, il se peut que l'on doive faire les inspections et les essais à des intervalles plus courts que ceux exigés.

1.10.1 *Barrières de passage à niveau*

Aux endroits où 2 voies principales ou plus croisent un tronçon de route ou à ceux où le trafic routier est dense, des lisses et des mécanismes de barrière sont couramment installés en complément des feux clignotants. Dans ces cas, on installe des barrières principalement pour dissuader les conducteurs routiers d'occuper le passage à niveau après le passage d'un train, s'il y a un autre train en approche sur la seconde voie¹².

Les barrières de passage à niveau sont recouvertes de bandes alternées rouges et blanches hautement réfléchissantes auxquelles s'ajoutent 3 petits feux clignotants de 4 pouces de diamètre sur le dessus de la barrière. Le feu le plus près de la pointe de la barrière est allumé en continu, tandis que les 2 autres feux sont placés en fonction des conditions locales et clignotent en alternance à l'unisson avec les feux de signalisation du passage à niveau. Lors du positionnement des feux sur la lisse de la barrière, le feu le plus à droite doit être aligné avec le bord de la chaussée et le feu central devrait être placé entre les 2 feux aux extrémités.

¹² The American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association, *Practical Guide to Railway Engineering*, Section 7.5.2, Crossing Gates.

Les barrières sont destinées à agir comme obstacle pour les véhicules se trouvant dans les environs immédiats du passage à niveau. Les feux sur la lisse d'une barrière servent à repérer la position de la barrière lorsque la luminosité est insuffisante (p. ex. à la brunante). Les barrières de passage à niveau ne sont pas faites pour être vues de loin puisque les feux de signalisation du passage à niveau servent à cette fin.

Aux passages à niveau munis seulement de feux clignotants et de cloches (sans barrières), les accidents se produisent parfois quand un véhicule en suit un autre par inadvertance sur le passage à niveau alors que les feux clignotants et la sonnerie sont en marche. Lorsque de tels accidents se produisent, les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau sont souvent améliorés pour inclure des barrières¹³. Le déploiement des barrières réduit également au minimum le risque qu'un véhicule s'engage sur le passage à niveau à la suite d'un autre.

1.11 Nouveau règlement sur les passages à niveau

TC élaborait depuis plus de 20 ans un nouveau règlement sur les passages à niveau. Au moment de l'accident, le nouveau règlement était encore à l'état de projet, mais est depuis entré en vigueur le 27 novembre 2014. Le précédent *Règlement sur les passages à niveau au croisement d'un chemin de fer et d'une voie publique* et le *Règlement sur la protection des devis d'installation et d'essai aux passages à niveau* ont été abrogés depuis.

Le nouveau Règlement définit un passage à niveau comme un franchissement routier à **niveau**, ou 2 franchissements routiers à **niveau** ou plus dont les voies ferrées ne sont pas séparées l'une de l'autre par plus de 30 m. Comparativement au règlement en vigueur au moment de l'accident, le nouveau *Règlement sur les passages à niveau* et son manuel technique d'accompagnement intitulé *Normes sur les passages à niveau* donnent plus de détails sur la conception, la mise à l'essai et l'entretien des passages à niveau. Même si de nombreuses exigences du RTD 10 ont été incorporées aux nouvelles *Normes sur les passages à niveau*, l'exigence de tenir tous les 5 ans une évaluation détaillée de la sécurité des passages à niveau a été supprimée.

La partie C, section 9, Spécifications relatives aux systèmes d'avertissement, des nouvelles *Normes sur les passages à niveau* stipule en partie ce qui suit :

9.1 Voici les spécifications relatives aux passages à niveau publics nécessitant un système d'avertissement sans barrières :

a) le produit vectoriel¹⁴ prévu est égal ou supérieur à 2 000;

[...]

9.2 Voici les spécifications relatives aux passages à niveau publics nécessitant un système d'avertissement avec barrières :

¹³ Rapport d'enquête ferroviaire R08W0181 du BST.

¹⁴ Le produit vectoriel est le nombre de trains par jour multiplié par le nombre quotidien de véhicules franchissant un passage à niveau.

9.2.1 Un système d'avertissement est requis selon l'article 9.1 si :

a) le produit vectoriel prévu est égal ou supérieur à 50,000 [...]

Le nouveau *Règlement sur les passages à niveau* et les *Normes sur les passages à niveau* qui l'accompagnent ne s'appliquent qu'aux passages à niveau proprement dits. Bien que le *Règlement* établisse les critères proscrivant la construction d'un passage à niveau, TC ne fournit aucune orientation quant au moment où il faudrait envisager l'aménagement d'un saut-de-mouton¹⁵.

1.12 Surveillance réglementaire

La sécurité aux passages à niveau est une responsabilité partagée par le public, TC, le propriétaire de l'infrastructure (chemin de fer) et l'administration routière¹⁶. Aux termes de la *Loi sur la sécurité ferroviaire*, les responsabilités comprennent ce qui suit :

- Il incombe à TC de surveiller les passages à niveau de compétence fédérale. Cette responsabilité comprend les activités suivantes :
 - promouvoir la conformité aux exigences en matière de sécurité ferroviaire élaborées en vertu de la *Loi sur la sécurité ferroviaire* et des règlements, règles et normes techniques pertinents, et inciter l'adoption de lignes directrices et pratiques exemplaires;
 - surveiller la conformité et la sécurité par l'entremise de la surveillance de ses programmes régionaux et national d'inspection pour les fonctions des passages à niveau et des signaux;
 - appliquer la loi en cas de non-conformité et atténuer les menaces à la sécurité de l'exploitation ferroviaire.
- Il incombe aux chemins de fer d'entretenir l'infrastructure et les lignes de visibilité aux passages à niveau le long de l'emprise ferroviaire.
- Il incombe aux administrations routières d'entretenir les dispositifs de signalisation routière (feux de circulation, panneaux routiers, etc.), les approches routières jusqu'à l'emprise ferroviaire, les lignes de visibilité sur le domaine public, et de veiller à ce qu'il y ait pour les véhicules approchant du passage à niveau une SSD suffisante, selon la géométrie de la route.

Quand un passage à niveau est construit ou fait l'objet d'améliorations importantes, les parties intéressées s'entendent habituellement sur un partage des coûts.

1.12.1 Outil d'évaluation des risques pour les passages à niveau

TC se sert de l'outil d'évaluation des risques GradeX pour établir les niveaux de risque des quelque 15 000 passages à niveau publics et 9000 passages à niveau privés au Canada. Ce

¹⁵ Passage inférieur ou supérieur routier qui sépare physiquement le trafic routier de l'infrastructure ferroviaire.

¹⁶ L'administration routière est la partie fédérale, provinciale, municipale ou privée qui est responsable de la voirie.

système de classement des risques peut varier d'une région à l'autre et est basé sur un modèle mathématique mis au point par l'Université de Waterloo en 2001.

Par l'entremise de GradeX, une série de paramètres de passage à niveau sont saisis dans le système, un algorithme mathématique est appliqué, et les endroits à risque plus élevé sont cernés. Les paramètres de saisie dans GradeX sont les suivants :

- densité de trafic ferroviaire et routier;
- vitesse limite affichée sur la route et en voie;
- configuration de la voie;
- lignes de visibilité et configuration des approches routières;
- historique des collisions;
- type de passage à niveau et de protection.

Les classements GradeX qui en résultent peuvent entraîner une inspection, un renvoi au Programme d'amélioration des passages à niveau (PAPN), ou les deux. Même si GradeX classe les passages à niveau en fonction du risque, il ne relève pas spécifiquement ceux pour lesquels il y aurait lieu d'envisager l'aménagement d'un saut-de-mouton.

1.12.2 Programme d'amélioration des passages à niveau

Le PAPN met des fonds à disposition pour moderniser certains passages à niveau de compétence fédérale et en améliorer la sécurité. En avril 2013, le financement annuel par le PAPN pour le Canada s'élevait à 10,9 millions de dollars. Le programme finance jusqu'à 50 % des coûts de projets admissibles, jusqu'à concurrence de 550 000 \$ par projet.

TC utilise les classements du risque de GradeX pour aider à déterminer les passages à niveau qui recevront du financement. Les améliorations admissibles comprennent les suivantes :

- ajout de dispositifs de signalisation automatique à des passages à niveau non munis de tels dispositifs;
- ajout de barrières ou de feux supplémentaires aux dispositifs de signalisation automatique existants;
- remplacement des feux à incandescence par des feux à DEL;
- liaison des signaux de passage à niveau avec les feux de circulation voisins;
- modification des circuits de commande à l'intérieur des systèmes d'avertissement automatisés;
- amélioration du tracé existant de la route ou des approches routières, ou des deux.

1.12.3 Sauts-de-mouton

En 1989, le gouvernement du Canada a mis en place une politique visant à ne plus affecter de fonds aux projets de saut-de-mouton en vertu de l'article 13 de la *Loi sur la sécurité ferroviaire*. Par conséquent, TC n'accorde plus de financement pour les projets de saut-de-mouton. Depuis 1989, les compagnies de chemin de fer et les administrations routières peuvent demander une aide financière en vertu des programmes d'Infrastructure Canada. Il incombe généralement aux administrations routières de planifier les sauts-de-mouton dans le cadre

de leur réseau de transport routier, tandis que les chemins de fer participent à la conception détaillée de l'ouvrage pour assurer la sécurité de l'exploitation ferroviaire. Pour aider à déterminer les projets potentiels de saut-de-mouton au Canada, le produit vectoriel a toujours été l'un des principaux critères utilisés. Un produit vectoriel de 200 000 a de longue date servi de référence reconnue utilisée par TC et l'industrie pour envisager un projet de saut-de-mouton. Toutefois, aucun dossier n'indique quand ce seuil de 200 000 a été établi ni la raison pour laquelle il l'a été.

Selon les dossiers de TC, des quelque 15 000 passages à niveau publics au Canada, 43 sont protégés par des dispositifs de signalisation automatique et ont un produit vectoriel de plus de 400 000, et 15 de ces derniers, un produit vectoriel supérieur à 600 000.

TC ne dispose d'aucune valeur prédéterminée de produit vectoriel qui exige la construction d'un saut-de-mouton. Au Canada, il n'existe aucun règlement ni norme ou ligne directrice qui précisent dans quelles conditions des passages à niveau devraient être remplacés par des sauts-de-mouton.

1.12.4 *Railroad-Highway Grade Crossing Handbook de la Federal Highway Administration du Department of Transportation des États-Unis*

Le *Railroad-Highway Grade Crossing Handbook* (2007) de la Federal Highway Administration (FHA) du Department of Transportation (DOT) des États-Unis donne de l'information générale sur les passages à niveau, notamment sur les caractéristiques des environs des passages à niveau, les usagers de ces passages à niveau et les améliorations matérielles et opérationnelles qui peuvent être apportées pour en améliorer la sécurité. Les lignes directrices et améliorations présentées dans le manuel ont été acceptées à l'échelle des États-Unis.

Le chapitre V du manuel discute des méthodes à utiliser pour choisir des solutions de rechange aux passages à niveau. Il est notamment écrit à la partie A, section 6, de ce chapitre, intitulée Grade Separation :

[traduction]

- b. L'aménagement d'un saut-de-mouton sur l'emprise ferroviaire en remplacement d'un passage à niveau devrait être envisagé dès que le coût d'un tel projet peut être justifié à partir des coûts entièrement répartis sur le cycle de vie et que l'une ou plusieurs des conditions ci-après sont présentes :
 - i. La route fait partie du réseau routier national désigné.
 - ii. La route est désignée d'une autre manière comme ayant un accès partiellement contrôlé.
 - iii. La vitesse limite affichée pour la route est supérieure à 88 km/h (55 mi/h).
 - iv. Le débit journalier moyen annuel (DJMA) de véhicules est supérieur à 50 000 en zone urbaine ou à 25 000 en milieu rural.
 - v. La vitesse maximale autorisée des trains excède 161 km/h (100 mi/h).

- vi. Une moyenne de 75 trains ou plus par jour ou 150 millions de tonnes brutes par année.
 - vii. Une moyenne de 50 trains de voyageurs ou plus par jour en zone urbaine ou de 12 trains de voyageurs ou plus par jour en milieu rural.
 - viii. Le produit vectoriel pour le passage à niveau (nombre de trains par jour multiplié par le débit journalier moyen annuel) dépasse 500 000 en zone urbaine ou 125 000 en milieu rural.
 - ix. Le produit vectoriel voyageurs (nombre de trains de voyageurs par jour multiplié par le débit journalier moyen annuel) dépasse 400 000 en zone urbaine ou 100 000 en milieu rural.
 - x. Le taux de fréquence des accidents prévu aux passages à niveau munis de dispositifs de signalisation automatique avec barrières est supérieur à 0,2 selon un historique d'accidents de 5 ans et selon les calculs effectués au moyen de la formule de prédiction des accidents en usage au DOT des États-Unis.
 - xi. Le retard des véhicules dépasse 30 heures-véhicules par jour.
 - xii. Une étude technique démontre que l'absence d'un saut-de-mouton ferait en sorte que l'installation routière fonctionnerait à un niveau de service inférieur à son niveau théorique minimal prévu 10 % ou plus du temps.
- c. Chaque fois qu'un nouveau saut-de-mouton est construit, que ce soit pour remplacer un passage à niveau existant ou pour une autre raison, il faudrait envisager la possibilité de fermer un ou plusieurs passages à niveau voisins.

1.13 Considérations sur les passages à niveau à la ville d'Ottawa

En 1995, en raison du développement urbain prévu et attendu dans le secteur de ce qui constitue aujourd'hui la banlieue de Barrhaven, au sud d'Ottawa, la ville de Nepean (Ontario) (avant sa fusion avec la Ville)¹⁷ avait procédé à 2 évaluations environnementales. Une de ces évaluations portait sur le prolongement sud-ouest du Transitway et l'autre, sur l'élargissement de 2 à 4 voies (configuration actuelle) de l'avenue Woodroffe et du chemin Fallowfield. À l'époque, la subdivision de Smiths Falls appartenait au CN.

Au cours de la phase de planification pour l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield, on a envisagé le besoin d'aménager des sauts-de-mouton compte tenu de la croissance prévue de la population et du développement continu du réseau routier et du Transitway. En 1997, l'évaluation sur le prolongement sud-ouest du Transitway a étudié plusieurs tracés différents. Une proposition envisageait de construire le Transitway à l'est de

¹⁷ La Loi de 1999 sur la ville d'Ottawa a créé la ville d'Ottawa. La Loi, adoptée en 1999, permettait de fusionner dans la nouvelle ville d'Ottawa, à compter du 1er janvier 2001, l'ancienne municipalité d'Ottawa-Carleton, les anciennes villes d'Ottawa, de Nepean, de Kanata, de Gloucester, de Vanier et de Cumberland, les anciens cantons de West Carleton, de Goulburn, de Rideau et d'Osgoode, ainsi que l'ancien village de Rockcliffe Park.

l'avenue Woodroffe de façon à obtenir une approche plus longue et plus droite au passage à niveau, mais elle n'a pas été recommandée. Cette évaluation environnementale comprenait aussi diverses options de saut-de-mouton pour l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield.

Au cours de la consultation publique, une opposition locale s'est manifestée à l'égard de toute proposition de passage supérieur routier en raison surtout des impacts négatifs perçus sur les propriétés du point de vue de l'esthétique, du bruit et de l'environnement. Certaines des terres agricoles adjacentes aux projets proposés appartenaient à la Commission de la capitale nationale (CCN). La CCN, qui a aussi été consultée, a appuyé la position du public et privilégiait également un passage inférieur routier, ce dernier préservant la vue de la Ceinture de verdure, ce qui était l'aspect le plus important pour la CCN dans ce projet. Une fois la proposition de passage inférieur routier retenue, les évaluations environnementales n'ont examiné que cette option. Toute étude future de solutions de rechange centrées sur un passage supérieur routier aurait exigé la réouverture des évaluations environnementales. À la fin du processus des évaluations environnementales, ces évaluations ont recommandé le présent tracé du Transitway, qui a été peaufiné plus tard au cours de la phase de conception détaillée.

1.13.1 *Études géotechniques*

En 2001, la Ville a confié par contrat à la Delcan Corporation (Delcan) le mandat de gérer les projets proposés de saut-de-mouton pour l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield. Delcan a sous-traité à Golder Associates Limited (Golder) un certain nombre d'études géotechniques afin d'établir des lignes directrices techniques préliminaires et les points dont il fallait tenir compte pour la construction en lien avec les aspects géotechniques des projets. Vers la fin de 2001, Golder a procédé à des tests géotechniques préliminaires aux 2 endroits proposés pour un passage inférieur routier afin de déterminer l'état général du sol et des eaux souterraines.

Une lettre du CN adressée à la Ville le 8 mai 2001 stipule que le CN ne permettrait pas de passages à niveau permanents au chemin Fallowfield et à l'avenue Woodroffe en raison du produit vectoriel rail-route projeté, qui était supérieur à 200 000, et que les préoccupations actuelles et futures en matière de sécurité justifiaient le besoin de sauts-de-mouton. De plus, le CN a écrit qu'une autre justification à cet égard était le plan de VIA d'ajouter 2 trains quotidiens et d'augmenter la vitesse des trains. Par ailleurs, le CN a affirmé qu'il s'attendait à ce que les plans pour un service de banlieue à venir entraînent une augmentation du trafic ferroviaire.

En juillet 2002, Golder a effectué d'autres tests géotechniques pour évaluer les propriétés hydrogéologiques du substrat rocheux, estimer les taux de pompage nécessaires à la réalisation des travaux de construction, définir les impacts potentiels et concevoir des mesures d'atténuation relatives à la conception si elles devaient être nécessaires.

En octobre 2002, VIA a terminé la construction de sa gare Fallowfield et y a inauguré un service voyageurs. Depuis ce temps, tous les trains de VIA sur ce parcours s'arrêtaient à la gare. Cependant, en raison des circuits de signalisation en place à cette époque, la protection

aux passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du chemin Fallowfield, artères à 2 voies à ce moment-là, restait en marche durant l'arrêt des trains.

En novembre et décembre 2002, Golder a présenté 2 rapports^{18, 19}, dans lesquels il indiquait que l'option de conception préférée à chaque endroit consistait à y aménager un passage inférieur routier. Cette option de conception entraînerait, au cours de la construction, la production d'importantes tranchées ouvertes pour la chaussée, l'aménagement d'égouts pluviaux connexes pour le drainage, le déplacement des services publics et la mise en place de déviations temporaires autant pour les véhicules routiers que pour les trains. Les tranchées ouvertes se situeraient à environ 8 m sous les ouvrages. Les ouvrages mesureraient de 105 m à 115 m de longueur, supportés par 4 piles et 2 culées à l'avenue Woodroffe et au Transitway ainsi que par 3 piles et 2 culées au chemin Fallowfield.

En janvier 2003, Golder a présenté un autre rapport²⁰, dans lequel il résumait les tests géotechniques additionnels effectués en juillet 2002. Le rapport indiquait que l'option du passage inférieur routier comporterait probablement le pompage et le rechargement de grandes quantités d'eau souterraine au cours de la construction et, possiblement, pour toute la durée de vie de l'ouvrage. Une telle option comportait des risques et augmentait sensiblement le coût des projets, qui passerait d'une estimation initiale de 40 millions de dollars à plus de 100 millions de dollars. Le rapport Golder contenait aussi les indications suivantes :

- Une fois l'excavation de la tranchée ouverte permanente terminée, il faudrait maintenir le pompage pour empêcher le soulèvement du fond de fouille ou le remplissage de la partie basse du passage inférieur routier.
- Il faudrait prendre des mesures d'atténuation pour réduire les effets de l'épuisement de l'eau du sol, aux endroits où des bâtiments sont présents, en raison des dommages qui pourraient découler du tassement qui s'ensuivrait.
- Les impacts de la dépressurisation du substrat rocheux évalués à partir des résultats des tests de pompage et de la modélisation sont importants. Les options possibles en matière d'atténuation et les solutions de rechange pour le saut-de-mouton étaient les suivantes :
 - injection d'un matériau scellant dans le substrat rocheux ou installation de puits de rechargement pour assurer une dépressurisation temporaire du

¹⁸ Golder Associates Limited, Report, Preliminary Geotechnical Investigation, Proposed Grade Separations, Fallowfield Road and Woodroffe Avenue at CN Rail, Ottawa, Ontario, rapport 011-2012-5400, novembre 2002, présenté à la Delcan Corporation.

¹⁹ Golder Associates Limited, Geotechnical Investigation, Proposed CN Rail Grade Separation Alternatives at Fallowfield Road, Ottawa, Ontario, rapport 011-2012-5600, décembre 2002, présenté à la Delcan Corporation.

²⁰ Golder Associates Limited, Report, Additional Geotechnical Investigation, Proposed CN Rail Grade Separation Alternatives at Woodroffe Avenue/Transitway and Impact of Simultaneous Depressurizing at the Fallowfield Road and Woodroffe Avenue Sites, Ottawa, Ontario, rapport 011-2012-5700, janvier 2003, présenté à la Delcan Corporation.

substrat rocheux, de concert avec une charpente étanche pour le passage inférieur routier;

- élévation des déclivités liées au saut-de-mouton;
- construction d'un passage supérieur routier associé à un abaissement potentiel du chemin de fer.
- Il devrait être possible d'adapter aux lieux la conception du pompage et du rechargement et de maintenir des conditions adéquates pour les eaux souterraines.
- Pour une option de passage inférieur routier à chaussée élevée ou d'un chemin de fer abaissé, toute augmentation de 2 m de la déclivité exigeait l'utilisation d'un remblai léger pour empêcher la surcharge de l'argile grise sur les lieux.
- Un passage supérieur routier pouvait être envisagé, à la condition d'utiliser un matériau de remplissage léger pour construire les approches en remblai de 9,2 m de haut.

En février 2003, Golder a en outre indiqué²¹ qu'avec l'option du passage inférieur routier en tranchée ouverte, si le pompage sur les lieux devait être interrompu, la nappe phréatique s'élèverait rapidement dans le substrat rocheux et entraînerait une instabilité des pentes ou un soulèvement du fond de fouille de la route dans la partie inférieure de la tranchée, qui elle aussi se remplirait d'eau. Une instabilité des pentes et un soulèvement du fond de fouille surviendrait dans les minutes suivant l'interruption du pompage.

À la suite des commentaires de Golder, Delcan a fait savoir²² à la Ville qu'en raison de la nécessité de procéder à un assèchement important des eaux souterraines au cours de l'étape de construction, toute interruption du pompage pourrait entraîner des risques catastrophiques, notamment

- une perte de toute l'infrastructure construite jusqu'au moment de l'interruption du pompage provoquant l'instabilité des pentes ou le soulèvement du fond de fouille;
- une perte des services publics dans les pentes latérales (conduites principales d'eau, conduite principale de gaz, lignes électriques);
- une perte de la ligne de chemin de fer;
- une perte des déviations de la chaussée;
- une perte de propriétés résidentielles et commerciales au sud du chemin Fallowfield;
- des pertes possibles de vie.

En raison des risques cernés, il a été recommandé de ne pas poursuivre l'option du passage inférieur routier en tranchée ouverte et de se tourner vers d'autres solutions de rechange.

²¹ Lettre de Golder Associates Limited à la Delcan Corporation en date du 18 février 2003.

²² Lettre de la Delcan Corporation à la ville d'Ottawa en date du 19 février 2003.

1.13.2 *Autres solutions de rechange*

Au départ, un certain nombre de passages supérieurs routiers différents avaient été envisagés. Les passages supérieurs routiers auraient pu être construits à l'aide de remblais d'approche légers et de travées de pont multiples. Cependant, la consultation précédente auprès du public et de la CCN avait fait ressortir un passage inférieur routier comme solution préférée. Par conséquent, les évaluations environnementales n'ont pas pris en considération les passages supérieurs routiers comme solution de rechange. Le temps nécessaire pour rouvrir les évaluations environnementales afin d'étudier à nouveau les options de passage supérieur routier aurait pu repousser la fin des travaux liés aux projets au-delà des contraintes de temps imposées par le financement du projet du Millénaire du gouvernement du Canada (fin mars 2006). Cette situation aurait probablement fait perdre le financement du Millénaire, qui comptait pour environ 70 % du coût initial estimatif des projets. Les coûts additionnels associés aux autres options de saut-de-mouton, la perte potentielle du financement du Millénaire et la position à la fois du public et de la CCN par rapport à toute solution de rechange faisant appel à un passage supérieur routier ont limité les options envisagées par la Ville en 2004.

En janvier 2004, après avoir pris en considération l'augmentation projetée du coût de sauts-de-mouton pour l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield, et comme les trains de voyageurs ralentissaient désormais à cet endroit pour s'arrêter à la gare Fallowfield de VIA, la Ville et le CN ont convenu d'étudier à nouveau les options pour les passages à niveau existants. Par la suite, la Ville a confié par contrat à Jock Valley Engineering Limited (Jock Valley) le mandat d'effectuer une évaluation détaillée de la sécurité en vue de l'amélioration des passages à niveau dans le contexte de l'élargissement proposé de l'avenue Woodroffe et de la construction du Transitway²³. Jock Valley a également reçu par contrat le mandat de mener une évaluation détaillée de la sécurité pour l'élargissement proposé du chemin Fallowfield et la construction du prolongement sud-ouest du Transitway²⁴.

Le 20 juin 2004, VIA a envoyé une lettre à la ville d'Ottawa au sujet des modifications proposées aux passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du chemin Fallowfield. VIA a reconnu à l'époque que le CN était le propriétaire de l'infrastructure ferroviaire et, par conséquent, détenait les pleins pouvoirs sur l'agrandissement suggéré des passages à niveau en question. Cependant, à titre de responsable de l'entretien et principal utilisateur de ces passages à niveau à l'époque, VIA avait soulevé des préoccupations en matière de sécurité, qui sont résumées ci-dessous.

- La taille du passage à niveau de l'avenue Woodroffe allait pratiquement tripler par rapport à sa configuration originale (passant de 2 à 6 voies de circulation), ce qui

²³ R.J. Fish, P. Eng., Jock Valley Engineering Ltd., Woodroffe Avenue Detailed Safety Assessment Final Report – Detailed Safety Assessment of the proposed widening of Woodroffe Avenue over the CN tracks at mileage 3.28 of Smiths Falls Subdivision in Ottawa, Canada, le 28 octobre 2004.

²⁴ R.J. Fish, P. Eng., Jock Valley Engineering Ltd., Fallowfield Road Detailed Safety Assessment Final Report – Final Report – Detailed Safety Assessment of the proposed widening of Fallowfield Road over the CN tracks at mileage 3.89 of their Smiths Falls Subdivision in Ottawa, Canada, le 29 avril 2005.

allait accroître l'exposition des usagers de la route publique au trafic ferroviaire à cet endroit.

- Le passage à niveau du chemin Fallowfield jumelé au nouveau prolongement proposé du Transitway d'OC Transpo à proximité du passage à niveau allait augmenter la complexité du passage à niveau.
- L'ajout de pistes cyclables et récréatives réservées à l'extérieur de l'espace confiné par des barrières de passage à niveau pourrait mettre les usagers en danger.
- À l'époque, les débits journaliers moyens annuels (DJMA) de l'avenue Woodroffe et du chemin Fallowfield étaient de 22 000 et de 20 000 véhicules, respectivement. Ce nombre augmentera probablement en fonction de la croissance de la population, ce qui augmentera également l'exposition au risque de collision aux 2 passages à niveau.

VIA a également indiqué que l'agrandissement des passages à niveau imposerait des contraintes d'exploitation ferroviaire supplémentaires permanentes, qui sont résumées ci-dessous.

- Tous les trains devront s'arrêter à la gare Fallowfield de VIA.
- Le Transitway longerait le passage à niveau du chemin Fallowfield et nécessiterait le déclenchement prioritaire des feux de circulation correspondants. Par conséquent, tous les trains de VIA circulant vers l'ouest subiraient un retard au départ de la gare Fallowfield de VIA.
- Le nombre proposé de voies de circulation et le DJMA prévu à chaque passage à niveau élimineront toute possibilité d'expansion du service ferroviaire voyageurs (c.-à-d. installation d'une voie double dans tout le secteur) si l'on ne remplace pas d'abord les passages à niveau par des sauts-de-mouton.

VIA a également posé les questions ci-dessous.

1. A-t-on envisagé de faire passer la route au-dessus de la voie ferrée?
2. Serait-il possible de ne construire maintenant que 1 des 2 sauts-de-mouton prévus (c.-à-d. celui de l'avenue Woodroffe ou du chemin Fallowfield), et de construire le second plus tard?
3. Pourrait-on détourner le chemin Fallowfield le long du côté nord de l'emprise ferroviaire du CN sur les terrains vacants existants de la CCN, de sorte que le passage à niveau du chemin Fallowfield puisse être éliminé?

Le 22 juillet 2004, la Ville a répondu aux questions contenues dans la lettre de VIA. Les réponses sont résumées ci-dessous.

1. Plusieurs options de passages supérieurs routiers ont été examinées au cours de la phase technique préliminaire du projet.

Dans chaque cas, il a été reconnu que les options de passages supérieurs routiers nécessiteraient la réouverture des évaluations environnementales effectuées précédemment, sur le prolongement sud-ouest du Transitway et sur le chemin Fallowfield, et subséquemment approuvées par la ville d'Ottawa et le ministère de l'Environnement de l'Ontario. La consultation publique réalisée dans le cadre des 2 évaluations environnementales a révélé une forte opposition généralisée

de la part des résidents à l'égard de toute proposition de passage supérieur routier, en raison des impacts négatifs sur les propriétés du point de vue de l'esthétique, du bruit et de l'environnement. Les terres agricoles adjacentes au projet appartiennent à la CCN, qui partageait l'opposition des résidents et préférait nettement les solutions faisant appel à un passage inférieur routier.

Donc, les coûts excessifs de construction d'un passage supérieur routier, jumelés à la perte de la subvention du Fonds du Millénaire et l'opposition manifestée à la fois par le public et la CCN ont fait en sorte que les options de tels passages ont été abandonnées.

2. Le sol de surface dans le secteur présente une force portante limitée. Chaque structure comporte des déviations des services publics, des routes et de l'exploitation ferroviaire, des exigences relatives aux égouts pluviaux et aux sorties d'eau, de même qu'en matière de pompage continu, qui dépassaient de loin le budget disponible.
3. On a examiné plusieurs configurations géométriques afin de vérifier s'il y avait des solutions moins conventionnelles pouvant diminuer les coûts de construction, mais qui seraient tout aussi efficaces. Cependant, les différents tracés envisagés auraient dû faire l'objet d'une évaluation environnementale, ce qui aurait également entraîné la perte de la subvention. De plus, ces tracés auraient inévitablement fait l'objet d'opposition de la part du public et de la CCN.

Par conséquent, la Ville a décidé d'opter pour sa solution privilégiée, soit l'agrandissement des passages à niveau de l'avenue Woodroffe, du Transitway, et du chemin Fallowfield.

Le 25 août 2004, une mise à jour sur les projets de saut-de-mouton pour l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield a été présentée au Conseil municipal²⁵. Il y était recommandé d'abandonner l'option du passage inférieur routier en tranchée ouverte. Il y était aussi recommandé de transférer à un certain nombre d'autres projets dans la Ville l'autorisation de dépenser de 2004, l'engagement préalable du budget des immobilisations de 2005, et la subvention associée du Fonds du Millénaire accordés aux projets de saut-de-mouton pour l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield. Cette initiative a laissé sans solution les problèmes de passage à niveau liés à l'élargissement de l'avenue Woodroffe et du chemin Fallowfield. La Ville avait fait savoir que des questions géotechniques rendaient impossible la construction de sauts-de-mouton pour l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield.

1.13.3 *Évaluations détaillées de la sécurité pour l'avenue Woodroffe et le Transitway – 2004*

La Ville a reçu le rapport final des évaluations détaillées de la sécurité pour l'avenue Woodroffe et le Transitway le 28 octobre 2004. Le rapport notait que Barrhaven avait connu une croissance spectaculaire et que sa population devrait s'élever à 105 000 habitants d'ici

²⁵ Saut-de-mouton sur Woodroffe/Fallowfield – Réaffectation du fonds du millénaire – Recommandations du comité présentées au Conseil municipal d'Ottawa le 25 août 2004.

2021. Il fallait agrandir les installations routières et de transport en commun pour desservir la population.

On avait effectué l'évaluation détaillée de la sécurité en se servant du projet de *Guide pratique canadien pour l'évaluation détaillée de la sécurité des passages à niveau rail-route*. Ce guide avait été élaboré de concert avec le RTD 10 daté du 24 octobre 2002. L'évaluation détaillée de la sécurité était basée sur la proposition d'élargir de 2 à 4 voies l'avenue Woodroffe et de construire un nouveau corridor nord-sud à 2 voies pour les autobus (Transitway) parallèle à l'avenue Woodroffe et juste à l'ouest de celle-ci. Dans le cadre du projet, il faudrait construire de nouveaux passages à niveau pour l'avenue Woodroffe et le Transitway.

L'évaluation détaillée de la sécurité fournissait les indications suivantes :

- Le trafic ferroviaire à cet endroit consistait en 5 trains de voyageurs et 1 train de marchandises dans les 2 sens, pour un total de 12 trains par jour. Bien qu'aucune augmentation du nombre de trains de marchandises n'était prévue, 2 nouveaux trains de voyageurs pourraient être mis en circulation dans chaque sens dans un avenir prévisible, pour un trafic total prévu de 16 trains par jour.
- En mai 2004, la Ville a procédé à une analyse de la circulation au passage à niveau de l'avenue Woodroffe. À l'époque, le trafic routier quotidien était d'environ 21 000 véhicules. En partant d'un facteur de croissance de 2,8 %, on prévoyait que la densité de trafic sur l'avenue Woodroffe passerait à environ 24 000 véhicules en 2009.
- Avant tout projet de construction ou de modification des passages à niveau d'origine, tous les trains de voyageurs s'arrêtaient à la gare Fallowfield de VIA. Cependant, les trains de marchandises n'étaient pas tenus de s'arrêter. La vitesse maximale sur ce tronçon de voie était de 60 mi/h (96,5 km/h) pour les trains de marchandises et de 95 mi/h (152,9 km/h) pour les trains de voyageurs. Une limitation temporaire de vitesse à 20 mi/h (32,2 km/h) avait été mise en place pour tous les trains afin d'éliminer le fonctionnement inutile des signaux aux passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du chemin Fallowfield. Cette limitation de vitesse est demeurée en vigueur jusqu'en 2010.
- La conception du circuit de passage à niveau proposé était fondée sur l'hypothèse que tous les trains de voyageurs continueraient de s'arrêter à la gare Fallowfield de VIA. Quand les trains étaient prêts pour le départ, le mécanicien de locomotive déclenchait le système d'avertissement du passage à niveau à partir de la cabine de la locomotive en utilisant un code radio transmis sur le canal 1 de la radio de la locomotive. À l'expiration du délai d'avertissement souhaité, le mécanicien de locomotive recevait un signal (feu stroboscopique blanc) indiquant que le système d'avertissement du passage à niveau avait été déclenché et que le train pouvait avancer sans danger.
- Pour s'assurer que le système d'avertissement du passage à niveau ne serait pas déclenché par les trains s'arrêtant à la gare Fallowfield de VIA, l'annonce à temps régularisé pour l'approche des trains circulant vers l'est de l'avenue Woodroffe a été prolongée jusqu'au bord du quai de la gare Fallowfield de VIA. Ce prolongement procurerait aussi le délai d'avertissement nécessaire pour permettre le passage de trains de marchandises directs à une vitesse maximale de 20 mi/h (32,2 km/h).

- Les trains de voyageurs continueraient leur approche du passage à niveau de l'avenue Woodroffe depuis l'est à une vitesse de 95 mi/h (152,9 km/h), mais s'engageraient sur le passage à niveau à une vitesse bien moins élevée parce qu'ils étaient tenus de s'arrêter à la gare Fallowfield de VIA.
- Toutes les surfaces de passage à niveau seraient aménagées en conformité avec les exigences de la section 6 du RTD 10 et seraient conçues en consultation avec le CN.
- Le tracé horizontal de l'avenue Woodroffe s'inscrivait à l'intérieur de la SSD, car cette artère était droite dans les 2 sens, à l'exception de légers déplacements de la route pour tenir compte de l'ajout d'un terre-plein dans les environs du passage à niveau.
- La vitesse de base pour ce tronçon de l'avenue Woodroffe était de 100 km/h (62,1 mi/h), avec une vitesse limite affichée de 80 km/h (49,7 mi/h).
- Le tracé horizontal du Transitway à l'intérieur de la SSD était droit sur l'approche nord, avec un léger déplacement pour le rapprocher de la route au franchissement du passage à niveau. L'approche sud comportait une courbe d'un rayon de 250 m (820 pieds) avec une portion droite d'environ 20 m (66 pieds) avant le passage à niveau. La vitesse de base pour le Transitway dans les environs du passage à niveau était de 80 km/h (49,7 mi/h), avec une vitesse limite affichée de 60 km/h (37,3 mi/h).
- Le plus grand véhicule à utiliser régulièrement le Transitway était un autobus articulé de 60 pieds (18,3 m) de longueur (c.-à-d. le véhicule type). Pour une vitesse de base de 80 km/h, la SSD pour le véhicule type était de 210 m (689 pieds). Pour la vitesse limite affichée de 60 km/h, la SSD recommandée était de 130 m (426 pieds).
- La distance de parcours du véhicule pour le Transitway était de 46,6 m (153 pieds).
- Le temps de passage du véhicule pour un autobus articulé roulant sur le Transitway était de 14 secondes, ce qui s'inscrivait dans le délai fourni par le système d'avertissement du passage à niveau.
- Pour les véhicules arrêtés au passage à niveau de l'avenue Woodroffe ou à celui du Transitway, les lignes de visibilité existantes étaient adéquates.
- Comme les passages à niveau reconstruits devaient être conçus selon les exigences de la section 16 du RTD 10, il n'était pas nécessaire de continuer à utiliser le sifflet des trains durant le jour après la reconstruction des passages à niveau.

L'évaluation détaillée de la sécurité a fait entre autres les recommandations suivantes :

- Enlever les feux de circulation à l'entrée menant à la station Fallowfield d'OC Transpo, situés à 270 m (886 pieds) au sud du passage à niveau de l'avenue Woodroffe. Enlever complètement l'intersection et reconstruire la route dans ce secteur de manière à améliorer la fluidité de l'approche au passage à niveau.
- Effectuer la prochaine évaluation détaillée de la sécurité dans 5 ans (en 2009/2010), à moins qu'un quelconque événement exige de la devancer.

L'évaluation détaillée de la sécurité a conclu que la reconstruction proposée du passage à niveau apporterait un certain nombre d'améliorations au passage à niveau existant, notamment

- l'ajout d'un terre-plein dissuaderait les automobilistes de contourner les barrières abaissées du passage à niveau;
- la résolution du fonctionnement inutile des dispositifs de signalisation du passage à niveau par suite de l'arrêt des trains à la gare Fallowfield de VIA.

Le passage à niveau élargi proposé présenterait un haut niveau de sécurité, supérieur à celui du passage à niveau existant.

1.13.4 Évaluation détaillée de la sécurité pour le chemin Fallowfield et le Transitway – 2005

Le rapport final pour l'évaluation détaillée de la sécurité pour le chemin Fallowfield et le Transitway a été présenté à la Ville le 29 avril 2005. On y trouvait à peu près les mêmes éléments d'information que dans l'évaluation détaillée pour l'avenue Woodroffe et le Transitway : le contexte, la densité de trafic ferroviaire et le déroulement des opérations, ainsi que des exigences relatives à la construction du passage à niveau soit construit en conformité avec le RTD 10.

L'évaluation détaillée de la sécurité était basée sur la proposition d'élargir de 2 à 4 voies le chemin Fallowfield et de construire un nouveau corridor nord-sud à 2 voies pour les autobus (Transitway) parallèle à la ligne ferroviaire dans les environs du chemin Fallowfield. Dans le cadre du projet, il faudrait aménager un nouveau passage à niveau sur le chemin Fallowfield.

L'évaluation détaillée de la sécurité fournissait les indications suivantes :

- Le passage à niveau proposé serait complexe et repousserait la limite d'une conception normale à de nombreux égards, dont la contiguïté de l'intersection chemin Fallowfield-Transitway, l'angle du passage à niveau, la densité de trafic et une charge de travail élevée pour les conducteurs. Par la suite, la Ville a confié à Delphi-MRC le mandat de procéder à une évaluation par les pairs, « axée sur la sécurité routière », de la conception préliminaire du passage à niveau. L'évaluation par les pairs a produit les détails suivants :
 - L'option de conception du chemin Fallowfield procurait une solution réalisable à une situation difficile où existaient des contraintes et des obstacles importants. L'option procurait une base raisonnable pour faire face à la densité de trafic ferroviaire et routier anticipée, mais exigerait également une gestion et une surveillance à long terme minutieuses.
 - Un certain nombre de recommandations et de mentions de mesures étaient prévues, mais sans être clairement indiquées dans les dessins préliminaires.
 - Un certain nombre de suggestions ont été faites sur la gestion du risque en lien avec l'entretien continu et le bon fonctionnement du passage à niveau. Compte tenu de la complexité de ce passage à niveau, l'examen par les pairs a recommandé de suivre aussi ces suggestions, bien qu'elles n'aient pas été reconnues officiellement comme des recommandations. Par exemple, l'examen par les pairs a fortement recommandé d'étudier la possibilité d'améliorer les divers systèmes d'avertissement et mesures de contrôle de la

circulation associés au passage à niveau, en faisant appel au laboratoire de simulation de conduite à l'Université de Calgary.

- En mai 2004, la Ville a effectué une analyse de la circulation au passage à niveau du chemin Fallowfield. À l'époque, le trafic routier quotidien était d'environ 20 000 véhicules. En partant d'un facteur de croissance de 2,8 %, on prévoyait que la densité de trafic sur le chemin Fallowfield passerait à environ 23 000 véhicules en 5 ans (2009).
- Ultérieurement, une intersection entre le chemin Fallowfield et le Transitway sud-ouest serait aménagée juste à l'est du passage à niveau proposé. Aucun virage ne serait permis en direction ou à partir du Transitway depuis le chemin Fallowfield.
- Le tracé horizontal du chemin Fallowfield s'inscrivait dans la SSD, puisque cette artère était droite dans les 2 sens.
- La taille maximale de véhicule permise sur les routes de l'Ontario était un train routier double de type B, soit un tracteur auquel sont attelées 2 semi-remorques. Comme des trains routiers doubles de type B transportant de l'essence empruntaient régulièrement le chemin Fallowfield, on a choisi un train routier double de type B d'une longueur de 25 m (82 pieds) comme véhicule type.
- Partant d'une vitesse de base de 80 km/h sur le chemin Fallowfield, la SSD pour les camions (et les autobus) était de 210 m (689 pieds). Pour la vitesse limite affichée de 60 km/h, la SSD recommandée était de 130 m (426 pieds).
- La distance de parcours du véhicule pour le chemin Fallowfield était de 57 m.
- Le temps de passage du véhicule type sur le passage à niveau du chemin Fallowfield était de 17,5 secondes et se situait dans le délai procuré par le système d'avertissement du passage à niveau.
- Pour un véhicule arrêté au passage à niveau, les lignes de visibilité existantes étaient adéquates.
- La construction de la section à 4 voies du chemin Fallowfield sur le passage à niveau réduirait la charge de travail des conducteurs, particulièrement pour l'approche des véhicules se dirigeant vers l'est, qui passent actuellement de 2 voies à 1 voie immédiatement à l'ouest du passage à niveau.
- Le passage à niveau formait un angle aigu de 33 degrés avec la route, ce qui était inférieur au minimum de 45 degrés prescrit dans le RTD 10 pour une nouvelle construction. On a étudié les options pour refaire le tracé du chemin Fallowfield afin d'obtenir un angle plus favorable, mais elles ont été jugées non réalisables. En raison de l'angle du passage à niveau, la distance de dégagement y était plus grande que la normale. L'angle aigu obligeait les automobilistes à regarder par-dessus leur épaule droite pour voir les trains en approche depuis l'arrière et à la droite.
- L'intersection proposée pour le Transitway, voisine du passage à niveau, se trouverait également à un angle inférieur à la norme pour une nouvelle construction; les automobilistes devraient donc composer avec une distance combinée d'environ 100 m pour traverser à la fois le Transitway et le passage à niveau.
- Une seule ligne d'arrêt sur la chaussée pour le passage à niveau, de concert avec un feu de circulation avancé relié aux dispositifs de signalisation automatique du

passage à niveau, réduirait la confusion pour les conducteurs se dirigeant vers l'est. À l'activation d'un feu de circulation avancé, les conducteurs se dirigeant vers l'ouest et vers l'est verraient un feu de circulation jaune, suivi d'un feu rouge d'une durée minimale de 13 secondes avant le déclenchement des dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau. Cet avertissement supplémentaire réduirait la charge de travail des conducteurs, puisque tous les véhicules seraient arrêtés ou auraient dégagé le passage à niveau au moment du déclenchement des feux de signalisation du passage à niveau.

L'évaluation détaillée de la sécurité a fait entre autres les recommandations suivantes :

- Mettre en œuvre les recommandations sur la gestion du risque faites dans l'examen par les pairs relativement à la surveillance et à l'entretien continu du passage à niveau.
- Effectuer la prochaine évaluation détaillée de la sécurité dans 5 ans (en 2009/2010), à moins qu'un quelconque événement exige de la devancer.

L'évaluation détaillée de la sécurité a conclu que la sécurité ne pouvait être garantie. Toutefois, si les recommandations contenues dans l'examen par les pairs et l'évaluation détaillée de la sécurité étaient mises en œuvre et que la conception détaillée était exécutée conformément au RTD 10, le passage à niveau présenterait un niveau de sécurité élevé.

1.13.5 Construction de la route et du passage à niveau

Les travaux de construction en vue de l'élargissement à 4 voies de l'avenue Woodroffe entre le chemin Fallowfield et le Sportsplex de Nepean, de construction du Transitway depuis la station Fallowfield d'OC Transpo jusqu'au Sportsplex de Nepean, ainsi que d'élargissement à 4 voies du chemin Fallowfield entre l'avenue Woodroffe et le chemin Greenbank ont commencé en mai 2005. La construction routière s'est faite en conformité avec les lignes directrices de la Ville et le *Guide canadien de conception géométrique des routes* de 1999 de l'ATC.

Le 25 juillet 2005, la Ville a confié par contrat au CN le mandat d'installer des passages à niveau à l'avenue Woodroffe (point milliaire 3,28), au Transitway (point milliaire 3,30) et au chemin Fallowfield (point milliaire 3,88). La construction des passages à niveau s'est faite en conformité avec les évaluations détaillées de la sécurité et le RTD 10, ainsi qu'avec les normes et pratiques techniques propres aux chemins de fer. Les travaux de construction des passages à niveau et des routes étaient terminés en décembre 2005.

La vitesse de base pour la partie droite du Transitway était de 90 km/h; pour la partie courbe, juste au sud du passage à niveau, elle était de 80 km/h. La partie courbe du Transitway avait une vitesse limite affichée de 60 km/h. Selon l'ATC, la SSD pour un autobus (ou un camion) sur une route à vitesse de base de 80 km est de 210 m (689 pieds) et de 130 m (426 pieds) si la vitesse de base est de 60 km/h.

1.13.6 Analyse d'orientation positive aux passages à niveau

La Ville, par contrat, a confié à Delphi-MRC, en collaboration avec l'Université de Calgary, le mandat d'effectuer une analyse d'orientation positive pour le passage à niveau du chemin

Fallowfield et l'intersection du Transitway sud-ouest sur le chemin Fallowfield. À l'aide d'un simulateur de conduite, on a procédé à une évaluation détaillée du comportement et du rendement des conducteurs. Les renseignements et les observations recueillis ont servi à élaborer un plan d'orientation positive pour les usagers de la route sur le chemin Fallowfield à l'intersection du Transitway et au passage à niveau du chemin Fallowfield.

En janvier 2007, le rapport final sur l'analyse d'orientation positive pour le passage à niveau du chemin Fallowfield et l'intersection du Transitway, intitulé *Fallowfield Road at Grade Railway/Transitway Crossing Positive Guidance Analysis Final Report*, a été présenté. Le rapport contenait un plan d'orientation pour l'emplacement des panneaux indicateurs et des dispositifs d'avertissement en vue d'aider les usagers de la route à franchir le passage à niveau et l'intersection en toute sécurité. La Ville s'est engagée à mettre en œuvre les recommandations. En juillet 2009, les travaux de construction ont commencé sur le Transitway s'étendant au sud à partir de la station Fallowfield d'OC Transpo. Les travaux ont été terminés en avril 2011.

1.13.7 Examen technique de la subdivision de Smiths Falls – octobre 2010

En 2010, après avoir acheté la subdivision de Smiths Falls du CN, VIA a confié par contrat à AECOM le mandat d'entreprendre un examen technique des améliorations de la vitesse qui étaient planifiées pour la subdivision de Smiths Falls de VIA. L'examen technique comportait des évaluations détaillées de la sécurité pour tous les passages à niveau de la subdivision de Smiths Falls²⁶.

L'examen s'est surtout penché sur la sécurité, la voie ferrée, les ponts, les passages à niveau et les signaux. VIA avait planifié de porter à 95 ou 100 mi/h la vitesse des trains de voyageurs partout où l'infrastructure était jugée adéquate. Aux endroits où l'infrastructure n'était pas adaptée à ces vitesses, il fallait déterminer les prochaines étapes nécessaires pour réaliser les augmentations de vitesse envisagées. L'examen technique d'AECOM a évalué chaque passage à niveau en fonction des normes et exigences du RTD 10. Les évaluations détaillées de la sécurité pour les passages à niveau de l'avenue Woodroffe, du Transitway, et du chemin Fallowfield ont été terminées le 11 septembre 2010. Les conclusions étaient généralement similaires à celles des évaluations détaillées de la sécurité effectuées en 2004.

Le rapport d'AECOM a fait ressortir que la nécessité d'aménager un saut-de-mouton est généralement fondée sur le produit vectoriel et qu'un tel produit, s'il est supérieur à 200 000, justifie d'habitude d'envisager l'aménagement d'un saut-de-mouton. Le rapport faisait les constatations suivantes :

- le passage à niveau de l'avenue Woodroffe (point milliaire 3,28) avait un produit vectoriel de 236 599 (11 trains X 21 509 véhicules);
- aucune donnée sur les véhicules n'était disponible pour le passage à niveau du Transitway (point milliaire 3,30);

²⁶ AECOM, *Engineering Review of Planned VIA Speed Improvements on Smiths Falls Subdivision*, le 18 octobre 2010.

- le passage à niveau du chemin Fallowfield (point milliaire 3,88) avait un produit vectoriel de 166 111 (11 trains X 15 101 véhicules).

Le rapport proposait que VIA réévalue avec la Ville l'information sur l'avenue Woodroffe pour confirmer le produit vectoriel, étant donné qu'il se situait dans la fourchette exigeant l'aménagement d'un saut-de-mouton; le passage à niveau était toutefois conforme aux exigences de TC. Le rapport recommandait aussi que VIA communique avec la Ville au sujet de plans potentiels pour un saut-de-mouton à l'avenue Woodroffe.

1.13.8 Vérifications avant et après l'ouverture du passage à niveau du chemin Fallowfield et de l'intersection du Transitway sur le chemin Fallowfield

La Ville, par contrat, a confié à Delphi-MRC le mandat d'effectuer des vérifications du passage à niveau du chemin Fallowfield et de l'intersection du Transitway en novembre 2011 (avant l'ouverture) et en juin 2012 (après l'ouverture)^{27, 28}. Les 2 rapports de vérification indiquaient que l'intersection du chemin Fallowfield/Transitway était très inhabituelle. La vérification avant l'ouverture avait permis de constater un certain nombre de mesures qui avaient été mises en place et de conclure que d'autres éléments pourraient s'ajouter après l'ouverture. Le rapport indiquait aussi que, lorsqu'il y avait des risques, il faudrait envisager des mesures d'atténuation intérimaires. Le rapport de vérification après l'ouverture avait permis de conclure que, même si la plupart des problèmes cernés avaient été réglés, certains d'entre eux persistaient. Le rapport recommandait que l'on s'occupe des problèmes persistants, et la Ville a par la suite pris des mesures d'atténuation à leur égard.

1.13.9 Évaluation des risques de la vitesse des trains aux passages à niveau de l'avenue Woodroffe, du Transitway, et du chemin Fallowfield

En 2012, VIA a informé la Ville qu'il avait l'intention de passer de l'exploitation à vitesse lente, telle qu'elle avait été désignée et exigée de ses trains au franchissement des passages à niveau de l'avenue Woodroffe, du Transitway, et du chemin Fallowfield, à une exploitation à plus grande vitesse, jusqu'à 100 mi/h (160,9 km/h), pour certains de ses trains. Cette augmentation de la vitesse de certains trains de VIA constituait un changement important dans l'exploitation ferroviaire aux passages à niveau en question, soulevant des préoccupations sur le contexte de risque et sur les répercussions possibles sur la sécurité à ces passages à niveau.

La Ville, par contrat, a confié à Delphi-MRC le mandat d'effectuer une évaluation des risques de l'augmentation de la vitesse des trains²⁹. Le rapport final tirait notamment les conclusions suivantes :

²⁷ Delphi-MRC de concert avec Flood Murray International Incorporated, *Fallowfield Road-Transitway Crossing Pre-Opening audit: Final Report*, le 4 mai 2011.

²⁸ Delphi-MRC de concert avec Flood Murray International Incorporated, *Fallowfield Road-Transitway Crossing Post-Opening audit: Final Report*, le 15 juin 2012.

²⁹ Delphi-MRC de concert avec Flood Murray International Incorporated, *Fallowfield Road Crossing: Speed Increase Risk Assessment, Final Report*, octobre 2012.

- Le passage à niveau du chemin Fallowfield constituait déjà un ouvrage inhabituel, car son produit vectoriel dépassait le seuil de 200 000 généralement utilisé pour justifier d'envisager la construction d'un saut-de-mouton. L'ultime décision d'aller de l'avant avec le passage à niveau à cet endroit avait été prise principalement à la suite de l'examen technique de la Ville, qui supposait que les trains s'arrêteraient à la gare Fallowfield de VIA ou ralentiraient à 10 mi/h (16 km/h) à proximité de la gare.
- On prévoyait que la croissance planifiée dans le secteur de Barrhaven entraînerait des augmentations importantes de la densité de trafic sur le chemin Fallowfield. Ces augmentations prévues se traduiraient par un produit vectoriel qui serait de 2 ou 3 fois supérieur au seuil de 200 000. Une telle augmentation indiquait un accroissement éventuel du risque à ce passage à niveau.
- Le passage à niveau du chemin Fallowfield était un lien clé avec le réseau de transport actif desservant Barrhaven. Des observations sur le terrain montraient que de jeunes enfants utilisaient régulièrement ce passage à niveau, ce qui soulevait une préoccupation particulière. Des comportements indésirables chez les piétons et les cyclistes avaient été observés au cours de ces études sur le terrain, soulevant des préoccupations quant à la sécurité du passage à niveau lorsque des trains à grande vitesse y circuleraient.

1.13.10 Ébauche d'évaluation détaillée de la sécurité du passage à niveau du chemin Fallowfield – 2013

En 2013, VIA a demandé une évaluation détaillée de la sécurité du passage à niveau du chemin Fallowfield³⁰. Cette décision découlait de la proposition d'exploiter quotidiennement des trains express qui ne s'arrêteraient pas à la gare Fallowfield de VIA, ce qui aurait pour effet d'augmenter la vitesse maximale des trains à 100 mi/h (160,9 km/h) au passage à niveau. L'ébauche d'évaluation détaillée de la sécurité notait qu'il y avait eu un certain nombre de changements depuis l'évaluation détaillée de la sécurité précédente (2005). Au nombre de ces changements, la construction d'une voie d'évitement entre les passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du chemin Fallowfield, ainsi qu'une augmentation de la vitesse limite affichée sur le chemin Fallowfield, de 60 km/h à 80 km/h.

L'évaluation détaillée de la sécurité fournissait les indications suivantes :

- En mars 2013, la Ville avait effectué une analyse de la circulation au passage à niveau du chemin Fallowfield. Les résultats indiquaient un DJMA de 26 646 véhicules. En partant d'un facteur de croissance de 2,8 %, on prévoyait que le débit journalier moyen annuel sur le chemin Fallowfield passerait à 30 600 véhicules en 5 ans.
- La moyenne hebdomadaire du trafic ferroviaire à cet endroit était de 88 trains de voyageurs et 4 trains de marchandises, soit une moyenne de 13 trains par jour. Une augmentation de 2 trains de voyageurs était possible dans les 2 sens au cours des 5 années suivantes, ce qui porterait à 17 le nombre total de trains par jour.

³⁰ R.J. Fish, P. Eng., Jock Valley Engineering Ltd., Draft – Detailed Safety Assessment of the Fallowfield Road Crossing over the VIA Rail tracks at mileage 3.88 of their Smiths Falls Subdivision in Ottawa, Canada, le 14 mai 2013.

- En partant d'un DJMA de 26 646 véhicules et d'une moyenne de 13 trains par jour, le produit vectoriel s'élevait à 346 400. Selon les prévisions, ce produit augmenterait à 520 000 au cours des 5 années suivantes.

L'évaluation détaillée de la sécurité a conclu qu'il est difficile de quantifier avec un certain degré d'exactitude le niveau de risque associé à des changements donnés (augmentation de la vitesse des trains) à l'intérieur d'un système complexe comme celui du passage à niveau du chemin Fallowfield. Cependant, dans la présente situation, la vitesse des trains pouvait être augmentée en toute sécurité.

1.13.11 Autres projets de saut-de-mouton planifiés par la ville d'Ottawa

En date de mai 2015, la Ville avait un projet en cours d'élargissement du chemin Greenbank (point milliaire 5,10 de la subdivision de Smiths Falls) et un projet en veilleuse d'élargissement de la promenade Strandherd (point milliaire 6,81 de cette même subdivision). Le projet du chemin Greenbank comporte un passage inférieur routier, tandis que celui de la promenade Strandherd comprend un passage supérieur routier.

La conception préliminaire du passage supérieur routier de la promenade Strandherd a commencé en 2006. La Ville a prévu que le DJMA de 2013 pour la promenade Strandherd serait de 31 600 véhicules. En se fondant sur une prévision de 14 trains par jour, le produit vectoriel serait de 442 400.

En 2013, on a terminé la conception détaillée pour le passage inférieur routier du chemin Greenbank et il était prévu que le projet passe à la phase de construction. La Ville avait prévu que le DJMA de 2013 pour le chemin Greenbank serait de 22 100 véhicules. En se fondant sur une prévision de 14 trains par jour, le produit vectoriel serait de 309 400.

1.14 Information actuelle sur les routes et les passages à niveau

En novembre 2011, VIA a modernisé les passages à niveau dans les environs de sa gare Fallowfield. Ces améliorations comportaient l'installation de circuits de signalisation modernes et le remplacement des feux à incandescence (signaux et barrières) par des feux à DEL³¹. La technologie des feux de signalisation à DEL améliore leur visibilité quand ils clignotent³². Ces feux ont un rendement lumineux beaucoup plus élevé, sont plus brillants et dispersent un faisceau plus large qui les rend plus visibles que les feux à incandescence³³. Les 2 technologies, à DEL et à incandescence, continuent d'être acceptables dans les systèmes

³¹ De nombreux feux de signalisation de passage à niveau utilisent encore des ampoules à incandescence de 18 watts. Cependant, au Canada, les unités lumineuses à DEL sont de plus en plus répandues aux passages à niveau munis de feux de signalisation.

³² Rapport d'enquête ferroviaire R09V0219 du BST.

³³ Rapport d'enquête ferroviaire R08M0002 du BST.

de signalisation ferroviaire. Ni les feux à DEL ni les feux à incandescence ne produisent une lumière polarisée³⁴.

1.14.1 Avenue Woodroffe et Transitway

La voie principale traverse les passages à niveau de l'avenue Woodroffe (point milliaire 3,28) et du Transitway (point milliaire 3,30) à un angle de 50 degrés. Les approches routières aux 2 passages à niveau ont une déclivité d'environ 1 %. Les 2 passages à niveau sont munis de dispositifs de signalisation automatique comprenant des feux clignotants à DEL, des cloches et des barrières ainsi que des circuits de voie d'appareils d'annonce à temps régularisé. Bien qu'ils soient indiqués comme 2 passages à niveau distincts, par conception, leurs dispositifs de signalisation automatique fonctionnent comme s'il s'agissait d'un seul passage à niveau.

L'avenue Woodroffe est une artère municipale asphaltée à 4 voies d'orientation nord-sud principalement et à vitesse limite affichée de 80 km/h. Dans les environs des passages à niveau, les approches routières sont droites dans chaque sens, avec une visibilité relativement bonne des dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau sur une distance d'environ 700 m (2297 pieds). En 2013, on a dénombré en moyenne 30 396 véhicules par jour sur l'avenue Woodroffe³⁵.

Le Transitway est une route privée asphaltée à 2 voies. En 2013, le trafic sur le Transitway s'élevait en moyenne à 1007 autobus par jour la semaine³⁶. À partir de la station Fallowfield d'OC Transpo, le Transitway s'étend sur une distance de 247,5 m (812 pieds) vers l'est en direction de l'avenue Woodroffe, d'où il amorce un important virage à gauche (dans le sens du déplacement), puis vire de façon prononcée vers le nord pour longer l'avenue Woodroffe. Au moment de l'accident, à partir du panneau d'arrêt de la station, la vitesse limite sur le Transitway était de 60 km/h jusqu'à peine au nord du passage à niveau, où la vitesse limite passait à 90 km/h. Un panneau d'avertissement avancé standard était en place pour alerter les conducteurs de la présence d'un passage à niveau devant. Il n'y avait pas de feu d'avertissement avancé clignotant pour les autobus qui roulaient vers le nord à leur approche du virage ou pour les autobus qui roulaient vers le sud à leur approche du passage à niveau.

Une piste cyclable/piétonnière de 3,0 m de largeur longe l'avenue Woodroffe, sur le côté est. La piste est protégée par des croix de Saint-André et les feux du passage à niveau, qui sont situés sur le côté de la piste et qui sont visibles par les piétons. Puisqu'il n'y a pas de barrières protégeant le passage à niveau de la piste, des chicanes ont été installées sur la piste de chaque côté du passage à niveau afin de ralentir les piétons et les cyclistes.

³⁴ La lumière peut être polarisée soit par réflexion, soit par passage dans des filtres polarisants, tels certains cristaux, qui la diffusent principalement sur un seul plan.

³⁵ Le BST a effectué un comptage des véhicules entre le 30 septembre et le 7 octobre 2013.

³⁶ Ibid.

1.14.2 Chemin Fallowfield et Transitway

Le chemin Fallowfield est une artère municipale asphaltée à 4 voies d'orientation est-ouest principalement et à densité de trafic moyenne de 25 412 véhicules par jour la semaine³⁷. Le passage à niveau du chemin Fallowfield est muni de dispositifs de signalisation automatique comprenant des feux clignotants à DEL, des cloches, des barrières, et des circuits de voie d'appareils d'annonce à temps régularisé.

Le Transitway est parallèle aux voies ferrées à 42 m environ à l'est du passage à niveau.

La vitesse limite affichée sur le chemin Fallowfield est de 80 km/h. Dans les environs du passage à niveau, les approches routières sont droites dans chaque sens, avec une visibilité relativement bonne des dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau sur une distance d'environ 700 m (2297 pieds). La voie principale traverse le passage à niveau à un angle de 33 degrés. L'approche routière au passage à niveau du chemin Fallowfield a une déclivité d'environ 1 %.

Les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau (photo 15) sont reliés aux feux de circulation au passage à niveau et à l'intersection signalisée du chemin Fallowfield et du Transitway. La liaison comporte un circuit de déclenchement prioritaire. Une fois la séquence de la signalisation automatique du chemin de fer amorcée, les feux de circulation au Transitway passent au vert pour permettre au trafic

Photo 15. Vue vers l'est du chemin Fallowfield (Source : Jock Valley Engineering)



dans les environs du passage à niveau de dégager celui-ci. Ensuite, les feux de circulation deviennent jaunes pendant plusieurs secondes, puis passent au rouge durant au moins 13 secondes, après quoi les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau se déclenchent et leurs feux commencent à clignoter 12 secondes environ avant que les barrières commencent à s'abaisser. Tous les véhicules devraient s'arrêter avant la ligne d'arrêt sur la chaussée et dégager le passage à niveau quand les feux du système d'avertissement automatique commencent à clignoter. Les feux de circulation à l'intersection du chemin Fallowfield et du Transitway ne peuvent pas être vus depuis la ligne d'arrêt sur la chaussée

³⁷ Ibid.

au passage à niveau, mais sont visibles des conducteurs si leur véhicule se trouve au-delà de la ligne d'arrêt.

Une piste récréative multifonctions d'une largeur de 3 m est située sur le côté sud du chemin Fallowfield. Le passage à niveau de la piste est muni de feux de signalisation clignotants, de barrières et d'une cloche. Ses approches sont clôturées pour dissuader les usagers de contourner les barrières. Des espaces libres entre les barrières et la clôture assurent un dégagement adéquat de l'emprise ferroviaire, mais permettent aux usagers de la piste de contourner les barrières.

Au moment de l'accident, les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau du chemin Fallowfield ne s'étaient pas déclenchés, et n'avaient pas à l'être.

1.14.3 *Circuits et fonctionnement des signaux*

Quand des trains sont arrêtés à la gare Fallowfield de VIA, les circuits des signaux ont été conçus de manière à ne pas déclencher les dispositifs de signalisation du passage à niveau. En 2011, on a écourté la temporisation du circuit et réduit la vitesse des trains pour s'assurer qu'un train quittant la gare dans l'un ou l'autre sens déclencherait les dispositifs de signalisation automatique et la commande prioritaire des feux de circulation sur le Transitway de façon à produire le délai approprié (d'au moins 20 secondes).

Les circuits de voie d'appareils d'annonce à temps régularisé mesurent la vitesse de tous les trains approchant de la gare depuis l'ouest du chemin Fallowfield ou depuis l'est de l'avenue Woodroffe. En fonction de la vitesse du train, le système prédit son temps d'arrivée au passage à niveau et déclenche les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau en conséquence pour assurer un délai d'avertissement suffisant.

Comme les approches ferroviaires du passage à niveau sont équipées de circuits de voie d'appareils d'annonce à temps régularisé, il n'y avait pas de limitation de vitesse pour les trains arrivant à la gare Fallowfield de VIA. Les trains de VIA qui ralentissaient pour s'arrêter à la gare roulaient encore à une vitesse de 40 à 50 mi/h lorsqu'ils s'engageaient sur les passages à niveau.

Tous les événements de dispositifs de signalisation automatique au cours desquels les feux, la sonnerie et les barrières se sont déclenchés étaient surveillés, relevés, enregistrés et horodatés dans les registres des signaux de passage à niveau. Deux dispositifs indépendants (l'un analogique, l'autre numérique) contrôlaient les signaux d'entrée, assurant ainsi la redondance du système. On surveillait aussi le taux de clignotement des feux et le courant des lampes pour s'assurer de leur conformité aux valeurs nominales.

Une fois déclenchée, la barrière d'un passage à niveau se déverrouille de sa position verticale et commence à s'abaisser. La barrière ne tombe pas librement, mais est abaissée électriquement depuis sa position verticale. Le système enregistre le moment où une barrière s'abaisse au-delà de la position de 86 degrés par rapport à l'horizontale (90 degrés correspond à la position verticale et 0 degré, à la position horizontale). Une fois qu'une

barrière est descendue au-delà de la position de 10 degrés, le système l'enregistre comme étant totalement abaissée.

En outre, le système détecte et enregistre le moment où un train s'engage sur le circuit d'îlot et celui où il en sort³⁸. Une fois que le train a quitté le circuit d'îlot, les barrières reçoivent l'ordre de se relever. Le système enregistre alors le moment où la barrière se relève au-delà de la position de 10 degrés, puis de 86 degrés, qui est enregistrée comme étant la position verticale. Une fois complètement à la verticale (position de 90 degrés), la barrière se verrouille en place pour qu'il lui soit impossible de s'abaisser sans être déclenchée, et les feux de signalisation s'éteignent.

Tout au long de ce processus, le système surveille constamment l'intégrité de la barrière du passage à niveau au moyen d'un câblage en boucle acheminé jusqu'au connecteur du premier feu de la barrière. Si la boucle est rompue, le signal ne peut revenir au système, indiquant de ce fait que la barrière est brisée. Une fois que le système reçoit une indication de barrière brisée, la descente automatique (« power down ») est désactivée et l'assemblage du support, qui comprend la barrière et un contrepoids, se déplace librement à la position de 45 degrés, puis retourne lentement à la position complètement verticale.

1.14.4 *Mouvements de train dans les environs de la gare Fallowfield de VIA*

Les mouvements vers l'est sur la voie principale, y compris les trains vers l'est se remettant en route après un arrêt à la gare, n'étaient pas autorisés à excéder 15 mi/h entre la gare Fallowfield de VIA (point milliaire 3,57) et les passages à niveau publics de l'avenue Woodroffe et du Transitway (points milliaires 3,28 et 3,30) tant que les passages à niveau étaient occupés.

Les mouvements vers l'ouest sur la voie principale n'étaient pas autorisés à excéder 10 mi/h entre la gare Fallowfield de VIA (point milliaire 3,57) et le passage à niveau du chemin Fallowfield (point milliaire 3,88) tant que le passage à niveau était occupé.

Les mouvements vers l'est s'arrêtant au signal 34S (voie principale) et les mouvements vers l'est quittant la voie d'évitement à Fallowfield Est doivent entrer un code depuis la radio de la locomotive pour déclencher les dispositifs de signalisation automatique des passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway. Un feu stroboscopique sur la guérite de signalisation à proximité de la voie clignotait pour confirmer la saisie du bon code. Les dispositifs de signalisation automatique se déclenchaient 33 secondes plus tard, et les mouvements pouvaient se mettre en route dès que les dispositifs de signalisation automatique étaient en marche. Le mouvement devait avoir dépassé le signal contrôlé dans les 45 secondes suivant le déclenchement. Un processus similaire était en place pour les mouvements vers l'ouest qui s'arrêtaient à l'un ou l'autre signal (39N ou 39S) à l'extrémité ouest de la gare Fallowfield de VIA.

³⁸ Le circuit d'îlot est la partie du circuit de voie située dans les limites de la chaussée et qui s'étend habituellement à une cinquantaine de pieds du bord de la route ou du trottoir.

1.14.5 Inspection des dispositifs de signalisation automatique des passages à niveau

Avant l'accident, l'inspection détaillée la plus récente aux passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway par un inspecteur de TC avait eu lieu le 26 avril 2012. Un superviseur de la signalisation et un agent d'entretien des signaux de RailTerm avaient aussi assisté à l'inspection. L'inspection a permis de constater que les feux arrière (à courte portée) destinés aux véhicules arrêtés dans les environs des passages à niveau n'étaient pas alignés sur un point à 15 m (50 pieds) sur les côtés nord et sud des passages à niveau. Même si les résultats de l'inspection ont été communiqués verbalement à ce moment-là, il n'y avait pas de dossier indiquant que TC avait informé RailTerm ou VIA par écrit du mauvais alignement des feux arrière. De même, il n'existait aucun dossier écrit montrant que la situation avait été corrigée par la suite.

Les feux des passages à niveau avaient été alignés lors de l'installation des feux à DEL le 3 novembre 2011. Ils l'ont été de nouveau le 28 septembre 2013, après l'accident. Avant l'accident, RailTerm inspectait les circuits des passages à niveau tous les mois et vérifiait le déclenchement de la signalisation toutes les semaines conformément aux exigences réglementaires. Aucune anomalie n'avait été relevée à ces passages à niveau.

1.15 Développement urbain dans le sud d'Ottawa

Des estimations de la population ont été obtenues pour le secteur délimité à l'ouest par l'autoroute provinciale 416, au nord par le chemin Hunt Club, à l'est par la rue Bank et au sud par les limites de la Ville (tableau 5).

Tableau 5. Estimations de la population (Source : Ville d'Ottawa)

Secteur	2004	2010	2013	2020
Zone urbaine seulement	75 945	103 389	116 761	142 000
Tout le secteur	100 358	130 537	145 062	171 000

1.16 Études du trafic et produits vectoriels

Pour avoir une vue d'ensemble du trafic ferroviaire et du trafic routier dans les environs de la gare Fallowfield de VIA, un examen de l'information sur les trains et sur le trafic routier a été effectué pour l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield.

L'information sur les trains de VIA (depuis 2004) est présentée au tableau 6.

Tableau 6. Nombre historique de trains de VIA

Emplacement	2004 – Trains		2007 – Trains		2010 – Trains	
	Toutes les semaines	Moy./jour	Toutes les semaines	Moy./jour	Toutes les semaines	Moy./jour
Avenue Woodroffe	67	10	102	15	102	15
Transitway	67	10	102	15	102	15

Chemin Fallowfield	67	10	67	10	67	10
--------------------	----	----	----	----	----	----

En 2014, le nombre moyen de trains par semaine pour les passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway était de 133 trains, et pour le passage à niveau du chemin Fallowfield, il était de 100 trains. Cependant, du lundi au vendredi chaque semaine, ces passages à niveau enregistraient respectivement jusqu'à 23 et 16 trains par jour, tandis que le trafic de fin de semaine s'élevait à 12 trains par jour.

1.16.1 *Historique du trafic pour l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield*

Les résultats de la série de comptages du trafic pour l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield dans les environs des passages à niveau de VIA ont été compilés. Les valeurs du débit journalier moyen annuel (DJMA) ont été obtenues à partir de facteurs relatifs à l'expansion de la ville d'Ottawa et au débit journalier moyen annuel (tableau 7).

Tableau 7. Historique du trafic pour l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield

Emplacement	Jour	Date	Comptage sur 12 heures	Débit journalier moyen annuel
Avenue Woodroffe	Mercredi	19 mai 2004	15 405	18 163
	Mercredi	16 mai 2007	18 944	22 335
	Mercredi	16 juin 2010	21 335	25 154
Transitway	Mercredi	16 juin 2010	372	390
Chemin Fallowfield	Lundi	19 juillet 2004	10 327 (comptage sur 8 heures)	18 795
	Vendredi	18 mai 2007	11 498 (comptage sur 8 heures)	16 787
	Vendredi	23 juillet 2010	11 821 (comptage sur 8 heures)	19 387

1.16.2 *Étude du trafic effectuée après l'accident*

Après l'accident, la Ville, à la demande du BST, a mené une étude du trafic sur l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield. L'étude, réalisée entre le 30 septembre 2013 et le 7 octobre 2013, a aussi permis d'obtenir une estimation du nombre d'occupants par véhicule. Cette information est résumée au tableau 8.

Tableau 8. Nombre moyen de véhicules en octobre 2013, par emplacement

Emplacement	Lundi 24 h.	Mardi 24 h.	Mercr. 24 h.	Jeudi 24 h.	Vendr. 24 h.	Sam. 24 h.	Dim. 24 h.	Lundi au vendredi	7 jours
Avenue Woodroffe	28 898	30 795	30 528	30 933	30 828	28 217	21 775	30 396	28 853

Transitway	1 009	989	1 003	1 018	1 016	449	422	1 007	844
Chemin Fallowfield	24 693	25 496	25 494	25 994	25 385	20 419	15 156	25 412	23 234

Source des données:

Étude du trafic effectuée après l'accident (comptage quotidien de véhicules)

En partant du produit vectoriel et du nombre moyen d'occupants par véhicule, un « produit vectoriel occupants »³⁹ a été calculé pour chaque passage à niveau (tableau 9).

Tableau 9. Produits vectoriels obtenus pour les passages à niveau, les véhicules et les occupants

Emplacement	Nombre de trains 2014	Lundi au vendredi Nombre moyen de véhicules	Produit vectoriel (trains x véhicules)	Nombre moyen d'occupants par véhicule	Produit vectoriel occupants (trains x véhicules x occupants)
Avenue Woodroffe	23	30 396	699 108	1,08	755 036
Transitway	23	1 007	23 161	32	532 703
Chemin Fallowfield	16	25 412	406 592	1,08	439 119

1.17 Règlement de l'Ontario et Code de la route de l'Ontario

En Ontario, les autobus et autres véhicules publics sont tenus de s'arrêter aux passages à niveau qui ne sont pas munis de dispositifs de signalisation automatique, alors que les autobus scolaires doivent s'arrêter à tous les passages à niveau. Le Règlement de l'Ontario 339/94 décrit le système de points d'inaptitude tandis que le *Code de la route de l'Ontario* établit les règles de la route et les pénalités en cas de non-conformité pour la conduite de véhicules sur les routes publiques de l'Ontario. Cependant, le *Code de la route de l'Ontario* ne s'applique pas aux véhicules circulant sur des routes privées, tel le Transitway.

1.17.1 Article 8 – Règlement de l'Ontario 339/94 (système de points d'inaptitude)

L'article 8 du Règlement de l'Ontario 339/94 stipule, en partie, ce qui suit :

[traduction]

- 1) Si une personne détenant un permis de conduire dans une ou plusieurs classes de permis ou une personne qui n'est pas un résident de l'Ontario a accumulé 9, 10, 11, 12, 13 ou 14 points d'inaptitude, le Registraire peut exiger de cette personne qu'elle se présente à une entrevue avec un fonctionnaire du Ministère pour lui fournir toute l'information ou tout autre élément de preuve justifiant pourquoi son permis de conduire ne devrait pas être suspendu. Règlement de l'Ontario 339/94, paragraphe 8 (1).

³⁹ Même si le produit vectoriel occupants n'est pas communément utilisé au sein de l'industrie, il peut être utilisé pour cibler les risques et l'exposition de façon plus précise.

- 2) Le ministre peut suspendre ou annuler le permis de conduire d'une personne dans l'une ou l'autre des situations suivantes :
 - a) la personne ne se présente pas à l'entrevue exigée;
 - b) la personne ne se conforme pas aux exigences du Ministère découlant de l'entrevue;
 - c) la personne, de l'avis du ministre, n'a pas justifié lors de l'entrevue pourquoi son permis ne devrait pas être suspendu. Règlement de l'Ontario 339/94, paragraphe 8 (2); Règlement de l'Ontario 204/10, article 4.

1.17.2 Article 78 – Conduite inattentive

Dans le but de réduire les cas de conduite inattentive, la Province de l'Ontario a adopté le 26 octobre 2009 des dispositions législatives en la matière qui interdisaient de faire usage au volant d'appareils à écran et d'appareils portatifs. Ces dispositions rendaient illégale l'utilisation par les conducteurs de téléphones cellulaires et autres appareils de communications et de divertissement portatifs pour parler, texter, taper, composer ou envoyer des courriels. Les dispositions législatives interdisaient aussi aux conducteurs d'utiliser au volant des écrans de visualisation non liés à la conduite, tels que des ordinateurs portatifs ou des lecteurs de DVD.

Voici quelques extraits de l'article 78 du *Code de la route de l'Ontario* :

- (1) Nul ne doit, sur une voie publique, conduire un véhicule automobile si l'écran d'un téléviseur, d'un ordinateur ou d'un autre appareil dont le véhicule est muni se trouve dans le champ de vision du conducteur.

Exception

- (2) Le paragraphe (1) ne s'applique pas à l'écran des appareils suivants :
 - a) l'appareil de navigation du système GPS [système mondial de positionnement] utilisé pour donner des renseignements aux fins de navigation;
 - b) l'appareil portatif de télécommunications sans fil ou l'appareil qui est prescrit pour l'application du paragraphe 78.1 (1);
 - c) l'appareil relié à un système de suivi pour la logistique des transports utilisé à des fins commerciales pour suivre la localisation du véhicule, le statut du conducteur ou la livraison de colis ou d'autres biens;
 - d) l'appareil relié à un système anticollision dont la seule fonction consiste à accéder au système;
 - e) le tableau de bord, l'instrument calibré ou le système utilisé pour donner des renseignements au conducteur quant au statut des divers systèmes du véhicule automobile.

Les dispositions législatives prévoient des exemptions pour les conducteurs de certains véhicules commerciaux, ce qui comprend les conducteurs d'autobus, pourvu que l'écran vidéo soit fixé solidement et que son usage soit considéré comme étant essentiel à l'exploitation du véhicule.

Toutes les provinces appliquent une certaine forme de législation en matière de conduite inattentive. Compte tenu du développement rapide de la technologie et des affichages de bord, la conduite inattentive est un enjeu de sécurité en émergence. Par exemple, la Police provinciale de l'Ontario (PPO) fait remarquer que la conduite inattentive est la principale cause des décès sur les routes. D'après les statistiques, plus de gens en Ontario sont décédés en 2013 dans des collisions liées à une conduite inattentive que dans tout autre type de collision. Selon la PPO, sur les routes patrouillées par ses agents, il y a eu

- 78 décès liés à une conduite inattentive;
- 57 décès liés à une conduite avec facultés affaiblies;
- 44 décès liés à la vitesse⁴⁰.

Toujours selon la PPO, la conduite inattentive continue à poser un grave problème sur nos routes et constitue un danger pour tous les usagers de la route. La conduite inattentive inclut : parler au cellulaire, envoyer des messages textes, lire (un livre, une carte routière, des journaux), utiliser un GPS, regarder une vidéo ou un film, manger, boire, fumer, pourvoir à des besoins personnels, syntoniser la radio ou le CD, et écouter de la musique très forte. Le fait de parler aux passagers et de conduire en état de fatigue (mentale ou physique) peut aussi constituer des formes de distraction au volant⁴¹.

1.17.3 Article 128 – Vitesse

Voici quelques extraits de l'article 128 du *Code de la route de l'Ontario* :

(1) Nul ne doit conduire un véhicule automobile à une vitesse supérieure :

[...]

(d) à la vitesse prescrite pour les véhicules automobiles sur une voie publique conformément au paragraphe (2), (5), (6), (6.1) ou (7);

[...]

Vitesse prescrite par règlement municipal

(2) Le conseil d'une municipalité peut, par règlement municipal, prescrire à l'égard des véhicules automobiles conduits sur une voie publique ou section de voie publique relevant de sa compétence une vitesse différente de celle énoncée au paragraphe (1) et qui n'est pas supérieure à 100 kilomètres à l'heure. Il peut également prescrire des vitesses différentes qui s'appliquent à des moments différents de la journée.

En vertu de ces exigences, la Ville établit, pour les routes publiques municipales situées à l'intérieur de la Ville, des limites de vitesse qui peuvent être appliquées aux termes du *Code de la route de l'Ontario*.

⁴⁰ CBCnews (on line), *OPP calls distracted driving 'number one killer on roads'*, disponible à l'adresse : <http://www.cbc.ca/news/canada/kitchener-waterloo/opp-calls-distracted-driving-number-one-killer-on-roads-1.2557892> (dernière consultation le 28 septembre 2015).

⁴¹ Site Web de la Police provinciale de l'Ontario, *La conduite inattentive*, disponible à l'adresse : <http://www.opp.ca/ecms/index.php?id=546> (dernière consultation le 28 septembre 2015).

1.17.4 Article 163 – Véhicules devant s’arrêter à un passage à niveau

L’article 163 du *Code de la route de l’Ontario* est énoncé en ces termes :

(1) Lorsque le conducteur d’un véhicule aborde un passage à niveau au moment où un dispositif de signalisation électrique ou mécanique nettement visible ou un signaleur indiquent l’approche d’un train, il s’arrête à 5 mètres au moins du rail le plus proche de la voie et ne repart que lorsqu’il peut le faire en toute sécurité. L.R.O. 1990, chap. H.8, art. 163.

Panneaux d’arrêt aux passages à niveau

(2) Le conducteur d’un véhicule qui aborde un panneau d’arrêt à un passage à niveau, sauf indication contraire d’un signaleur, arrête son véhicule à la ligne d’arrêt indiquée ou, en l’absence d’une telle ligne, à 5 mètres au moins du rail le plus proche de la voie ferrée et ne repart que lorsqu’il peut le faire en toute sécurité. 2002, chap. 18, annexe P, art. 30.

1.17.5 Article 164 – Interdiction de conduire un véhicule sous les barrières d’un passage à niveau

L’article 164 du *Code de la route de l’Ontario* est énoncé en ces termes :

Nul ne doit conduire un véhicule à travers ou sous les barrières d’un passage à niveau, ou en les contournant, lorsque ces barrières sont fermées ou en train de s’ouvrir ou de se fermer.

1.18 Guide officiel de l’automobiliste du ministère des Transports de l’Ontario

Le *Guide officiel de l’automobiliste* du ministère des Transports de l’Ontario (MTO) renferme des directives, résumées ci-après, sur la sécurité aux passages à niveau.

- Les passages à niveau qui traversent les voies publiques de l’Ontario sont indiqués par un grand panneau rouge et blanc en forme de croix (« X »). Les conducteurs routiers devraient surveiller ces panneaux et être prêts à s’y arrêter. À l’approche des passages à niveau, il y a aussi des panneaux d’avertissement avancé jaunes et un grand « X » sur la chaussée.
- Certains passages à niveau sont munis de feux clignotants et, parfois, de barrières qui empêchent les conducteurs de franchir les voies ferrées lorsqu’un train arrive. Les autobus et autres véhicules publics sont tenus de s’arrêter aux passages à niveau dépourvus de dispositifs de signalisation automatique (barrières et feux de signalisation).
- Les autobus scolaires doivent s’arrêter à tous les passages à niveau, que ceux-ci soient munis ou non de dispositifs de signalisation automatique. Les conducteurs doivent être prêts à s’arrêter derrière ces véhicules et obéir à tous les panneaux indicateurs et signaux.
- Les conducteurs devraient se rappeler qu’un train peut rouler jusqu’à 2 km avant de s’arrêter en mode de freinage d’urgence intégral.

- Les conducteurs devraient avoir à l'esprit les précautions ci-après en approchant d'un passage à niveau :
 - Avant de franchir les voies ferrées, ralentir, écouter et regarder des 2 côtés pour s'assurer que la voie est libre.
 - Lorsqu'un train approche, s'arrêter à au moins 5 m de la barrière ou du rail le plus proche. S'assurer que le train ou les trains sont passés avant de traverser la voie.
 - Ne jamais tenter de prendre un train de vitesse.
 - Attendre que les feux de signalisation du passage à niveau (s'il en est doté) aient cessé de clignoter et que les barrières (si elles sont présentes) soient revenues en position verticale avant de franchir les voies ferrées.
 - Ne jamais tenter de contourner les barrières, de passer sous celles-ci ou de les franchir lorsqu'elles sont abaissées ou alors qu'elles descendent ou remontent. De telles manœuvres sont illégales et dangereuses.
 - Ne jamais s'arrêter au milieu des voies ferrées. Par exemple, quand la circulation est dense, s'assurer, avant de s'engager sur le passage à niveau, qu'il y a suffisamment d'espace pour dégager complètement les voies ferrées.
 - Ne pas changer de vitesse en traversant les voies ferrées.
 - Faire immédiatement sortir tous les passagers d'un véhicule coincé sur un passage à niveau et les éloigner du véhicule. Se rendre en lieu sûr, puis communiquer avec les autorités.

Les conducteurs sont formés pour observer la signalisation routière et, au besoin, prendre les mesures appropriées. Parmi les principaux panneaux de signalisation routière, certains sont réglementaires, comme les panneaux ARRÊT, CÉDEZ et PASSAGE À NIVEAU (figure 9, figure 10 et figure 11). Le panneau indicateur de passage à niveau a la forme d'un X. Avec son arrière-plan blanc et son contour rouge, ses couleurs sont semblables à celles du panneau Cédez et il signifie essentiellement la même chose. Comme l'indique le *Guide officiel de l'automobiliste* du MTO, le panneau indicateur de passage à niveau avertit que des voies ferrées traversent la route et que les conducteurs devraient **ralentir à l'approche d'un passage à niveau**, se préparer à arrêter et céder la priorité à un train.

Figure 9. Panneau d'arrêt



Figure 10. Panneau Cédez



Figure 11. Panneau indicateur de passage à niveau (croix de Saint-André)



Les conducteurs trouvés coupables d'infractions liées à la conduite sont pénalisés de points d'inaptitude débités de leur dossier pour une période de 2 ans à partir de la date de

l'infraction. Le but du système des points d'inaptitude est d'encourager les conducteurs à améliorer leur rendement de conduite et de protéger les autres usagers de la route contre les conducteurs imprudents. Si un conducteur accumule 15 points d'inaptitude, son permis de conduire est suspendu, peu importe le type de véhicule. Les conducteurs d'autobus scolaire en Ontario (détenteurs d'un permis des classes B et E) ne peuvent accumuler plus de 8 points d'inaptitude. Un conducteur d'autobus scolaire qui accumule 9 points d'inaptitude ou plus voit son permis de conduire déclassé et n'est plus autorisé à conduire un autobus scolaire.

1.19 Règlements municipaux de la ville d'Ottawa

1.19.1 Règlement municipal 2007-268 — Transport en commun

La conduite de véhicules sur le Transitway est régie par le Règlement municipal 2007-268 de la ville d'Ottawa sur le transport en commun, adopté le 13 juin 2007. Selon le règlement, les policiers, les constables spéciaux et les agents de la paix municipaux sont autorisés à faire respecter les limites de vitesse sur le Transitway. Toutefois, en pratique, le Service de police d'Ottawa ne surveille pas la vitesse sur le Transitway puisqu'il s'agit d'une route privée qui n'est donc pas régie par le *Code de la route de l'Ontario*. L'application du règlement sur le Transitway incombe normalement aux constables spéciaux d'OC Transpo. Faire de la vitesse sur le Transitway est considéré comme une infraction au règlement municipal et n'entraîne aucun point d'inaptitude pour le permis de conduire d'un conducteur.

Le règlement municipal ne contient aucune disposition pour les situations suivantes :

- s'arrêter à un passage à niveau lorsque ses signaux sont en marche;
- franchir, contourner ou passer sous une barrière de passage à niveau;
- utiliser des appareils portatifs de communication et de divertissement ou regarder des écrans vidéo non liés à la conduite du véhicule.

1.19.2 Règlement municipal interdisant l'utilisation du sifflet

Le 6 novembre 1987, la CCT a approuvé une demande de la ville de Nepean (maintenant une banlieue d'Ottawa) visant à interdire l'emploi du klaxon de locomotive aux 6 passages à niveau dans Barrhaven. Depuis ce temps, l'instruction qui suit fait partie des indicateurs de VIA :

Sauf pour prévenir un accident ou en cas d'urgence, l'utilisation du sifflet de locomotive est interdit [*sic*] au passage à niveau suivant :

- Mille 1.63 – Merivale Road
- Mille 3.28 – Woodroffe Avenue*
- Mille 3.88 – Fallowfield Road
- Mille 5.10 – Greenbank Road
- Mille 5.73 – Jockvale Road
- Mille 6.81 – Strandherd Road

* Seulement entre 20:01 et 11:59

1.20 Opération Gareautrain

L'Opération Gareautrain est un programme national de sensibilisation du public qui vise à informer les Canadiens des dangers inhérents aux installations ferroviaires et aux trains. Ce programme a pour principal objectif de prévenir les collisions entre des trains et des véhicules automobiles ainsi que les incidents d'intrusion causant des blessures graves ou mortelles. L'Opération Gareautrain répond à des demandes individuelles et fait plus de 500 présentations chaque année devant divers auditoires intéressés. Au Canada, l'Opération Gareautrain a contribué à réduire le nombre d'accidents aux passages à niveau.

En 2007, le Comité consultatif de l'examen de la *Loi sur la sécurité ferroviaire* a reconnu qu'une composante éducative constituait une partie intégrante d'une approche polyvalente à la sécurité ferroviaire. Il était écrit dans le rapport du comité que « plus de 50 % des accidents aux passages à niveau surviennent aux passages dotés de dispositifs avertisseurs actifs »; par conséquent, « la technologie à elle seule ne suffit pas à régler les problèmes de sécurité existants aux passages à niveau, mais doit être conjuguée à de solides programmes de sensibilisation et d'éducation du public, et à une certaine compréhension des comportements de l'être humain. »

L'Opération Gareautrain publie à l'intention des conducteurs des conseils visant à améliorer la sécurité dans les environs des passages à niveau. Un module a été élaboré spécialement pour les conducteurs d'autobus scolaire et pourrait être adapté pour les conducteurs du transport en commun. Il leur est conseillé notamment d'éteindre leur matériel audio et de fermer les ventilateurs, de demander aux passagers d'être silencieux, d'ouvrir leur fenêtre et la porte de service et de regarder et d'écouter pour voir et entendre si un train approche avant de décider s'ils peuvent traverser les voies ferrées d'un passage à niveau en toute sécurité. On rappelle aux conducteurs d'être particulièrement vigilants aux passages à niveau dépourvus de barrières, de feux clignotants ou de cloches.

L'Opération Gareautrain donne des exemples de moyens d'améliorer la sécurité aux passages à niveau : la formation des conducteurs sur les risques liés aux passages à niveau, la conception des installations pour améliorer la protection aux passages à niveau, et l'application des règlements concernant les infractions aux passages à niveau dans le but d'inculquer aux conducteurs des habitudes de conduite sécuritaires. Si l'un ou plusieurs de ces éléments n'est pas pris en compte à un passage à niveau, les risques d'un accident peuvent être accrus.

OC Transpo était au courant d'Opération Gareautrain, mais n'avait ni reçu ni sollicité une quelconque éducation sur la sécurité ferroviaire avant l'accident.

1.21 Exigences en matière de délivrance de permis pour les conducteurs d'autobus

Pour conduire un autobus en Ontario, le conducteur doit détenir un permis de conduire valide de l'Ontario de classe « C » (commercial), assorti d'une autorisation « Z » (frein à air) (C/Z). Les conducteurs de véhicules commerciaux (tel un autobus) sont également tenus de

satisfaire à des normes médicales plus rigoureuses que celles imposées aux conducteurs ordinaires en matière d'acuité visuelle, de champ de vision horizontal et d'ouïe. Les exigences du MTO relatives à l'examen médical pour l'obtention d'un permis de conducteur commercial sont basées sur les normes médicales nationales du Conseil canadien des administrateurs en transport motorisé (CCATM)⁴². Ces normes ont été élaborées par des conseillers et administrateurs médicaux provenant des organismes provinciaux de délivrance des permis de conduire. Bon nombre des normes constituent une adaptation du document *Évaluation médicale de l'aptitude à conduire – Guide du médecin* de l'Association médicale canadienne⁴³. Les conducteurs commerciaux de moins de 46 ans sont tenus de présenter un rapport médical tous les 5 ans, ceux de 46 à 64 ans, tous les 3 ans, et ceux de 65 ans et plus, tous les ans.

Au moment de l'accident, OC Transpo exigeait qu'à leur embauche, tous les nouveaux conducteurs d'autobus possèdent au moins un permis de conduire de classe G (général), et n'aient accumulé aucun point d'inaptitude au cours des 3 dernières années. Avant d'être formés à conduire des autobus d'OC Transpo, les nouveaux conducteurs qui ne détenaient pas déjà un permis de conduire pour véhicules commerciaux devaient obtenir un permis de conduire temporaire de classe C avant de recevoir de la formation et de passer les tests pour les aider à obtenir un permis de conduire complet de classe C/Z du MTO. Pour conserver leur emploi, tous les conducteurs devaient tenir à jour leur permis de classe C/Z. OC Transpo exigeait aussi de tous les candidats à un poste de conducteur d'autobus un examen médical de préemploi effectué par un médecin. Aucun examen médical n'était exigé par la suite, sauf ceux nécessaires aux fins du permis de conduire commercial de la province.

La section 1.2 des Normes médicales d'aptitude à la conduite du CCATM stipule qu'une anomalie de la vision des couleurs ne constitue pas un danger important pour la conduite; cependant, tous les conducteurs doivent pouvoir distinguer les différents feux de circulation⁴⁴. Les exigences d'OC Transpo et celles du MTO pour l'obtention d'un permis de conduire commercial ne précisaient pas qu'un conducteur doit avoir une vision normale des couleurs.

1.22 Formation des conducteurs d'OC Transpo

Quand le conducteur en cause dans l'événement a été embauché en 2005, OC Transpo lui a fait suivre un programme de formation pour les nouveaux conducteurs d'autobus d'une durée de 6 semaines (30 jours), qui comprenait un cours de conduite préventive du Conseil

⁴² Conseil canadien des administrateurs en transport motorisé (CCATM), CCMTA Medical Standards for Drivers, mars 2009, disponible à l'adresse : http://static1.1.sqspcdn.com/static/f/365523/10268843/1295286504923/medical_standard_2009.pdf?token=WJdZ6lSz3hKhWlJu79PJmUd3D8%3D (dernière consultation le 28 septembre 2015).

⁴³ Association médicale canadienne, *Évaluation médicale de l'aptitude à conduire – Guide du médecin*, 8^e édition, 2013, disponible à l'adresse : <https://www.cma.ca/fr/Pages/drivers-guide.aspx> (dernière consultation le 28 septembre 2015).

⁴⁴ Conseil canadien des administrateurs en transport motorisé (CCATM), *Détermination de l'aptitude à conduire au Canada*, 2. Normes médicales d'aptitude à la conduite du CCATM, édition d'août 2011.

canadien de la sécurité, un examen écrit pour l'obtention du permis de conduire, ainsi que de l'information, des procédures et de la pratique sur le freinage d'un autobus, le tout suivi par des observations du rendement et des rapports d'étape quotidiens. La formation sur la conduite préventive dans le cadre du programme de formation pour les nouveaux conducteurs consistait en leçons sur la prévention des accidents, la fatigue et le stress du conducteur, le franchissement des intersections (y compris les procédures pour franchir les passages à niveau), les dépassements, et la prise en compte des autres usagers de la route. Il était conseillé aux conducteurs d'adopter un temps minimal d'anticipation visuelle⁴⁵ de 12 à 15 secondes en zones urbaines et d'au moins 20 secondes, ou le plus long possible, en milieu rural et sur les autoroutes. Le cours comprenait aussi des parcours de formation quotidiens au volant d'un autobus sur les artères de la Ville. Ces parcours étaient encadrés, observés et évalués par un instructeur à bord. Le programme de formation a été bonifié depuis 2005 pour inclure certaines informations supplémentaires sur les passages à niveau.

On montrait aux conducteurs à amorcer le freinage suffisamment loin avant le point d'arrêt prévu pour qu'il soit possible de freiner en douceur. On leur enseignait qu'une seule action de freinage était nécessaire (et non pas plusieurs applications légères des freins, ce qui produirait un freinage saccadé) jusqu'au point d'arrêt presque complet; à ce moment précis, le conducteur devait lever le pied légèrement de la pédale de frein pour éviter la secousse à la fin du freinage. Le freinage normal se terminait alors par une dernière pression sur la pédale de frein.

Bien que divers points liés à la sécurité aux passages à niveau faisaient l'objet de discussions et étaient mis en pratique au cours de la formation, le programme sur la sécurité aux passages à niveau n'était pas aussi exhaustif que celui offert par Opération Gareautrain.

1.22.1 Formation périodique et qualification des conducteurs d'OC Transpo

En plus du programme de formation pour les nouveaux conducteurs d'autobus, il y avait un programme de formation périodique (Pro-in-Motion) consistant en un cours d'actualisation des connaissances de 3 jours que les conducteurs étaient tenus de suivre tous les 3 ans. Le cours comprenait des séances sur le perfectionnement des conducteurs, animées par des conférenciers et des instructeurs de formation en transport en commun. Pro-in-Motion intégrait aussi le programme SmartDRIVER (1 jour), axé sur les techniques de conduite efficaces et sécuritaires en lien avec les habiletés de conduite préventive apprises antérieurement; le programme mettait l'accent sur les freinages en douceur comme principe clé pour améliorer le confort et la sécurité des passagers.

Au cours de la formation Pro-in-Motion, on enseignait aux conducteurs d'OC Transpo à laisser leur pied « flotter » au-dessus de la pédale de frein sans l'enfoncer à l'approche d'un passage à niveau (jusqu'au point où le conducteur avait le sentiment de ne plus pouvoir s'arrêter en toute sécurité), à balayer du regard les voies ferrées et, s'ils pouvaient les franchir

⁴⁵ Le temps minimal d'anticipation visuelle est une mesure temporelle de la distance à laquelle une personne au volant scrute la route devant elle pour pouvoir réagir en toute sécurité aux dangers susceptibles de se présenter.

sans danger, à appuyer sur la pédale d'accélérateur pour les traverser. Les conducteurs étaient évalués par les formateurs au cours de la phase de conduite de la formation Pro-in-Motion.

Le conducteur en cause avait suivi des séances d'encadrement sur route en 2006 et 2009. Le conducteur avait aussi complété la formation Pro-in-Motion en mai 2013. Aucune anomalie n'avait été constatée pendant les séances d'encadrement et la formation.

1.22.2 Formation sur les autobus à 2 étages d'OC Transpo

En septembre 2012, quand OC Transpo a ajouté l'autobus à 2 étages ADL E500 à son parc, ses conducteurs ont suivi une séance de formation d'une journée complète en classe et sur route pour se familiariser avec le nouvel autobus. La formation portait sur les points suivants :

- spécifications et système de freinage de l'autobus;
- démarrage et arrêt du moteur du véhicule;
- garde au sol et porte-à-faux du véhicule (dégagement vertical et horizontal vers l'avant);
- poste de conduite du véhicule, avec ses divers indicateurs lumineux et interrupteurs;
- utilisation du rétroviseur fixé au pare-brise avant pour surveiller l'intérieur du premier niveau de l'autobus;
- exigences pour les arrêts en cours de service et utilisation de l'écran vidéo.

Contrairement au reste du parc d'autobus d'OC Transpo, les autobus à 2 étages ADL E500 étaient équipés d'un écran vidéo qui fournissait au conducteur des vues de l'intérieur et de l'extérieur de l'autobus. OC Transpo a donné à ses conducteurs les directives suivantes sur l'utilisation de ces écrans :

- Les conducteurs ont été avisés de ne pas fixer l'écran du regard pendant qu'ils conduisaient.
- Pendant que l'autobus était en mouvement ou arrêté, les passagers pouvaient se déplacer dans l'autobus sans restriction⁴⁶.
- Les conducteurs étaient tenus d'observer l'écran avant de quitter un arrêt en station pour s'assurer que les sorties étaient dégagées et que les passagers à l'étage étaient assis.
- Lorsqu'ils étaient en service, les conducteurs devaient s'assurer que les passagers étaient assis ou se tenaient debout comme suit :
 - à l'étage : passagers assis seulement, aucun debout;
 - au premier niveau : passagers assis, ou debout s'ils peuvent occuper l'espace libre sur le plancher de manière raisonnable et en toute sécurité⁴⁷.

⁴⁶ OC Transpo Double-Decker Buses – Regular Operational Procedures, Standard Operating Procedure TOPC-Q080-02-SOP, en date du 16 novembre 2012, Section 4.0.2.

⁴⁷ Ibid., Section 4.1.1.

- S'ils voyaient à l'écran des passagers debout à l'étage, les conducteurs étaient tenus de faire une annonce au moyen du système de sonorisation de l'autobus pour informer les passagers qu'il était interdit de rester debout à l'étage ou dans l'escalier^{48, 49}. Cependant, cette directive ne précisait pas si l'annonce devait être faite pendant que l'autobus était arrêté ou en mouvement. Certains conducteurs croyaient qu'une annonce devait être faite dès qu'ils voyaient un passager debout à l'étage ou dans l'escalier.

Au cours de la phase de conduite sur route de cette formation, chaque conducteur était évalué par un formateur. Les conducteurs devaient effectuer au moins 3 arrêts de service, au cours desquels le formateur vérifiait si les conducteurs regardaient l'écran vidéo avant de quitter chaque arrêt. À l'un des arrêts, les conducteurs devaient faire une annonce sur le système de sonorisation pour informer les passagers qu'il était interdit de rester debout à l'étage ou dans l'escalier pendant que l'autobus était en mouvement.

La formation sur route comprenait aussi un exercice de freinage d'urgence. À vitesse lente, chaque conducteur devait arrêter l'autobus au moyen du frein de stationnement, qui pouvait aussi être utilisé comme frein de secours fonctionnel pour arrêter un autobus en cas de mauvais fonctionnement des autres systèmes de freinage.

1.23 Le conducteur

En avril 2005, lors de son examen médical de préemploi, le conducteur avait été certifié apte du point de vue médical. Au moment de son embauche en mai 2005, le conducteur répondait à toutes les exigences de préemploi d'OC Transpo. En juin 2005, le conducteur avait passé l'examen final du programme de formation pour les nouveaux conducteurs d'OC Transpo. En septembre 2005, le conducteur avait terminé la formation en obtenant un permis de conduire de classe C/Z du MTO et conduisait depuis ce temps des autobus d'OC Transpo. Au moment de l'accident, le conducteur était âgé de 45 ans, satisfaisait à toutes les exigences médicales et détenait un permis de conduire valide de classe C/Z du MTO.

Le 19 septembre 2012, le conducteur avait suivi la formation sur l'autobus ADL E500. Son évaluation indiquait qu'il avait réussi toutes les tâches exigées.

Depuis l'obtention de son permis de conduire de classe C/Z, le conducteur n'avait pas accumulé plus de 4 points d'inaptitude par période de 2 ans. Le nombre de points d'inaptitude et le nombre d'incidents signalés à OC Transpo pour ce conducteur n'étaient pas jugés différents de ceux des autres conducteurs d'OC Transpo.

Entre le 1^{er} septembre 2012 et le jour de l'accident, le conducteur avait effectué un total de 407 quarts de travail, dont 67 (16 %) au volant de l'autobus ADL E500.

⁴⁸ Ibid., Section 4.0.4.

⁴⁹ OC Transpo Driver Training Sign-Off Sheet, en date du 19 septembre 2012.

Au cours des 12 mois précédant l'accident, le conducteur avait effectué 16 parcours en direction sud et 44 parcours en direction nord au cours desquels il avait franchi le passage à niveau du Transitway. On ne sait pas combien de fois le conducteur, au cours de ces trajets, avait rencontré un train au passage à niveau, mais il est probable qu'une telle situation s'était rarement présentée.

1.23.1 *Anomalie de la vision des couleurs*

Le conducteur présentait une anomalie génétique héréditaire de la vision des couleurs rouge-vert qui avait été relevée lors de l'examen médical de préemploi d'OC Transpo en 2005. Même si l'examen d'OC Transpo soumettait les candidats conducteurs à un examen de dépistage d'anomalies de la vision des couleurs, ni OC Transpo ni le MTO n'exigent que les conducteurs aient une vision normale des couleurs.

Une anomalie de la vision des couleurs rouge-vert est le type d'anomalie génétique héréditaire de la vision des couleurs le plus répandu, que l'on retrouve dans environ 8 % de la population masculine de race blanche⁵⁰. L'étiquette « rouge-vert » signifie que les personnes ayant cette anomalie ont de la difficulté à faire la distinction entre les teintes situées dans la région rouge-vert du cercle chromatique. À l'intérieur du groupe d'anomalies de la vision des couleurs rouge-vert, il existe 2 sous-types dont la gravité peut varier : anomalies de type deutan et de type protan.

1.23.1.1 *Anomalie de la vision des couleurs de type deutan*

Chez les conducteurs ayant une anomalie de la vision des couleurs de type deutan, les recherches ont montré que la portée visuelle moyenne et la sensibilité lumineuse aux feux de circulation rouges se situent entre 90 % et 95 % des valeurs chez les conducteurs qui ont une vision normale des couleurs⁵¹.

1.23.1.2 *Anomalie de la vision des couleurs de type protan*

Les conducteurs ayant une anomalie de la vision des couleurs de type protan représentent environ 1 % des hommes de race blanche. Ces conducteurs non seulement mélangent certains feux de couleur, mais ont aussi jusqu'à 60 % moins de sensibilité lumineuse aux feux rouges⁵². Les feux rouges semblent beaucoup moins lumineux chez ces conducteurs comparativement aux conducteurs ayant une anomalie de la vision des couleurs de type deutan ou qui ont une vision normale des couleurs.

Chez les conducteurs ayant une anomalie de la vision des couleurs de type protan, la diminution de la sensibilité lumineuse aux feux rouges peut raccourcir les distances

⁵⁰ J. Birch, « Worldwide prevalence of red-green color deficiency », *Journal of the Optical Society of America*, volume 29, numéro 3, 1^{er} mars 2012, p. 313-320.

⁵¹ B.L. Cole, « Protan colour vision deficiency and road accidents », *Clinical and Experimental Optometry*, volume 85, numéro 4, juillet 2002, p. 246-253.

⁵² Ibid.

d'observation et ralentir les temps de réaction aux feux rouges⁵³. La conception des feux de circulation a compensé jusqu'à un certain point à une sensibilité réduite en augmentant la luminosité des feux rouges et en normalisant leur position dans le haut de l'agencement des feux de circulation. Cependant, le temps de réaction des conducteurs qui ont une anomalie de la vision des couleurs de type protan n'en restera pas moins légèrement plus lent⁵⁴.

Selon les résultats de l'examen de dépistage de la qualité de la vision, il y avait une probabilité de plus de 90 % que le conducteur avait une anomalie de la vision des couleurs de type deutan⁵⁵.

1.23.2 Lunettes de soleil du conducteur

Au moment de l'accident, le conducteur portait des lunettes de soleil polarisées à teinte vermillon foncé (rougeâtre-brun). Ce type de lunettes de soleil est recommandé aux conducteurs pour son aptitude à réduire l'éblouissement produit par la réflexion en provenance des surfaces horizontales, comme la chaussée et les autres véhicules, ainsi que pour son renforcement du contraste. La teinte vermillon foncé des lunettes de soleil absorbe plus de lumière dans la région verte du spectre visible, puis de la lumière absorbée dans la région bleue. La plus petite quantité de lumière est absorbée dans la région rouge, ce qui fait paraître le feu rouge relativement plus brillant.

1.23.3 Blessure au cou antérieure

En juillet 2007, le conducteur avait subi une blessure cervicale qui, à ce moment-là, lui causait d'importantes douleurs dans le cou et gênait quelque peu ses mouvements. Comme la blessure ne limitait pas l'aptitude du conducteur à être au volant de l'autobus ou à appliquer les freins, OC Transpo s'y était adapté en permettant au conducteur de travailler à temps partiel. En janvier 2009, OC Transpo avait évalué le conducteur comme étant médicalement apte pour un travail à temps plein. En janvier 2012, après une légère recrudescence de la douleur dans son cou, le conducteur a vu un médecin. À la suite de cet épisode, la blessure ne l'a plus fait souffrir et il n'a plus consulté de médecin à ce sujet.

1.23.4 Diabète

Le conducteur était atteint de diabète de type 2, qui avait été signalé au MTO sur son plus récent rapport médical (mars 2010). Le rapport indiquait que le diabète était contrôlé à l'aide d'un régime alimentaire seulement, et que le conducteur n'avait jamais connu d'épisode d'hypoglycémie ni perdu connaissance à cause d'un tel épisode. Depuis le dernier rapport

⁵³ G. Verriest, O. Neubauer, et al., « New investigations concerning the relationships between congenital colour vision defects and road traffic security », *International Ophthalmology*, volume 2, numéro 2, 1980, p. 87-99.

⁵⁴ B.L. Cole, « Protan colour vision deficiency and road accidents », *Clinical and Experimental Optometry*, volume 85, numéro 4, juillet 2002, p. 246-253.

⁵⁵ J. Birch, « Efficiency of the Ishihara test for identifying red-green colour deficiency », *Ophthalmic and Physiological Optics*, volume 17, numéro 5, septembre 1997, p. 403-408.

médical, on avait prescrit au conducteur un médicament (metformine) pour l'aider à gérer son diabète.

Le diabète est une maladie dans laquelle les taux de glucose (sucre) dans le sang ne se maintiennent pas dans une plage normale. Le corps d'une personne diabétique ne peut pas produire suffisamment d'insuline ou ne peut utiliser sa propre insuline aussi bien qu'il le devrait. Cette situation entraîne une accumulation de sucre dans le sang. Le diabète de type 2, ou « de l'adulte », peut atteindre des personnes de tous âges. Il se contrôle de plusieurs façons : bons choix alimentaires, activité physique, contrôle de la pression artérielle et des taux de cholestérol, et utilisation de médicaments antidiabétiques⁵⁶.

Selon les Normes médicales d'aptitude à la conduite du CCATM, les personnes diabétiques risquent de développer des complications neurologiques, cardiovasculaires et ophtalmologiques susceptibles de compromettre leur aptitude à conduire; pourtant, les personnes diabétiques doivent, à cet égard, satisfaire aux mêmes normes que tous les autres conducteurs. La principale préoccupation au point de vue de la conduite automobile est qu'un conducteur diabétique connaisse un épisode d'hypoglycémie (faible taux de sucre dans le sang), qui pourrait entraîner chez lui un état d'incapacité ou une perte de connaissance.

Toujours selon le CCATM, les diabétiques soignés à l'aide d'un régime alimentaire ou d'un seul médicament antidiabétique pris par voie orale ne présentent pas un risque plus élevé d'être en cause dans une collision. En Ontario (et ailleurs au Canada), les conducteurs diabétiques soignés seulement au moyen d'un régime alimentaire ou d'un médicament oral, pourvu qu'ils ne soient pas sujets à l'hypoglycémie, peuvent être admissibles à n'importe quelle classe de permis de conduire, à condition de ne présenter aucune complication d'exclusion nuisant à leur aptitude à conduire un véhicule.

1.23.5 *Dépistages toxicologiques et autres examens connexes*

Des dépistages toxicologiques et autres examens connexes ont permis de constater que

- le décès du conducteur n'était attribuable à aucune maladie;
- il n'y avait chez le conducteur aucun signe d'hyperglycémie;
- il n'existait aucun élément de preuve médicale que le conducteur ait connu un épisode d'hypoglycémie avant la collision;
- il n'y avait pas de traces de médicaments antidiabétiques dans le système du conducteur, ce qui donne à penser que le taux de sucre dans son sang avait été stable dans les jours précédant l'accident;
- il n'y avait pas de traces de drogues ou d'alcool dans l'organisme du conducteur.

⁵⁶ National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, *Your Guide to Diabetes: Type 1 and Type 2*, 12 février 2014, disponible à l'adresse : <http://www.diabetes.niddk.nih.gov/dm/pubs/type1and2/index.aspx> (dernière consultation le 28 septembre 2015).

1.24 Fatigue

Les diminutions du rendement associées à la fatigue sont reconnues comme d'importants facteurs de risque et des prédicteurs d'accidents et de blessures au travail⁵⁷. On peut citer comme exemples de facteurs de risque un ralentissement (ou inexistance) des réactions, une baisse de vigilance, une capacité diminuée à prendre des décisions, une incapacité à se concentrer, des erreurs de jugement, une défaillance de la mémoire, de la distraction, et une perte de conscience de la situation à des moments critiques⁵⁸. La fatigue peut avoir une incidence sur ces facteurs de risque.

Les adultes normaux en santé ont besoin de 6 à 9 heures de sommeil chaque nuit – la moyenne variant entre 7 et 8 heures – pour se sentir bien reposés et être en mesure de demeurer vigilants tout au long de la journée⁵⁹. Moins de sommeil peut se traduire par un déficit de sommeil et, potentiellement, entraîner de la fatigue. Un déficit de sommeil à long terme peut se manifester par une fatigue chronique.

Le moment de la journée a un effet considérable sur l'état de vigilance et sur le rendement en raison des variations physiologiques du corps humain, connues sous le nom de rythme circadien. Ce rythme physiologique de 24 heures permet au corps de se préparer à l'activité diurne et à la récupération nocturne. Sur le plan physiologique, le corps est prêt pour le sommeil nocturne, et c'est la nuit que le sommeil est le plus réparateur et le plus long⁶⁰.

Pour les tâches monotones, mais exigeant une attention soutenue, telle la conduite sur autoroute, le rendement suit étroitement le rythme de la température corporelle. En raison du rythme circadien, le rendement pour les tâches requérant de la vigilance est au plus faible au petit matin, entre 2 h et 6 h, avec un creux secondaire après le repas du midi.

Le rendement optimal chez l'être humain se produit quand tous les rythmes circadiens sont synchronisés entre eux et avec des facteurs temporels extérieurs, tels que le cycle lumière-obscurité, le moment des repas et les périodes de socialisation. Les personnes qui effectuent des quarts de travail aux horaires irréguliers doivent habituellement adapter rapidement leur cycle sommeil-veille pour bien fonctionner avec leurs horaires changeants. Les cycles sommeil-veille qui changent trop rapidement peuvent donner lieu à une désynchronisation des rythmes circadiens, ce qui peut aussi nuire au rendement.

⁵⁷ D. Dawson, Y.I. Noy, et al., « Modelling fatigue and the use of fatigue models in work settings », *Accident Analysis & Prevention*, volume 43, numéro 2, mars 2011, p. 549-564.

⁵⁸ S.E. Lerman, E. Eskin, et al., « Fatigue risk management in the workplace », *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, volume 54, numéro 2, février 2012, p. 231-258.

⁵⁹ A. Anch; C. Browman, et al. (éditeurs), *Sleep: A Scientific Perspective*, Prentice Hall, New Jersey, 1988.

⁶⁰ E. Grandjean, *Fitting the Task to the Man: An Ergonomic Approach*, Taylor and Francis Ltd., London, 1982.

1.24.1 Historique de travail et de repos du conducteur

Le conducteur n'avait aucun trouble du sommeil, trouvant facile de s'endormir et de faire la grasse matinée les jours de congé. Souvent, le conducteur retournait à la maison pour faire une sieste et faisait un petit somme entre ses quarts de travail les mercredis, jeudis et vendredis. Le conducteur n'était ni une personne « du matin » ni une personne « du soir » et, généralement, il dormait plus tard les jours de congé. Les fins de semaine, le conducteur faisait habituellement la grasse matinée et, à l'occasion, restait debout jusqu'à 23 h. Avant le coucher, le conducteur avait l'habitude de prendre un thé chai, qui contient de la caféine (environ de 28 à 34 mg par tasse). Le conducteur s'inquiétait parfois de l'efficacité de son réveille-matin et, à l'occasion, se réveillait la nuit pour vérifier l'heure. Malgré la possibilité que ces 2 facteurs puissent compromettre la qualité de son sommeil, ses habitudes et son environnement de sommeil étaient bons en général.

Le matin du 14 septembre 2013, le conducteur s'était déclaré malade en raison d'un rhume. Le conducteur est retourné se coucher et a dormi tard. Le conducteur a pris des médicaments contre le rhume, et son rhume n'a pas perturbé son sommeil ce jour-là.

L'horaire estimatif de travail et de repos du conducteur pour la période de 7 jours précédant l'accident est résumé au tableau 10.

Tableau 10. Horaire estimatif travail-repos du conducteur pour la période de 7 jours précédant l'accident

Date	Heure du coucher la nuit précédente	Heures de sommeil	Réveil	Prise en charge de l'autobus	Début du quart de travail	Heures totales d'éveil
12 sept. 2013	22 h 30	6,1	4 h 32	5 h 32	5 h 47	18,0
13 sept. 2013	22 h 30	5,9	4 h 21	5 h 21	5 h 36	18,2
14 sept. 2013	22 h 30	12,0	10 h 30	-	MALADE	12,0
15 sept. 2013	22 h 30	12,0	10 h 30	-	CONGÉ	12,0
16 sept. 2013	22 h 30	7,5	6 h	7 h	7 h 15	16,5
17 sept. 2013	22 h 30	6,2	4 h 42	5 h 42	5 h 57	17,8
18 sept. 2013	22 h 30	6,6	5 h 7	6 h 7	6 h 22	3,7

1.24.2 Résultats de l'analyse de la fatigue

Pour vérifier la présence de fatigue, il n'existe aucune formule précise que l'on puisse appliquer aux facteurs de fatigue. Il faut tenir compte à la fois du nombre de facteurs de risque et de leur gravité. Les facteurs qui suivent sont reconnus pour avoir une incidence sur l'état de fatigue et de vigilance :

- perturbation aiguë du sommeil;
- perturbation chronique du sommeil;
- état de veille continu;
- effets des rythmes circadiens;

- facteurs individuels (lève-tôt/couche-tard, aptitude à faire la sieste);
- conditions médicales et psychologiques, maladies et drogues;
- nature du travail;
- type d'horaire (quarts fractionnés);
- troubles du sommeil.

Dans l'événement à l'étude, bien que le conducteur ait travaillé des quarts fractionnés avec des heures changeantes de début et de fin de service, ces quarts de travail s'effectuaient de jour. Comme la majeure partie du sommeil du conducteur se déroulait la nuit, il n'avait pas besoin d'apporter des changements importants à ses cycles sommeil-veille.

Si on tient compte de facteurs qualitatifs et quantitatifs, il se peut que le conducteur ait connu des facteurs de risque liés à la fatigue au moment de l'accident entraînant une perturbation aiguë et une perturbation chronique de son sommeil. La possibilité d'une perturbation aiguë du sommeil a été examinée à cause des facteurs suivants :

- le conducteur avait connu des périodes de sommeil plus courtes (6,6 et 6,2 heures de sommeil) au cours de 2 des 3 nuits précédant l'accident;
- le thé chai qu'il avait l'habitude de boire avant d'aller au lit contenait de la caféine, ce qui a pu compromettre la qualité de son sommeil ces nuits-là et l'amener à se réveiller occasionnellement au cours de la nuit.

La possibilité d'une perturbation chronique du sommeil a été examinée à cause des facteurs suivants :

- le léger déficit du sommeil du conducteur (évalué à 1,3 heure) au moment de l'accident,
- la qualité potentiellement compromise du sommeil.

Des analyses qualitatives plus poussées ont permis de conclure que les perturbations aiguë et chronique du sommeil du conducteur n'auraient pas été suffisamment importantes pour nuire de façon significative à son rendement.

Il a été établi que les facteurs de risque suivants liés à la fatigue n'ont probablement pas nui au rendement conducteur :

- état de veille continu;
- effets des rythmes circadiens;
- facteurs individuels (lève-tôt/couche-tard, aptitude à faire la sieste);
- conditions médicales et psychologiques, maladies et drogues;
- nature du travail;
- type d'horaire (quarts fractionnés);
- troubles du sommeil.

Selon une analyse quantitative de l'historique de travail et de repos du conducteur réalisée à l'aide du logiciel FAST (Fatigue Avoidance Scheduling Tool ou outil de gestion du temps en

vue d'éviter la fatigue)⁶¹, il était prévisible que le rendement du conducteur se serait situé dans la plage moyenne de celui d'une personne bien reposée.

1.25 *Traitement chez l'être humain de l'information liée à la conduite*

Pour traiter les informations entrantes et évoluer dans le trafic routier de façon efficace, un conducteur doit traiter des informations et en faire un usage sélectif. Le traitement de l'information chez l'être humain est un processus constant. Compte tenu de la quantité phénoménale d'informations dans l'environnement de conduite, un conducteur doit éliminer les informations moins importantes. Quoique les êtres humains puissent passer rapidement d'une source d'information à une autre, ils ne peuvent accorder toute leur attention qu'à une seule source à la fois⁶², surtout au volant. Pour qu'un conducteur interrompe ce qu'il est en train de faire, un stimulus ou une condition doivent être perçus comme étant suffisamment importants pour qu'il y réagisse immédiatement. Cette caractéristique est connue sous le nom de « visibilité » ou de « saillance » de l'objet.

1.25.1 *Attention*

L'attention se définit comme l'ensemble des processus cognitifs qui permettent au cerveau de sélectionner des types particuliers d'information à traiter plus en profondeur. L'attention interne permet de choisir volontairement les objets dont il faut tenir compte, tandis que l'attention externe intervient lorsque l'attention est involontairement retenue par des objets. L'attention peut se subdiviser dans les catégories suivantes :

1. La vigilance et la vivacité d'esprit constituent les éléments les plus fondamentaux de l'attention.
2. Une attention soutenue est l'aptitude à demeurer constamment aux aguets pour détecter les événements.
3. L'attention partagée désigne la répartition de l'attention entre 2 tâches ou plus.
4. L'attention sélective se réfère à la capacité de sélectionner parmi les informations disponibles celles qui sont liées à une tâche.

Bien que ces 4 types d'attention puissent se produire isolément, ils se combinent durant la conduite. L'utilisation d'un véhicule exige de son conducteur qu'il soit vigilant et qu'il surveille et traite constamment les informations de son environnement. L'attention soutenue est ce qui permet à un conducteur de parvenir au terme d'un parcours. Le conducteur peut aussi partager son attention, par exemple en parlant à un passager tout en continuant de s'occuper des informations essentielles à la conduite de son véhicule. La conduite exige

⁶¹ FAST est un progiciel d'analyse qui permet aux scientifiques, aux planificateurs et aux agents d'ordonnancement de quantifier les effets de divers horaires de travail et de repos sur le rendement humain.

⁶² P.L. Olson, R. Dewar, et E. Farber, « Vision, audition, vibration and processing of information », *Forensic Aspects of Driver Perception and Response*, 3^e édition, Lawyers & Judges Publishing Company, Inc., Tucson, Arizona, 1^{er} janvier 2010.

également une attention sélective pour discriminer entre les informations non liées à la conduite et celles qui le sont.

Chez l'être humain, l'attention et la capacité à traiter de l'information sont limitées. Ces limites peuvent poser problème, parce que la conduite exige que l'attention soit partagée entre plusieurs éléments :

- les tâches de contrôle, comme de rester dans sa voie ou de maintenir la vitesse du véhicule;
- les tâches d'orientation, comme de s'insérer dans une file de voitures;
- les tâches de navigation, comme la recherche d'une plaque de nom de rue ou la consultation d'un GPS.

1.25.2 *Attentes du conducteur et activation fautive du schéma*

Les attentes et les connaissances relatives à une situation donnée sont souvent désignées sous le nom de schémas ou de raccourcis mentaux. En fonction de leur expérience de conduite, les conducteurs élaborent des schémas avec le temps. Le fait de percevoir et de penser à l'aide de schémas permet aux êtres humains de filtrer et d'organiser de grandes quantités d'informations et d'y réagir, le tout rapidement et efficacement. Cependant, la connaissance de la situation peut être entravée lorsqu'un schéma et une situation ne correspondent pas⁶³. Par exemple, quand un conducteur reçoit une information à laquelle il s'attend, telle la présentation d'un feu de circulation rouge après un feu jaune, il a tendance à réagir rapidement et sans erreur. Cependant, quand l'information reçue est contraire à ses attentes, sa réaction tend à être lente ou inappropriée⁶⁴.

Des recherches sur les attentes des conducteurs ont révélé ce qui suit :

- Quand un conducteur devient un habitué d'un passage à niveau donné ou d'un type particulier de passage à niveau, et qu'il n'a jamais ou a rarement rencontré un train en approche à ce passage à niveau, il aura tendance à s'attendre à ce qu'il n'y ait pas de train à cet endroit⁶⁵.
- De nombreux conducteurs ont développé une attente négative à l'égard des passages à niveau selon laquelle ils s'attendent à l'absence, plutôt qu'à la présence, de trains parce qu'ils ont rarement rencontré des trains par le passé⁶⁶.
- Les conducteurs qui sont des habitués d'un passage à niveau, surtout quand ce dernier est associé à de faibles densités de trafic ferroviaire, regardent moins la voie

⁶³ K. Smith et P.A. Hancock, « Situation awareness is adaptive, externally directed consciousness », *Human Factors*, volume 37, numéro 1, 1995, p. 137-148.

⁶⁴ G.J. Alexander et H. Lunenfeld, *Driver Expectancy in Highway Design and Traffic Operations*, rapport numéro FHWA-TO-86-1, Department of Transportation des États-Unis, mai 1986.

⁶⁵ R.E. Dewar et P.L. Olson, « Railroad grade crossing accidents », *Human Factors in Traffic Safety*, Lawyers & Judges Publishing Company, Inc., Tucson, Arizona, 2002, p. 507-523.

⁶⁶ R.W. Eck, « A context-sensitive approach to improving safety at passive crossings », *Proceedings of the 7th International Conference on Railroad-Highway Grade Crossing Research and Safety : Getting Active at Passive Crossings*, Melbourne, Australie, 20-21 février 2002.

ferrée—et sont moins enclins à réduire leur vitesse d’approche —que les conducteurs qui ne sont pas des habitués d’un passage à niveau^{67, 68, 69}.

- Les conducteurs de véhicules lourds ne regardent pas dans les 2 sens à l’approche de passages à niveau munis de dispositifs de signalisation automatique entre 35 % et 65 % du temps (selon que les passages à niveau sont munis respectivement de feux clignotants, cloches et barrières, ou de feux clignotants seulement)⁷⁰.

1.25.3 *Distraction du conducteur*

La distraction du conducteur est le fait de détourner son attention d’activités essentielles à la sécurité de la conduite pour la prêter à une tâche concurrente.⁷¹ Les distractions peuvent détourner l’attention des conducteurs pendant qu’ils doivent prendre, ou ont pris, une décision au sujet d’un passage à niveau⁷². Plusieurs études ont cerné la distraction du conducteur comme étant un facteur contribuant aux accidents aux passages à niveau^{73, 74}.

Il est abondamment prouvé que la distraction du conducteur nuit à son rendement au volant et constitue une cause importante de tous les types d’accidents de véhicules à travers le monde⁷⁵.

⁶⁷ J.H. Sanders, *Driver Performance in Countermeasure Development at Railroad-highway Grade Crossings*, BioTechnology, Inc., 1975, p. 28–37.

⁶⁸ M. Yeh et J. Multer, *Driver Behavior at Highway-Railroad Grade Crossings: A Literature Review from 1990–2006*, rapport numéro DOT/FRA/ORD-08/03, United States Department of Transportation, Federal Railroad Administration, Office of Research and Development, octobre 2008, disponible à l’adresse : <http://www.fra.dot.gov/eLib/Details/L01598> (dernière consultation le 28 septembre 2015).

⁶⁹ E.C. Wigglesworth, « Human factors in level crossing accidents », *Accident Analysis & Prevention*, volume 10, numéro 3, septembre 1978, p. 229-240.

⁷⁰ T. Ngamdung et M. daSilva, *Driver Behavior Analysis at Highway-Rail Grade Crossings Using Field Operational Test Data – Heavy Trucks*, rapport numéro DOT/FRA/ORD-12/22, United States Department of Transportation, Federal Railroad Administration, Office of Research and Development, décembre 2012, disponible à l’adresse : <http://ntl.bts.gov/lib/46000/46600/46647/DOT-VNTSC-FRA-12-01.pdf> (dernière consultation le 28 septembre 2015).

⁷¹ J.D. Lee, K.L. Young et M.A. Regan, « Defining driver distraction », *Driver Distraction: Theory, Effects and Mitigation*, CRC Press, Boca Raton, 2009, p. 31-40.

⁷² R.W. Eck, « A context-sensitive approach to improving safety at passive crossings », *Proceedings of the 7th International Conference on Railroad-Highway Grade Crossing Research and Safety : Getting Active at Passive Crossings*, Melbourne, Australie, 20–21 février 2002.

⁷³ J.K. Caird, J.I. Creaser, et al., *Une analyse des facteurs humains dans les accidents aux passages à niveau au Canada*, rapport TP 13938F, préparé pour le Centre de développement des transports, Transports Canada, par le Laboratoire de recherche en ergonomie cognitive, Département de psychologie, Université de Calgary, septembre 2002.

⁷⁴ National Transportation Safety Board (NTSB) des États-Unis, *Safety Study: Safety at passive grade crossings, Volume 1: Analysis*, NTSB/SS-98/02 1998, disponible à l’adresse : <http://images.spinics.net/rail/SS9802.pdf> (dernière consultation le 28 septembre 2015).

⁷⁵ Organisation mondiale de la Santé, *L’utilisation des téléphones mobiles : la distraction au volant, un problème qui s’aggrave*, 2011, disponible à l’adresse :

Il existe 4 sources potentielles de distraction chez un conducteur :

1. la distraction visuelle, quand un conducteur détourne les yeux de la route vers un objet ou une personne non liés à la conduite;
2. la distraction auditive, quand un conducteur prête l'oreille à un passager ou à la sonnerie d'un téléphone cellulaire;
3. la distraction physique, quand un conducteur compose un numéro sur un téléphone cellulaire, syntonise une radio ou règle la commande de la température dans son véhicule;
4. la distraction cognitive, quand un conducteur détourne son attention du traitement de l'information nécessaire à la conduite sécuritaire de son véhicule pour la porter plutôt sur une activité non liée à la conduite⁷⁶.

Chacune de ces sources potentielles de distraction, à elle seule ou en combinaison avec d'autres, peut nuire au rendement du conducteur. De nombreuses activités à l'intérieur d'un véhicule présentent plus d'une source de distraction. Par exemple, parler au téléphone cellulaire tout en conduisant peut faire intervenir plusieurs activités : entendre l'appareil sonner, regarder l'affichage pour savoir qui appelle, appuyer sur un bouton pour répondre à l'appel, et penser à la conversion durant et après l'appel.

En ce qui concerne la distraction visuelle du conducteur, le détournement des yeux de la scène visuelle avant, surtout quand le coup d'œil dure 2 secondes ou plus, est étroitement lié aux collisions et aux quasi-collisions. Cette observation découle d'études menées dans des conditions dites « naturelles », où des conducteurs ordinaires étaient au volant de leur propre véhicule pendant qu'une gamme de données vidéo et de performances du véhicule étaient enregistrées et, par la suite, analysées⁷⁷.

En ce qui concerne la distraction cognitive du conducteur, des études ont cerné les effets nuisibles suivants :

- La distraction cognitive ralentit le temps de réaction du conducteur et augmente la probabilité que le conducteur ne perçoive pas des stimuli visuels critiques se présentant dans son champ de vision sur la route devant lui ⁷⁸.

http://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/distracted_driving_fr.pdf (dernière consultation le 28 septembre 2015).

⁷⁶ D.L. Strayer, J.M. Cooper, et al., *Measuring Cognitive Distraction in the Automobile*, Washington, D.C.: AAA Foundation for Traffic Safety, juin 2013, disponible à l'adresse : <https://www.aaafoundation.org/sites/default/files/MeasuringCognitiveDistractions.pdf> (dernière consultation le 28 septembre 2015).

⁷⁷ S.G. Klauer, T.A. Dingus, et al., *The Impact of Driver Inattention on Near-Crash/Crash Risk: An Analysis Using the 100-Car Naturalistic Driving Study Data*, rapport numéro DOT HS 810 594, Department of Transportation des États-Unis, National Highway Traffic Safety Administration, avril 2006.

⁷⁸ D.L. Strayer et W.A. Johnston, « Driven to distraction: Dual-task studies of simulated driving and conversing on a cellular phone », *Psychological Science*, volume 12, numéro 6, novembre 2001, p. 462-466.

- La distraction cognitive peut entraver l'attention d'un conducteur à des stimuli visuels essentiels à la sécurité (tels que des dispositifs de signalisation automatique en marche à un passage à niveau), à un degré tel que le conducteur ne percevra même pas les stimuli.
- Les conducteurs aux prises avec une distraction cognitive sont moins enclins à surveiller visuellement le trafic en approche aux intersections⁷⁹ et jettent moins de coups d'œil préventifs quand ils s'engagent dans un virage⁸⁰.
- La distraction cognitive a des effets défavorables importants sur le balayage visuel horizontal et vertical⁸¹.
- Dans bon nombre d'études, la distraction cognitive qui ne comporte pas d'éléments verbaux (parler) ou visuels (regarder) est appelée « conduite inattentive », « distraction au volant », ou « avoir l'esprit ailleurs »^{82, 83, 84}. Les conducteurs dans cet état ne balayent pas adéquatement du regard et ne surveillent pas l'environnement de conduite, car la distraction cognitive les amène à ne pas remarquer, ou à voir trop tard les informations pertinentes.

1.25.4 Cécité inattentionnelle

La cécité inattentionnelle se produit quand un conducteur ignore par mégarde d'importantes informations captées par les sens⁸⁵. En ce qui concerne une telle cécité, le fait de s'occuper d'une tâche peut amener le conducteur à ne pas percevoir un second événement simultané ou à y être « aveugle ». La cécité inattentionnelle peut être causée par une distraction cognitive. Les erreurs résultant de la cécité inattentionnelle d'un conducteur sont connues sous le nom d'erreurs « par manque de vigilance ».

La cécité inattentionnelle a été reconnue comme étant un facteur contributif dans des accidents aux passages à niveau munis de feux clignotants et de cloches. Dans un accident survenu à Kerang (Australie), un camion d'environ 40 tonnes roulant à quelque 100 km/h a

⁷⁹ L. Gruzdaitis, J. Karola, et al., « Mental load and visual search at street crossings », Proceedings of the 3rd International Conference on Traffic and Transport Psychology, Nottingham, Royaume-Uni, 2004.

⁸⁰ E. Lehtonen, O. Lappi et H. Summala, « Anticipatory eye movements when approaching a curve on a rural road depend on working memory load », *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, volume 15, numéro 3, 2012, p. 369-377.

⁸¹ M.A. Recarte et L.M. Nunes, « Effects of verbal and spatial-imagery tasks on eye fixations while driving », *Journal of Experimental Psychology: Applied*, volume 6, numéro 1, 2000, p. 31-43.

⁸² J.S. Kerr, « Driving without attention mode (DWAM): A formalization of inattentive states in driving », dans A.G. Gale et collab. (éditeurs), *Vision in Vehicles III*, 1^{re} édition, Elsevier, North Holland, 1991, p. 473-479.

⁸³ M. Green, « 'How long does it take to stop?' Methodological analysis of driver vision-brake times », *Transportation Human Factors*, volume 2, numéro 3, 2000, p. 195-216.

⁸⁴ M. Martens et R.F.T. Brouwer, « Measuring being lost in thought: An exploratory driving simulator study », *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, volume 20, septembre 2013, p. 17-28.

⁸⁵ A. Mack et I. Rock, *Inattentional Blindness*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, mars 1998.

heurté un train. L'approche du passage à niveau était droite et le camion a percuté le côté du train. Les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau étaient en marche au moment de l'accident, mais le conducteur du camion n'y a pas réagi. On a jugé que la principale cause de cette absence de réaction de la part du conducteur était une erreur par manque de vigilance découlant d'une « activation fautive du schéma ». Une fois que le schéma de non-déclenchement de la signalisation (ou d'absence de trains) s'est imposé à l'esprit du conducteur à l'approche du passage à niveau, ce schéma a probablement été renforcé par la présence d'arbres et du montant latéral du camion; tous 2 obstruaient en effet sa vue des voies ferrées et du train en approche⁸⁶.

1.25.5 La conduite dans un virage

La conduite dans un virage augmente la charge de travail mental du conducteur, comparativement à la conduite sur une route droite⁸⁷, et influe sur l'endroit où le conducteur portera son attention devant lui.

Sur une route droite, les conducteurs maintiennent leur position et leur direction dans la voie où ils se trouvent en regardant droit devant et en se fiant au traitement en continu de l'information reçue du champ visuel périphérique pour guider leurs actions sur le volant. Dans un virage, la position actuelle du véhicule dans la voie et celle qu'il occupera à la suite sont des zones visuellement distinctes, de sorte qu'un conducteur doit partager son attention à intervalles répétés entre ces 2 positions, doublant ainsi dans la pratique sa demande visuelle⁸⁸.

Des études mesurant les mouvements oculaires d'un conducteur dans un virage ont permis de constater que, pendant la conduite de jour sans véhicules devant, le conducteur a tendance à orienter sa fixation visuelle dans la direction où le véhicule doit tourner⁸⁹.

Quand un conducteur s'apprête à amorcer un virage, il s'en remet visuellement au « point de tangence » à l'intérieur de la courbe; il dirige son regard sur ce point 1 ou 2 secondes avant de s'engager dans le virage, puis y revient pendant toute la négociation du virage⁹⁰. Des

⁸⁶ P.M. Salmon, G.J. Read, et al., « The crash at Kerang: Investigating systemic and psychological factors leading to unintentional non-compliance at rail level crossings », *Accident Analysis & Prevention*, volume 50, janvier 2013, p. 1278-1288.

⁸⁷ L.B. McDonald et N.C. Ellis, « Driver workload for various turn radii and speeds », *Transportation Research Record* 530, 1975, p. 18-29.

⁸⁸ D. Shinar, E. McDowell, et T.H. Rockwell, « Eye movements in curve negotiation », *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, volume 19, numéro 1, février 1977, p. 63-71.

⁸⁹ P.L. Olson, D.S. Battle et T. Aoki, *Driver Eye Fixations Under Different Operating Conditions*, rapport n° UMTRI-89-3, The University of Michigan Transportation Research Institute, Ann Arbor, Michigan, février 1989, disponible à l'adresse : <http://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/62169> (dernière consultation le 28 septembre 2015).

⁹⁰ M.F. Land et D.N. Lee, « Where we look when we steer », *Nature*, volume 369, 30 juin 1994, p. 742-744.

recherches ayant recours à l'oculométrie⁹¹ ont montré qu'un conducteur regarde vers l'avant pendant environ 0,9 seconde. S'il roule à une vitesse de 60 km/h (37,3 mi/h), cela donne une distance d'environ 15 m (49,2 pieds)⁹².

Les conducteurs jettent aussi des coups d'œil préventifs vers le point d'occlusion, soit le point le plus proche où la route devant leur véhicule se trouve masquée⁹³. La vitesse et la distance ont aussi une incidence sur l'endroit où le conducteur regardera en négociant un virage.

Dans l'événement à l'étude, en négociant le virage sur le Transitway à l'approche du passage à niveau, le conducteur aurait en général tourné les yeux vers l'axe central de la route pour balayer du regard la route devant et jeter des coups d'œil préventifs vers le point d'occlusion (photo 16).

Photo 16. Vue du Transitway à l'approche du passage à niveau (reconstitution par le BST le 28 septembre 2013). La flèche désigne le point de tangence du virage. Le cercle désigne le point d'occlusion vers lequel un conducteur jetterait des coups d'œil préventifs. Notez le grand panneau indicateur à l'intérieur du point d'occlusion.



⁹¹ M.F. And et J. Horwood, « How speed affects the way visual information is used in steering », dans A.G. Gale et collab. (éditeurs), *Vision in Vehicles VI*, Amsterdam, Elsevier, 1998, p. 43-50.

⁹² soit 16,67 m/s x 0,9.

⁹³ E. Lehtonen, O. Lappi et H. Summala, « Anticipatory eye movements when approaching a curve on a rural road depend on working memory load », *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, volume 15, numéro 3, mai 2012, p. 369-377.

1.26 *Caractéristiques et avertissements actifs du passage à niveau*

L'attention d'un conducteur sera probablement attirée vers les zones qui comportent beaucoup d'éléments auditifs et visuels, par exemple :

- les concentrations de feux;
- les panneaux indicateurs et les gens;
- les objets qui ressortent de leurs arrière-plans par leur luminosité, leur couleur et leur texture;
- les stimuli qui scintillent ou clignotent;
- les objets de grande taille;
- les objets qui bougent.

Le matin de l'accident, il y avait dans les environs du passage à niveau du Transitway un certain nombre de stimuli qui auraient pu servir d'avertissements de l'approche du train et de la nécessité d'arrêter. Parmi ces stimuli, il y avait

- les feux clignotants rouges sur les mâts du passage à niveau;
- les feux clignotants rouges sur les barrières du passage à niveau;
- les véhicules arrêtés au passage à niveau de l'artère adjacente (avenue Woodroffe);
- les cris des passagers pour faire arrêter l'autobus;
- le train en approche;
- la sonnerie au passage à niveau;
- le klaxon de la locomotive.

1.26.1 *Feux clignotants rouges sur les mâts du passage à niveau*

L'approche du passage à niveau sur la voie direction nord du Transitway se composait de 4 feux d'avertissement clignotants rouges à DEL sur les mâts situés au nord et au sud du passage à niveau (2 feux sur chaque mât) et de 2 barrières équipées chacune de 3 feux clignotants à DEL. Les feux clignotants et la sonnerie avaient été déclenchés par l'approche d'un train et étaient en marche au moment de l'accident.

1.26.2 *Feux clignotants rouges sur les barrières du passage à niveau*

Les 3 feux de 4 pouces fixés sur chacune des barrières du passage à niveau étaient des lampes à DEL à intensité lumineuse maximale d'environ 160 candelas à 60 pieds (18,3 m). Au cours de la reconstitution de l'accident, quand les barrières étaient en position abaissée et les feux étaient en marche, la barrière horizontale et ses feux clignotants s'alignaient directement sur l'horizon au-delà du passage à niveau. On a observé que les feux des barrières n'étaient pas bien visibles et que la barrière se fondait dans l'arrière-plan.

1.26.3 *Véhicules arrêtés sur la chaussée*

Les stimuli autres que les avertissements désignés peuvent servir d'indices aux conducteurs quant au comportement attendu ou approprié à adopter. Les dispositifs de signalisation

automatique des passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway étaient en marche depuis 49 secondes quand l'autobus est arrivé au passage à niveau. Les véhicules roulant vers le nord et vers le sud étaient arrêtés au passage à niveau de l'avenue Woodroffe puisque les dispositifs de signalisation automatique étaient en marche avant l'arrivée de l'autobus au passage à niveau du Transitway, adjacent à celui de l'avenue Woodroffe.

Avant l'accident, il n'y avait pas d'autres autobus dans l'un ou l'autre sens sur le Transitway dans les environs immédiats de l'autobus.

1.26.4 *Cris des passagers pour faire arrêter l'autobus*

Dans les secondes précédant immédiatement l'accident, alors que l'autobus roulait à 42 mi/h (67,6 km/h) avec sa pédale d'accélérateur enfoncée, les passagers sur les 2 niveaux se sont mis à crier pour alerter le conducteur à la présence du train en approche et à la nécessité d'arrêter l'autobus. Le bruit de fond dans l'autobus à l'approche du passage à niveau a été estimé à au moins 65 dB(A)⁹⁴.

Un stimulus sonore présente 3 niveaux d'audibilité. D'abord, un son est détecté, sans que ses autres caractéristiques sonores soient nécessairement identifiées. La reconnaissance du son se produit à un certain point au-dessus du seuil de détection, normalement à un niveau qui se situe entre 3 et 8 dB(A) au-dessus de ce seuil. Le niveau d'alerte d'un stimulus sonore — le point auquel un conducteur en prend conscience et est « alerté » à sa présence — se produit en général quand le son s'élève d'au moins 9 à 10 dB(A) au-dessus de tout bruit de fond⁹⁵.

Le niveau sonore de la voix d'un homme varie entre 52 dB(A)⁹⁶ environ pour la conversation normale et 89 dB(A) pour des propos criés, quand il est mesuré à une distance de 1 m (3,25 pieds) de l'interlocuteur. L'intelligibilité de propos criés décroît linéairement avec la distance. Pour qu'on puisse comprendre des propos en présence d'un bruit de fond, ils doivent être d'au moins 6 dB(A) au-dessus de ce bruit de fond. Même à ce rapport signal-bruit, les auditeurs signaleront avoir de la difficulté à entendre le message. Les niveaux sonores baissent au rythme de 6 dB(A) chaque fois que la distance d'éloignement de la source sonore double.

Le niveau sonore des cris d'un passager masculin à l'étage, situé à 7,3 m (24 pieds) du conducteur dans les secondes précédant l'impact, aurait été limité à environ 60 dB(A); le conducteur n'aurait donc pas pu les entendre. Le conducteur pouvait entendre les cris des passagers au premier niveau situés non loin de lui.

⁹⁴ Rapport d'enquête ferroviaire R13W0083 du BST.

⁹⁵ S. Fidell, « Effectiveness of audible warning signals for emergency vehicles », *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, volume 20, numéro 1, février 1978, p. 19-26.

⁹⁶ Le décibel (dB) est une unité logarithmique utilisée pour exprimer le ratio entre 2 valeurs, habituellement des unités de puissance ou d'intensité. Le décibel est également couramment utilisé comme unité de mesure du son (gain ou atténuation); sa notation est dB(A).

1.26.5 *Le train en approche*

Pour un conducteur se dirigeant vers le nord et regardant vers le point de tangence (l'intérieur) de la route au moment où l'autobus sortait du virage à gauche sur le Transitway en direction du passage à niveau, un train en approche depuis l'est se trouverait dans la vision périphérique du conducteur.

1.26.6 *Sonnerie au passage à niveau*

La sonnerie d'un passage à niveau sert essentiellement à avertir les piétons et autres usagers de la route qui ne sont pas à bord d'un véhicule de l'approche d'un train. La sonnerie au passage à niveau en cause était en marche au moment de l'accident et s'était déclenchée en même temps que les feux d'avertissement du passage à niveau.

1.26.7 *Klaxon de la locomotive*

Comme le passage à niveau était assujéti à un règlement municipal interdisant l'utilisation du sifflet de locomotive entre 20 h et 12 h (midi) tous les jours, les équipes de train n'étaient pas tenues d'utiliser le klaxon de la locomotive à l'approche du passage à niveau.

1.27 *Information sur le klaxon de locomotive*

La règle 14 du REF régit l'utilisation des signaux par sifflet de locomotive. Le paragraphe (l) indique qu'un tel signal doit être donné au moyen d'une succession de 2 coups longs, 1 coup bref et 1 coup long à chaque panneau commandant de siffler. Les trains circulant à plus de 44 mi/h doivent commencer à utiliser le sifflet de locomotive ¼ de mille (384 m) avant le passage à niveau, et prolonger ou répéter ce signal jusqu'à ce que le passage à niveau soit entièrement occupé.

L'article 11 du *Règlement relatif à l'inspection et à la sécurité des locomotives de chemin de fer* de TC régit les signaux sonores et stipule notamment ce qui suit :

11.1 LOCOMOTIVES VOYAGEURS

11.1.1 Les locomotives voyageurs doivent, conformément au calendrier ci-dessous, être équipées à l'origine ou en rattrapage d'avertisseurs capables de produire un son de haute intensité et un son de faible intensité :

- a) Toutes les nouvelles locomotives commandées après le 1^{er} janvier 2007 et livrées après le 1^{er} janvier 2008;
- b) Toutes les locomotives en position de commande ou de tête dans les trains en service voyageurs roulant à plus de 105 km/h (65 mi/h) doivent être équipées en rattrapage de tels avertisseurs avant le 1^{er} janvier 2012.

[...]

11.1.4 TYPES D'AVERTISSEUR

Les locomotives doivent être équipées :

- a) d'un avertisseur unique à cinq cornets, capable de produire deux niveaux sonores différents, selon qu'il fonctionne en mode à faible intensité ou en mode à haute intensité; ou
- b) de deux avertisseurs distincts :
 - i. un avertisseur à trois ou cinq cornets fonctionnant dans le mode à faible intensité; et
 - ii. un avertisseur à cinq cornets fonctionnant dans le mode à haute intensité.

11.1.5 CONFORMITÉ

- a) Lorsqu'il est testé dans une chambre anéchoïque répondant aux exigences de la norme ISO 3745 (18-22 degrés C, humidité relative de 45 %-65 %, pression de 990-1 025 millibars), l'avertisseur doit produire à un mètre en avant de lui un niveau minimum de pression acoustique de 143 dB(A).

[...]

11.2 LOCOMOTIVES MARCHANDISES

Les locomotives autres que celles employées en service désigné doivent, lorsqu'on les utilise en position de commande, être équipées d'un avertisseur sonore réglé selon des accords d'au moins trois tons répondant aux caractéristiques de conception suivantes :

- a) Un avertisseur capable de produire un niveau sonore minimal de 96 dB(A) en tout point d'un arc de 30 mètres (100 pieds) de rayon sous-tendu devant la locomotive par des angles de 45 degrés à gauche et à droite de l'axe de la voie dans le sens du déplacement [...]

Le niveau minimal de pression acoustique du klaxon d'urgence à haute intensité d'une locomotive de train de voyageurs est de 143 dB(A) mesuré à 1 m (3 pieds) en avant du klaxon, ce qui équivaut au niveau sonore minimal de 110 dB(A) en tout point d'un arc de 30 m (100 pieds) de rayon.

Les klaxons de train sont souvent décrits comme un système d'alerte secondaire, parce que leur efficacité dépend d'autres facteurs⁹⁷. Un certain nombre d'enquêtes du BST⁹⁸ ont permis de conclure que l'efficacité du klaxon peut être compromise par la vitesse du train, l'étouffement du son causé par la carrosserie du véhicule routier et le bruit ambiant à l'intérieur du véhicule.

⁹⁷ G.W. English, F.A. Russo, et al., *Évaluation de klaxons de locomotives : Efficacité et vitesses d'exploitation*, TP 14103F, préparée pour le Centre de développement des transports, Transports Canada, par TransSys Research Ltd., juin 2003.

⁹⁸ Rapports d'enquête ferroviaire R13D0001, R13W0083, R12W0182, R11T0175, R10W0123, R08M0002, R04H0014 et R02W0063 du BST.

Une étude du Centre de développement des transports de TC⁹⁹ portant sur l'efficacité des klaxons de locomotive a relevé ce qui suit :

- Le niveau sonore des klaxons devrait être d'au moins 10 dB(A) au-dessus du bruit ambiant pour être reconnaissable comme signal auditif de danger.
- Les études citées dans le rapport de TC recommandent d'utiliser une valeur de 30 dB(A) comme perte sonore type causée par la carrosserie d'un véhicule dont les fenêtres et les portes sont fermées.

Le fait d'ouvrir la porte de l'autobus pourrait augmenter de 20 à 30 dB(A) l'intensité sonore perçue d'un klaxon de train en marche¹⁰⁰.

Dans l'événement à l'étude, les fenêtres et les portes de l'autobus étaient fermées, ce qui aurait causé une réduction de 30 dB(A) du niveau sonore d'un klaxon de locomotive. Le bruit de fond à l'intérieur de l'autobus provenait des conversations des passagers et du bruit associé au roulement de l'autobus sur une route asphaltée à une vitesse de 67,6 km/h (42 mi/h). En se basant sur d'autres enquêtes du BST¹⁰¹, le niveau sonore à l'intérieur de l'autobus a été estimé à environ 65 dB(A).

D'après ces valeurs, pour un train se trouvant à 100 pieds de l'autobus, le rapport signal-bruit (RSB) du klaxon d'urgence à haute intensité de locomotive d'un train de voyageurs serait de

dB(A) du klaxon de train - perte de dB(A) attribuable à la carrosserie du véhicule -
bruit de fond dans l'autobus = RSB du klaxon de train

$$110 \text{ dB(A)} - 30 \text{ dB(A)} - 65 \text{ dB(A)} = 15 \text{ dB(A)}$$

Dans des conditions similaires, le RSB du klaxon de la locomotive d'un train de marchandises serait de

$$96 \text{ dB(A)} - 30 \text{ dB(A)} - 65 \text{ dB(A)} = 1 \text{ dB(A)}$$

Pour chaque diminution de moitié de la distance entre le klaxon d'une locomotive et un autobus, le RSB augmentera de 6 dB(A). Par exemple,

- à 50 pieds (15,2 m), le RSB du klaxon d'urgence à haute intensité de locomotive d'un train de voyageurs aurait été de 21 dB(A);
- à 50 pieds (15,2 m), le RSB du klaxon de la locomotive d'un train de marchandises aurait été de 7 dB(A).

⁹⁹ *Évaluation de klaxons de locomotives : efficacité et vitesses d'exploitation – Sommaire de projet*, TP 14163F, préparé pour le Centre de développement des transports, Transports Canada, par TransSys Research Ltd., janvier 2004.

¹⁰⁰ G.W. English, F.A. Russo, et al., *Évaluation de klaxons de locomotives : Efficacité et vitesses d'exploitation*, TP 14103F, préparée pour le Centre de développement des transports, Transports Canada, par TransSys Research Ltd., juin 2003.

¹⁰¹ Rapports d'enquête ferroviaire R12W0182 et R13W0083 du BST.

1.28 Normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada

TC, par l'entremise de sa Direction de la sécurité des véhicules automobiles, établit des normes de sécurité pour la conception, la construction et l'importation de véhicules automobiles au Canada. Ces normes sont appelées *Normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada* (NSVAC)¹⁰² et sont régies par la *Loi sur la sécurité automobile* et la *Loi sur les transports routiers* par l'entremise du *Règlement sur la sécurité des véhicules automobiles*¹⁰³.

Le *Règlement sur la sécurité des véhicules automobiles* précise les exigences sur la sécurité des véhicules automobiles et de leurs composants. Aux termes du Règlement, les NSVAC indiquent les tests exigés pour la certification des véhicules de diverses catégories de poids.

Les normes de résistance à l'impact des NSVAC ont évolué avec le temps, et des normes de performance ont été élaborées pour améliorer la sécurité des véhicules automobiles qui, historiquement, posaient les plus grands risques de blessures en cas d'accident. Une fois ces normes établies, l'attention s'est tournée vers les véhicules plus gros et les autobus scolaires. Puisque la catégorie des véhicules les plus lourds (poids nominal brut du véhicule [PNBV]¹⁰⁴ de 11 793 kg ou 26 000 livres) était perçue comme représentant le plus faible risque, compte tenu de l'historique d'accidents de ces véhicules et étant donné qu'ils comptent généralement parmi les plus gros sur la route, très peu des normes de résistance à l'impact des NSVAC s'appliquent aux véhicules de cette catégorie de poids.

Les exigences des NSVAC varient en fonction du poids et du type de véhicule :

- Tous les autobus scolaires et les véhicules à passagers d'un PNBV maximal de 4536 kg (10 000 livres) sont assujettis à des normes de sécurité tant au Canada qu'aux États-Unis. Les normes canadiennes comprennent celles que voici :
 - Norme 201 des NSVAC – Protection des occupants
 - Norme 203 des NSVAC – Protection du conducteur contre l'impact et système de commande de direction
 - Norme 204 des NSVAC – Recul de la colonne de direction
 - Norme 208 des NSVAC – Systèmes de retenue des occupants en cas de collision frontale
 - Norme 214 des NSVAC – Résistance des portes latérales
 - Norme 216 des NSVAC – Résistance du toit à l'écrasement
 - Norme 220 des NSVAC – Protection contre les tonneaux
 - Norme 221 des NSVAC – Résistance des joints de carrosserie d'un autobus scolaire

¹⁰² Ministère de la Justice, *Règlement sur la sécurité des véhicules automobiles* (C.R.C., ch. 1038), Annexe IV, Partie III, entré en vigueur le 1^{er} juin 2009.

¹⁰³ Ministère de la Justice, *Règlement sur la sécurité des véhicules automobiles* (C.R.C., ch. 1038), entré en vigueur le 1^{er} juin 2009.

¹⁰⁴ Le poids nominal brut du véhicule (PNBV) désigne la valeur spécifiée par le fabricant comme masse maximale d'un seul véhicule.

- Norme 222 des NSVAC – Sièges pour passager d'autobus scolaire et protection en cas de collision

L'annexe D donne d'autres informations sur ces normes.

- Les véhicules d'un PNBV compris entre 4536 kg (10 000 livres) et 11 793 kg (26 000 livres) doivent satisfaire à des critères de sécurité essentiels de base (freins, direction, etc.), mais sont assujettis à moins de normes de sécurité que les véhicules plus légers.
- Les véhicules d'un PNBV de 11 793 kg (26 000 livres) ou plus appartiennent à la catégorie de poids des véhicules les plus lourds, qui comprend les tracteurs semi-remorques et la plupart des autobus de transport en commun et interprovinciaux. Ces véhicules doivent satisfaire à des critères de sécurité essentiels de base (freins, direction, etc.). Certaines normes de sécurité des véhicules s'appliquent seulement à cette catégorie de poids. Ces véhicules sont assujettis en général au plus petit nombre de normes de sécurité, mais rien n'empêche un constructeur de concevoir des véhicules qui vont au-delà des normes.

La norme 101 des NSVAC précise l'emplacement et l'identification des commandes et des affichages dans les véhicules automobiles, y compris les autobus de transport en commun. Cette norme exige que les commandes et éléments d'un véhicule automobile, tels que la commande de démarrage et d'arrêt du moteur, la pédale ou le levier du frein de stationnement/de secours ou du frein de service, soient installés de façon à pouvoir être actionnés par le conducteur lorsque celui-ci est assis à la place désignée du conducteur et que sa ceinture de sécurité est bouclée.

Pour les autobus de transport en commun d'un PNBV supérieur à 4536 kg (10 000 livres), certaines des exigences applicables comprennent ce qui suit :

- Le siège désigné du conducteur doit être équipé d'une ceinture de sécurité en conformité avec la norme 208 des NSVAC, Systèmes de retenue des occupants en cas de collision frontale (obligation seulement pour le siège désigné du conducteur de l'autobus).
- L'ensemble de la ceinture de sécurité (sangle, boucle) doit satisfaire aux exigences de la norme 209 des NSVAC, Installation des ceintures de sécurité (obligation seulement pour le siège désigné du conducteur de l'autobus).
- Les ancrages de la ceinture de sécurité doivent satisfaire aux exigences d'emplacement et de résistance de la norme 210 des NSVAC, Ancrages de ceinture de sécurité (obligation seulement pour le siège désigné du conducteur de l'autobus).

Un autobus ADL E500, dont le PNBV est de 23 481 kg (51 767 livres), satisfait à ces exigences.

Aucune norme ni ligne directrice canadiennes ne régissent les aspects suivants :

- les obstacles à l'intérieur du véhicule qui empêchent le conducteur de bien voir à l'extérieur;
- l'emplacement et l'utilisation des écrans ou des affichages de bord;

- les exigences relatives aux collisions frontales, aux collisions latérales ou aux pare-chocs (exigences minimales) pour les autobus de transport en commun;
- les exigences relatives aux enregistreurs de données routières (EDR) pour n'importe quel type de véhicule.

1.28.1 Normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada *et conception des autobus scolaires*

Les autobus scolaires sont conçus pour protéger les occupants de l'impact lors d'une collision et doivent respecter plusieurs normes des NSVAC qui visent uniquement les autobus scolaires. D'autres caractéristiques de conception des autobus scolaires en matière de sécurité sont stipulées dans la norme CSA D250, *Autobus scolaires*, de l'Association canadienne de normalisation (CSA).

Les caractéristiques de conception des autobus scolaires en matière de sécurité comprennent en général les éléments suivants :

- Pour réduire les effets d'une collision et augmenter la résistance de leur carrosserie, les autobus scolaires sont équipés de rails d'impact horizontaux pleine longueur situés au niveau de l'épaule, du coussin et du plancher.
- Le plancher est surélevé de manière à protéger les passagers, qui se trouvent ainsi assis au-dessus de la zone où un véhicule automobile risquerait de percuter contre l'autobus en cas de collision.
- Les autobus scolaires doivent satisfaire à la norme 220 des NSVAC, *Protection contre les tonneaux*, afin de réduire le risque de blessure grave au cas où le véhicule ferait des tonneaux.
- L'intérieur de l'autobus forme une coque arrondie et lisse, exempte d'arêtes vives.
- Les autobus scolaires doivent satisfaire à la norme 221 des NSVAC, *Résistance des joints de carrosserie d'un autobus scolaire*. Cette norme établit les exigences de résistance des joints de carrosserie dans le compartiment des passagers, de façon que les joints ne se séparent pas au cours d'une collision, ce qui mettrait à découvert des arêtes vives dans l'habitacle.
- L'intérieur d'un autobus scolaire est compartimenté, de façon à réduire au minimum la force d'impact d'une collision et les blessures. Pour satisfaire aux exigences de la norme 222 des NSVAC, *Sièges pour passager d'autobus scolaire et protection en cas de collision*, les sièges ont un dossier haut rembourré d'un matériau amortissant à l'avant et à l'arrière. Les sièges sont bien ancrés et peu espacés pour créer des compartiments. En cas de collision, les compartiments absorberaient le choc et le disperseraient dans tout le corps d'un passager.
- Les fenêtres de l'autobus sont petites pour empêcher l'éjection des passagers du véhicule.
- Les sorties de secours sont situées des 2 côtés de l'autobus, ainsi qu'à l'arrière et dans le toit (trappe).

En Ontario, les entreprises d'autobus scolaires utilisent en général les types de véhicules suivants :

- des autobus scolaires pleine grandeur de 70 à 72 passagers et d'un PNBV de 10 557 kg (23 276 livres).
- des fourgonnettes scolaires de 20 passagers (roues arrière simples) et d'un PNBV de 3832 kg (8450 livres);
- des fourgonnettes scolaires de 20 passagers et d'un PNBV de 4286 kg (9450 livres) équipées de roues arrière doubles ou d'une plate-forme élévatrice pour fauteuil roulant.

1.28.2 Détermination de la conformité aux Normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada

Tout véhicule importé au Canada doit se conformer aux normes NSVAC applicables pour le type de véhicule. Il incombe à son constructeur d'effectuer tous les essais nécessaires pour en assurer la conformité aux NSVAC et de fournir à TC des copies des résultats des essais.

Dans le cas de l'autobus ADL E500, Care Transportation au Canada a été désigné par le constructeur comme *importateur désigné* pour s'occuper des formalités douanières et des documents de certification. ADL a remis une copie des rapports nécessaires de certification à l'*importateur désigné*, qui à son tour les a soumis à l'examen de TC. Après examen des documents, TC a informé par écrit l'*importateur désigné* que la trousse de certification était acceptable, autorisant ainsi l'importation au Canada de l'autobus ADL E500. Aucune inspection ni évaluation en bonne et due forme des risques du véhicule n'étaient requises avant la livraison, et aucun certificat n'a été délivré.

1.29 Renseignements sur l'autobus

L'autobus était un Enviro 500 (E500) de 42 pieds de longueur, conçu et construit par ADL au Royaume-Uni en août 2012. En 2013, un total de 657 autobus à 2 étages ADL étaient en service au Canada et aux États-Unis. Ce nombre comprenait 60 autobus à Victoria (Colombie-Britannique), 14 autobus à Sherwood Park (Alberta), 127 autobus à Toronto (Ontario) et les 75 autobus d'OC Transpo.

L'ADL E500 est un autobus à 2 étages à plancher bas utilisé pour le transport en commun. Il est conçu en toute conformité avec les exigences réglementaires des *Federal Motor Vehicle Safety Standards* (FMVSS) des États-Unis et avec les NSVAC du Canada. Chaque autobus comporte au premier niveau 2 places pour fauteuil roulant faisant face à l'avant, ou 2 places pour fauteuil roulant faisant face à l'arrière, munies de dispositifs de retenue à ceinture à rétracteur conformes à l'*Americans with Disabilities Act* et aux exigences de la norme CAN/CSA-D435-F02 (C2012), *Autobus urbains pour le transport accessible*. L'entrée avant possède des portes à large ouverture, un emmarchement bas et une rampe permettant un accès complet aux fauteuils roulants. L'autobus ADL E500 est également conçu pour satisfaire aux lois applicables des états américains et des provinces canadiennes.

L'autobus ADL E500 est équipé d'un essieu avant à roues simples, d'un essieu moteur arrière à roues doubles et d'un essieu auxiliaire à roues simples (essieu traîné) situé derrière l'essieu moteur. L'autobus comprend un moteur diesel suralimenté Cummins de 6 cylindres à commande électronique entraînant un essieu portique par l'entremise d'une boîte automatique Allison B500R à commande électronique.

Tous les autobus ADL E500 sont équipés d'un écran vidéo qui fournit au conducteur des vues intérieures et extérieures de son véhicule. Au Royaume-Uni, où ces autobus sont également utilisés, des dispositifs vidéo ou autres doivent être en place pour que le conducteur puisse voir l'intérieur de toutes les portes de service ainsi que les environs de l'escalier à l'étage¹⁰⁵. Bien qu'il n'existe aucune exigence similaire au Canada, tous les autobus à 2 étages ADL sont livrés aux clients avec un écran vidéo. Le client détermine quelles vues y sont présentées.

Tous les autobus à 1 étage d'OC Transpo sont équipés d'un pare-chocs conçu pour résister à un impact frontal intégral à 5 mi/h, sans être endommagés. Même si les pare-chocs étaient en option, les premiers autobus ADL E500 commandés par OC Transpo n'en avaient pas.

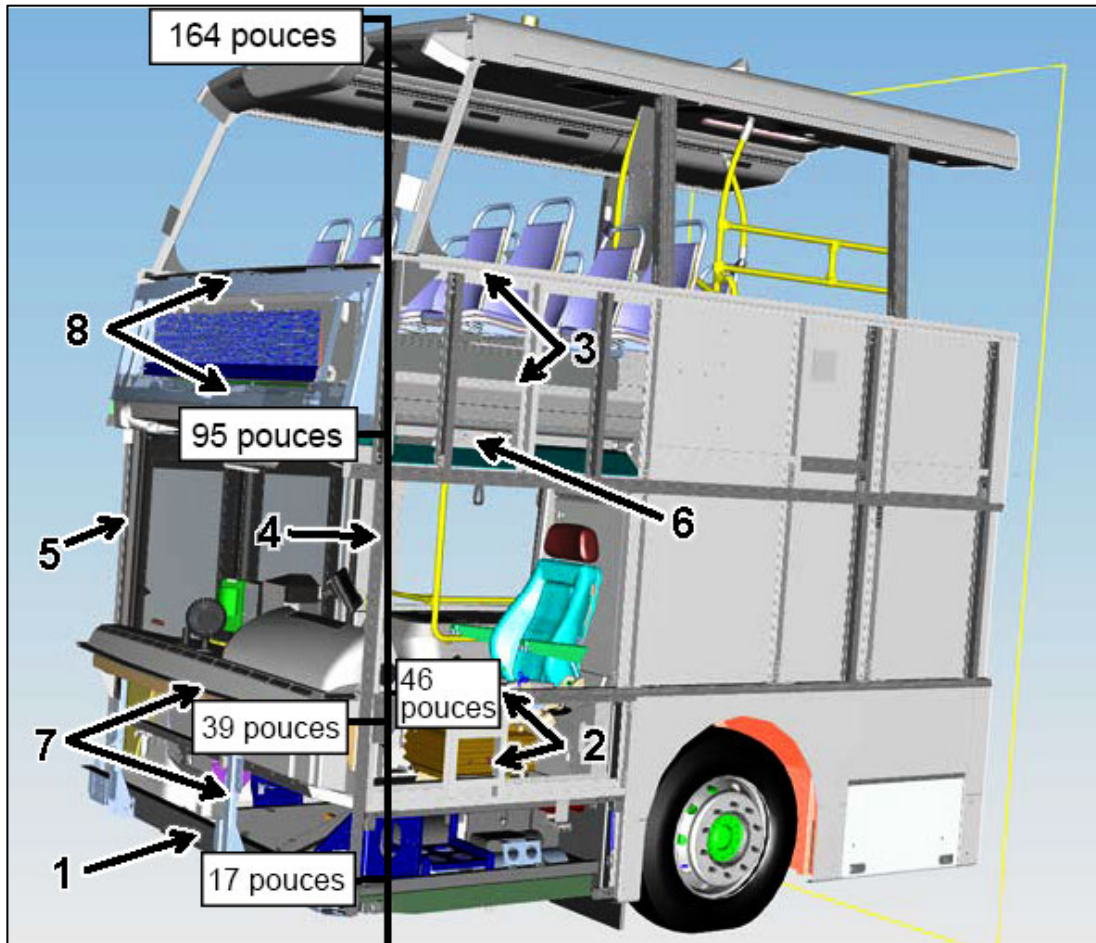
L'autobus en cause dans l'événement a été livré à OC Transpo en septembre 2012. Avant la livraison, on avait procédé à une série d'essais de certification obligatoires pour vérifier sa conformité aux NSVAC. Une fois l'autobus livré, le MTO a procédé à son inspection le 21 septembre 2012 sans relever d'anomalies. Le véhicule respectait ou dépassait tous les critères requis pour son exploitation au Canada. Au moment de l'accident, l'autobus était en service depuis 12 mois, et l'odomètre affichait environ 42 500 km. Une inspection annuelle par le MTO était prévue pour le 26 septembre 2013.

1.29.1 Structure de l'autobus

Les éléments de la structure de l'autobus à l'avant sont illustrés à la figure 12. (Nota : L'échelle verticale dans la figure indique la hauteur par rapport au niveau du sol.)

¹⁰⁵ Commission européenne, Directive 2001/85/EC concernant des dispositions particulières applicables aux véhicules destinés au transport des passagers et comportant, outre le siège du conducteur, plus de huit places assises, et Commission économique des Nations Unies pour l'Europe, règlement 107-04, Prescriptions uniformes relatives à l'homologation des véhicules des catégories M₂ ou M₃ en ce qui concerne leurs caractéristiques générales de construction.

Figure 12. Schéma de la structure avant de l'autobus ADL E500 (Source : Alexander Dennis Limited, avec annotations du BST)



- 1 – Partie avant du châssis
- 2 – Paroi latérale inférieure gauche (seule l'armature latérale est montrée ici)
- 3 – Paroi latérale supérieure gauche (seule l'armature latérale est montrée ici)
- 4 – Montant de coin avant gauche
- 5 – Montant de coin avant droit
- 6 – Plancher de l'étage (entre-plancher)
- 7 – Armature avant inférieure
- 8 – Armature avant supérieure

Le cadre de châssis bas est constitué de profilés en U et de sections d'acier soudées en caisson. La poutrelle avant du châssis est un profilé en Z en acier de $\frac{1}{4}$ de pouce (6 mm) dont la semelle supérieure se situe à quelque 17 pouces (43 cm) au-dessus du niveau du sol.

La structure légère de la carrosserie est principalement composée d'extrusions en aluminium et de panneaux de cisaillement, auxquels s'ajoute de l'acier inoxydable dans les zones à contraintes plus élevées, de façon à assurer à la carrosserie une raideur et une durabilité élevées tout en réduisant le poids du véhicule. Toutes les membrures de la structure sont

jointes mécaniquement¹⁰⁶. Les panneaux latéraux extérieurs en aluminium sont montés en affleurement avec les vitrages (fenêtres) pour réduire au minimum les saillies des panneaux de carrosserie.

Les armatures de la paroi latérale des 2 étages sont formées de montants verticaux joints mécaniquement à des poutres longitudinales (entretoises) par des rivets aveugles Monobolt¹⁰⁷. Les montants verticaux les plus avancés des parois latérales sont les montants de coin avant, constitués de 2 sections de poutrelles d'aluminium jointes mécaniquement à l'aide d'une insertion en aluminium moulé. Le bas de chaque montant de coin avant est raccordé à la poutrelle avant du châssis par 2 supports et rivets aveugles Monobolt.

La charpente du plancher de l'étage est formée de longues poutrelles latérales et de courtes poutrelles transversales. Les longues poutrelles latérales sont jointes aux parois latérales à l'aide de cornières d'aluminium moulé. Les planchers des 2 étages sont en contreplaqué de bouleau collé à la charpente au moyen d'un adhésif de structure. Un plancher composite est également offert en option.

Les armatures avant inférieure et supérieure sont situées respectivement à l'avant du premier niveau et à l'avant de l'étage. Les armatures avant faites d'acier inoxydable sont jointes aux montants de coin avant au moyen de rivets aveugles Monobolt de ¼ pouce (6 mm). Deux montants verticaux raccordent aussi l'armature avant inférieure à la poutrelle avant du châssis.

L'armature avant inférieure fournit un support à la partie inférieure de la glace panoramique avant et au pare-brise, constitue un point d'attache pour les éléments de garniture intérieurs et l'unité de chauffage-désembuage, et sert de support aux garnitures extérieures et aux panneaux de coin. De même, l'armature avant supérieure fournit un support à la partie supérieure du pare-brise et à l'enseigne de destination, et sert de point d'attache pour les éléments de garniture intérieurs. Les armatures avant ne sont pas conçues pour assurer une protection contre l'impact et ne sont pas tenues de l'être aux termes de la réglementation applicable.

Les 27 sièges au premier niveau de l'autobus ADL E500 sont disposés en rangées transversales et en rangées longitudinales faisant face à l'allée centrale; l'espace qui reste a une capacité de 25 places debout. Les 55 sièges à l'étage sont disposés en rangées

¹⁰⁶ Alexander Dennis Limited, Specification Enviro500 42' (12.9m) Low Height Double Deck Transit or Commuter Bus (Spécification de l'autobus à 2 étages de faible hauteur de 42 pieds (12,9 m) pour le transport en commun ou le service de banlieue), disponible à l'adresse : http://www.alexander-dennis.com/wp-content/files_mf/1413192873E500Specification.pdf (dernière consultation le 28 septembre 2015).

¹⁰⁷ Le rivet aveugle Monobolt est un rivet de structure multi-serrage doté d'un verrouillage corps/tige. Il fournit un excellent remplissage du trou et est préconisé pour des applications nécessitant une haute résistance. Monobolt est une marque de commerce des produits Avdel.

transversales orientées vers l'avant. Un autobus rempli à sa pleine capacité a un PNBV estimé à 24 000 kg (52 911 livres)¹⁰⁸.

Un escalier situé derrière le siège du conducteur, du côté gauche de l'autobus, permet d'accéder à l'étage et d'en sortir. Il y a 2 portes sur le côté droit du premier niveau : une porte d'entrée à l'avant de l'autobus et une porte de sortie au milieu. L'autobus est également muni de fenêtres de secours sur les 2 étages : à l'étage, 3 fenêtres de secours de chaque côté; au premier niveau, 1 fenêtre de secours du côté droit et 2 du côté gauche. Le toit de l'autobus est doté de 2 trappes de secours. Dans l'événement à l'étude, aucune des sorties de secours n'a été utilisée au cours de l'évacuation des passagers de l'autobus.

1.30 Analyse des modules électroniques de l'autobus

L'autobus ne possédait aucun EDR spécialisé pour stocker des données sur la performance et la conduite du véhicule (c.-à-d. boîte noire). Le mode d'enregistrement du système contrôlant les caméras vidéo de bord n'avait pas été activé; par conséquent, aucune information n'en a été récupérée. Cependant, on a pu récupérer un certain nombre d'unités électroniques contenant une mémoire non volatile. Les données pertinentes ont été téléchargées et examinées au laboratoire du BST. Un résumé de chaque unité électronique est présenté ci-dessous.

1.30.1 Module de commande du système de freinage antiblocage et d'antipatinage

L'autobus était équipé d'un module de commande du système de freinage antiblocage (ABS) et d'antipatinage (ASR). La partie ABS du système est conçue pour empêcher les roues de bloquer quand une force de freinage excessive est exercée. La partie ASR du système est destinée au contrôle de la traction pour empêcher les roues de patiner lors d'une accélération sur une chaussée glissante. Ce double système ABS/ASR a pour fonction d'empêcher le patinage, d'améliorer la traction, et de maintenir la directibilité du véhicule.

L'unité n'avait pas de données d'horodatage. Toutefois, un certain nombre de défauts avaient été enregistrés, y compris 2 ruptures de câble, un court-circuit et des problèmes de communication sur un connecteur pour transmission de données. Étant donné les types de défauts et les dommages causés à l'autobus au cours de l'accident, les défauts enregistrés étaient probablement attribuables aux dommages subis par suite de l'accident.

1.30.2 Contrôleur central

De nombreuses entrées et sorties étaient utilisées pour contrôler et surveiller les divers systèmes de bord. Le contrôleur central contenait les données de la mémoire non volatile pour le système. Le contrôleur central avait enregistré 3 codes de défauts actifs. Étant donné les types de défauts et l'emplacement des dommages causés à l'autobus au cours

¹⁰⁸ En se fondant sur une estimation arrondie du poids nominal brut du véhicule (PNBV) d'un autobus rempli à capacité avec passagers debout.

de l'accident, les défauts enregistrés étaient probablement attribuables aux dommages subis par suite de l'accident.

1.30.3 Module de commande de la boîte de vitesses

L'autobus était équipé d'un module de commande de la boîte de vitesses servant à contrôler et à surveiller le système de la boîte de vitesses. Le module de commande de la boîte de vitesses avait enregistré 1 code de défaut. Comme ce code indiquait que de nombreux paramètres avaient failli en même temps, ce code, ainsi que les défaillances elles-mêmes, étaient probablement attribuables aux dommages subis par suite de l'accident.

1.30.4 Système de chauffage-ventilation et de climatisation

Le système de chauffage-ventilation et de climatisation contrôlait et surveillait les systèmes thermiques de l'autobus. Même si le module du système de chauffage-ventilation et de climatisation contenait une mémoire non volatile, les données stockées n'étaient pas liées à la performance de l'autobus au cours de l'événement et n'ont donc pas été téléchargées.

1.30.5 Lecteur automatique des titres de transport Presto

À l'entrée des passagers dans l'autobus, leurs cartes sont balayées et l'information sur le paiement est stockée dans le système Presto. On a récupéré les cartes MicroSD des lecteurs Presto et extrait leurs données. On n'y a trouvé aucune donnée pertinente à l'événement.

1.30.6 Système Intelligent Vehicle Network

Le système Intelligent Vehicle Network permet de suivre et de contrôler le parc d'autobus. OC Transpo utilise l'information pour surveiller la fidélité aux horaires des autobus de l'ensemble du parc et surveiller les comportements généraux de conduite. Les conducteurs d'autobus se servent aussi du système Intelligent Vehicle Network pour visionner l'affichage GPS d'informations en temps réel des horaires.

Le récepteur GPS détecte l'heure et la position actuelles de l'autobus en fonction des données de GPS provenant des satellites et relaie cette information à l'ordinateur du système Intelligent Vehicle Network, qui affiche alors ces données au conducteur ainsi que sa fidélité à l'horaire. De plus, le système communique les données par transmission sans fil aux serveurs du centre de données de la Ville.

Le système Intelligent Vehicle Network saisit les données puis les sauvegarde dans la carte-mémoire CompactFlash toutes les 100 millisecondes. L'unité saisit les données GPS pour baliser chaque demande de communication qui se présente à l'intérieur de l'unité et entre les unités de l'autobus.

Certaines données du système Intelligent Vehicle Network ont été effacées par suite d'une perte soudaine d'alimentation au cours de l'accident et de la réparation subséquente des fichiers de données lors de la récupération. La dernière position GPS récupérée à partir de la mémoire du système correspondait au dernier arrêt d'autobus effectué avant l'événement, à la station Fallowfield d'OC Transpo. À part cela, la mémoire non volatile du système

Intelligent Vehicle Network contenait peu d'informations utiles pertinentes à l'exploitation de l'autobus.

1.30.7 Données du système mondial de positionnement provenant de la Ville

Les données GPS provenant des serveurs de la Ville ont été récupérées le 19 septembre 2013. Ces données permettent de suivre et de planifier le parc d'autobus et contribuent à la fidélité aux horaires. Les données GPS reçues par les serveurs correspondent aux transmissions en provenance de chaque autobus. Les données que l'autobus transmettait correspondaient à celles qui avaient été saisies par le système Intelligent Vehicle Network. L'autobus n'avait qu'un seul système GPS. Ce n'était pas un appareil différentiel, mais on avait la garantie que ses données étaient précises à 10 pieds ou moins.

La transmission GPS à partir de l'autobus se faisait toutes les 30 secondes et chaque fois que se produisait un événement transmissible, comme l'ouverture des portes ou l'enfoncement du bouton d'arrêt. Aucune donnée n'était retransmise à l'autobus.

La dernière position GPS enregistrée de l'autobus correspondait à un endroit situé à environ 330 m (1083 pieds) au sud du passage à niveau du Transitway. L'enregistrement indique qu'à cet endroit, l'autobus était en retard sur l'horaire de 3 minutes 48 secondes et qu'il roulait à 48 km/h (30 mi/h).

1.30.8 Module de commande du moteur

L'autobus était équipé d'un module de commande du moteur pour contrôler et surveiller le moteur. Bien que les événements enregistrés dans le module de commande du moteur aient été horodatés, ces enregistrements se limitaient au temps de fonctionnement du module de commande du moteur et ne fournissaient pas la date et l'heure réelles. Même si le module de commande du moteur enregistrerait et surveillait toutes les fonctions de commande du moteur, il était aussi programmé pour saisir certaines informations de base quand l'autobus était entraîné dans une décélération soudaine. L'enregistrement de tels événements se déclenchait automatiquement quand l'autobus décélérait à un taux de plus de 9,0 mi/h/s (14,5 km/h/s). Si l'autobus n'avait pas atteint ce taux de décélération, le module de commande du moteur n'aurait enregistré aucun événement. Pour les événements de décélération soudaine, le module de commande du moteur a saisi des données à des intervalles de 1 seconde durant 59 secondes avant l'événement, et durant 15 secondes après.

Dans l'événement enregistré, l'autobus a été arrêté 38 secondes avant le déclenchement de la décélération soudaine : l'état des freins était à « ON » (freins serrés) et le moteur tournait au ralenti (environ 700 tr/min). La charge du moteur était faible (à quelque 15 %) et la vitesse de l'autobus était de 0 mi/h (0 km/h). Voir le tableau 11 et l'annexe E sur l'événement de décélération soudaine enregistré au cours de l'événement à l'étude.

Tableau 11. Résumé des données du module de commande du moteur

Temps par rapport au déclenchement de la décélération (secondes)	Événement*
-41	L'état des freins** n'est plus à « ON ».
-39	L'accélérateur n'est pas à zéro.
-37	La vitesse du véhicule*** n'est pas à zéro.
-2	Le véhicule atteint une vitesse maximale de 42 mi/h (67,6 km/h).
-1	La charge du moteur et l'accélérateur tombent à 0 %.
0	Le véhicule ralentit de 7 mi/h (11 km/h), passant à 35 mi/h (56 km/h). Le régime moteur diminue de 246 tr/min, passant à 1004 tr/min. L'état des freins passe à « ON ».
+1	Le véhicule ralentit de 10 mi/h (16 km/h), passant à 25 mi/h (40 km/h). Le régime moteur tombe au ralenti, à 708 tr/min.
+2	Le véhicule ralentit de 20 mi/h (32 km/h), passant à 5 mi/h (8 km/h). Le régime moteur est juste sous le ralenti, à 659 tr/min. La charge du moteur monte en flèche, passant de 0 % à 20,3 %.
+3	Le véhicule ralentit de 3 mi/h (5 km/h), passant à 2 mi/h (3 km/h). Le régime moteur est bien inférieur au ralenti, à 285 tr/min. L'état des lampes passe à « ON » (allumées). La charge du moteur rechute à 0 %.
+4	La vitesse du véhicule est à zéro. Le régime moteur est presque arrêté (51 tr/min).

* L'événement de décélération soudaine s'est produit au temps approximatif de 0.

** L'état des freins est basé sur les capteurs de pression dans la conduite de freinage. Les capteurs de pression s'actionnent à une pression de 5 lb/po² +/- 1 lb/po², ce qui est égal à un angle de pédale de 8 degrés et au début de l'engagement des freins de base. Les 8 à 10 premiers degrés du mouvement de la pédale actionnent le ralentisseur de la boîte de vitesses.

*** Quoique le module de commande du moteur ne lise pas directement la vitesse de l'autobus, la boîte de vitesses lui communique la vitesse en bout d'arbre. La vitesse du véhicule est calculée d'après les assiettes du véhicule et la vitesse en bout d'arbre. Il peut y avoir de légères différences de l'ordre de ± 1 mi/h (1,6 km/h) entre la vitesse enregistrée et la vitesse réelle du véhicule.

Sur la base des données du module de commande du moteur, il a été établi que l'autobus avait parcouru une distance d'environ 488 m (1601 pieds) depuis un arrêt initial jusqu'à l'endroit où il a fini par s'immobiliser. La distance entre le passage à niveau et l'arrêt d'autobus à la station Fallowfield d'OC Transpo était d'environ 485 m (1591 pieds).

Le module de commande du moteur avait enregistré 31 défauts actifs qui se sont produits à des intervalles très rapprochés. Ces défauts étaient surtout liés à des problèmes de câblage pour l'alimentation électrique ou les communications. En raison de la nature des défauts, et comme elles se sont produites en très peu de temps, elles ont probablement été enregistrées à la suite des dommages subis par l'autobus au cours de l'impact.

Malgré leur utilité, les données du module de commande du moteur n'étaient pas suffisamment détaillées pour permettre une analyse approfondie.

1.31 Analyse du système de freinage

On a procédé à un examen exhaustif des dossiers du système de freinage du parc d'autobus ADL E500 d'OC Transpo qui a permis de faire les constatations suivantes :

- Il n'y avait aucune indication d'un problème systémique qui aurait compromis le fonctionnement sûr du système de freinage.
- Le jour de l'accident, le conducteur n'a signalé aucune anomalie pour l'autobus en cause.
- OC Transpo avait lancé une campagne de maintenance sur la lubrification des galets et des tiges des cames en S des freins afin d'en empêcher le grippage. Un tel grippage pouvait engendrer un méplat sur le galet ou une usure inégale sur la surface de la came. Si rien n'était fait, les freins pouvaient devenir bruyants et lents à se desserrer, sans toutefois avoir d'incidence sur leur aptitude au freinage. L'autobus en cause n'avait pas fait l'objet de la nouvelle campagne de lubrification.
- L'autobus ADL E500 avait subi une série de tests destinés à vérifier sa conformité à la norme 121 des NSVAC, Système de freinage à air comprimé. Ces tests comprenaient, entre autres, une mise à l'essai de la performance du frein de service, du frein de secours et du système à air comprimé. Le véhicule respectait ou dépassait tous les critères requis pour son exploitation au Canada.

1.31.1 Système de freinage de l'autobus ADL E500

Le système de frein à air comprend 3 circuits distincts :

1. le circuit du frein de service 1, qui serre les freins de l'essieu avant et de l'essieu traîné;
2. le circuit du frein de service 2, qui serre les freins de l'essieu moteur;
3. le circuit du frein de stationnement/de secours 3, qui serre les freins de stationnement/de secours sur les essieux moteur et auxiliaire.

Les circuits des freins de service 1 et 2 sont commandés simultanément par des modules distincts du robinet de la pédale de freinage.

Un compresseur d'air entraîné par moteur fournit l'air comprimé utilisé par le système de frein à air; cet air alimente 8 réservoirs. Les réservoirs du frein de service 1 et de l'essieu auxiliaire fournissent de l'air au circuit du frein de service 1. Le réservoir du frein de service 2 fournit de l'air au circuit du frein de service 2. Le réservoir du frein de stationnement /de secours 3 fournit de l'air au circuit de ces freins. Le système de freinage comprend un réservoir d'alimentation, un réservoir de purge, et un réservoir de secours. Le réservoir auxiliaire et de la suspension fournit de l'air à la suspension pneumatique, au système d'abaissement de la suspension, et aux fonctionnalités de la carrosserie, tel le fonctionnement des portes.

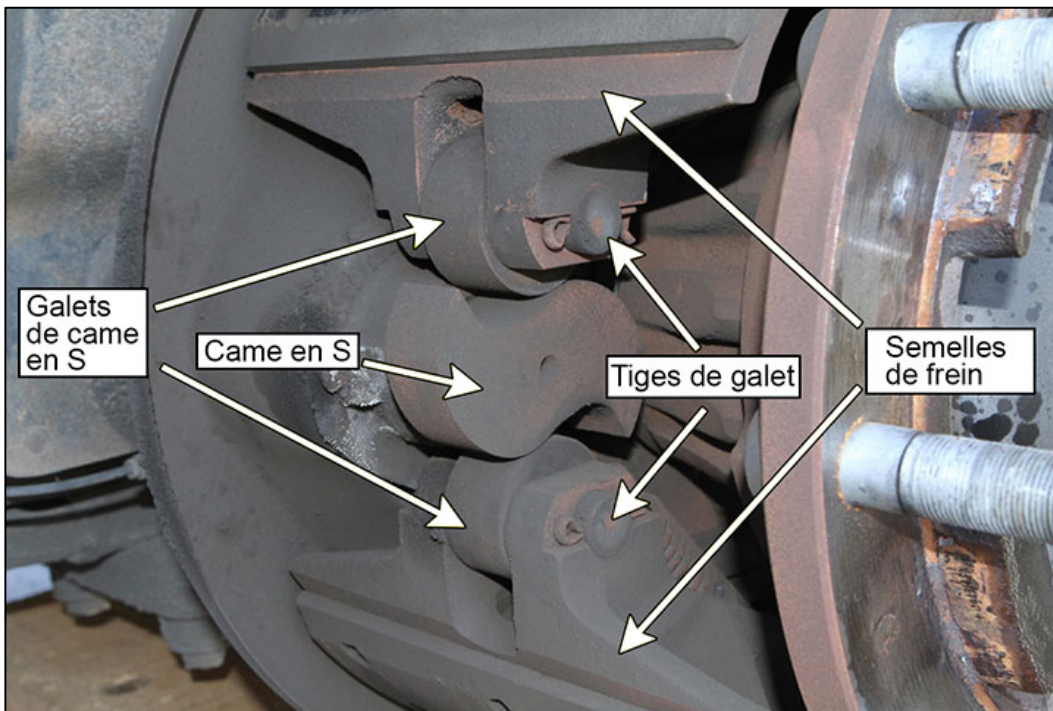
Une valve de protection à 4 voies alimente séparément chaque circuit en air comprimé et fait en sorte que toute défaillance en aval de l'un ou l'autre des 4 circuits entraîne son isolement. En cas de défaillance, la valve de protection à 4 voies détecte une diminution de la pression

et isole automatiquement le circuit défectueux tout en maintenant l'alimentation en air comprimé des autres circuits.

Les ensembles de freins des roues avant et arrière sont équipés de dispositifs de réglage automatique conçus pour maintenir un écart constant entre les garnitures de frein et le disque ou tambour de frein.

L'essieu avant est muni d'ensembles de freins à disque avec capteurs électriques de l'usure des plaquettes de frein et d'un système ABS avec ASR. Les freins avant sont serrés par des cylindres à membrane individuels. Les essieux moteur et auxiliaire comprennent des ensembles de freins à tambour à cames en S (figure 13).

Figure 13. Vue de l'ensemble de came en S avec tambour de frein enlevé



Le système de freins à came en S est couramment utilisé dans les systèmes de freins à air des camions lourds et des autobus. Quand on appuie sur la pédale de frein, la pression d'air dans le récepteur de freinage fait ressortir une tringle et met ainsi en mouvement le régleur de timonerie, action qui imprime un mouvement de rotation à l'arbre à cames du frein. Ce mouvement fait tourner la came en S (qui a la forme de la lettre « S »). La came en S éloigne de force les semelles de frein l'une de l'autre et les pousse contre l'intérieur du tambour de frein. Des galets installés sur les semelles de frein fournissent une surface de contact entre la came en S et la semelle. Une fois la pédale de frein relâchée, la came en S pivote vers l'arrière et un ressort éloigne les semelles de frein du tambour; les roues peuvent ainsi rouler librement.

Les ensembles de cames en S sont équipés d'un système ABS avec ASR et intègrent des cylindres doubles pour desservir les freins de stationnement / de secours. Les cylindres doubles sont dotés de modules de serrage avant et arrière. Le module de serrage avant

consiste en un récepteur de freinage à membrane individuel, alors que le module de serrage arrière est un cylindre contenant un puissant ressort hélicoïdal (maxi), que l'air introduit derrière la membrane maintient comprimé.

Quand la commande du frein de stationnement/de secours est à OFF (hors circuit), de l'air est fourni aux cylindres doubles pour comprimer le ressort et maintenir les freins desserrés. Quand la commande du frein de stationnement/de secours est à ON (en circuit), l'alimentation en air est coupée et la pression est évacuée pour permettre aux ressorts des cylindres doubles de serrer les freins. On peut aussi appliquer progressivement la commande du frein de stationnement / de secours pour modérer les forces exercées par les ressorts et permettre un arrêt graduel dans une situation d'urgence. Le serrage du frein de stationnement/de secours allume un pictogramme de frein de stationnement rouge sur l'écran d'affichage du conducteur.

Pour aider à la décélération et réduire l'usure des freins de service, un ralentisseur de boîte de vitesses est installé à la sortie de la boîte de vitesses. Le ralentisseur est automatiquement actionné quand on appuie sur la pédale de frein et demeure actif jusqu'à l'atteinte d'une vitesse de 2,5 à 3 km/h, le déclenchement du système ABS, ou la mise hors circuit du ralentisseur par le conducteur.

L'ensemble du robinet de la pédale de freinage à pied est situé à gauche de la pédale d'accélérateur; il comporte 2 orifices d'alimentation et 2 de refoulement. Un ensemble est destiné au circuit du frein de service 1 et l'autre, au circuit du frein de service 2. Il s'agit là d'une redondance intégrée; la défaillance d'un circuit ne nuira pas à l'autre. Le robinet de la pédale de freinage à pied agit sur le serrage des freins de service de l'autobus et sur le ralentisseur intégré à la boîte de vitesses. Une légère application des freins fait d'abord intervenir le ralentisseur, tandis qu'une pression accrue sur la pédale de frein applique à la fois le ralentisseur et les freins de service.

Le conducteur peut voir des pictogrammes d'avertissement d'application des freins et du système pneumatique sur 2 panneaux situés au poste de conduite. L'écran d'affichage du conducteur, situé au centre du tableau de bord, affiche les pictogrammes d'avertissement associés à des situations classées par niveaux de priorité de 1 à 6 :

1. les avertissements de priorité 1 indiquent un mauvais fonctionnement du système d'émission;
2. les avertissements de priorité 2 exigent une attention immédiate et sont accompagnés d'un pictogramme d'avertissement rouge « STOP » et d'un avertissement sonore;
3. les avertissements de priorité 3 correspondent à des erreurs et à des mises en garde que le conducteur doit prendre en considération;
4. les avertissements de priorité 4 portent sur certaines fonctions et sur des mises en garde de faible niveau;
5. les avertissements de priorité 5 sont associés à des mises en garde relevant du transport en commun ou à d'autres demandes pour le conducteur;
6. le niveau de priorité 6 correspond à de l'information ou à des avertissements permettant aux conducteurs de poursuivre leur route avec prudence.

Chaque fois qu'un avertissement de priorité 2 (STOP rouge) s'affiche, le conducteur a comme directive de se garer en bordure de la route et de couper le moteur aussitôt qu'il peut le faire sans danger. Dans l'événement à l'étude, il n'y a eu aucune tentative de se garer après le départ de la station Fallowfield d'OC Transpo, ce qui indique que l'avertissement n'a pas été affiché.

Le système de freinage de l'autobus ADL E500 comprend les autres caractéristiques à sécurité intrinsèque suivantes :

- Un avertissement sonore se fait entendre au démarrage du moteur et est maintenu jusqu'à ce que la pression d'air soit supérieure à 87 lb/po².
- Le frein de stationnement/de secours ne se desserre pas tant que la pression d'air dans les réservoirs des freins de service n'est pas supérieure à 87 lb/po².
- La valve de protection à 4 voies isole automatiquement un circuit défectueux, tout en maintenant l'alimentation en air comprimé des autres circuits.
- Il faut appuyer sur la pédale de frein avant de choisir le rapport de vitesse voulu. Le frein de stationnement/de secours doit être à la position ON pour que le système d'abaissement de la suspension fonctionne.
- Le frein de stationnement/de secours doit être à la position ON pour que la rampe de chargement fonctionne.
- Un système de verrouillage serre le frein de stationnement/de secours et neutralise l'accélérateur quand la commande de la porte est mise en marche.
- Si un conducteur quitte son siège sans serrer le frein de stationnement/de secours, un témoin lumineux clignote, un vibreur sonore retentit, et le système de verrouillage serre le frein de stationnement/de secours.

1.31.2 Examen du système de freinage

Un examen détaillé du système de freinage de l'autobus, ainsi que des observations sur les lieux, ont permis de constater ce qui suit :

- Au moment de l'accident, l'autobus ne présentait aucune anomalie de frein non corrigée.
- Le système comprenait un dispositif à sécurité intrinsèque qui isolait un circuit de frein défectueux et faisait en sorte de ne pas nuire aux autres circuits.
- Le frein de stationnement/de secours était verrouillé, ce qui est compatible avec une perte d'air catastrophique à l'intérieur du système de freinage.
- Il n'y avait pas sur la chaussée de longues marques de freinage jusqu'à l'autobus, ce à quoi on se serait attendu avec un système ABS en bon état de fonctionnement.
- On a procédé sur les lieux à un examen visuel et à une documentation photographique des pneus, des roues et des ensembles de freins. Même si aucun défaut évident n'a été constaté, on a remarqué des marques d'abrasion de 3 pouces de longueur sur la chaussée, sous la roue avant droite ainsi que sous les roues des essieux moteur et traîné. Les marques d'abrasion étaient probablement attribuables à une légère poussée vers l'arrière au cours de l'accident.

- Une abrasion du caoutchouc était évidente autour de la circonférence de chaque pneu, ce qui était compatible avec le fonctionnement du système ABS. On a relevé sur les pneus des essieux moteur et traîné des éraflures isolées liées à un dérapage vers l'arrière.
- Le galet supérieur droit de la came en S de la semelle de frein de l'essieu moteur était grippé sur la tige de galet. Il n'y avait pas de méplats visibles sur le galet et aucune usure n'a été observée sur la surface de la came en S. Une telle condition n'aurait pas nui à la capacité de serrage des freins.
- Un levier de verrouillage en plastique était endommagé et un ergot de verrouillage était brisé dans le mécanisme du levier de commande du frein de stationnement/de secours, ce qui semblait indiquer que le frein de stationnement/de secours se trouvait à ON au cours de l'impact. Il n'a pas été possible de déterminer si le frein de stationnement /de secours avait été réglé à ON ni à quel moment dans la séquence d'événements il l'aurait été. Il est possible que ces dommages soient attribuables à la collision. Cependant, le serrage du frein de secours n'aurait eu aucun effet sur le freinage, tant et aussi longtemps qu'il y avait une alimentation en air dans le circuit et que la pédale de frein était enfoncée.
- Avant l'accident, les composants mécaniques et pneumatiques du système de frein à air ne présentaient aucune défectuosité qui aurait nui au fonctionnement normal du système de freinage.
- Une fois les freins serrés, la décélération de l'autobus s'est faite dans les limites des critères de conception du système de freinage.

1.32 Analyse du freinage et détermination de la vitesse de l'autobus

Les exigences sur les distances d'arrêt, telles qu'elles s'appliquent à l'autobus en cause, sont définies dans les FMVSS de la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) des États-Unis. Ces exigences ont été adoptées par TC dans les NSVAC.

La distance d'arrêt prescrite par la norme de la NHTSA constitue l'exigence minimale de sécurité à laquelle doivent se conformer les véhicules de la même catégorie de poids. Un véhicule serait normalement conçu pour comporter une marge de sécurité suffisante supérieure à l'exigence minimale. La norme de la NHTSA définit les distances d'arrêt requises pour différentes vitesses. Ces distances d'arrêt s'appliquent aussi bien à un autobus chargé au maximum qu'à un autobus vide.

On a effectué une analyse du freinage pour déterminer le déroulement de l'événement, la distance de freinage, et l'effort de freinage appliqué à un autobus chargé au cours du scénario d'accident. L'analyse a incorporé des mesures et des observations prises ou faites sur les lieux immédiatement après l'accident ainsi que des calculs techniques détaillés pour un autobus chargé, basés sur les données du module de commande du moteur, le temps de réaction du système de freinage et les tableaux de performance des freins des essais de certification de l'autobus, et des essais du constructeur.

On a fait les observations et les calculs suivants :

- Selon les données du module de commande du moteur, le premier serrage des freins de l'autobus a eu lieu alors que l'autobus roulait à 42 mi/h (67,6 km/h), excédant la vitesse limite affichée qui était de 60 km/h (37,3 mi/h).
- La distance d'arrêt varie en fonction du carré de la vitesse initiale du véhicule. Ainsi, on a pu déterminer par interpolation que la distance d'arrêt requise pour la vitesse à laquelle l'autobus en cause roulait (42 mi/h ou 67,6 km/h) au moment du serrage des freins était de 137,0 pieds (41,8 m).
- La distance d'arrêt estimée de l'autobus sans qu'une collision survienne était de 117,8 pieds (35,9 m). Cette distance est bien inférieure à la distance d'arrêt exigée par la norme (137,0 pieds ou 41,8 m), ce qui indique que le système de freinage fonctionnait normalement.
- Au début du freinage, l'autobus se trouvait à 116,8 pieds (35,6 m) du point de collision.
- La vitesse de l'autobus se situait entre 4 et 4,8 mi/h (6,4 et 7,7 km/h) au moment de la collision initiale avec le train. Après l'impact initial, l'autobus s'est déplacé sur une distance supplémentaire de 4,3 pieds (1,3 m) vers l'avant.
- Les données de certification ont révélé que la décélération était constante tout au long de chacun des essais de certification. Selon les données du module de commande du moteur, la décélération de l'autobus en cause a été progressive, ce qui indique que les freins n'ont pas été serrés à fond dès le début.
- Si les freins avaient été serrés à fond dès le début du freinage, et si on suppose une décélération constante de 0,6 g¹⁰⁹, qui est la valeur minimale précisée par le constructeur pour la décélération, la distance d'arrêt de l'autobus aurait été de 112,5 pieds (34,1 m) selon les calculs.
- Les données fournies par le constructeur indiquaient que le système de freinage était conçu pour produire une décélération maximale variant de 0,6 g à 1,0 g. Pour la gamme de vitesses allant en décroissant de 25 mi/h à 5 mi/h, le module de commande du moteur a enregistré une décélération réelle de 0,91 g.
- Si un effort de freinage maximal avait été appliqué dès le début et qu'il avait produit une décélération de 0,91 g, la distance d'arrêt calculée aurait été réduite encore davantage, à 101,1 pieds (30,8 m).

Afin de comprendre l'incidence que la vitesse a pu avoir, on a effectué d'autres calculs basés sur la vitesse limite affichée de 60 km/h (37,3 mi/h), qui ont donné les résultats suivants :

- La distance d'arrêt d'un autobus roulant à la vitesse limite affichée (60 km/h), tous les autres facteurs demeurant les mêmes, aurait été de 96,8 pieds (29,5 m), soit 20 pieds (6,1 m) avant le point de collision.
- Une augmentation de 7,6 km/h par rapport à la vitesse limite affichée accroît de 21 pieds la distance d'arrêt nécessaire pour immobiliser un autobus.

¹⁰⁹ La valeur minimale de décélération prescrite par le constructeur est de 0,6 g (1 g étant égal à une accélération/décélération de 32,1 pi/s² ou 9,8 m/s²).

1.33 Évaluation par le BST de la résistance à l'impact d'un autobus

La résistance à l'impact d'un véhicule désigne les caractéristiques de conception qui protègent les occupants contre les blessures ou la mort au cours d'une collision¹¹⁰. Les principes fondamentaux de la résistance à l'impact sont souvent décrits au moyen de l'acronyme CREEP :

- contenant (Container)
- dispositifs de retenue (Restraints)
- gestion de l'énergie (Energy management)
- environnement (Environment)
- facteurs après impact (Post-crash factors)

Dans l'événement à l'étude, les facteurs liés à l'environnement et les facteurs après impact n'ont joué aucun rôle quant aux chances de survie puisque les occupants n'ont pas été exposés au feu, à la fumée, à l'eau ou à des produits chimiques pouvant causer des blessures (notamment brûlures, noyade, asphyxie). L'évaluation de la résistance à l'impact dans l'événement à l'étude a donc porté sur les 3 autres facteurs : le contenant, les dispositifs de retenue et la gestion de l'énergie.

1.33.1 Contenant

Le contenant, ou habitacle, est la partie d'un véhicule qui peut être occupée. C'est le facteur le plus critique de la résistance à l'impact, puisqu'un contenant robuste et fermé devrait être maintenu autour des occupants pour créer un espace de survie. La défaillance du contenant se traduit en général par une réduction de l'espace de survie imputable à un écrasement. Elle peut aussi entraîner la perte d'une cellule protectrice pour les occupants ou d'une structure de soutien pour le système de retenue. Dans l'événement à l'étude, par suite des dommages subis par la structure au cours de l'accident, l'autobus ne fournissait plus aux occupants de la partie avant une cellule protectrice intacte.

Une autre fonction du contenant est d'empêcher que des objets extérieurs pénètrent dans l'espace occupé. Dans l'événement en cause, la collision s'est produite en terrain découvert, et le train a pénétré la structure de l'autobus.

Au cours de la collision, la partie supérieure de l'escalier a été endommagée, mais est demeurée fonctionnelle, et les passagers de l'étage ont pu l'utiliser pour évacuer le véhicule. Il y avait des sorties de secours, mais elles n'ont pas été utilisées; la porte de sortie latérale ayant été ouverte de force, les passagers ont pu s'en servir pour sortir.

¹¹⁰ D. F. Shanahan, « Basic Principles of Crashworthiness », Research and Technology Organisation, Human Factors and Medicine, série de conférences sur les aspects pathologiques et la biodynamique connexe dans les enquêtes sur les accidents d'aéronefs, Königsbrück, Allemagne, 2-3 novembre 2004, publié sous la référence RTO-EN-HFM-113.

1.33.2 *Dispositifs de retenue*

Une structure intacte assure la protection de base au cours d'un accident. Cependant, les occupants peuvent tout de même être blessés par suite d'un contact violent avec des surfaces ou des objets dommageables présents dans leur environnement. Il est possible de se servir d'un système de retenue, constitué de la ceinture de sécurité, de la structure du siège et de leurs ancrages respectifs pour empêcher les occupants et les objets de se heurter à l'intérieur du véhicule. Toute défaillance d'un élément du système de retenue peut entraîner une blessure.

Dans l'événement à l'étude, le seul occupant qui était tenu d'avoir un système de retenue était le conducteur de l'autobus. Les sièges passagers n'étaient pas pourvus de ceintures de sécurité, et la réglementation fédérale n'en exigeait pas.

Au cours de l'accident, le siège et l'ensemble de la cabine du conducteur ont été séparés de leur structure de soutien. Les 2 premières rangées de sièges (4 sièges) du côté gauche à l'étage ont été séparées de l'autobus avec leur structure de soutien sur le plancher. Les sièges du côté droit de l'autobus sont restés intacts. Une barre de retenue de fenêtre à l'avant s'est détachée de l'autobus au cours de l'impact.

1.33.3 *Gestion de l'énergie*

Les chances de survie dépendent aussi de l'efficacité avec laquelle la gravité de l'impact est atténuée par les caractéristiques d'absorption d'énergie du véhicule, puis éloignée des occupants. Dans l'événement à l'étude, bien que la dislocation de la structure avant de l'autobus ait permis d'absorber une certaine partie de l'énergie d'impact, les occupants n'en ont pas bénéficié, puisqu'elle a aussi entraîné la perte de leur cellule protectrice. La dislocation de la partie avant de l'autobus démontre que la protection offerte par la structure de l'autobus ADL E500 n'était pas suffisante compte tenu des charges importantes en cause dans l'accident.

Quand des véhicules entrent en collision, le transfert de la quantité de mouvement d'un véhicule à l'autre produit une impulsion¹¹¹. Ce phénomène peut entraîner un changement dans la vitesse et la direction des véhicules ou leur causer des dommages d'impact.

Durant une collision, les véhicules perdent aussi de l'énergie cinétique¹¹² puisqu'une partie de l'énergie est consommée par le frottement, la déformation et la rupture qui se produisent quand les véhicules entrent en contact l'un avec l'autre. Un véhicule plus lourd dispose d'une quantité de mouvement plus grande et a besoin de plus d'énergie pour ralentir qu'un véhicule plus léger. Pour une force d'impact donnée, un véhicule plus léger connaîtra une décélération plus grande qu'un véhicule plus lourd.

¹¹¹ Une impulsion est une force exercée sur un objet durant un certain temps.

¹¹² L'énergie cinétique (E_k) est l'énergie d'un objet en raison de son mouvement. Elle détermine l'effort qu'un objet en mouvement peut exercer s'il en heurte un autre. L'énergie cinétique s'exprime par la formule $E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$, où « m » désigne la masse et « v » la vitesse de l'objet.

Le tableau 12 résume les paramètres de collision pour l'autobus et le train en cause. La quantité de mouvement et l'énergie cinétique du train étaient respectivement de 2 ou 3 ordres de grandeur plus élevés que celles de l'autobus.

Tableau 12. Quantité de mouvement et énergie cinétique de l'autobus et du train

Véhicule	Masse (kg)	Vitesse		Quantité de mouvement (kg·m/s)	Énergie cinétique (J)
		mi/h	km/h		
Autobus	24 000*	5	8	53 000	59 000
Train	283 636 (312 tonnes)	43	69,2	5 452 000	52 403 000
		15	24,1	1 902 000	6 377 000

* En se fondant sur un calcul arrondi du poids nominal brut du véhicule (PNBV) d'un autobus rempli à capacité avec passagers debout.

Le tableau permet de constater que, même si l'on réduit la vitesse du train à 15 mi/h et que tous les autres paramètres demeurent les mêmes, sa quantité de mouvement et son énergie cinétique ne sont pas moins de plusieurs ordres de grandeur plus élevés que celles de l'autobus.

1.33.4 Autres observations sur la résistance à l'impact

Voici les observations qui ont été faites sur la résistance à l'impact de l'autobus :

- Le coin avant gauche de l'autobus, qui raccorde la paroi latérale gauche et les armatures avant, s'est disloqué en entrant en collision avec le côté du capot court de la locomotive VIA 915. Cette collision initiale a créé, à cet endroit sur la locomotive, une bosselure verticale qui s'étendait depuis une hauteur correspondant au sommet de l'armature avant inférieure de l'autobus jusqu'à la hauteur du sommet du montant de coin avant gauche. L'intégrité structurelle du devant de l'autobus a été compromise de sorte qu'elle ne fournissait plus une cellule protectrice intacte aux occupants situés dans la partie avant de l'autobus.
- En raison de l'angle de l'autobus par rapport au train au moment de la collision, la charge d'impact initiale s'est concentrée sur la structure du coin avant gauche de l'autobus plutôt que de se répartir sur toute la largeur de la structure avant.
- Le châssis bas de l'autobus, qui était à quelque 17 pouces (43 cm) au-dessus du niveau du sol, s'est retrouvé sous la partie inférieure de la jupe derrière le chasse-pierres de la locomotive VIA 915, et n'a pas été en cause dans la collision initiale avec la locomotive. La charge d'impact initiale s'est dispersée dans les composants structurels moins robustes de l'autobus situés au-dessus du châssis.
- Il a été estimé que l'autobus s'est déplacé d'environ 1,3 m (4,3 pieds) entre l'impact initial et l'arrêt final. Au cours de cette phase de la collision, l'avant de l'autobus a continué d'interagir avec le côté du train. Cette interaction a engendré une force importante qui tirait la structure de l'autobus vers la gauche, dans la direction du déplacement du train, jusqu'à en détacher la paroi latérale gauche et la faire plier vers l'arrière de l'autobus.

- La force excessive qui exerçait une traction dans la direction du déplacement du train a arraché la charpente du plancher des 2 étages de l'autobus. L'arrachement de la structure de l'autobus a fini par entraîner l'éjection hors de l'autobus du conducteur, de son poste de conduite et de son siège, ainsi que de 8 passagers et de 4 sièges passagers à l'étage.
- La structure avant de l'autobus affichait des niveaux modestes de compression longitudinale et de déformation plastique flagrante. Ceci indique qu'il n'a pas fallu une grande énergie d'impact pour disloquer la structure avant de l'autobus. La structure avant n'était pas conçue pour assurer une protection contre l'impact, et la réglementation fédérale n'exige pas de protection contre l'impact frontal.
- Une structure avant et des spécifications techniques plus robustes de gestion de l'énergie par suite d'un accident auraient peut-être réduit les dommages à l'autobus et empêcher la perte d'une cellule protectrice pour les occupants. Cependant, les NSVAC ne renferment aucune exigence relative à la protection contre l'impact frontal et latéral, les tonneaux ou l'écrasement pour les véhicules d'un PNBV de plus de 11 793 kg (26 000 livres), ce qui comprend la plupart des autobus de transport en commun. Les autobus dans cette catégorie de poids peuvent présenter des caractéristiques structurelles diverses et différentes.
- Quand l'autobus a freiné subitement et est entré en collision avec le train, la décélération soudaine a probablement provoqué un mouvement incontrôlé chez les occupants en raison de leur inertie.

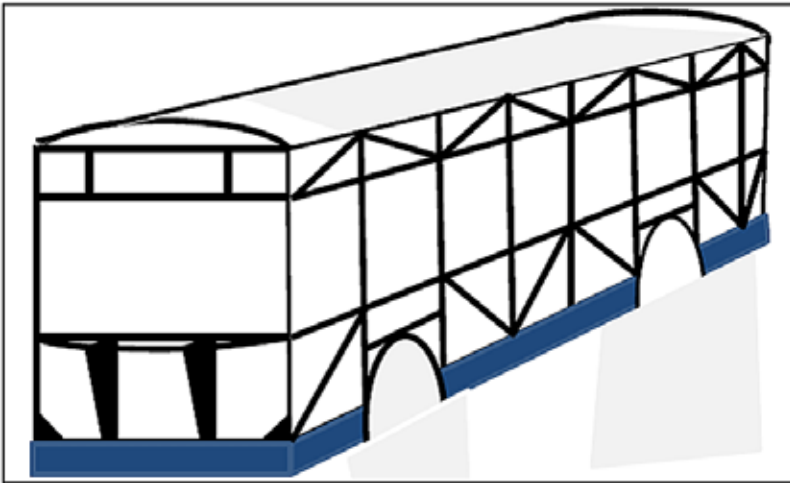
1.33.5 *Évaluation par le BST de la résistance à l'impact d'un autobus à 1 étage de transport en commun*

OC Transpo exploite un parc d'autobus classiques à 1 étage sur les mêmes circuits que les autobus ADL E500 à 2 étages. Les caractéristiques structurelles d'autres autobus typiques à 1 étage ont fait l'objet d'un examen visuel aux fins de comparaison. L'armature avant des autobus à 1 étage examinés était faite de poutrelles d'acier soudées et renforcées aux joints par des goussets¹¹³. Dans certains cas, les parois latérales formaient un treillis¹¹⁴, également constitué de poutrelles d'acier soudées. La figure 14 est une représentation schématique simplifiée de ce type de structure de carrosserie.

¹¹³ Les goussets sont des plaques d'acier triangulaires utilisées pour renforcer les joints entre les pièces d'une structure.

¹¹⁴ Un treillis est constitué de barres droites généralement jointes selon une configuration triangulaire en raison de la stabilité qu'une telle structure assure de par sa forme et conception.

Figure 14. Schéma simplifié de la structure d'un autobus à 1 étage



Les autobus à 1 étage d'OC Transpo sont dotés de pare-chocs qui satisfont à l'exigence de l'American Public Transportation Association (APTA) pour les impacts à 5 mi/h sans dommages. Certains modèles d'autobus à 1 étage ont été soumis à des essais pour vérifier leur conformité à l'exigence sur les impacts latéraux à 25 mi/h.

Ces essais ont permis de faire les observations suivantes :

- Les caractéristiques techniques générales de la structure de l'autobus à 1 étage utilisé pour la comparaison sont différentes de celles de l'ADL E500. Cela laisse croire que la structure de l'autobus à 1 étage pourrait se comporter différemment si elle était soumise à la même charge d'impact que celle de l'événement.
- Dans l'événement à l'étude, 4 des passagers qui ont subi des blessures mortelles étaient assis dans la première rangée à l'étage de l'autobus ADL E500, endroit où la structure a été compromise au cours de l'accident.
- En l'absence d'étage supérieur sur l'autobus à 1 étage et vu l'exigence pour les passagers debout de se tenir derrière le poste de conduite du conducteur, il est moins probable que les passagers auraient été exposés dans la partie de l'autobus qui a été compromise par la collision. Bien qu'un plus grand nombre de passagers debout risquent de se blesser en cas de freinage brusque, ils pourraient être moins nombreux à perdre la vie.

1.34 Étude ergonomique du poste de conduite de l'autobus ADL E500

Une évaluation ergonomique a porté sur la conception du poste de conduite. L'évaluation a comporté un examen des documents du constructeur, une consultation avec des conducteurs d'autobus et employés de maintenance d'OC Transpo, ainsi que les observations faites lors d'interactions des conducteurs avec les commandes de l'autobus et les dispositifs de bord. Comme le parc d'autobus d'OC Transpo comprend 4 modèles d'autobus et que les conducteurs peuvent être affectés à la conduite de n'importe lequel d'entre eux, l'évaluation a comporté des observations faites sur tous les modèles d'autobus. Chaque conducteur participant a pris place dans le siège du conducteur de chacun des 4 modèles d'autobus et a accompli 8 tâches distinctes :

1. s'asseoir dans sa position de conduite habituelle et boucler sa ceinture de sécurité;
2. tendre le bras pour atteindre l'interrupteur d'allumage;
3. enfoncer la pédale de frein en déplaçant le pied de la pédale d'accélérateur;
4. tendre le bras pour atteindre la commande du frein de secours;
5. regarder l'écran de l'enseigne de destination;
6. regarder l'écran vidéo (autobus ADL E500 seulement);
7. tendre la main vers la radio de l'autobus et se saisir du combiné;
8. regarder l'écran du boîtier de contrôle du système de transport en commun.

Les participants ont discuté des difficultés ou de l'inconfort qu'ils ont perçus et éprouvés dans l'accomplissement de ces tâches, et comparé leur expérience de conduite sur les divers modèles d'autobus. L'annexe F résume les résultats de cette évaluation.

L'ergonomie du poste de conduite peut avoir une incidence sur le comportement et le rendement du conducteur pendant que l'autobus est en mouvement. Les éléments ergonomiques ci-après ont été examinés :

- adaptation et capacité de réglage;
- visibilité depuis le siège du conducteur;
- accessibilité et utilisation des commandes par le conducteur;
- emplacement et utilisation des affichages de bord.

1.34.1 Adaptation et capacité de réglage

Pour tenir compte de la taille et de la corpulence des individus, les composants du poste de conduite devraient être conçus de manière à être réglables le plus possible. Le déplacement du siège du conducteur de l'avant à l'arrière, la hauteur du siège et l'inclinaison du dossier étaient entièrement réglables, et ces réglages pouvaient se faire pendant que le véhicule était en mouvement. Il était également possible de régler l'inclinaison et l'angle du volant ainsi que la hauteur de la colonne de direction, mais seulement quand l'autobus était à l'arrêt, son frein de stationnement serré et la boîte de vitesses au point mort. Les documents d'aménagement des postes de conduite d'ADL indiquaient que toutes les commandes étaient réglables de manière à s'adapter à toutes les facettes de l'anthropométrie du conducteur. La taille des conducteurs masculins qui ont participé à cette étude variait de 170 cm (5 pieds 8 pouces) à 191 cm (6 pieds 3 pouces), ce qui représente environ de 25 % à 95 % de la taille moyenne des hommes nord-américains de 45 ans de race blanche.

L'ajustement de la ceinture de sécurité, que le conducteur est tenu de porter en tout temps aux termes de la loi quand l'autobus est en mouvement, a été évalué et on a constaté qu'elle s'ajustait assez bien. Cependant, certains conducteurs ne la portaient pas toujours, parce qu'ils éprouvaient un certain inconfort à cause de la pression qu'elle exerçait à la longue sur leur torse et leur abdomen.

Selon l'anthropométrie de chaque conducteur, la hauteur des yeux en position assise variait considérablement. En position assise, la hauteur des yeux et autres variables

anthropométriques, comme la longueur des jambes et des bras, avaient une incidence sur la distance à laquelle un conducteur se plaçait par rapport aux commandes et aux écrans d'affichage de son véhicule. Par exemple, en position assise dans l'autobus ADL E500, la hauteur des yeux de 2 conducteurs de la même taille (170 cm, ou 5 pieds 8 pouces) était la même (122 cm/48 pouces), mais ces conducteurs se plaçaient à des distances différentes du tableau de bord (81 cm/32 pouces comparativement à 88 cm/34,5 pouces). En conséquence, la distance entre le point oculaire du conducteur et l'écran vidéo et l'écran de l'enseigne de destination (ces 2 derniers se trouvant devant le conducteur et au-dessus de sa ligne de vision) étaient différentes pour chaque conducteur. Cette différence dans la distance de visionnement a un impact sur l'angle oculaire du conducteur pour regarder les affichages au-dessus du poste de conduite.

1.34.2 Visibilité depuis le siège du conducteur

La visibilité d'un conducteur aux passages à niveau peut être réduite en raison des caractéristiques du véhicule routier lui-même, tels les montants de la fenêtre avant, le rétroviseur intérieur et les rétroviseurs latéraux. Cela est particulièrement vrai dans le cas des véhicules plus gros, tels les camions lourds et les autobus, qui sont couramment équipés de rétroviseurs saillants et d'autres équipements qui occupent une partie importante du champ visuel du conducteur.

Au passage à niveau en cause, les montants A et B sur le côté gauche (ouest) de l'autobus ADL E500 obstruaient partiellement la vue d'un conducteur vers le passage à niveau à partir d'une distance d'environ 740 pieds (225 m) jusqu'à une distance d'environ 402 pieds (122,5 m) au sud de la ligne d'arrêt du passage à niveau (voie direction nord du Transitway). De même, les montants sur le côté droit (est) et la structure de la porte avant obstruaient partiellement la vue qu'avait un conducteur d'un train en approche depuis l'est.

Au cours de la reconstitution par le BST, le rétroviseur intérieur au centre a été abaissé le plus possible et une bicyclette pour homme a été fixée sur le porte-vélo à l'avant. La reconstitution a démontré que ces objets n'auraient pas obstrué la vue d'un conducteur en direction d'un train qui approchait depuis l'est du passage à niveau.

1.34.3 Accessibilité et utilisation des commandes par un conducteur

Pour évaluer si les commandes essentielles à la sécurité dans les divers modèles d'autobus étaient faciles à utiliser et accessibles depuis le siège du conducteur, on a examiné l'utilisation de l'interrupteur d'allumage, de la pédale de frein et du frein de secours.

1.34.3.1 Interrupteur d'allumage

L'emplacement et le modèle d'interrupteur d'allumage variaient d'un modèle d'autobus à l'autre :

- L'allumage sur l'autobus ADL E500 était commandé par un bouton-poussoir vert situé à la droite du volant.
- Sur l'autobus Orion VII Hybrid, il s'agissait d'un bouton-poussoir situé à la gauche du volant sur un panneau adjacent à la fenêtre.

- Sur l'autobus New Flyer, c'était un interrupteur à bascule situé à la gauche du volant sur un panneau adjacent à la fenêtre.

1.34.3.2 *Pédales d'accélérateur et de frein*

D'un point de vue structurel, la configuration des pédales d'accélérateur et de frein sur l'autobus ADL E500 ne différait pas beaucoup de celle des autres modèles d'autobus. Mis à part les pédales de l'autobus Orion VII Hybrid qui ne comportaient pas d'appui pour le talon, elles se ressemblaient en fonction de leur forme, taille, hauteur par rapport au plancher, angle, espacement entre elles et distance par rapport au siège du conducteur dans tous les modèles d'autobus. Sur le plan fonctionnel, les conducteurs ont signalé ne pas avoir remarqué de différences appréciables entre les modèles d'autobus quant à l'effort nécessaire pour enfoncer les pédales.

1.34.3.3 *Frein de secours*

Dans tous les modèles, le frein de secours peut être utilisé pour stationner un autobus. Cependant, sur l'ADL E500, le conducteur peut aussi s'en servir comme frein de service en cas de panne des freins de service. Cette fonctionnalité est différente des autres modèles d'autobus d'OC Transpo en ce sens que le conducteur peut aussi serrer progressivement le frein de stationnement / de secours de l'ADL E500 au moyen de l'air provenant d'un réservoir distinct. Les conducteurs ne comprenaient pas tous la fonctionnalité du frein de stationnement/de secours de l'ADL E500. Sur cet autobus, le frein de secours s'actionne par un levier situé à la gauche du volant, sur un panneau adjacent à la fenêtre. Sur l'autobus New Flyer, modèle Invero D40i, de 40 pieds de longueur, et sur l'autobus Orion VII Hybrid de la même longueur, le frein de secours s'actionne par un bouton situé aussi à la gauche du volant, sur un panneau adjacent à la fenêtre. Sur l'autobus articulé New Flyer de 60 pieds de longueur, le bouton du frein de secours est situé au plancher, à la gauche du siège du conducteur.

1.34.4 *Emplacement et utilisation des affichages de bord*

À l'intérieur du poste de conduite, tous les autobus d'OC Transpo étaient équipés d'un écran de l'enseigne de destination et d'un écran de boîtier de contrôle du système de transport en commun. Le poste de conduite de l'ADL E500 comprenait un autre écran vidéo et un écran vidéo similaire installé au bas de l'escalier. Les sections ci-après décrivent les dimensions, l'emplacement et l'utilisation de ces éléments à bord des autobus d'OC Transpo.

1.34.4.1 *Écran vidéo*

L'écran vidéo à l'intérieur du poste de conduite d'un autobus ADL E500 était placé sur le côté gauche d'un panneau avant au-dessus du siège du conducteur (photo 17). L'emplacement et l'angle de l'écran n'étaient pas réglables, les images n'étaient pas enregistrées, il n'y avait aucun son, et le conducteur ne pouvait pas l'éteindre ni modifier les angles de vue des caméras.

L'écran vidéo mesurait 6 pouces (15 cm) de largeur sur 3 ¼ pouces (10 cm) de hauteur. La fenêtre de l'écran était divisée en 4 affichages mesurant chacun 3 pouces (7,5 cm) de largeur

sur 1 $\frac{7}{8}$ pouce (5 cm) de hauteur. Chaque affichage présentait une vue prise à partir de 1 des 4 caméras vidéo de bord. En raison de l'emplacement de l'écran, un conducteur devait lever les yeux à un angle important (c.-à-d. de 30 à 40 degrés par rapport à l'horizontale), et comme l'écran se situait à environ 56 cm (22 pouces) du point oculaire du conducteur, l'image lui paraissait très petite (photo 18).

Le champ de vision de l'être humain est large. Il s'étend à 90 degrés vers la gauche et vers la droite (en périphérie) et à environ 55 degrés au-dessus de l'horizontale et 70 degrés sous l'horizontale. Cependant, dans ce champ étendu, la vision claire et précise est circonscrite à une zone restreinte, un cône elliptique d'environ 2 à 3 degrés directement devant la personne. À l'extérieur de ce cône, l'acuité visuelle diminue rapidement¹¹⁵. Lorsqu'ils regardent les images affichées sur un écran situé à un angle important vers le haut, les conducteurs ne peuvent faire usage de leur vision périphérique et de sa sensibilité aux changements et aux mouvements¹¹⁶.

Photo 17. Poste de conduite de l'autobus ADL E500



Photo 18. Vue de l'écran vidéo depuis le poste de conduite (en haut à gauche)



Sur tous les autobus ADL E500 d'OC Transpo, les 4 affichages de la fenêtre divisée présentaient les vues standard suivantes :

- l'image gauche inférieure montrait les portes latérales;
- l'image gauche supérieure, l'escalier;
- l'image droite inférieure, l'étage;
- l'image droite supérieure, l'arrière extérieur de l'autobus.

Quand la marche arrière était sélectionnée, l'écran vidéo n'affichait rien durant 1 ou 2 secondes, puis présentait en plein écran une vue de l'arrière extérieur avec des flèches de guidage pour aider le conducteur dans ses manœuvres de marche arrière. Les conducteurs

¹¹⁵ American Association of State Highway and Transportation Officials, *Highway Safety Manual*, 1^{re} édition, 2010.

¹¹⁶ M. Wittman, M. Kiss, et al., « Effects of display position of a visual in-vehicle task on simulated driving », *Applied Ergonomics*, volume 37, numéro 2, mars 2006, p. 187-199.

d'OC Transpo étaient tenus de se faire guider par une autre personne quand ils faisaient marche arrière.

L'affichage standard de l'écran vidéo avait été sélectionné à la suite des commentaires faits par les conducteurs à OC Transpo. En avril 2013, OC Transpo avait tenu une séance d'information à l'intention de ses conducteurs et sollicité leurs commentaires sur le parc d'autobus ADL E500. Une liste de problèmes avait été dressée, et bon nombre d'entre eux ajoutés à une « liste de priorités » pour être étudiés par le comité consultatif technique sur les autobus (CCTA)¹¹⁷ qu'OC Transpo avait convoqué précédemment. Les conducteurs avaient suggéré que l'écran vidéo n'affiche que 3 vues (soit l'escalier, la porte latérale et l'étage) plutôt que 4, de manière à mieux voir les images.

Les protocoles de vidéosurveillance en usage chez d'autres sociétés de transport en commun qui exploitent des autobus à 2 étages d'ADL au Canada ont aussi fait l'objet d'un examen. Ces protocoles varient d'un bout à l'autre du pays et il n'y a aucune stratégie cohérente globale visant à réduire au minimum le risque de distraction chez les conducteurs (annexe G).

1.34.4.2 Écran vidéo installé au bas de l'escalier à bord de l'ADL E500

Les autobus ADL E500 du parc d'OC Transpo sont également équipés d'un second écran vidéo qui est installé au bas de l'escalier, face aux passagers. Cet écran aide les passagers à voir s'il y a des sièges libres à l'étage. L'écran est de la même taille que celui du poste de conduite, mais il est divisé en 2 affichages :

- un qui présente une vue de l'avant vers l'arrière de l'étage;
- un qui présente une vue de l'arrière vers l'avant.

Bien que cet écran puisse donner des informations utiles sur l'étage pour certains passagers, compte tenu de la petite taille des images, il est tout de même difficile de voir s'il y a des sièges libres, surtout si les passagers utilisent l'escalier lorsque l'autobus est en mouvement.

1.34.4.3 Écran de l'enseigne de destination

Les conducteurs utilisaient l'écran de destination pour programmer l'enseigne de destination à l'avant de l'autobus. Ainsi, cet écran n'était généralement utilisé que lorsque l'autobus était à l'arrêt (p. ex. au début ou à la fin d'un parcours).

À l'intérieur du poste de conduite d'un ADL E500, et comme c'est le cas pour l'écran à fenêtre divisée, l'écran de l'enseigne de destination était placé sur un panneau au-dessus du conducteur. Pour le regarder, un conducteur devait lever les yeux à un angle important qui variait de 15 à 30 degrés par rapport à l'horizontale. Contrairement à l'écran à fenêtre

¹¹⁷ Le comité consultatif technique sur les autobus est un comité conjoint formé de conducteurs, mécaniciens, représentants syndicaux, ingénieurs de véhicule et gestionnaires dont la mission est d'examiner les caractéristiques et spécifications des véhicules et de suggérer des améliorations.

divisée, toutefois, l'écran de l'enseigne de destination était placé au centre du panneau au-dessus du poste de conduite. L'emplacement et l'angle de cet écran n'étaient pas réglables.

Sur les 3 autres modèles d'autobus, le modèle et l'emplacement de l'écran de l'enseigne de destination variaient. Cependant, tous ces écrans remplissaient la même fonction et chacun était placé sur un panneau au-dessus du poste de conduite.

1.34.4.4 Écran du boîtier de contrôle du système de transport en commun

L'écran du boîtier de contrôle du système de transport en commun fournissait

- un accès en temps réel à l'horaire;
- de l'information sur le circuit et le trafic;
- des données sur la ponctualité;
- des messages à l'intention ou provenant des répartiteurs d'OC Transpo.

Le boîtier de contrôle du système de transport en commun se servait de données du GPS pour afficher à l'intention des conducteurs des cartes des circuits, la position de l'autobus et une barre de fidélité à l'horaire (ponctualité). L'écran du boîtier de contrôle du système de transport en commun mesurait environ 11 pouces de largeur sur 8 pouces de hauteur (28 cm sur 20 cm). L'affichage à l'intérieur de l'écran mesurait 8 ³/₄ pouces de largeur sur 5 ³/₈ pouces de hauteur (20 cm sur 14 cm). Dans tous les modèles d'autobus, l'écran du boîtier de contrôle du système de transport en commun était situé à la droite du volant à la hauteur du tableau de bord (photo 19). Cet emplacement était légèrement réglable et l'angle horizontal de l'écran pouvait être modifié selon le point oculaire en position assise, l'angle de visionnement, et la préférence personnelle du conducteur.

Les fonctions d'entrée du boîtier de contrôle du système de transport en commun étaient verrouillées et inaccessibles au conducteur quand l'autobus se déplaçait à plus de 16 km/h (10 mi/h). À cette vitesse, une carte s'affichait automatiquement. Cependant, les commandes d'entrée liées aux fonctionnalités de la carte, telles que le zoom, l'affichage du circuit et les déviations possibles, le panoramique, l'indicateur de vitesse, les directions détaillées et la barre de fidélité à l'horaire demeuraient actives aux vitesses supérieures à 16 km/h (photo 20).

Photo 19. Emplacement de l'écran du boîtier de contrôle du système de transport en commun



Photo 20. Affichage du boîtier de contrôle du système de transport en commun



1.35 Lignes directrices des États-Unis sur la distraction des conducteurs relatives aux appareils électroniques de bord

En Amérique du Nord, il n'existe actuellement aucune réglementation fédérale sur la sécurité des véhicules automobiles relativement aux systèmes d'information et de communication équipant le matériel d'origine. TC encourage les constructeurs de véhicules et les fabricants de dispositifs électroniques à concevoir des appareils propices à la conduite sécuritaire et à suivre les lignes directrices et pratiques exemplaires actuelles en matière de sécurité.

Dans le cadre de l'entente conjointe du Conseil de coopération Canada-États-Unis en matière de réglementation, les 2 pays se sont engagés à travailler ensemble sur les questions de sécurité automobile, y compris la distraction¹¹⁸. En 2013, les États-Unis ont annoncé des lignes directrices sur la distraction des conducteurs à adopter sur une base volontaire¹¹⁹, qui étaient conçues pour inciter les constructeurs automobiles à renoncer aux systèmes de bord qui exigent la saisie manuelle de données pendant que le véhicule est en mouvement ou qui nécessitent des coups d'œil déraisonnablement longs qui détournent l'attention de la scène visuelle devant.

¹¹⁸ P. Burns, « Nouvelles technologies, nouveaux enjeux (Emerging technologies, emerging issues) », Conférence internationale sur la distraction au volant, Toronto, Canada, 1^{er} mars 2012, disponible à l'adresse : <http://www.distracteddriving.ca/presentations/EmergingTechnology-SpeakerBurns.pdf> (dernière consultation le 28 septembre 2015).

¹¹⁹ National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), *Visual-Manual NHTSA Driver Distraction Guidelines for In-Vehicle Electronic Devices*, Federal Register, volume 78, numéro 81, 26 avril 2013, disponible à l'adresse : http://www.distraction.gov/downloads/pdfs/11302a-Distraction_Guidelines_Final_Notice_010815_v1_tag.pdf (dernière consultation le 28 septembre 2015).

Les lignes directrices sur la distraction des conducteurs ne s'appliquent qu'aux véhicules de promenade légers. Cependant, dans ses commentaires sur les lignes directrices proposées, le National Transportation Safety Board (NTSB) des États-Unis a fourni des descriptions narratives détaillées de plusieurs collisions graves liées à la distraction et qui mettaient en cause des véhicules lourds. Au nombre de ces accidents figuraient une collision mettant en cause un camion lourd et une autre mettant en cause un autocar. Dans ces 2 accidents, les conducteurs avaient été distraits par l'utilisation de leur téléphone cellulaire au moment de la collision. Le NTSB a fait le commentaire suivant :

[traduction]

Compte tenu de la quantité de gros véhicules commerciaux mis en cause dans l'ensemble des collisions et les taux d'accidents mortels, et vu la disponibilité et l'usage croissants de registres électroniques, de GPS et d'autres systèmes pouvant être source de distraction dans ces véhicules, le NTSB encourage la NHTSA, en collaboration avec la Federal Motor Carrier Safety Administration, à surveiller l'introduction de technologies installées en usine et après-vente dans les camions moyens, les camions lourds et les autobus, y compris les autocars, et à effectuer les recherches appropriées sur cette question¹²⁰.

Même si la NHTSA a convenu avec le NTSB qu'il était important de s'attaquer à la distraction des conducteurs de véhicules lourds, elle a répondu que des recherches s'imposaient avant de pouvoir formuler des recommandations en la matière. La NHTSA a noté que rien n'empêche les constructeurs de véhicules lourds de suivre, s'ils les jugent utiles, les principes et les lignes directrices établis¹²¹.

Les lignes directrices sur la distraction des conducteurs recommandaient spécifiquement de désactiver ou de rendre inaccessibles certaines fonctionnalités des systèmes de bord, à moins que le véhicule ne soit arrêté avec son levier des vitesses à P (Park [stationnement]). Parmi les activités jugées nuisibles à l'aptitude d'un conducteur à conduire son véhicule en toute sécurité, mentionnons :

- afficher et visionner une vidéo non liée à la conduite,
- afficher et visionner des images graphiques ou photographiques non vidéo.

Les lignes directrices sur la distraction des conducteurs recommandaient également de placer l'affichage actif d'un dispositif aussi près que possible de la ligne de vision avant du conducteur, à un angle maximal de visionnement vers le bas de 30 degrés mesuré à partir du point oculaire du conducteur en position assise jusqu'au centre géométrique de chaque affichage. Aucune recommandation n'a été faite relativement à un angle de visionnement vers le haut.

¹²⁰ Ibid., p. 24845.

¹²¹ Ibid., p. 24846.

1.36 *American Public Transportation Association*

L'APTA est une association de l'industrie en Amérique du Nord qui, entre autres, élabore des normes, partage les pratiques exemplaires et procède à des examens par les pairs au sein de ses membres. Les membres de l'APTA sont des organismes publics œuvrant dans le domaine des services voyageurs par autobus, du transport adapté, des trains sur rail légers, des trains de banlieue, des métros, des navettes maritimes, et des trains à grande vitesse. OC Transpo est membre de l'APTA.

1.36.1 *Lignes directrices de l'American Public Transportation Association sur la résistance à l'impact des autobus*

L'APTA a élaboré des lignes directrices relatives à l'acquisition d'autobus de transport en commun pour aider les organismes de ce secteur d'activité à préparer des contrats qui contiennent toutes les dispositions nécessaires et incorporent les meilleures pratiques disponibles. Les lignes directrices de l'APTA comprennent des exigences de résistance à l'impact qui vont au-delà des NSVAC du Canada et des FMVSS des États-Unis. La réglementation fédérale n'exige pas la conformité aux lignes directrices plus rigoureuses de l'APTA. L'annexe H résume les principales exigences de résistance à l'impact que renferment les lignes directrices de l'APTA visant les autobus de transport en commun.

Les lignes directrices de l'APTA couvrent notamment les aspects suivants :

- La spécification technique (TS) TS 23.2 exige qu'un autobus soit conçu de manière à ce que, en cas de tonneaux ou d'impact latéral, sa structure soit suffisamment robuste pour maintenir un espace de survie, seules de petites déformations permanentes étant admissibles.
- La TS 70.1 exige l'installation de pare-chocs protégeant l'avant et l'arrière de l'autobus contre l'impact. La TS 70.1 recommande d'installer un pare-chocs à l'avant de sorte que son sommet se trouve à 27 pouces (68,58 cm) \pm 2 pouces (5,08 cm) au-dessus du sol.
- La TS 70.2 stipule qu'aucune partie de l'autobus (sans charge), y compris le pare-chocs, ne doit être endommagée si l'autobus percute une barrière fixe, plane et perpendiculaire à la ligne médiane longitudinale de l'autobus, à une vitesse de 5 mi/h. Le pare-chocs doit reprendre sa forme initiale dans les 10 minutes qui suivent l'impact.
- Afin de réduire au minimum le risque de blessures aux occupants, les spécifications techniques comportent aussi des exigences de résistance statique et dynamique pour les sièges passagers et les poignées de dossiers de siège.

1.36.2 *Lignes directrices de l'American Public Transportation Association sur la conduite inattentive*

En 2009, après avoir reconnu que la conduite inattentive chez les conducteurs de transport en commun peut constituer un grave problème de sécurité publique, l'APTA a publié 2 pratiques recommandées qui décrivent des stratégies visant à réduire au minimum la distraction des conducteurs :

- La pratique APTA-BTS-BS-RP-005-09, intitulée *Reducing Driver-Controlled Distractions While Operating a Vehicle on Agency Time*¹²², recommandait que les sociétés de transport en commun :
 - sensibilisent leurs employés aux problèmes de distraction des conducteurs qui se posent dans l'ensemble de l'industrie;
 - élaborent des programmes de formation intégrant une formation sur la distraction des conducteurs;
 - s'assurent que les politiques et procédures comprennent des mesures d'application et des mesures disciplinaires;
 - analysent les données pour déterminer l'efficacité des politiques et des programmes de formation de la société de transport.
- La pratique APTA-BTS-BS-RP-006-09, intitulée *Reducing Agency-Controlled Distractions While Operating a Vehicle on Agency Time*¹²³, recommandait que les sociétés de transport en commun :
 - élaborent des politiques, procédures et programmes de formation pour réduire les distractions;
 - limitent au minimum les communications avec les répartiteurs;
 - créent et appliquent des mesures disciplinaires en conformité avec les politiques et procédures de la société de transport;
 - créent un poste de conduite permettant de réduire au minimum les distractions.

1.36.3 Examen d'OC Transpo par les pairs de l'American Public Transportation Association

L'APTA fournit des services d'examen par les pairs pour les réseaux de transport en commun par l'entremise de sa filiale North American Transit Services Association (NATSA). Avant l'accident, en juillet 2013, la Commission de transport en commun d'Ottawa a approuvé le plan d'OC Transpo demandant à l'APTA de procéder à un examen par les pairs de l'état actuel de la sécurité du réseau et des stratégies et pratiques de sûreté.

L'examen par les pairs a été entrepris en mars 2014. Un groupe de 5 pairs de l'industrie a examiné les documents, effectué une tournée du réseau, et rencontré des membres pertinents du personnel d'OC Transpo. Malgré des résultats favorables dans l'ensemble, le groupe

¹²² American Public Transportation Association (APTA), *Reducing Driver-Controlled Distractions While Operating a Vehicle on Agency Time*, APTA Standards Development Program Recommended Practice, 31 décembre 2009, disponible à l'adresse : <http://www.apta.com/resources/standards/Documents/APTA-BTS-BS-RP-005-09.pdf> (dernière consultation le 28 septembre 2015).

¹²³ American Public Transportation Association (APTA), *Reducing Agency-Controlled Distractions While Operating a Vehicle on Agency Time*, APTA Standards Development Program Recommended Practice, 31 décembre 2009, disponible à l'adresse : <http://www.apta.com/resources/standards/Documents/APTA-BTS-BS-RP-006-09.pdf> (dernière consultation le 28 septembre 2015).

d'examen a suggéré qu'OC Transpo mette sur pied une Direction de la sécurité du réseau et peaufine les responsabilités de tous les membres du personnel en matière de sécurité. Plus précisément, le groupe d'examen a fait les observations suivantes :

- Un soutien de la haute direction de l'organisme est nécessaire pour assurer la réussite de la sécurité du réseau. Les éléments importants d'un programme de sécurité du réseau sont : un énoncé de politique de sécurité et un plan de programme de sécurité signé et approuvé par le directeur général ou le président-directeur général (PDG) de l'organisme, un chef de la Sécurité qui relève directement du PDG, et une culture de sécurité d'entreprise qui consiste notamment à faire rapport de l'information, à la partager et à en tirer des leçons¹²⁴.
- OC Transpo devrait partager les données Riskmaster sur les collisions avec son Service de la formation pour aider à déterminer les besoins de formation et les cours à donner à ses conducteurs¹²⁵.

1.37 *Gestion de la sécurité*

La gestion de la sécurité s'entend de l'aptitude d'une organisation à cerner les dangers liés à ses activités et à mettre en place des stratégies d'atténuation pour réduire les risques associés à ces dangers au niveau le plus bas qu'il est raisonnablement possible d'atteindre. En matière de sécurité, l'évaluation des risques est un processus qui

- cerne les dangers;
- analyse ou évalue le risque associé au danger cerné;
- détermine les moyens à prendre pour éliminer ou limiter le danger.

Une atténuation efficace des dangers exige

- une connaissance et une compétence dans le domaine en cours d'analyse;
- des processus pour aider à cerner les dangers;
- des moyens de trouver des mesures d'atténuation efficaces;
- des processus pour assurer le suivi des mesures d'atténuation et déterminer si d'autres mesures s'imposent.

Toutes les organisations exercent une certaine gestion de la sécurité. Dans certaines industries, le système de gestion de la sécurité (SGS) procure une approche méthodique de la gestion de la sécurité; il peut être exigé par la réglementation et soumis périodiquement à une vérification par l'organisme de réglementation ou autre tierce partie.

Aux termes du *Règlement sur les systèmes de gestion de la sécurité* de TC, toutes les compagnies de chemin de fer de compétence fédérale doivent mettre en œuvre et maintenir un SGS qui

¹²⁴ American Public Transportation Association, *Report of the American Public Transportation Association Peer Review Panel on the Safety and Security Programs of City of Ottawa Transit Services*, 27 mai 2014.

¹²⁵ Ibid., p. 15.

comporte des systèmes et procédures documentés pour surveiller le rendement en matière de sécurité. VIA a un SGS en place depuis 2001.

Les exploitants de transport en commun dans les municipalités canadiennes ne sont pas tenus d'avoir un SGS. Aux États-Unis, les sociétés de transport en commun sont soumises aux exigences suivantes en matière de sécurité :

- leur bureau de direction doit approuver le plan de programme de sécurité de l'organisme;
- leur chef de la Sécurité doit relever directement du PDG¹²⁶.

Au moment de l'accident, OC Transpo n'avait pas de SGS en bonne et due forme pour ses activités de transport en commun, et la réglementation ne l'y obligeait pas.

1.38 Aspects organisationnels à OC Transpo

Les aspects organisationnels examinés à OC Transpo comprenaient

- les distractions au volant sous le contrôle de l'entreprise;
- la surveillance du rendement des conducteurs;
- l'établissement des circuits;
- la ponctualité.

1.38.1 Distractions au volant sous le contrôle de l'entreprise

Les distractions au volant sous le contrôle de l'entreprise sont celles qui résultent de l'interaction du conducteur avec les facteurs suivants :

- matériel de communications de bord et affichages de la fidélité à l'horaire à bord du véhicule;
- conditions de travail, telles que l'ergonomie du poste de conduite et l'aptitude au travail;
- activités professionnelles, telles que les interactions avec les passagers, les protocoles de communication et l'application des règles.

Dans l'événement à l'étude, les sources de distraction sous le contrôle de l'entreprise étaient

- l'emplacement de l'écran à fenêtre divisée à l'intérieur du poste de conduite, qui se trouvait bien à l'extérieur de la ligne de vision du conducteur;
- la petite taille de l'image de l'étage sur l'écran vidéo;
- l'obligation pour les conducteurs de surveiller les passagers à l'étage pendant que l'autobus était en service;

¹²⁶ Department of Transportation des États-Unis, Federal Transit Administration, Advance notice of proposed rulemaking, docket number FTA-2013-0030, 3 octobre 2013, disponible à l'adresse : <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2013-10-03/pdf/2013-23921.pdf> (dernière consultation le 28 septembre 2015).

- l'obligation pour les conducteurs de faire des annonces pour informer les passagers qu'il était interdit de rester debout à l'étage pendant que l'autobus était en mouvement.

Dans le cadre d'une évaluation officielle du risque de distraction au volant pendant l'utilisation des écrans vidéo et des affichages de bord, il y aurait lieu de procéder à la compilation et à l'examen des recherches publiées ainsi que des normes et lignes directrices relatives au danger potentiel ainsi qu'à l'évaluation du risque connexe. Quoiqu'une évaluation officielle des risques puisse donner une vue d'ensemble d'une question, certains aspects opérationnels pourraient lui échapper. À l'opposé, un essai pilote pourrait révéler des aspects inhabituels de l'exploitation, sans pour autant couvrir tous les usages potentiels d'un dispositif ou d'une technologie dans un laps de temps limité. L'essai pilote ne constitue pas une méthode suffisante pour cerner les risques susceptibles d'entraîner des conséquences néfastes pour l'exploitation, comme des collisions sur la route.

En 2006, OC Transpo avait effectué un essai pilote sur un modèle précédent d'autobus à 2 étages d'ADL, puis un autre sur l'autobus ADL E500 en mai 2012, au moment de son entrée dans le parc d'autobus. Cependant, il n'y a pas eu d'évaluation officielle des risques associés à l'écran vidéo ou à l'écran du boîtier de contrôle du système de transport en commun avant leur introduction dans le parc d'autobus. Ce n'est qu'une fois les 75 autobus ADL E500 mis en service que les risques associés aux affichages et à leur utilisation ont été évalués.

Au moment de l'accident, OC Transpo

- n'était pas au courant des lignes directrices ni des pratiques recommandées de l'APTA sur la distraction au volant sous le contrôle de l'entreprise;
- n'avait aucune politique ni norme particulière au sujet des distractions potentielles liées à la conception du poste de conduite;
- ne comptait parmi ses employés aucune personne ayant les compétences nécessaires pour surveiller cet aspect de l'exploitation et de l'ergonomie.

Il est possible que la direction d'OC Transpo ait supposé que les dispositifs étaient sécuritaires puisqu'il s'agissait de produits disponibles sur le marché. Une recherche sur l'opinion publique indique que 49 % des Canadiens croient que les dispositifs d'information et de communication de bord sont mis à l'essai pour en assurer la conformité à la réglementation en matière de sécurité et de façon à s'assurer « qu'ils ne sont pas une source de distraction pour le conducteur moyen »¹²⁷.

¹²⁷ Transports Canada, *Stratégies visant à réduire la distraction des conducteurs causée par les dispositifs télématiques de bord : Rapport sur les consultations menées auprès de l'industrie et du public*, TP14409 F, septembre 2005, disponible à l'adresse : <https://www.tc.gc.ca/media/documents/securiteroutiere/tp14409f.pdf> (dernière consultation le 28 septembre 2015).

1.38.2 Surveillance du rendement des conducteurs

Des recherches démontrent que l'historique des accidents d'un conducteur, le nombre de contraventions routières qu'il cumule¹²⁸ et ses comportements dangereux au volant¹²⁹ sont autant d'indices de la possibilité qu'il soit mis en cause dans des accidents à l'avenir. Des déficits dans les processus cognitifs d'ordre supérieur, tels que la distraction, l'inattention, le jugement, le raisonnement et la perception du danger (ou du risque) sont perçus comme sous-tendant des comportements dangereux au volant¹³⁰. Une formation avancée et spécialisée des conducteurs qui traite de ces questions, entre autres, peut réduire quelque peu (de 5 % à 13 %) le risque de collision¹³¹.

Comme dans de nombreuses industries du transport, la surveillance du rendement des conducteurs est importante pour savoir s'ils accomplissent leurs tâches en toute sécurité, s'ils servent la clientèle adéquatement, et suivent les règles, politiques et procédures associées à leur travail.

Au moment de l'accident, OC Transpo comptait quelque 1600 conducteurs, supervisés par 10 chefs de section responsables chacun d'environ 160 conducteurs. Compte tenu du nombre de conducteurs d'autobus, il n'était pas possible de superviser chacun d'eux directement. Pour surveiller ses conducteurs, l'organisme avait recours à d'autres mesures du rendement moins directes, soit :

- nombre de plaintes des clients depuis le dernier examen;
- nombre de compliments des clients;
- examen du dossier provincial du conducteur;
- examen des accidents et incidents avec responsabilité (une fois tous les 18 mois).

C'est au Service de la formation d'OC Transpo qu'il incombe de procéder à l'examen périodique des dossiers des conducteurs obtenus par l'entremise du MTO. L'examen vise à vérifier que les conducteurs détiennent un permis de conduire commercial valide et à repérer ceux dont le permis de conduire a été débité de points d'inaptitude depuis le dernier examen.

Si l'examen périodique du dossier révèle qu'un conducteur a accumulé 6 points d'inaptitude ou plus depuis le dernier examen, le Service de la formation d'OC Transpo en informe le chef de section du conducteur. Si un conducteur accumulait 15 points d'inaptitude ou plus, tous au volant de véhicules de la Ville, son permis de conduire était automatiquement suspendu

¹²⁸ M.A. Gebers, California Department of Motor Vehicles, *An Inventory of California Driver Accident Risk Factors*, rapport numéro RSS-03-204, 2003.

¹²⁹ S. Blows, S. Ameratunga, et al., « Risky driving habits and motor vehicle driver injury », *Accident Analysis & Prevention*, volume 37, numéro 4, juillet 2005, p. 619-624.

¹³⁰ L. Jerome et A.U. Segal, « Prediction of problem driving risk in novice drivers in Ontario : Part II Outcome at two years », dans L. Dorn (éditeur) *Driver Behaviour and Training, Volume III, Human Factors in Road and Rail Transport*, Ashgate, Aldershot, mars 2008, p. 75-88.

¹³¹ S. Washington, R.J. Cole et S.B. Herbel, « European advanced driver training programs: Reasons for optimism », *IATSS Research*, volume 34, numéro 2, mars 2011, p. 72-79.

par le MTO pour une durée d'au moins 30 jours, et OC Transpo mettait fin à son emploi. Si le conducteur avait été débité de certains de ces points d'inaptitude alors qu'il était au volant d'un véhicule n'appartenant pas à la Ville, et que son permis de conduire était suspendu pour une période de moins de 18 mois, la convention collective prévoyait que le conducteur pouvait, le cas échéant, être affecté à un autre poste s'il satisfaisait à toutes les exigences du poste et avait toutes les compétences voulues.

Quand des chefs de section étaient mis au courant des points d'inaptitude d'un conducteur, ils avaient l'obligation de se pencher sur le comportement à leur origine et de demander à l'intéressé de participer à une rencontre pour discuter du comportement en question et des moyens possibles de l'améliorer. Cependant, une telle rencontre n'était pas obligatoire pour le conducteur. Même si un conducteur se présentait à la rencontre, il faisait rarement l'objet d'une réprimande ou d'une suspension. On a fait les constatations suivantes :

- OC Transpo n'a instauré aucun seuil de points d'inaptitude qui l'amènerait à donner aux conducteurs concernés une formation d'appoint ou supplémentaire.
- Certains chefs de section et membres du personnel de formation ne comprenaient pas très bien le système de points d'inaptitude du MTO ni les procédures connexes d'OC Transpo.
- OC Transpo ne se sert pas de l'information sur les points d'inaptitude dans les dossiers des conducteurs ni sur les comportements conduisant couramment à des infractions assorties de points d'inaptitude pour modifier la formation qu'il donne à ses conducteurs.

Le Service de l'exploitation du transport en commun d'OC Transpo tenait une base de données constituée de rapports d'accidents et d'incidents mettant en cause des conducteurs en service. L'information sur les collisions et les incidents était saisie dans la base de données sur les collisions du logiciel de gestion des risques Riskmaster. La section Gestion des risques de la Ville évaluait chaque incident comme étant soit évitable, évitable – mineur ou inévitable. Les chefs de section nommés dans le dossier d'employé du conducteur avaient accès à l'information consignée dans la base de données. Si un chef de section constatait une négligence ou une incompétence manifeste de la part du conducteur, le chef de section pouvait recommander des mesures disciplinaires à la haute direction, qui décidait des conséquences. Ces recommandations pouvaient comprendre, entre autres, des formations d'appoint, des examens de conduite, la soumission du cas à un médecin ou la prise de mesures dans le cadre du programme de mesures disciplinaires progressives d'OC Transpo. Le Service de la formation d'OC Transpo n'avait pas accès à Riskmaster, et l'information n'était pas versée au dossier de formation du conducteur.

1.38.3 Établissement des circuits

L'établissement des circuits de transport en commun est complexe. Pour concevoir des circuits efficaces, il faut avoir une connaissance approfondie des pratiques en la matière, ainsi que des politiques de la société de transport en commun, des normes de service et de l'environnement routier local. De nombreux systèmes modernes d'établissement de circuits sont informatisés. OC Transpo possédait son propre Service d'ordonnancement et se servait

d'un logiciel disponible sur le marché pour procéder à la planification et à l'établissement des circuits.

Le système d'établissement des circuits utilisait un certain nombre de données d'entrée pour générer le réseau de transport en commun le plus efficace possible. Une de ces entrées était constituée de données GPS des autobus qui avaient été enregistrées précédemment sur le circuit. Il se peut que certaines des données GPS aient pu comprendre des situations où le conducteur d'autobus avait dépassé la vitesse limite. OC Transpo recueillait aussi des commentaires de ses conducteurs par l'entremise de son système de demande d'amélioration du service (DAS). Si les conducteurs constataient régulièrement qu'ils ne pouvaient terminer un circuit dans le délai prévu, ou qu'ils manquaient de temps pour se rendre de la fin d'un circuit au début du circuit suivant, ils pouvaient soumettre une DAS au Service d'ordonnancement d'OC Transpo.

Il y avait 4 périodes d'affectation par année. La convention collective avec la Ville stipulait que les conducteurs devaient attendre au moins 10 jours dans une période d'affectation pour soumettre une DAS. La direction avait alors 21 jours pour étudier la demande et y répondre. Toute modification des circuits était apportée au début d'une période d'affectation subséquente. Vu la complexité du processus d'établissement des circuits, un délai important pouvait s'écouler avant qu'une modification soit apportée à un circuit. Bien que certaines modifications puissent être apportées dans les jours qui suivent, les modifications entraient généralement en vigueur dans un délai de 3 à 6 mois à partir de la date à laquelle le Service d'ordonnancement avait envoyé sa réponse au conducteur.

1.38.4 Ponctualité

La ponctualité est importante pour toutes les parties prenantes dans le transport en commun. OC Transpo considérait un autobus quittant un point d'arrêt avant le temps prévu de façon plus négative que s'il le quittait en retard. Il était plus probable que le contrôleur ou le chef de section contacte les conducteurs qui quittaient un point d'arrêt sur un circuit trop tôt que ceux qui arrivaient trop tard.

Les conducteurs peuvent également ressentir une certaine pression pour respecter les horaires en raison de plusieurs facteurs :

- La barre de fidélité à l'horaire sur l'écran du boîtier de contrôle du système de transport en commun était rouge si un conducteur devançait son horaire, jaune s'il était plus de 5 minutes en retard, et verte s'il était à l'heure (pas plus de 5 minutes de retard).
- Les passagers réagissent parfois de façon négative à l'égard des conducteurs en retard sur leur horaire. Les passagers s'attendent à arriver à destination dans les meilleurs délais, ce qui peut parfois exercer une pression sur un conducteur pour qu'il accélère pour répondre aux attentes des passagers.
- Rattraper du temps en cours de route peut aussi être très avantageux pour les conducteurs quand ils arrivent à la destination finale de leur parcours, où ils peuvent alors allonger leur pause et utiliser au maximum leur « temps de récupération » avant d'entreprendre le parcours suivant.

Il s'exerçait également des pressions moins directes et subjectives sur les conducteurs pour les inciter à respecter l'horaire. La convention collective avec la Ville exigeait un temps de récupération minimal garanti de 5 % entre les parcours pour veiller à ce que le parcours suivant débute à l'heure prévue. Même si les conducteurs n'avaient pas droit à une pause proprement dite au cours de leur journée de travail, ils pouvaient mettre à profit tout temps de récupération supplémentaire pour pourvoir à des besoins personnels, se rendre au début du prochain circuit ou retourner au garage à la fin d'un quart de travail.

1.39 Contrôles de la vitesse des autobus

À l'approche du passage à niveau, le Transitway avait une vitesse limite affichée de 60 km/h, qui passait à 90 km/h au nord du passage à niveau. Les dossiers de contrôle de la vitesse par OC Transpo ont été examinés. Le BST a aussi procédé à certains contrôles de la vitesse sur le Transitway. L'enquête a permis de déterminer qu'il n'était pas rare pour les conducteurs de dépasser la vitesse limite affichée sur le Transitway pour rattraper du temps.

1.39.1 Contrôles de la vitesse par OC Transpo

La conduite de véhicules sur le Transitway est régie par le règlement municipal 2007-268 de la ville d'Ottawa sur le transport en commun (adopté le 13 juin 2007). Le règlement renferme des dispositions régissant la vitesse.

Des constables spéciaux d'OC Transpo sont chargés de surveiller la vitesse des autobus sur le réseau du Transitway. Les délits de vitesse sont considérés comme des infractions au règlement et le permis de conduire du conducteur n'en fait pas état. En général, au sein d'OC Transpo, une vitesse consignée supérieure de 12 km/h à la vitesse limite affichée était considérée comme étant un excès de vitesse.

La surveillance de la vitesse des autobus a été exercée comme suit :

- Au cours des 2 années précédant l'accident (du 18 septembre 2011 au 17 septembre 2013), des constables spéciaux d'OC Transpo ont procédé à 6 occasions à des contrôles de vitesse. Bien qu'aucun dossier n'ait été tenu sur le nombre de contrôles effectués au cours de cette période, 53 autobus au total ont été enregistrés en délit de vitesse. Un suivi verbal n'a eu lieu qu'à 3 reprises.
- Entre le 3 février 2014 et le 13 février 2014, un contrôle de la vitesse a été effectué entre le Sportsplex de Nepean et la station Fallowfield d'OC Transpo. Il a été déterminé alors que 17 des 128 autobus contrôlés faisaient de la vitesse.
- Entre le 3 mars 2014 et le 31 juillet 2014, un autre contrôle de la vitesse a été effectué entre le Sportsplex de Nepean et la station Fallowfield d'OC Transpo. Aucun autobus n'a été pris en délit de vitesse.

Avant l'accident, aucun dossier ne fait état de constables spéciaux d'OC Transpo ayant donné des contraventions à des conducteurs d'autobus pour délits de vitesse en vertu du règlement municipal.

1.39.2 Contrôles de la vitesse

Des contrôles et des mesures d'application efficaces de la vitesse peuvent réduire les taux d'accidents qui entraînent des décès ou des blessures. En 1997, un programme de détection au laser de la vitesse mis en place à Melbourne (Australie) a réussi à réduire le nombre de collisions avec victimes sur les voies artérielles quand des activités de surveillance et d'application de la vitesse étaient menées à des niveaux d'activité allant de faible à moyen (c.-à-d. séances de moins de 1 heure généralement, pour une durée totale d'un maximum de 15 heures par site, par année)¹³².

En juin 2014, le BST a procédé à un certain nombre de relevés de vitesse sur le Transitway à partir d'un point situé près du passage à niveau¹³³. Le tableau 13 résume les résultats obtenus lors de ces relevés.

Tableau 13. Résultats des relevés de vitesse effectués sur le Transitway par le BST

Date (2014)	Nombre total de véhicules contrôlés	<=50 km/h	51-55 km/h	56-60 km/h	61-65 km/h	66-70 km/h	>70 km/h	Total >50 km/h	Véhicules dépassant la vitesse limite affichée
17 juin	73	58	10	2	2		1	15	21 %
18 juin	254	194	37	18	4	1		60	24 %
19 juin	152	105	31	10	3	3		47	31 %
25 juin	191	144	27	12	2	5	1	47	25 %
Nombre total de véhicules	670	501	105	42	11	9	2	169	25 %

À titre de référence supplémentaire, le tableau 14 indique la distance qu'un véhicule parcourt par seconde à diverses vitesses.

Tableau 14. Distance parcourue par un véhicule à diverses vitesses

Vitesse km/h (mi/h)	Distance parcourue en mètres par seconde	Distance parcourue en pieds par seconde
50,0 (31)	13,86	45,47
60,0 (37)	16,54	54,27
67,6 (42)	18,78	61,60

¹³² M. Fitzharris, K.R. Gelb, et al., « Evaluation of the effect of the deployment of hand-held laser speed detection devices in the Melbourne Metropolitan area », 1999 Research, Policing, Education Road Safety Conference: proceedings, volume one and two, University House, Canberra, Australie, 28-30 novembre 1999, p. 709-720.

¹³³ Les vitesses ont été surveillées pendant les heures de pointe sur une période de 4 jours, soit un total d'environ 17 heures.

Vitesse km/h (mi/h)	Distance parcourue en mètres par seconde	Distance parcourue en pieds par seconde
70,0 (43)	19,23	63,10
80,0 (50)	22,35	73,33

1.40 Temps enregistré qu'un autobus prend pour dégager un passage à niveau à partir d'un arrêt

On a examiné le temps qu'un autobus a pris pour franchir le passage à niveau du Transitway. Au cours de cet examen (effectué le 4 octobre 2013), la chaussée était sèche, la visibilité était bonne et la traction était considérée comme idéale. Voici les résultats obtenus (c.-à-d. temps écoulé depuis la ligne d'arrêt sur la voie direction nord du Transitway jusqu'à ce que l'arrière de l'autobus ait dégagé le passage à niveau) :

- autobus articulé chargé à 1 étage, de 60 pieds de longueur : 7,4 secondes
- autobus ADL E500 chargé à 2 étages, de 42 pieds de longueur : 7,0 secondes
- autobus chargé à 1 étage, de 40 pieds de longueur : 5,6 secondes.

1.41 Arrêt des autobus aux passages à niveau

En septembre 1988, OC Transpo a instauré une politique exigeant que tous les véhicules s'arrêtent à tous les passages à niveau, en toutes circonstances. Cette politique avait été adoptée à la suite de démarches faites par une commission scolaire locale invoquant la sécurité comme principal enjeu. L'ancienne ville de Nepean s'était opposée à la politique.

En février 1992, la politique a été abrogée à la suite de discussions entre OC Transpo et des représentants de TC. Un bulletin d'exploitation indiquait qu'un réajustement temporel de l'activité des signaux avait été normalisé, ce qui donnait à penser que la politique avait été adoptée par suite d'une synchronisation irrégulière des signaux aux passages à niveau munis de dispositifs de signalisation automatique.

OC Transpo dessert Ottawa ainsi que Gatineau (Québec). Le réseau de transport en commun de la ville de Gatineau fait de même à Ottawa. Les conducteurs des 2 sociétés de transport doivent être conscients de leurs actions et les adapter comme il se doit quand ils se déplacent d'un territoire à l'autre. Selon le *Code de la route de l'Ontario*, les autobus et autres véhicules publics sont tenus de s'arrêter aux passages à niveau qui ne sont pas munis de dispositifs de signalisation automatique, tandis que les autobus scolaires doivent s'arrêter à tous les passages à niveau, peu importe le type de protection en place. Le *Code de la sécurité routière* du Québec exige que les autobus, les minibus et les véhicules transportant des matières dangereuses s'arrêtent à tous les passages à niveau.

Les procédures d'exploitation d'OC Transpo respectaient toutes les exigences des codes de la route de l'Ontario et du Québec, et l'entreprise n'avait signalé aucun incident au sujet d'une erreur de la part d'un conducteur qui aurait découlé d'une différence dans les politiques. Les autobus d'OC Transpo en service à Ottawa n'étaient pas tenus de s'arrêter aux passages à

niveau munis de dispositifs de signalisation automatique quand ceux-ci n'étaient pas en marche.

1.41.1 Arrêt aux passages à niveau munis de dispositifs de signalisation automatique

En octobre 2013, la Ville a confié par contrat à MMM Group Limited (MMM) le mandat de mener une étude¹³⁴ sur les procédures d'OC Transpo relatives au franchissement des passages à niveau et les autres procédures en usage partout au Canada et aux États-Unis. L'étude comportait une revue de la documentation de recherche spécifique aux risques associés aux véhicules s'arrêtant à des passages à niveau munis de dispositifs de signalisation automatique quand ceux-ci n'étaient pas en marche. L'étude a révélé que l'information technique à ce sujet était limitée et portait surtout sur les autobus scolaires et les véhicules transportant des matières dangereuses.

L'étude faisait les constatations suivantes :

[traduction]

La réduction des accidents aux passages à niveau rail-route constitue depuis longtemps une source de préoccupation publique. Aucun autre type d'accident automobile ne présente un tel degré de gravité, ce qui fait de cette question un problème de sécurité de première importance. Le rapport entre le nombre de personnes tuées et blessées et le nombre d'accidents est 40 fois plus élevé pour les accidents aux passages à niveau que pour l'ensemble des accidents de véhicules routiers¹³⁵.

Les collisions entre un véhicule et un train ne sont qu'un élément des accidents qui se produisent aux passages à niveau. Environ 5 fois plus d'accidents de la route qui ne mettent pas en cause un train se produisent aux passages à niveau. Il s'agit notamment de collisions par l'arrière de véhicules arrêtés au passage à niveau, de collisions avec des dispositifs du passage à niveau et de collisions avec sortie de route par des conducteurs perdant la maîtrise de leur véhicule sur des passages à niveau raboteux ou gravement bosselés¹³⁶ ou tentant d'éviter une collision avec un véhicule arrêté au passage à niveau.

La FHA des États-Unis a publié en 1985 la recherche fondamentale nord-américaine se penchant sur la valeur d'exiger que certains types de véhicules (pas seulement les autobus) s'arrêtent aux passages à niveau munis de dispositifs de signalisation automatique quand ceux-ci ne sont pas en marche¹³⁷.

¹³⁴ MMM Group Limited, *Buses at Highway/Railway At-Grade Crossings, An assessment of risk associated with alternative bus crossing policies for at-grade highway/railway crossings*, préparé pour la ville d'Ottawa, 7 avril 2014.

¹³⁵ J. Glennon et P. Hill, *Roadway Safety and Tort Liability: Second Edition*, Lawyers & Judges Publishing Company, Inc., Tucson, Arizona, 1^{er} juin 2004, p. 256.

¹³⁶ Ibid., p. 257.

¹³⁷ Department of Transportation des États-Unis, Federal Highway Administration, *Consequences of Mandatory Stops at Railroad-highway Crossings*, rapport numéro FHWA/RD-86/014, décembre 1985.

L'étude de la FHA indiquait que le fait de ne pas obliger les véhicules à s'arrêter aux passages à niveau munis de dispositifs de signalisation automatique quand ceux-ci ne sont pas en marche se traduirait par une réduction annuelle nette de 2,6 %, 10,8 % et 17,4 % du nombre d'accidents mettant en cause des trains et, respectivement, des véhicules transportant des marchandises dangereuses, des autobus scolaires et des autobus voyageurs¹³⁸. Bien que les cas de trains ayant heurté un véhicule ait connu une baisse de 17,4 %, les accidents mettant en cause un train heurté par un véhicule ont accusé une légère augmentation de 3,3 %¹³⁹.

Le temps nécessaire pour franchir complètement et dégager un passage à niveau constitue une période d'exposition au risque de collision avec un train. Plus un véhicule occupe longtemps un passage à niveau, plus le risque de collision avec un train est grand. Des recherches indiquent que les périodes d'exposition sont plus longues quand les véhicules doivent s'arrêter avant de s'engager sur un passage à niveau et le dégager, et que les véhicules plus gros ont généralement des temps de dégagement plus longs.

1.41.2 Autres sociétés de transport en commun

L'étude de MMM comprenait un sondage auprès des sociétés de transport en commun partout au Canada pour déterminer quelles pratiques étaient en place à l'égard du franchissement des passages à niveau par leurs autobus. En Ontario, la Toronto Transit Commission (TTC), GO Transit, les services de transport en commun de la ville de Mississauga, de la région de Waterloo et de la région de York exigent que tous les autobus s'arrêtent aux passages à niveau, peu importe le type de protection en place.

Cependant, la réglementation provinciale et les politiques des sociétés de transport en commun sont différentes d'un bout à l'autre du pays. Alors que les autobus scolaires sont tenus de s'arrêter aux passages à niveau dans la plupart des territoires, certaines administrations routières n'exigent pas que les autobus de transport en commun s'arrêtent dans tous les cas (annexe I).

1.41.3 Avantages et désavantages de l'arrêt

L'étude de MMM décrivait certains des avantages à exiger que les autobus s'arrêtent aux passages à niveau munis de dispositifs de signalisation automatique quand ceux-ci ne sont pas en marche, notamment :

- Les procédures d'OC Transpo seraient compatibles avec celles du Québec et simplifieraient la conduite en éliminant la confusion possible et le potentiel d'erreur chez le conducteur du véhicule.
- Le processus de décision chez le conducteur d'autobus se trouverait simplifié, puisque la même procédure s'appliquerait à tous les passages à niveau.

¹³⁸ Ibid., p. 158.

¹³⁹ Ibid., p. 76.

L'étude de MMM décrivait aussi plusieurs désavantages à exiger que les autobus s'arrêtent aux passages à niveau munis de dispositifs de signalisation automatique quand ceux-ci ne sont pas en marche, notamment :

- Une augmentation des collisions entre véhicules automobiles aux passages à niveau en raison du plus grand nombre de conflits de circulation entre les autobus arrêtés ou roulant lentement et les véhicules routiers roulant plus rapidement.
- Les autobus de transport en commun et leurs passagers seraient exposés à un risque plus élevé de collision avec un train, puisque les autobus franchissant un passage à niveau après s'y être arrêtés prennent plus de temps pour le dégager que les véhicules qui s'y engagent sans avoir à s'arrêter.
- Une charge de travail accrue pour le conducteur d'autobus, généralement associée à un plus grand risque d'erreur de sa part.

Il y aurait des impacts négatifs sur la circulation routière et sur la capacité globale et l'utilisation optimale de la chaussée dans les environs du passage à niveau. Cette situation est attribuable à la perturbation de la circulation produite par les actions de freinage, d'évitement et de changement de voie de la part des autres véhicules réagissant à la présence d'un autobus qui décélère ou s'arrête lorsqu'il n'est pas nécessaire de le faire.

L'étude de MMM jugeait acceptable la politique d'OC Transpo de ne pas faire arrêter ses autobus aux passages à niveau munis de dispositifs de signalisation automatique quand ceux-ci ne sont pas en marche. De plus, l'étude recommandait qu'une protection par dispositifs de signalisation automatique comprenant des feux clignotants, des cloches et des barrières soit installée à tous les passages à niveau utilisés par les autobus d'OC Transpo.

L'étude ne traitait pas de la possibilité que les autobus d'OC Transpo ne s'arrêtent qu'à certains passages à niveau munis de dispositifs de signalisation automatique quand ceux-ci ne sont pas en marche. En outre, l'étude n'a pas discerné d'autres facteurs susceptibles d'avoir une incidence sur l'aptitude d'un autobus à franchir sans danger un passage à niveau, tels que la déclivité des approches, le type et l'état de la chaussée, et les conditions météorologiques du moment.

1.41.4 Autres accidents à des passages à niveau mettant en cause un autobus

Dans l'événement à l'étude, l'autobus a heurté le côté du train alors que les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau étaient en marche. Toutefois, il y a aussi eu des cas où un autobus s'est arrêté à un passage à niveau protégé, puis a roulé dans la trajectoire d'un train en approche (annexe J).

1.42 Autres incidents d'autobus d'OC Transpo à des passages à niveau

Entre le 18 septembre 2013 et décembre 2014, il y a eu 5 incidents au passage à niveau du Transitway et 3 à celui du chemin Fallowfield mettant en cause un autobus d'OC Transpo. Même s'il n'était pas exigé que ces incidents soient signalés au BST, celui-ci en a assuré le suivi dans le cadre de la présente enquête (annexe K).

En mai 2014, VIA a installé des caméras vidéo aux passages à niveau de l'avenue Woodroffe, du Transitway, et du chemin Fallowfield. En date de mai 2015, il y avait eu 5 rapports de barrières abaissées sur le toit de véhicules qui s'étaient arrêtés au-delà de la ligne d'arrêt sur la chaussée. Un des incidents mettait en cause un camion à ordures, tandis qu'un autre concernait un autobus ADL E500 d'OC Transpo.

1.42.1 Déclenchement à sécurité intrinsèque des dispositifs de signalisation automatique

La protection d'un passage à niveau par dispositifs de signalisation automatique est généralement très fiable. Toutefois, il arrive que les passages à niveau soient l'objet de déclenchements indésirables par suite de leur conception à sécurité intrinsèque ou d'autres facteurs. Au cours d'une période de 4 mois (commençant en janvier 2014), une série de déclenchements indésirables se sont produits à 6 passages à niveau de VIA dans le secteur de Barrhaven (tableau 15).

Tableau 15. Passages à niveau de Barrhaven

Point milliaire de la subdivision de Smiths Falls	Emplacement
3,28	avenue Woodroffe
3,30	Transitway
3,88	chemin Fallowfield
5,10	chemin Greenbank
5,73	chemin Jockvale
6,81	promenade Strandherd

Même s'il n'était pas exigé que ces incidents soient signalés au BST, dans le cadre de la présente enquête, le BST en a assuré le suivi et passé en revue un total de 20 appels de dérangement de dispositifs de signalisation automatique de passage à niveau qui se sont produits entre le 23 janvier 2014 et le 12 avril 2014 (annexe L).

Les événements en question semblent relever du dérangement individuel plutôt que d'une défaillance systématique. Des 20 appels de dérangement examinés,

- 7 ont été considérés comme un fonctionnement normal des dispositifs de signalisation automatique;
- 7 étaient liés à des problèmes techniques;
- 6 ont été inscrits dans la catégorie « autres facteurs ».

Les appels considérés comme un fonctionnement normal des dispositifs de signalisation automatique comprenaient une série de signalements selon lesquels les dispositifs de signalisation automatique ne fonctionnaient pas. Pour ces appels de dérangement, des vérifications subséquentes et un examen de l'historique de fonctionnement ont révélé que les dispositifs de signalisation automatique fonctionnaient comme prévu en raison des facteurs suivants :

- le circuit d'approche était occupé;

- les dispositifs de signalisation automatique étaient neutralisés en raison d'un entretien courant;
- une équipe de train n'avait pas suivi la bonne méthode pour déclencher la protection au passage à niveau.

Les problèmes techniques qui avaient fait passer les dispositifs de signalisation automatique à leur mode de sécurité intrinsèque et les avaient gardés en marche étaient imputables aux facteurs suivants :

- présence de givre sur les contacts des moteurs;
- accumulation d'eau salée dans le ballast, ce qui nuisait à la conductivité;
- vents violents qui ont provoqué le déplacement d'une barrière;
- perte de l'alimentation électrique des dispositifs de signalisation automatique;
- les dispositifs de signalisation automatique ont été déclenchés de nouveau après le passage d'un train. Les barrières ont commencé à descendre, pour ensuite remonter immédiatement. Cette situation, dont on a déterminé qu'elle était attribuable au bruit des roues produit par le train, a nécessité de réétalonner le circuit de détection pour régler le problème.

Les autres causes d'un déclenchement indésirable ont été

- des travaux de réfection sur la chaussée;
- une mauvaise synchronisation entre les dispositifs de signalisation automatique et les feux de circulation de la Ville;
- des problèmes mineurs de maintenance observés au cours d'une inspection qui n'ont pas nui à la performance des dispositifs de signalisation automatique;
- une barrière brisée par un impact provenant d'un véhicule;
- des tensions parasites¹⁴⁰ en provenance de lignes de transmission de la Ville ont fait passer les dispositifs de signalisation automatique à leur mode de sécurité intrinsèque.

VIA a mis en œuvre un plan de mesures correctives, en collaboration avec ses sous-traitants, pour régler les problèmes et réduire au minimum le risque que le problème survienne de nouveau.

1.43 Autres systèmes d'avertissement de passage à niveau

Il existe un certain nombre de systèmes d'avertissement de passage à niveau disponibles pour alerter les conducteurs de la présence de dangers imminents. Par exemple, des panneaux d'avertissement avancé avec feux clignotants, un éclairage du passage à niveau, des bandes rugueuses, ou une délinéation améliorée avec panneaux indicateurs

¹⁴⁰ Ce problème a été renvoyé pour examen et commentaires au fabricant (Siemens), à l'entrepreneur de maintenance (RailTerm) et à l'entrepreneur indépendant de génie civil (Hatch Mott MacDonald) afin qu'ils suggèrent des moyens possibles de réduire l'effet sur les dispositifs de signalisation automatique.

rétro réfléchissants se révèlent des moyens utiles aux endroits appropriés. Au fil des ans, la technologie s'est améliorée, et il existe sur le marché d'autres options de systèmes d'avertissement de passage à niveau. Les systèmes GPS parlants sont devenus très perfectionnés et pourraient être programmés pour alerter les conducteurs de la proximité d'un passage à niveau et du besoin de ralentir à son approche.

Des recherches sur les panneaux d'avertissement avancé avec feux clignotants indiquent qu'aux endroits où des feux clignotants jaunes étaient ajoutés à un panneau d'avertissement avancé légèrement agrandi et où les feux étaient déclenchés par un train en approche, les conducteurs se montraient beaucoup plus aptes à reconnaître les signaux et à ralentir. Les conducteurs ont tendance à ignorer les panneaux d'avertissement avancé avec feux clignotants qui ne sont pas reliés aux signaux d'un passage à niveau, parce qu'ils clignotent en permanence et n'indiquent pas nécessairement la présence d'un train en approche. Pour régler cette question, le nouveau *Règlement sur les passages à niveau* de TC ainsi que les normes connexes exigent maintenant que, d'ici 2021 :

67. (1) Un panneau Préparez-vous à arrêter à un passage à niveau doit être installé dans les cas suivants :
- [...]
- (b) au moins un ensemble de dispositifs lumineux avant du système d'avertissement n'est pas clairement visible dans les limites de la distance de visibilité d'arrêt d'au moins une des voies de l'abord routier [...]

Le panneau doit avoir des feux clignotants et être relié aux signaux du passage à niveau.

Après l'accident, la vitesse sur le Transitway à l'approche du passage à niveau a été réduite à 50 km/h. De plus, un feu clignotant d'avertissement avancé a été installé à l'intention des autobus se dirigeant vers le nord et approchant du virage. Cependant, le feu clignote en permanence et n'est pas relié aux dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau, comme le recommande le RTD 10.

D'autres technologies de détection des trains (GPS, radar, capteurs de roues basés sur le flux magnétique) peuvent être utilisées comme solutions de rechange peu coûteuses aux panneaux d'avertissement avec feux clignotants. Comme ces technologies ne reposent pas sur des circuits de voie, elles peuvent être installées, entretenues ou remplacées sans que cela n'entraîne des coûts importants ou n'ait une incidence pour l'exploitation ferroviaire. Cependant, l'usage de panneaux d'avertissement avec feux clignotants, bien que présentant un certain potentiel, n'est pas très répandu.

Plus récemment, diverses technologies d'évitement des collisions, dont la détection des angles morts, l'espacement entre les véhicules, le contrôle de la vitesse et le freinage d'urgence automatisé, ont été implantées par l'industrie automobile. La plupart de ces avancées se concentrent sur le trafic devant ou derrière le véhicule et ne sont pas suffisamment perfectionnées pour détecter un véhicule (train) approchant depuis le côté. Aucune des applications commerciales existantes ne comprend de système de détection et

d'intervention automatique en cas de risque de collision avec un train approchant depuis le côté.

Des systèmes d'adaptation automatique de la vitesse sont aussi en cours de développement. Il s'agit d'un système de bord qui compare les données sur la position du véhicule sur un réseau donné à la limite de vitesse en vigueur à l'endroit particulier. Le système d'adaptation automatique de la vitesse aide aux conducteurs à respecter les limites de vitesse partout sur le réseau. Les systèmes actuels sont fondés sur des limites de vitesse établies et peuvent aussi tenir compte de limites de vitesse propres à un lieu ou recommandées.

Les systèmes d'aide au freinage d'urgence sont conçus pour réduire la vitesse en cas de collision. Ils sont conçus pour augmenter la pression de freinage à des niveaux supérieurs à ceux de la pédale du conducteur et réduisent les distances d'arrêt. Cette technologie est déjà installée sur des automobiles et certains autobus. Les systèmes de freinage dynamique sont des systèmes d'aide au freinage d'urgence améliorés qui, en plus, détectent les obstacles à l'aide de capteurs pour optimiser le freinage.

Protran Technology a mis au point un système d'évitement des collisions conçu pour éviter les accidents aux passages à niveau. Il s'agit d'un système de détection des trains doté de communications sans fil et d'une liaison pour les notifications d'urgence. L'unité de détection pourrait être installée à une distance pouvant aller jusqu'à 2600 pieds du passage à niveau. Pour déclencher le système, chaque véhicule devrait être équipé de l'unité pour véhicule et chaque passage à niveau, d'une unité en voie de détection des trains. Quand l'unité en voie détecte la présence d'un train, elle envoie une notification à tous les véhicules dans les environs du passage à niveau qui sont équipés d'une unité pour véhicule. Après le passage du train, les unités se réarmeraient automatiquement.

Il n'existe aucun système pour détecter automatiquement un train en approche depuis le côté et arrêter le véhicule. La plupart des nouvelles technologies dépendent encore des conducteurs pour qu'ils réagissent de façon appropriée aux avertissements émis ou affichés.

1.44 Résumé statistique sur les accidents d'autobus

1.44.1 Accidents à des passages à niveau mettant en cause des autobus au Canada

Entre 2005 et 2014, il y a eu au Canada 8 accidents à des passages à niveau mettant en cause des autobus (des autobus de transport en commun dans 3 cas et des autobus scolaires dans les 5 autres)¹⁴¹. Aucun des autobus en cause n'était équipé d'un enregistreur d'événements spécialisé résistant à l'impact. Les NSVAC n'exigent pas que les véhicules commerciaux en service de banlieue soient équipés d'enregistreurs d'événements, mais rien n'empêche un exploitant d'installer dans tout son parc de véhicules des enregistreurs d'événements résistants à l'impact.

¹⁴¹ Événements ferroviaires R05S0032, R08T0111, R08T0340, R09T0010, R14T0081 et R14T0290, et rapports d'enquête ferroviaire R13W0083 et R13T0192 du BST.

1.44.2 *Collisions routières mettant en cause des autobus au Canada et aux États-Unis*

Les données suivantes sur les collisions de véhicules automobiles mettant en cause des autobus ont été signalées aux services de police du Canada¹⁴² et des États-Unis¹⁴³.

Au Canada, entre 2009 et 2013 inclusivement,

- En tout, 44 471 collisions de véhicules automobiles mettant en cause des autobus ont été signalées aux services de police¹⁴⁴.
- Un total de 158 collisions mettant en cause des autobus ont fait des morts.
- Un total de 9958 collisions mettant en cause des autobus ont fait des blessés.
- En 2013 :
 - il y a eu des morts dans 38 collisions avec des autobus. De ces 38 collisions, 13 mettaient en cause des autobus de transport en commun et 6, des autobus scolaires.

Aux États-Unis, entre 2009 et 2013 inclusivement,

- En tout, 287 243 collisions de véhicules automobiles mettant en cause des autobus ont été signalées aux services de police¹⁴⁵.
- Un total de 1250 collisions mettant en cause des autobus ont fait des morts.
- Un total de 65 000 collisions mettant en cause des autobus ont fait des blessés.
- En 2013 :
 - il y a eu des morts dans 280 collisions avec des autobus. De ces 280 collisions, 81 mettaient en cause des autobus de transport en commun et 114, des autobus scolaires.

1.45 *Enquête du National Transportation Safety Board sur les accidents routiers mettant en cause des autobus*

1.45.1 *Rapport d'enquête routière spéciale du National Transportation Safety Board*

Dans une lettre qu'il adressait à la NHTSA¹⁴⁶, le NTSB faisait part des constatations de son enquête spéciale¹⁴⁷ qui avait porté sur les questions liées à la résistance à l'impact des

¹⁴² Données, obtenues sur demande, tirées de la Base nationale de données sur les collisions de Transports Canada.

¹⁴³ Données extraites du Large Truck and Bus Crash Facts 2013 de la Federal Motor Carrier Safety Administration du Department of Transportation des États-Unis, disponible à l'adresse : https://www.fmcsa.dot.gov/sites/fmcsa.dot.gov/files/docs/Large-Truck-and-Bus-Crash-Facts-2013_0.pdf (dernière consultation le 28 septembre 2015).

¹⁴⁴ Ce chiffre comprend les autobus scolaires, les autobus scolaires de plus petite taille, les autobus de transport en commun urbain, les autobus de service interurbain, et les autobus de service non spécifié.

¹⁴⁵ Tout véhicule motorisé conçu principalement pour le transport d'au moins 9 personnes, y compris le conducteur.

autobus et évalué les normes FMVSS régissant la conception des autobus. Le NTSB était préoccupé par la possibilité que les passagers des autobus ne soient pas suffisamment protégés lors de collisions. L'enquête a déterminé que, malgré l'existence dans les FMVSS de normes pour les gros autobus scolaires relatives aux sièges, à la protection contre les collisions et à la résistance des joints de carrosserie, il n'existait pas de normes similaires pour les autres types de gros autobus, tels que les autocars et les autobus de transport en commun.

En plus de la résistance à l'impact des autobus, l'enquête du NTSB s'est penchée sur les problèmes de collecte de données, qui entravaient l'étude efficace des accidents, et sur le besoin d'équiper les véhicules d'un EDR de bord pour faciliter la collecte de données. Les EDR sont d'usage courant dans plus de 100 territoires aux États-Unis pour la gestion des parcs d'autobus scolaires. Des études européennes¹⁴⁸ et américaines¹⁴⁹ ont permis de constater que l'utilisation d'EDR avait un effet positif sur la sécurité d'exploitation des parcs de véhicules.

Dans un cas, la société Laidlaw Incorporated (Laidlaw)¹⁵⁰, alarmée par les taux d'accidents relativement élevés dans un parc d'autobus scolaires à Bridgeport (Connecticut), a étudié l'effet sur la sécurité de l'installation d'EDR pour la gestion du parc de véhicules¹⁵¹. L'étude consistait à équiper d'EDR, 65 des 150 autobus scolaires (43 %) du parc de Bridgeport. Au cours de l'étude, la société a surveillé les excès de vitesse, et les conducteurs dont plus de 25 % du parcours (en milles) se faisait à des vitesses dépassant un seuil établi étaient tenus de participer à des séances d'orientation. Au terme de la période d'essai, les autobus sans EDR étaient en cause dans 72 % des accidents du parc. Par la suite, la société a installé des EDR dans le reste de son parc d'autobus de Bridgeport. Après une année, Laidlaw a modifié son programme de formation après avoir relevé d'autres facteurs en lien avec la formation des conducteurs qui contribuaient à des accidents.

La présence d'EDR dans de nombreux parcs d'autobus montre que certains territoires profitent déjà des avantages que ces appareils peuvent procurer. Grâce à des années d'expérience acquise avec les enregistreurs d'événements dans les modes de transport aérien, ferroviaire et maritime, le NTSB, le BST et l'industrie des transports en ont beaucoup

¹⁴⁶ Lettre de recommandation de sécurité du National Transportation Safety Board à la National Highway Traffic Safety Administration des États-Unis en date du 2 novembre 1999.

¹⁴⁷ National Transportation Safety Board, *Bus Crashworthiness Issues*, Highway Special Investigation Report NTSB/SIR-99/04, 1999.

¹⁴⁸ G. Lehmann et T. Reynolds, « The Contribution of Onboard Recording Systems to Road Safety and Accident Analysis », *Proceedings of the International Symposium on Transportation Recorders, Transportation Recording: 2000 and Beyond*, 3-5 mai 1999, Arlington, Virginia, p. 243-245.

¹⁴⁹ Final Report for Bridgeport, CT Facility, ARGO Fleet Systems, VDO North America LLC, 12 juin 1997.

¹⁵⁰ Laidlaw est le plus important exploitant à forfait de parcs d'autobus scolaires aux États-Unis.

¹⁵¹ Bien qu'il ne s'agissait pas d'enregistreurs de données routières résistants pleinement à l'impact, des paramètres tels que la vitesse étaient consignés.

appris sur la mise en œuvre efficace de technologies de l'enregistrement. L'établissement de normes à l'échelle de l'industrie relatives à l'usage d'enregistrements dans ces modes de transport a été crucial pour l'implantation efficace des enregistreurs d'événements. Les normes de l'industrie assurent l'uniformité des données enregistrées et empêchent la prolifération de multiples formats et configurations.

En raison des améliorations de la sécurité découlant de l'utilisation d'enregistreurs de bord, tant pour la collecte de données sur les accidents que pour la gestion des parcs de véhicules, le NTSB a conclu ce qui suit :

- l'utilisation d'enregistreurs de bord pourrait peut-être aider à réduire les taux d'accidents des parcs de véhicules;
- l'établissement de normes pour les enregistreurs à bord des véhicules fournirait les assises nécessaires à l'utilisation future d'enregistreurs de bord.

Par la suite, le NTSB a recommandé que la NHTSA

[traduction]

exige que tous les autobus scolaires et autocars construits après le 1^{er} janvier 2003 soient équipés de systèmes d'enregistrements de bord qui enregistrent des paramètres du véhicule, dont au moins les suivants : accélérations latérale, longitudinale et verticale, direction du déplacement, vitesse du véhicule, régime moteur, état de la ceinture de sécurité du conducteur, entrées de freinage, mouvements du volant, passage des rapports, utilisation des clignotants (gauche/droit), état des feux de freinage (allumés/éteints), état des feux avant/arrière (allumés/éteints), état des portes passagers (ouvertes/fermées), état de la porte de secours (ouverte/fermée), état des feux de détresse (allumés/éteints), état du système de freinage (normal/avertissement) et état des feux clignotants rouges (allumés/éteints) (autobus scolaires seulement). Pour les autobus ainsi équipés, il faudrait aussi enregistrer l'état des autres ceintures de sécurité ainsi que les critères, l'heure et l'intensité du déploiement des coussins gonflables. Le système d'enregistrement de bord devrait enregistrer les données à un taux d'échantillonnage suffisant pour définir la dynamique du véhicule et pouvoir préserver les données en cas de collision du véhicule ou d'une perte d'alimentation électrique. De plus, le système d'enregistrement de bord devrait être fixé à la carrosserie de l'autobus, et non au châssis, de façon à assurer l'enregistrement des données nécessaires à la définition du mouvement de la carrosserie. (H-99-53)

Élabore et mette en œuvre, en collaboration avec d'autres organismes gouvernementaux et l'industrie, des normes pour l'enregistrement à bord de données sur les collisions d'autobus qui tiennent compte, à tout le moins, des éléments suivants : paramètres à enregistrer, taux d'échantillonnage des données, durée de l'enregistrement, configurations d'interface, format de stockage des données, incorporation d'outils de gestion du parc, capacité de survie à une immersion dans un fluide, capacité de survie à des chocs d'impact, à un écrasement, à une pénétration et à un incendie, alimentation électrique indépendante, et aptitude à s'adapter aux exigences futures et aux avancées technologiques. (H-99-54)

1.45.2 Mesures prises par suite des recommandations du National Transportation Safety Board

Les mesures qui ont été prises par suite des recommandations du NTSB comprennent, notamment :

- la NHTSA a mis sur pied en 2000 un groupe de travail sur les EDR pour camions et autobus¹⁵²;
- la SAE International (SAE)¹⁵³ a publié en 2003 la Pratique recommandée (RP) J1698 en vue de l'établissement d'un format d'affichage et de présentation commun des données téléchargées après coup sur les collisions enregistrées et stockées à l'intérieur de composants électroniques installés actuellement dans de nombreux véhicules légers;
- la SAE a publié en 2003 la RP J1698/1, où sont définies des données liées à des événements routiers;
- la SAE a publié en 2004 la RP J1698/2 en vue de définir une méthode commune d'extraction des données d'événements routiers¹⁵⁴;
- l'American Trucking Association (ATA) a publié en 2004 la RP 1214 visant à fournir des lignes directrices sur la collecte, le stockage et l'extraction de données d'événements provenant d'unités de contrôle électroniques dans les véhicules commerciaux¹⁵⁵;
- la FHA a publié en 2004 des exigences relatives aux composants, matériels, logiciels, capteurs, et bases de données d'EDR dans le cadre du programme d'amélioration des diagnostics et de la performance des technologies de sécurité des véhicules automobiles commerciaux de la Federal Motor Carrier Safety Administration;
- l'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) a publié en 2005 la norme P1616 , intitulée « Standard for Motor Vehicle Event Data Recorders »¹⁵⁶.

¹⁵² Department of Transportation des États-Unis, National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), *Event Data Recorders, Summary of Findings by the NHTSA EDR Working Group, Volume II, Supplemental Findings for Trucks, Motorcoaches, and School Buses*, DOT HS 809 432, mai 2002.

¹⁵³ SAE International formait à l'origine la Society of Automotive Engineers. Il s'agit d'une association professionnelle et d'une organisation normative ayant son siège social aux États-Unis, active à l'échelle mondiale, qui regroupe des professionnels en ingénierie dans les industries de transport. SAE International coordonne l'élaboration de normes techniques fondées sur les pratiques exemplaires relevées et décrites par ses comités et groupes de travail.

¹⁵⁴ SAE International, *Vehicle Event Data Interface–Output Data Definition, Recommended Practice J1698/1*, Warrendale, Pennsylvanie, décembre 2003.

¹⁵⁵ American Trucking Associations, Technology & Maintenance Council, *Guidelines for Event Recording: Collection, Storage, and Retrieval, Recommended Practice 1214*, Alexandria, Virginia, janvier 2004.

¹⁵⁶ Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), *IEEE Standard for Motor Vehicle Event Data Recorders (MVEDRs), Standard 1616-2004*, Los Alamitos, Californie, février 2005.

Malgré ces mesures, les EDR continuent d'être utilisés sur une base volontaire dans les véhicules routiers. En mai 2015, le NTSB continuait de classer ses recommandations de sécurité H-99-53 et H-99-54 comme « Ouvertes – Réponse inacceptable », parce que la NHTSA n'exige toujours pas l'utilisation d'EDR à bord des autobus.

1.45.3 *Autres recommandation du National Transportation Safety Board*

Le 30 janvier 2009, vers 16 h 6, heure normale des Rocheuses, un autobus Chevrolet Starcraft 2007 de taille moyenne pour 29 passagers, avec à son bord le conducteur et 16 passagers, roulait en direction nord dans la voie de droite de l'autoroute 93 à 4 voies à chaussées séparées près de Dolan Springs, dans le comté de Mohave (Arizona), aux États-Unis.

Alors qu'il roulait à 70 mi/h, le conducteur a effectué une correction excessive vers la gauche, et l'autobus, en percutant un terre-plein central en terre, a fait un tonneau et quart avant de s'immobiliser sur son côté droit en travers des voies en direction sud. Au cours des tonneaux, 15 des 17 occupants (dont le conducteur), ont été entièrement ou partiellement éjectés de l'autobus. Sept passagers ont subi des blessures mortelles et 9 passagers ainsi que le conducteur ont subi des blessures de mineures à graves.

À la suite de l'enquête, le NTSB a émis la recommandation de sécurité H-10-007, en remplacement de la recommandation H-99-53. Le NTSB a recommandé que la NHTSA

[traduction]

exige que tous les autobus d'un poids nominal brut du véhicule supérieur à 10 000 livres soient équipés d'un système d'enregistrement de bord qui : (1) enregistre les paramètres du véhicule, dont au moins les suivants : accélérations latérale, longitudinale et verticale, direction de déplacement, vitesse du véhicule, régime moteur, état de la ceinture de sécurité du conducteur, entrées de freinage, mouvements du volant, passage des rapports, utilisation des clignotants (gauche/droit), état des feux de freinage (allumés/éteints), état des feux avant/arrière (allumés/éteints), état des portes passagers (ouvertes/fermées), état de la porte de secours (ouverte/fermée), état des feux de détresse (allumés/éteints), état du système de freinage (normal/avertissement) et état des feux clignotants rouges (allumés/éteints, autobus scolaires seulement); (2) enregistre l'état des autres ceintures de sécurité ainsi que les critères, l'heure et l'intensité du déploiement des coussins gonflables; (3) enregistre les données à un taux d'échantillonnage suffisant pour définir la dynamique du véhicule et pouvoir préserver les données en cas de collision du véhicule ou d'une perte d'alimentation électrique; et (4) soit fixé à la carrosserie de l'autobus, et non au châssis, de façon à assurer l'enregistrement des données nécessaires à la définition du mouvement de la carrosserie de l'autobus. (H-10-007)

1.46 Liste de surveillance 2014 et recommandations en suspens du BST

1.46.1 Liste de surveillance 2014 du BST – Sécurité aux passages à niveau ferroviaires

La Liste de surveillance du BST agit comme plan directeur du changement dans les transports en suscitant des discussions et un engagement chez des intervenants clés. Elle met en évidence les problèmes de sécurité dans les transports qui posent le plus grand risque aux Canadiens. Fondée sur les rapports d'enquête, les préoccupations en matière de sécurité et les recommandations du Bureau, la première Liste de surveillance a été publiée en 2010. Elle a fait l'objet d'une révision en 2012 et d'une autre en 2014. La Liste de surveillance 2014 fait état de 5 enjeux de sécurité ferroviaire, dont celui de la *sécurité aux passages à niveau*. Le Bureau a conclu que le risque de collisions entre trains et véhicules routiers aux passages à niveau demeure trop élevé.

Le risque de collision entre les trains de voyageurs et les autres véhicules, particulièrement dans le couloir très achalandé qui relie Québec (Québec) à Windsor (Ontario), figurait dans la première Liste de surveillance du BST en 2010. Les passages à niveau de ce couloir sont devenus un point de mire pour TC, les compagnies de chemin de fer et les administrations routières. À la faveur de l'évaluation et de l'amélioration de nombreux passages à niveau, on a enregistré une diminution importante des accidents dans le couloir en question.

Cependant, le nombre d'accidents aux passages à niveau dans le reste du Canada n'avait pas diminué de beaucoup au cours des 10 dernières années¹⁵⁷. Au cours de cette période (2004 à 2013), à l'extérieur du couloir, il s'est produit 1865 collisions train-véhicule aux passages à niveau, qui ont fait 165 morts et 271 blessés graves.

Les panneaux d'avertissement sont le premier moyen de protection aux passages à niveau publics et privés; ils aident à réduire le risque en informant les conducteurs de la présence des passages à niveau. Le tiers environ des passages à niveau publics du Canada sont munis de dispositifs de signalisation automatique, protection qui comprend soit des feux clignotants et des cloches, soit des feux clignotants, des cloches et des barrières¹⁵⁸. Malgré ces dispositifs d'avertissement, des collisions entre véhicules et trains continuent de se produire.

TC s'occupe activement de ce problème depuis de nombreuses années. Voici des mesures de sécurité prises récemment :

- élaboration d'un nouveau règlement sur les passages à niveau visant à offrir des normes plus complètes pour tous les passages à niveau;
- mise au point, en collaboration avec l'ATC, de nouveaux panneaux d'avertissement avancé indiquant une faible garde au sol aux passages à niveau;

¹⁵⁷ Accidents aux passages à niveau mettant en cause des véhicules à l'extérieur du couloir : 176 en 2009, 156 en 2010, 152 en 2011, 161 en 2012, et 165 en 2013.

¹⁵⁸ Source : Transports Canada (5606 passages à niveau publics munis de dispositifs de signalisation automatique).

- appui à Opération Gareautrain dans ses efforts pour éduquer le public sur la sécurité ferroviaire.

En novembre 2014, TC a mis en vigueur le nouveau *Règlement sur les passages à niveau*. Bien que le nouveau *Règlement sur les passages à niveau* soit considéré comme une amélioration, il est important que TC continue d'exercer son rôle directeur dans l'évaluation de la sécurité des passages à niveau et le financement de leurs améliorations. Pour être complète, la solution doit aussi prévoir une consultation avec les autorités provinciales et une éducation accrue du public aux dangers existant aux passages à niveau.

1.46.2 Recommandations en suspens du Bureau

Le BST a formulé 11 recommandations visant à réduire les risques en matière de sécurité aux passages à niveau au cours des 21 dernières années. En date de mai 2015, une recommandation demeure active.

1.46.2.1 Recommandation R09-01 du BST (émise en février 2009)

Le 17 décembre 2007 vers 15 h 49, heure normale de l'Est, le train de voyageurs n° 35 de VIA, qui roulait vers l'ouest à une vitesse de 62 mi/h sur la voie principale sud de la subdivision de Kingston du CN, a heurté un tracteur semi-remorque vide qui était immobilisé sur le passage à niveau public de la 3^e Avenue, au point milliaire 23,57, près de Pincourt/Terrasse-Vaudreuil (Québec). Le conducteur du tracteur semi-remorque a subi des blessures mineures.

L'enquête a révélé que les risques de collision aux passages à niveau existent toujours, surtout pour les trains de voyageurs à grande vitesse dans le couloir ferroviaire reliant Québec à Windsor. Même si de nombreux passages à niveau sont munis de dispositifs de signalisation automatique offrant la plus grande protection disponible à l'heure actuelle au Canada, ces derniers ne sont pas toujours suffisants pour protéger contre les collisions aux passages à niveau.

Avant d'autoriser VIA à augmenter la vitesse de ses trains jusqu'à 100 mi/h (160,9 km/h) dans le couloir Québec-Windsor au début des années 1990, on a fait des évaluations de la sécurité aux passages à niveau afin de relever ceux qui devaient être améliorés. Ces évaluations de passages à niveau datent maintenant de près de 20 ans et ne reflètent pas exactement les risques ni ne tiennent compte des nouveaux risques. Pendant la même période, la circulation ferroviaire a augmenté et les collectivités le long du couloir ont connu une expansion industrielle et résidentielle importante. Tous ces facteurs font augmenter la possibilité d'une collision à un passage à niveau mettant en cause un train de voyageurs. Afin d'assurer que les risques de plus en plus importants auxquels sont exposés les voyageurs ferroviaires et les conducteurs de véhicules sont bien pris en compte, le Bureau a recommandé que

Transports Canada mène des évaluations de la sécurité aux passages à niveau dans le couloir Québec-Windsor où circulent des trains de voyageurs à grande vitesse, et s'assure que les moyens de défense sont suffisants pour atténuer les risques de collision entre un camion et un train.

Recommandation R09-01 du BST¹⁵⁹

1.46.2.2 Réévaluation par le Bureau de la réponse à la recommandation R09-01 (mars 2015)

Le nouveau *Règlement sur les passages à niveau* est entré en vigueur en novembre 2014. Le Règlement fait en sorte que les chemins de fer et les autorités responsables du service de voirie échangent de l'information sur la sécurité des passages à niveau dans les 2 années suivant l'entrée en vigueur du Règlement. L'obligation pour tous les passages à niveau de satisfaire aux exigences de sécurité du Règlement dans les 5 années suivantes réduira sensiblement le niveau de risque aux passages à niveau. De plus, TC inspectera en 2015 les 50 derniers passages à niveau passifs non protégés dans le couloir Québec-Windsor à grande vitesse dans le cadre de son programme courant d'inspection des passages à niveau passifs.

La réalisation de ces inspections, associée aux autres mesures de sécurité mises en place, corrigera entièrement la lacune de sécurité. En attendant, le Bureau estime que la réponse à la recommandation dénote une intention satisfaisante.

1.47 Rapports de laboratoire du BST

Le BST a complété les rapports de laboratoire suivants dans le cadre de la présente enquête :

- LP192/2013 – Locomotive Event Recorder Data Analysis – VIA Passenger Train 51 [Analyse des données du consignateur d'événements de locomotive – Train de voyageurs 51 de VIA]
- LP193/2013 – OC Transpo ADL E500 Bus – Brake System Examination [Autobus ADL E500 d'OC Transpo – Examen du système de freinage]
- LP194/2013 – Site Survey – VIA Passenger Train / OC Transpo Bus [Relevé effectué sur les lieux – Train de voyageurs de VIA / Autobus d'OC Transpo]
- LP195/2013 – OC Transpo Bus ADL E500 Non-Volatile Memory Extraction & Analysis [Extraction et analyse de la mémoire non volatile de l'autobus ADL E500 d'OC Transpo]
- LP211/2013 – OC Transpo ADL E500 Bus Speed Determination and Braking Analysis [Détermination de la vitesse de l'autobus ADL E500 d'OC Transpo et analyse du freinage]
- LP075/2014 – Crossing Signal Log Review [Examen des données du registre de la guérite du passage à niveau]
- LP101/2014 – OC Transpo ADL E500 Bus Crashworthiness Analysis [Analyse de la résistance à l'impact de l'autobus ADL E500 d'OC Transpo]

¹⁵⁹ Rapport d'enquête ferroviaire R07D0111 du BST.

2.0 Analyse

L'enquête sur cet accident a été complexe. La chronologie de l'accident a été reconstituée à l'aide des données du consignateur d'événements de locomotive (CEL), des téléchargements des guérites de passage à niveau, du système de surveillance par télévision à la station Fallowfield d'OC Transpo et du module de commande du moteur de l'autobus. Les heures de l'événement ont été normalisées pour coïncider avec les heures du CEL. En raison de l'insuffisance des données tirées du module de commande du moteur, il a fallu procéder à des calculs techniques complexes fondés sur des hypothèses raisonnables pour établir la distance d'arrêt et l'effort de freinage. Il était essentiel d'achever ces calculs avant de procéder à d'autres travaux techniques. L'équipe d'enquête a réalisé plus de 90 entrevues, examiné plus de 120 témoignages reçus d'autres organismes, et étudié plus de 2000 pages de documents techniques connexes.

L'enquête a permis de déterminer qu'au moment de l'accident :

- La protection par dispositifs de signalisation automatique aux 2 passages à niveau, celui de l'avenue Woodroffe et celui du Transitway, fonctionnait comme prévu, sans déficiences.
- Le système de freinage à air comprimé de l'autobus à 2 étages ADL E500 respectait ou dépassait tous les critères requis pour son exploitation au Canada.
- Rien n'indiquait que les composants mécaniques et pneumatiques du système de freinage à air aient été en mauvais état ou défectueux avant l'accident, ce qui aurait pu nuire au fonctionnement normal des systèmes de freinage.
- Selon OC Transpo, le conducteur avait un bon dossier d'employé type. Depuis l'obtention de son permis de conduire de classe C/Z en 2005, le conducteur n'avait pas accumulé plus de 4 points d'inaptitude par période de 2 ans.
- Avant que l'autobus quitte la station Fallowfield d'OC Transpo, le conducteur a annoncé aux passagers que des sièges étaient libres à l'étage, ce qui dénote un souci du service à la clientèle. Le conducteur a également demandé aux passagers qui étaient debout près du poste de conduite au premier niveau de se déplacer derrière la ligne jaune sur le plancher, ce qui indique que le conducteur avait respecté les procédures et comprenait la nécessité de maximiser la visibilité et d'éviter des conversations qui pouvaient être source de distraction pendant qu'il était au volant.
- Dans les 39 secondes suivant le départ de l'autobus de la station Fallowfield d'OC Transpo, le conducteur a été exposé à une série de facteurs qui se sont soldés par l'accident au passage à niveau. L'élimination de n'importe lequel de ces facteurs aurait pu avoir une incidence sur le déroulement de l'événement.

L'analyse portera sur les facteurs humains liés à l'accident, les facteurs environnementaux qui y ont contribué, la résistance à l'impact de l'autobus ainsi que sur l'incidence de l'application des vitesses limites, des procédures d'exploitation, de la formation et des aspects organisationnels au sein d'OC Transpo. Les enjeux historiques relatifs aux sauts-de-mouton dans les environs de la gare Fallowfield de VIA Rail Canada Inc. (VIA) ainsi que la pratique visant à exiger que les autobus s'arrêtent à tous les passages à niveau seront

analysés. En réponse aux questions posées au cours de l'enquête par le public et des organisations externes, l'analyse comportera également des renseignements supplémentaires sur des facteurs examinés, mais dont on a établi qu'ils n'avaient pas causé l'accident et qu'ils n'y avaient pas contribué.

2.1 *Collision et déraillement*

Les membres de l'équipe du train ont remarqué pour la première fois l'autobus roulant vers le nord en direction du passage à niveau alors que le train se trouvait à environ 600 pieds (183 m) du passage à niveau. Les protections aux 2 passages à niveau (feux et barrières) étaient en marche. Juste avant l'impact, les membres de l'équipe du train ont constaté que l'autobus n'allait pas s'arrêter. À 8 h 48 min 4 s, le train avait ralenti à 47 mi/h (75,6 km/h) lorsque le mécanicien aux commandes (MC) a serré les freins d'urgence. À 8 h 48 min 6 s, alors que le train roulait à 43 mi/h (69,2 km/h), l'autobus est entré en collision avec le côté gauche (sud) de la cabine de la locomotive. Bien que la protection au passage à niveau ait été en marche, l'autobus ne s'est pas arrêté comme il se devait et a heurté le train au moment où le train s'engageait sur le passage à niveau.

L'avant de la carrosserie de l'autobus s'est effondré, et la paroi latérale du côté conducteur s'est détachée lorsque l'autobus est entré en collision avec le train et que le châssis (armature) de l'autobus s'est retrouvé en partie sous la locomotive VIA 915 (VIA 915). Tandis que le train traversait le passage à niveau, le châssis de l'autobus a percuté le coffre de batterie de la VIA 915, sectionnant le câblage électrique qui alimentait la locomotive. En raison de la perte de courant, le CEL a cessé d'enregistrer. Le châssis de l'autobus a également heurté le bogie arrière de la VIA 915, tout juste derrière le coffre de batterie. Au moment de cet impact, l'autobus a été repoussé d'environ 3 pouces (7,62 cm) avant de s'immobiliser sur la voie direction nord du Transitway.

La position du train lorsqu'il s'est immobilisé ainsi que les marques de boudin de roues sur le passage à niveau et les dommages observés sur la voie ferrée ont révélé que le bogie avant de la VIA 915 est demeuré sur la voie principale alors que son bogie arrière a déraillé sur le passage à niveau du Transitway lorsque la locomotive a été percutée par le châssis de l'autobus. Ensuite, le bogie arrière de la VIA 915, ainsi que le bogie avant de la première voiture (VIA 3455) ont bifurqué sur la voie d'évitement de VIA. En conséquence, la VIA 915 et la VIA 3455 se sont mises en portefeuille en chevauchant les voies principale et d'évitement, alors que le bogie arrière de la VIA 3455 et les 3 autres voitures de voyageurs sont demeurés sur la voie principale. Au moment où la VIA 915 et la VIA 3455 se sont mises en portefeuille, la résistance latérale des 2 voies a été excédée sous l'effet de l'écartement et du renversement sur le côté extérieur des rails des 2 voies, causant le déraillement des autres voitures de voyageurs.

2.2 *Expérience du conducteur au passage à niveau*

Entre le 1^{er} septembre 2012 et le 18 septembre 2013, le conducteur avait effectué un total de 407 quarts de travail, dont 67 (16 %) au volant d'un autobus ADL E500. Le conducteur connaissait bien le passage à niveau du Transitway, l'ayant franchi 16 fois en direction sud et

44 fois en direction nord sur divers circuits dans les 12 mois qui ont précédé l'accident. Quoiqu'on ne sache pas exactement combien de fois le conducteur avait rencontré un train à ce passage à niveau alors qu'il était volant d'un autobus, compte tenu des horaires variés des autobus d'OC Transpo et des trains de VIA, il est probable qu'une telle situation se soit rarement présentée.

Quand un conducteur devient un habitué d'un passage à niveau donné ou d'un type de passage à niveau particulier, et qu'il n'a jamais ou a rarement rencontré un train en approche à un tel passage, le conducteur aura tendance à s'attendre à une « absence de trains » à cet endroit. En effet, les conducteurs s'attendraient à l'absence, plutôt qu'à la présence, d'un train parce qu'ils n'ont rencontré que très peu de trains par le passé. Un conducteur qui connaît bien un passage à niveau a tendance à moins regarder la voie ferrée et à moins ralentir en approchant du passage à niveau qu'un conducteur qui le connaît moins. Les conducteurs de véhicules lourds (y compris les conducteurs d'autobus de transport en commun) ne regardent habituellement pas de chaque côté à l'approche de passages à niveau munis de dispositifs de signalisation automatique entre 35 % et 65 % du temps. En outre, quand l'information reçue est contraire à leurs attentes, la réaction des conducteurs a tendance à être plus lente ou inappropriée.

Étant donné que le conducteur connaissait bien le passage à niveau et n'avait pas rencontré souvent de trains à cet endroit, le conducteur ne s'attendait probablement pas à y rencontrer un train. Les manœuvres du conducteur concordent avec une telle attente.

Les conducteurs rattrapaient souvent du temps sur la section du Transitway au nord du passage à niveau, en tendant à excéder la vitesse limite affichée pour ce secteur. En juin 2014, la surveillance de la vitesse exercée par le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a démontré que 25 % des autobus dépassaient encore la nouvelle vitesse limite fixée à 50 km/h (31 mi/h).

Au moment de quitter la station Fallowfield d'OC Transpo, le conducteur devait être conscient que l'autobus était en retard de près de 4 minutes sur l'heure de départ prévue¹⁶⁰. Comme les conducteurs se servaient souvent de la section du Transitway immédiatement après avoir franchi le passage à niveau pour rattraper du temps et comme le conducteur ne s'attendait pas à rencontrer un train, le conducteur de l'autobus a accéléré au-delà de la vitesse limite affichée.

2.3 *Vitesse et distance d'arrêt*

Bien que les données du module de commande du moteur de l'autobus aient été utiles pour établir la chronologie de l'accident, elles n'étaient pas suffisamment détaillées pour permettre une analyse significative. Il a donc fallu procéder à un examen détaillé du système de freinage de l'autobus et à une analyse du freinage.

¹⁶⁰ OC Transpo considère qu'un autobus est à l'heure jusqu'au moment où il accuse un retard de 5 minutes sur l'horaire lorsqu'il quitte un arrêt en station.

L'analyse du freinage a permis de faire les constatations suivantes :

- Le premier serrage des freins de l'autobus a eu lieu quand l'autobus roulait à 42 mi/h (67,6 km/h), ce qui dépassait la vitesse limite affichée de 60 km/h (37,3 mi/h).
- La distance d'arrêt estimée de l'autobus en cause dans l'accident sans qu'une collision survienne, compte tenu de l'effort de freinage appliqué, était de 117,8 pieds (35,9 m).
- L'autobus se trouvait à 116,8 pieds (35,6 m) au sud du point de la collision lorsque les freins ont été serrés.
- La vitesse de l'autobus se situait entre 4 et 4,8 mi/h (6,4 et 7,7 km/h) au moment de la collision initiale avec le train. Après l'impact initial, l'autobus s'est déplacé sur une distance supplémentaire de 4,3 pieds (1,3 m) vers l'avant.
- La distance d'arrêt d'un autobus roulant à la vitesse limite affichée (60 km/h ou 37,3 mi/h), tous les autres facteurs demeurant les mêmes, aurait été de 96,8 pieds (29,5 m), soit 20 pieds (6,1 m) avant le point de collision.

L'analyse technique a révélé que même la modeste augmentation de 7,6 km/h (4,7 mi/h) par rapport à la vitesse limite affichée de 60 km/h peut nettement accroître la distance d'arrêt nécessaire pour immobiliser un autobus. La vitesse de l'autobus, qui était de 42 mi/h (67,6 km/h), excédait de 7,6 km/h la vitesse limite affichée de 60 km/h tout juste avant le freinage initial, ce qui a augmenté la distance d'arrêt nécessaire.

2.4 *Serrage des freins*

L'analyse des données de certification des freins a révélé que la décélération était constante tout au long de chacun des essais de certification. Selon les données du module de commande du moteur, la décélération de l'autobus en cause a été progressive, ce qui indique que les freins n'ont pas été serrés à fond dès le début. Si les freins avaient été serrés à fond dès le début du freinage, et si on suppose une décélération constante de 0,6 g, qui est la valeur minimale de décélération prescrite par le constructeur, la distance d'arrêt de l'autobus aurait été de 112,5 pieds (34,3 m) selon les calculs.

Les données fournies par le constructeur indiquaient que le système de freinage était conçu pour produire une décélération maximale variant de 0,6 g à 1,0 g. Dans l'événement à l'étude, pour la gamme de vitesses allant en décroissant de 25 mi/h (40,2 km/h) à 5 mi/h (8 km/h), le module de commande du moteur de l'autobus a enregistré une décélération réelle de 0,91 g. Si les freins avaient été serrés à fond dès le début et qu'ils avaient produit une décélération continue de 0,91 g, la distance d'arrêt calculée aurait été de 101,1 pieds (30,8 m). Par conséquent, si un effort de freinage maximal avait été appliqué dès le début et maintenu tout au long du freinage, l'autobus se serait probablement immobilisé avant le point de collision. La décélération progressive de l'autobus en cause indique que le conducteur n'a pas serré les freins à fond dès le début, ce qui a eu pour effet d'augmenter la distance d'arrêt de l'autobus.

La formation des conducteurs d'OC Transpo relative au serrage des freins porte principalement sur la façon d'appliquer doucement les freins pour limiter les secousses pour les passagers. Puisque l'accent est mis sur l'application des freins en douceur, les conducteurs pourraient être plus enclins à ne pas freiner brusquement ni avec force, et ce, même lors d'une situation d'urgence. Même si cette pratique convient à la conduite de tous les jours, en situation d'urgence, la formation pourrait inciter un conducteur à ne pas serrer les freins à fond dès le début, ce qui augmente la distance d'arrêt. La formation d'OC Transpo relative au serrage des freins, qui insistait sur l'application des freins en douceur afin de réduire au minimum l'inconfort des passagers, pourrait avoir contribué à inciter le conducteur à ne pas serrer les freins à fond dès le début en situation d'urgence.

2.5 *Surveillance et application de la vitesse*

Une surveillance fiable et des efforts soutenus d'application de la vitesse, y compris le recours à des mesures disciplinaires, sont essentiels à l'efficacité des vitesses limites affichées pour réduire la vitesse¹⁶¹. Des recherches montrent également que les mesures visibles d'application de la vitesse peuvent être efficaces pour réduire la fréquence des accidents. L'excès de vitesse est une infraction au *Code de la route de l'Ontario*. Toutefois, le *Code de la route de l'Ontario* ne s'applique pas aux véhicules circulant sur le Transitway, qui est un chemin privé. La conduite de véhicules sur le Transitway est régie par le règlement municipal n° 2007-268 de la ville d'Ottawa. Le règlement renferme des dispositions régissant la vitesse, et des constables spéciaux d'OC Transpo sont chargés de surveiller la vitesse des autobus sur le réseau du Transitway. Étant donné que les délits de vitesse sont des infractions au règlement municipal, le permis de conduire du conducteur n'en fait pas état. En général, OC Transpo considère qu'un autobus est en excès de vitesse s'il roule à une vitesse enregistrée de 12 km/h (7,5 mi/h) supérieure à la vitesse limite affichée. Au cours des 2 années précédant l'accident (du 18 septembre 2011 au 17 septembre 2013), des constables spéciaux d'OC Transpo ont procédé à 6 occasions à des contrôles de vitesse. Bien qu'aucun dossier officiel n'ait été tenu sur le nombre de contrôles de vitesse effectués, 53 autobus au total ont été enregistrés en délit de vitesse. Un suivi verbal n'a eu lieu qu'à 3 reprises.

Les activités de surveillance et d'application de la vitesse menées par OC Transpo sur le Transitway dans les environs du passage à niveau étaient insuffisantes pour inculquer aux conducteurs le respect de la vitesse limite. Par conséquent, non seulement le conducteur en cause excédait-il la vitesse limite affichée à l'approche du passage à niveau, mais 25 % des conducteurs d'OC Transpo franchissant le passage à niveau du Transitway ont été enregistrés en délit de vitesse après l'accident, malgré la vitesse limite réduite.

Comme l'indique le *Guide officiel de l'automobiliste* du ministère des Transports de l'Ontario (MTO), à l'approche d'un passage à niveau, les conducteurs devraient toujours ralentir, se

¹⁶¹ A. Delaney, K. Diamantopoulou et M. Cameron, Monash University Accident Research Centre (MUARC), *MUARC's Speed Enforcement Research: Principles Learnt and Implications for Practice*, rapport numéro 200, Melbourne, Australie, mars 2003, disponible à l'adresse : <http://www.monash.edu.au/miri/research/reports/muarc200.html> (dernière consultation le 28 septembre 2015).

préparer à arrêter et céder la priorité à un train. Les activités de surveillance et d'application de la vitesse menées par OC Transpo sur le Transitway dans les environs du passage à niveau étaient insuffisantes pour dissuader les conducteurs d'excéder les vitesses limites affichées à l'approche du passage à niveau, ce qui va à l'encontre des pratiques recommandées de conduite en toute sécurité.

2.5.1 Code de la route de l'Ontario et règlement municipal de la ville d'Ottawa

Le *Code de la route de l'Ontario* décrit les lois en vigueur pour inculquer le respect constant des pratiques de conduite sécuritaire auprès de tous les usagers de la route. Tout particulièrement, les conducteurs qui enfreignent le *Code de la route de l'Ontario* peuvent voir leur permis de conduire débité de points d'inaptitude s'ils sont reconnus coupables des infractions suivantes :

Article 78 – Conduite inattentive : Le 26 octobre 2009, la Province de l'Ontario a adopté des dispositions législatives en matière de conduite inattentive, qui interdisaient de faire usage au volant d'appareils à écran et d'appareils portatifs.

Article 128 – Vitesse : Cet article stipule que la ville établit, pour les routes publiques municipales situées à l'intérieur de la ville, des limites de vitesse qui peuvent être appliquées aux termes du *Code de la route de l'Ontario*.

Article 163 – Véhicules devant s'arrêter à un passage à niveau : Cet article stipule que « Lorsque le conducteur d'un véhicule aborde un passage à niveau au moment où un dispositif de signalisation électrique ou mécanique nettement visible ou un signaleur indiquent l'approche d'un train, il s'arrête à 5 mètres au moins du rail le plus proche de la voie et ne repart que lorsqu'il peut le faire en toute sécurité. »

Article 164 – Interdiction de conduire un véhicule sous les barrières d'un passage à niveau : Cet article stipule que : « Nul ne doit conduire un véhicule à travers ou sous les barrières d'un passage à niveau, ou en les contournant, lorsque ces barrières sont fermées ou en train de s'ouvrir ou de se fermer. »

Bien que le règlement municipal de la ville d'Ottawa (Ville) renferme des dispositions régissant l'application des vitesses limites, aucune ne porte sur les infractions aux articles 78, 163 et 164 du *Code de la route de l'Ontario*. Il s'agit là d'une lacune importante en ce qui a trait à la disponibilité d'instruments d'application destinés aux constables et aux constables spéciaux. Si les responsables chargés de l'application des infractions au code de la route sur le Transitway ne disposent pas d'instruments d'application adéquats, il existe un plus grand risque qu'un accident de la route survienne.

2.6 Conduite inattentive

Le traitement de l'information chez l'être humain est un processus constant à l'état d'éveil. Compte tenu de la quantité phénoménale d'informations dans l'environnement de conduite, un conducteur doit éliminer les informations moins importantes afin de se concentrer sur celles qui sont plus pertinentes et importantes. Même si les conducteurs peuvent passer

rapidement d'une source d'information à une autre, ils ne peuvent accorder toute leur attention qu'à une seule à la fois lorsqu'ils sont au volant. Pour que le conducteur interrompe ce qu'il était en train de faire (c.-à-d. approcher du passage à niveau avec l'intention d'accélérer dans la portion dégagée du Transitway qu'il allait atteindre sous peu), il aurait fallu qu'un stimulus dans l'environnement de conduite soit perçu, et soit reconnu comme étant suffisamment important pour qu'il y réagisse immédiatement.

Dans les secondes précédant l'accident, certains passagers sur les 2 niveaux de l'autobus se sont mis à crier « Stop, Stop » (Arrêtez, arrêtez) pour alerter le conducteur à la présence du train en approche et à la nécessité d'arrêter. Les premiers cris ont probablement été lancés par les passagers assis à l'étage, étant donné que la position en hauteur des sièges offrait une ligne de visibilité plus directe du passage à niveau et du train en approche. Cependant, le rapport signal-bruit (RSB) entre les cris provenant des passagers à l'étage [60 dB(A)] et le bruit de fond au poste de conduite [65 dB(A)] aurait été d'environ -5 dB(A); le conducteur n'aurait donc probablement pas entendu les cris. Par conséquent, dans les secondes précédant l'accident, il est probable que le conducteur n'aurait perçu que les cris d'un ou de plusieurs passagers du premier niveau. Dès qu'il a décodé les cris, le conducteur s'est concentré de nouveau sur la route devant lui et a serré les freins. Cette réaction laisse croire que le conducteur était distrait dans les secondes précédant le freinage.

Un conducteur est distrait lorsqu'il détourne son attention des activités nécessaires à la conduite sécuritaire de son véhicule pour l'appliquer plutôt à une autre activité non liée à la conduite. La distraction du conducteur nuit à son rendement au volant et constitue l'une des principales causes d'accident de véhicules automobiles.

Dans l'événement à l'étude, 2 types de distraction du conducteur ont probablement contribué à l'accident :

- distraction visuelle attribuable à l'utilisation de l'écran vidéo de bord;
- distraction cognitive attribuable à
 - l'obligation pour le conducteur de vérifier qu'aucun passager n'était debout à l'étage,
 - une conversation entre le conducteur et un passager au sujet de la disponibilité de sièges avant que l'autobus quitte la station Fallowfield d'OC Transpo;
 - des conversations entre les passagers situés près du conducteur au premier niveau au sujet de la disponibilité de sièges à l'étage, après le départ de la station Fallowfield d'OC Transpo.

2.6.1 *Distraction visuelle*

Tous les autobus à 2 étages d'Alexander Dennis Limited (ADL) sont équipés d'un écran vidéo qui fournit au conducteur des vues intérieures et extérieures de son véhicule. À l'intérieur du poste de conduite, l'écran vidéo est placé sur le côté gauche d'un panneau avant au-dessus du siège du conducteur.

L'écran vidéo mesure 6 pouces (15,2 cm) de largeur sur 3¾ pouces (9,5 cm) de hauteur. La fenêtre de l'écran est divisée en 4 affichages mesurant chacun 3 pouces (7,6 cm) de largeur sur 1⅞ pouce (5 cm) de hauteur. Chaque affichage présente une vue prise à partir de 1 des 4 caméras vidéo de bord. Quand la marche arrière est sélectionnée, l'écran vidéo n'affiche rien durant 1 ou 2 secondes, puis présente en plein écran une vue de l'arrière extérieur avec des flèches de guidage pour aider le conducteur dans ses manœuvres de marche arrière. Autrement, les 4 vues sont constamment affichées à l'écran.

L'emplacement et l'angle de l'écran vidéo ne sont pas réglables, et le conducteur ne peut éteindre l'affichage ni modifier les angles de vue des caméras. En outre, les images ne sont pas enregistrées et il n'y a aucun son. En raison de l'emplacement de l'écran vidéo, un conducteur doit lever les yeux à un angle important (c.-à-d. de 30 à 40 degrés par rapport à l'horizontale). Ce faisant, la vision périphérique du conducteur est moins sensible aux changements et au mouvement. L'écran étant éloigné (22 pouces ou 56 cm) du siège du conducteur, l'image paraît très petite.

En ce qui a trait à l'écran vidéo, les conducteurs d'OC Transpo avaient reçu la consigne de ne pas fixer l'écran vidéo du regard pendant qu'ils conduisaient. Aux arrêts en station et en cours de route, les conducteurs d'OC Transpo étaient tenus de regarder l'écran pour s'assurer que les passagers à l'étage étaient assis. S'ils voyaient à l'écran des passagers debout à l'étage, les conducteurs devaient faire une annonce informant les passagers qu'il était interdit de rester debout à l'étage ou dans l'escalier. Des affiches apposées dans l'escalier et au premier niveau indiquaient aux passagers qu'il était interdit de rester debout dans l'escalier lorsque l'autobus était en mouvement, mais aucune ne faisait mention de l'interdiction de rester debout à l'étage.

Pour trouver un siège libre après être montés à bord d'un autobus à 2 étages, certains passagers pouvaient continuer de se déplacer ou rester debout à l'étage après le départ de l'autobus. Dans de telles conditions, un conducteur doit jeter de temps à autre des coups d'œil à l'écran pendant que l'autobus est en mouvement pour observer la petite image de l'étage sur l'écran vidéo. Des recherches ont montré que le détournement des yeux de la scène visuelle avant, surtout quand le coup d'œil dure 2 secondes ou plus, est étroitement lié à des accidents et quasi-accidents.

Pour observer l'écran vidéo, un conducteur doit jeter en alternance des coups d'œil sur la route devant lui et à l'écran vidéo vers le haut sur la gauche. L'angle de visionnement de l'écran vidéo vers le haut jumelé à la petite taille de l'image de l'écran à 4 affichages aurait compliqué davantage la perception et la compréhension de l'image pour le conducteur. Le conducteur devait détourner complètement les yeux de la route devant lui lorsqu'il observait l'écran. La difficulté de la tâche aurait probablement aussi contraint le conducteur à jeter des coups d'œil prolongés à l'écran vidéo, détournant ainsi son regard de la route devant lui, afin d'interpréter correctement les images affichées. Par conséquent, le conducteur a probablement été visuellement distrait par l'observation de l'écran vidéo au cours d'une étape critique de la conduite alors qu'il négociait le virage à gauche et approchait du passage à niveau.

2.6.2 *Distraction cognitive*

Des recherches ont montré que la distraction cognitive peut également nuire au rendement du conducteur au volant. La distraction cognitive survient quand un conducteur détourne son attention du traitement de l'information nécessaire à la conduite sécuritaire de son véhicule pour l'appliquer à une activité non liée à la conduite. La distraction cognitive ralentit le temps de réaction du conducteur et augmente la probabilité que le conducteur passe outre à des stimuli visuels critiques se présentant dans son champ de vision sur la route devant lui. Elle peut également entraîner une cécité inattentionnelle et des erreurs « par manque de vigilance ».

Des études ont révélé que les conducteurs aux prises avec une distraction cognitive ont tendance à présenter les comportements suivants :

- Ils ne balayaient pas adéquatement du regard et ne surveillent pas l'environnement de conduite.
- Ils sont moins enclins à surveiller visuellement le trafic en approche aux intersections.
- Ils jettent moins de coups d'œil préventifs quand ils s'engagent dans un virage sur une route rurale.

Dans l'événement à l'étude, pendant l'arrêt à la station Fallowfield d'OC Transpo, le conducteur surveillait l'étage et a dû annoncer que des sièges étaient libres à l'étage. Le conducteur a également demandé aux passagers au premier niveau, se tenant près de l'avant de l'autobus, de se déplacer derrière la ligne jaune sur le plancher, ce qui indique qu'il se préoccupait de la sécurité et de la nécessité de maximiser la visibilité à partir du siège du conducteur.

Tout juste avant de quitter la station Fallowfield d'OC Transpo, le conducteur s'est entretenu avec au moins un passager au sujet de la disponibilité de sièges à l'étage. Une fois l'autobus en route, le conducteur aurait été en mesure d'entendre les passagers situés près de lui au premier niveau qui discutaient de la disponibilité des sièges. La vue de l'étage à l'écran vidéo montrait un passager debout près du haut de l'escalier, et le conducteur jetait des coups d'œil à l'écran vidéo. Il se pourrait que le conducteur se demandait s'il devait faire une annonce. Par conséquent, les conversations entre le conducteur et un passager et entre des passagers situés près du conducteur, ainsi que la nécessité ressentie par le conducteur de faire une annonce lorsque des passagers étaient debout à l'étage, ont créé une situation susceptible d'entraîner une distraction cognitive du conducteur dans les secondes précédant l'accident.

2.6.3 *Distractions au volant sous le contrôle de l'entreprise*

La mise en place de nouvelles technologies et procédures sont des activités d'exploitation normales d'une entreprise. Par souci de sécurité, tout nouveau danger potentiel doit être cerné et atténué en temps opportun. Une atténuation efficace des dangers exige

- une connaissance et une compétence dans le domaine en cours d'analyse;
- des processus qui contribuent à cerner les dangers;
- des moyens de trouver des mesures d'atténuation efficaces;

- des processus pour assurer le suivi des mesures d'atténuation et déterminer si d'autres mesures s'imposent.

Bien qu'OC Transpo ait soumis les autobus ADL E500 à des essais pilotes avant de les mettre en service, aucun processus formel d'évaluation des risques n'était en place pour évaluer les risques éventuels ainsi que les conséquences sur la sécurité associées à l'utilisation de l'écran vidéo ou de l'affichage du boîtier de contrôle du système de transport en commun.

Les autobus ADL E500 ont été livrés à OC Transpo équipés d'un écran vidéo installé à un endroit nettement éloigné de la ligne de vision horizontale du conducteur et configuré de façon à ce que les opérateurs puissent régler les caractéristiques et les images affichées. L'affichage du boîtier de contrôle du système de transport en commun était un écran de communications à l'intention du conducteur installé après la mise en marché et livré et entretenu par un fournisseur externe. On a probablement supposé que ces dispositifs étaient sécuritaires, puisqu'il s'agissait de produits en vente sur le marché. Une recherche sur l'opinion publique indique que 49 % des Canadiens croient que les dispositifs d'information et de communication de bord sont vérifiés afin de satisfaire à la réglementation en matière de sécurité et de façon à s'assurer « qu'ils ne sont pas une source de distraction pour le conducteur moyen ».

Bien qu'OC Transpo n'ait pas officiellement évalué ces dispositifs comme sources de distraction chez les conducteurs, certaines indications laissent croire que la direction de l'entreprise comprenait que le fait d'observer l'écran vidéo ou l'affichage du boîtier de contrôle du système de transport en commun pendant que l'autobus était en mouvement pouvait constituer un risque. On a fait les constatations suivantes :

- Certaines des fonctions d'entrée du boîtier de contrôle du système de transport en commun étaient verrouillées pendant que l'autobus roulait à une vitesse de 16 km/h (10 mi/h) ou plus.
- La formation d'OC Transpo recommandait aux conducteurs de ne pas fixer l'écran vidéo du regard pendant que l'autobus était en mouvement, mais plutôt d'y jeter un coup d'œil avant de quitter un arrêt en station afin de s'assurer que les passagers à l'étage étaient assis.
- Au moment de l'accident, la direction d'OC Transpo ne connaissait pas les pratiques exemplaires de l'industrie en matière de distractions au volant sous le contrôle de l'organisme et n'avait effectué aucune recherche à cet égard.

Compte tenu de l'absence de processus d'évaluation des risques officiel, OC Transpo n'a pas cerné ni atténué les risques découlant du détournement inapproprié de l'attention du conducteur vers l'écran vidéo pendant que l'autobus était en mouvement et de la nécessité pour le conducteur de faire des annonces s'il voyait des passagers debout à l'étage.

2.6.4 *Lignes directrices sur la conduite inattentive*

En avril 2013, des lignes directrices sur la conduite inattentive¹⁶² ont été publiées aux États-Unis. Ces lignes directrices s'appliquent aux véhicules légers, tels que les véhicules de promenade et les camions ayant un poids nominal brut du véhicule (PNBV) d'au plus 10 000 livres. Ces lignes directrices se basaient sur le principe fondamental selon lequel les yeux d'un conducteur devraient être tournés vers la route devant plutôt qu'en direction d'un dispositif de bord. Les lignes directrices visaient à encourager les constructeurs automobiles à renoncer aux systèmes de bord qui exigent la saisie manuelle de données pendant que le véhicule est en mouvement, ou des coups d'œil déraisonnablement longs qui détournent l'attention de la scène visuelle devant. Ces lignes directrices recommandent de

- désactiver certaines fonctionnalités des systèmes de bord, sauf si le véhicule est arrêté avec son levier des vitesses à P (Park [stationnement]);
- verrouiller les affichages vidéo et les rendre inaccessibles au conducteur pendant la conduite;
- placer tout affichage actif aussi près que possible de la ligne de vision avant du conducteur, avec un angle de visionnement maximal de 30 degrés vers le bas à partir de l'horizontale.

De nombreuses instances, dont la province de l'Ontario, ont des lois en place pour limiter les sources potentielles de distraction du conducteur. Toutefois, pour l'autobus à 2 étages d'OC Transpo, l'écran vidéo était jugé nécessaire pour la bonne marche de l'autobus; il était donc exempté des dispositions du *Code de la route de l'Ontario* limitant l'usage d'écrans d'affichage. En outre, l'emplacement et l'utilisation de l'écran vidéo à bord des autobus ADL E500 d'OC Transpo n'étaient pas conformes à aucune des recommandations ou lignes directrices en vigueur aux États-Unis en matière de distraction des conducteurs.

Le Canada n'a mis en place aucune norme ni ligne directrice de cette nature. Si des stratégies d'atténuation ne sont pas mises en place pour régler le problème de la distraction des conducteurs, les conducteurs d'autobus pourraient ne pas toujours rester concentrés sur leur tâche de conduite et sur la route devant eux, ce qui augmente le risque d'accident de la route.

2.7 *Obstruction visuelle des dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau*

La reconstitution de l'accident par le BST a permis d'observer que la vue des passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway depuis le poste de conduite était obstruée par des arbres, des arbustes et du feuillage du côté nord et aux abords du Transitway depuis l'arrêt à la station Fallowfield d'OC Transpo jusqu'à ce que l'autobus sorte du virage et

¹⁶² Department of Transportation des États-Unis, National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), *Visual-Manual NHTSA Driver Distraction Guidelines for In-Vehicle Electronic Devices*, Federal Register, volume 78, n° 81, 26 avril 2013, disponible à l'adresse : <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2013-04-26/pdf/2013-09883.pdf> (dernière consultation le 28 septembre 2015).

commence à rouler en direction nord vers le passage à niveau. La hauteur des arbres (mesurée à partir du sol) entre le Transitway et les voies ferrées variait de 43 à 46 pieds (de 13 à 14 m) près de la gare Fallowfield de VIA, et de 36 à 39 pieds (de 11 à 12 m) près du passage à niveau du Transitway. L'épaisseur du feuillage était d'environ 24 pieds (7,3 m) le long de la ligne d'arbres sur une distance de 387 pieds (118 m). La distance de visibilité d'arrêt (SSD) recommandée pour un autobus de transport en commun roulant sur le Transitway dans les environs du passage à niveau, dont la vitesse limite affichée était de 60 km/h (37,3 mi/h), est de 130 m (426,5 pieds). La SSD mesurée au cours de la reconstitution par le BST était de 122,5 m (401,9 pieds).

Bien que les panneaux routiers ne soient pas considérés comme des obstructions des lignes de visibilité entre les usagers de la route et les trains, ils en deviennent lorsqu'ils masquent les lignes de visibilité entre les usagers de la route et les panneaux indicateurs de passage à niveau ou les signaux d'avertissement. Dans l'événement à l'étude, 2 panneaux routiers destinés aux véhicules roulant vers le sud étaient installés du côté ouest du Transitway, au sud du passage à niveau. L'un était un petit panneau routier annonçant le virage, et l'autre, plus gros, indiquait la station Fallowfield d'OC Transpo. Ces 2 panneaux ainsi que les montants de coin avant et de fenêtre de l'autobus ADL E500 auraient également masqué à la vue du conducteur les feux du passage à niveau à différents moments pendant l'approche. Les arbres, les arbustes, le feuillage et la signalisation routière sur l'emprise du Transitway, de même que les montants de coin avant et de fenêtre de l'autobus, ont obstrué la vue du conducteur des dispositifs de signalisation automatique qui étaient en marche, jusqu'à ce que l'autobus se trouve à 122,5 m (402 pieds) du passage à niveau, une distance légèrement inférieure à la SSD recommandée, qui était de 130 m (426,5 pieds).

2.7.1 *Négociation d'un virage à gauche*

La négociation d'un virage augmente la charge de travail du conducteur. Sur une route droite, les conducteurs ont tendance à regarder droit devant et à se fier aux stimuli visuels perçus dans le champ visuel périphérique pour guider leurs actions sur le volant. Quand un conducteur négocie un virage, il doit partager son attention à intervalles répétés entre la position actuelle du véhicule et sur celles qu'il occupera à la suite, qui sont des zones visuellement distinctes.

Dans un virage, le conducteur s'en remet visuellement au point de tangence à l'intérieur du virage et dirige aussi des coups d'œil préventifs vers le point d'occlusion (c.-à-d. le point le plus proche où la route au-delà de ce point se trouve masquée). Dans l'événement à l'étude, en négociant le virage sur le Transitway à l'approche du passage à niveau, le conducteur aurait en général tourné les yeux vers le point de tangence, dans l'axe central de la route, et jeté des coups d'œil préventifs vers le point d'occlusion, où la route au-delà de ce point se trouvait obstruée par des arbres, des arbustes, du feuillage et la signalisation routière. Outre les distractions qui ont probablement eu une incidence sur le conducteur, la charge de travail supplémentaire afférente à la négociation du virage à gauche à l'approche du passage à niveau a probablement réduit sa capacité de détecter les dispositifs de signalisation automatique qui étaient en marche.

2.7.2 Absence de panneaux d'avertissement avancé avec feux clignotants

Il n'y avait pas de panneau d'avertissement avancé avec feux clignotants relié au système de signalisation du passage à niveau, pour avertir les véhicules circulant vers le nord de l'approche d'un train. Les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau étaient en marche depuis 49 secondes avant l'accident. L'autobus a quitté la station Fallowfield d'OC Transpo 39 secondes avant l'accident. Bien que les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau étaient déjà en marche avant que l'autobus quitte la station, la vue des dispositifs de signalisation automatique en marche était obstruée et il n'y avait pas de feux clignotants d'avertissement avancé pour avertir le conducteur du train en approche.

Le Transitway a été construit conformément aux consignes et aux principes d'ingénierie en matière de construction routière de l'Association des transports du Canada (ATC). Toutefois, la configuration du Transitway, qui comporte un important virage à gauche et une approche relativement courte avant le passage à niveau, a été un facteur dans la réduction de la SSD. Par conséquent, à la sortie du virage, les conducteurs roulant vers le nord disposent d'un délai relativement court, soit de 2 à 4 secondes, pour réagir aux dispositifs de signalisation automatique en marche. Dans le cas des routes comportant un important virage à proximité d'un passage à niveau ou une SSD inadéquate, le projet de *Normes techniques et exigences concernant l'inspection, les essais et l'entretien des passages à niveau rail-route (RTD 10)* préconisent qu'un panneau d'avertissement avancé avec feux clignotants soit relié aux signaux du passage à niveau et installé avant le passage à niveau, afin d'avertir les conducteurs de véhicules de l'approche d'un train. Les feux clignotants d'avertissement avancé reliés aux signaux du passage à niveau ne commencent à clignoter qu'après le déclenchement des dispositifs de signalisation automatique par un train en approche et s'éteignent une fois que les dispositifs de signalisation automatique ne sont plus en marche.

Un panneau d'avertissement avancé standard (sans feux clignotants) a pour objet d'avertir les conducteurs de véhicules de la présence d'un passage à niveau sur la route devant eux et de la possibilité qu'un train soit en approche. Il existe plusieurs autres systèmes d'avertissement pour alerter les conducteurs de la présence de dangers imminents. Par exemple, des panneaux d'avertissement avancé avec feux clignotants, un éclairage du passage à niveau, des bandes rugueuses ou une délinéation améliorée avec panneaux indicateurs rétro réfléchissants se révèlent des moyens utiles aux endroits appropriés.

Des recherches sur les panneaux d'avertissement avancé avec feux clignotants indiquent qu'aux endroits où des feux clignotants jaunes étaient ajoutés à un panneau d'avertissement avancé légèrement agrandi où les feux étaient déclenchés par un train en approche, les conducteurs se montraient beaucoup plus aptes à reconnaître les signaux et à ralentir. Les conducteurs ont tendance à ignorer les panneaux d'avertissement avancé avec feux clignotants qui ne sont pas reliés aux signaux d'un passage à niveau parce qu'ils n'indiquent pas nécessairement la présence d'un train en approche. Si aucun panneau d'avertissement avancé avec feux clignotants relié aux signaux d'un passage à niveau n'est installé sur une route comportant un important virage près d'un passage à niveau ou à un endroit où la SSD

est inadéquate, les conducteurs pourraient ne pas avoir suffisamment de temps pour réagir à un train en approche, ce qui augmente le risque d'accident au passage à niveau.

2.7.3 *Maintien de la distance de visibilité d'arrêt*

Le RTD 10 et le *Guide canadien de conception géométrique des routes* de l'ATC fixent les exigences minimales de SSD, c'est-à-dire la distance requise pour permettre à un conducteur de voir clairement les feux de signalisation en marche d'un passage à niveau et d'y réagir en toute sécurité. Le RTD 10 indique que les lignes de visibilité doivent être maintenues afin d'assurer une SSD adéquate aux approches des passages à niveau et qu'une attention particulière devrait être accordée aux arbres, aux buissons, à toute autre végétation, aux poteaux électriques, aux panneaux, aux abribus et aux autres installations en bordure de la route à l'approche d'un passage à niveau.

La construction des voies du Transitway et de l'élargissement de l'avenue Woodroffe a été réalisée conformément aux lignes directrices de la Ville et au *Guide canadien de conception géométrique des routes* de l'ATC. Les 2 passages à niveau ont été construits en conformité avec les évaluations détaillées de la sécurité et le RTD 10, ainsi qu'avec les normes et pratiques techniques ferroviaires. Une fois les travaux terminés, en décembre 2005, la SSD à l'approche du passage à niveau se situait en deçà de la limite recommandée. Toutefois, les arbres, les arbustes et le feuillage ont poussé au point où la SSD recommandée de 130 m (426,5 pieds) a été réduite à 122,5 m (402 pieds), obstruant la vue du passage à niveau aux conducteurs d'autobus roulant en direction nord. Si les administrations routières ne vérifient pas périodiquement la SSD, surtout le long des routes bordées d'arbres et de toute autre végétation, la vue du passage à niveau à partir de la route peut être obstruée avec le temps, ce qui augmente le risque d'accident au passage à niveau.

2.8 *Résistance à l'impact de l'autobus*

Au cours d'une collision, la déformation de la structure peut être bénéfique puisque l'énergie est absorbée et dissipée plutôt que d'être transmise directement aux occupants. Le principe de base de la gestion de l'énergie en cas de collision est de faire en sorte qu'au cours d'une collision, les espaces inoccupés se déforment avant les espaces occupés. Les chances de survie dépendent de l'efficacité avec laquelle les chocs sont absorbés par les caractéristiques du véhicule et éloignés de ses occupants. Aucun dommage à la structure de l'habitacle ne devrait réduire l'espace de survie ou l'exposer aux éléments au point de compromettre les chances de survie des occupants.

Les *Normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada* (NSVAC) indiquent les tests exigés pour la certification de véhicules de diverses catégories de poids. Les exigences des NSVAC varient en fonction du poids et du type de véhicule. Les autobus ADL E500 ont été conçus en conformité avec les exigences réglementaires des *Federal Motor Vehicle Safety Standards* (FMVSS) des États-Unis et les NSVAC du Canada, et répondaient pleinement à ces exigences, de même qu'à toutes les exigences applicables des états américains et des provinces canadiennes.

Afin d'assurer la conformité aux NSVAC, Transports Canada (TC) examine les documents fournis par le constructeur, puis informe l'importateur désigné au moyen d'une courte lettre lorsque la trousse de certification est acceptable; le véhicule peut alors être importé au Canada. Aucune inspection en bonne et due forme du véhicule n'est effectuée, et aucune évaluation des risques n'est requise, et ce, même si le véhicule peut présenter des caractéristiques de conception nettement différentes.

Les normes de résistance à l'impact des NSVAC ont évolué avec le temps. Ces normes de performance ont été élaborées pour améliorer la sécurité des véhicules automobiles qui, historiquement, ont posé les plus grands risques de blessures dans des accidents. Une fois ces normes établies, l'attention s'est tournée vers les véhicules plus gros et les autobus scolaires. Les normes de résistance à l'impact des véhicules de la catégorie de poids des véhicules les plus lourds (c.-à-d. PNBV de 11 793 kg ou 26 000 livres) étaient perçues comme présentant le plus faible risque, compte tenu de l'historique d'accidents, puisque ces véhicules comptaient généralement parmi les plus gros sur la route. Par conséquent, très peu des normes de résistance à l'impact des NSVAC s'appliquent aux véhicules de cette catégorie.

La catégorie de poids des véhicules les plus lourds comprend les tracteurs semi-remorques et la plupart des autobus de transport en commun et interprovinciaux. Ces véhicules doivent satisfaire à un ensemble de critères de sécurité essentiels (freins, direction, etc.), et certaines normes de sécurité des véhicules s'appliquent uniquement à cette catégorie de poids. Même si ces véhicules sont assujettis en général au plus petit nombre de normes de sécurité, rien n'empêche un constructeur de concevoir un véhicule qui va au-delà des normes. En effet, certains constructeurs d'autobus de transport en commun, y compris ADL, effectuent des essais pour vérifier la résistance aux impacts latéraux. On ne vérifie toutefois que rarement la résistance aux impacts frontaux, qui ne fait pas partie des exigences des NSVAC.

Par contre, les autobus scolaires sont conçus pour atténuer les effets d'une collision. Ils sont équipés de rails d'impact horizontaux pleine longueur situés au niveau de l'épaule, du coussin et du plancher destinés à augmenter la résistance de la carrosserie. Le plancher est surélevé de manière à protéger les passagers, qui se trouvent assis au-dessus de la zone où un véhicule automobile risquerait de heurter l'autobus.

Les autobus scolaires doivent également satisfaire à des normes de protection contre les tonneaux. L'intérieur de l'autobus forme une coque arrondie et lisse, exempte d'arêtes vives, et le véhicule est conçu de façon que les joints ne se séparent pas au cours d'une collision, ce qui mettrait à découvert des arêtes vives dans l'habitacle. L'intérieur d'un autobus scolaire est compartimenté, de façon à réduire au minimum la force d'impact d'une collision et les blessures. Étant donné qu'un autobus scolaire présente des caractéristiques techniques différentes (plancher surélevé, rails d'impact horizontaux et compartiments), ce véhicule est conçu pour mieux supporter un impact et protéger les occupants au cours d'un accident de la route.

En Ontario, un autobus scolaire transportant de 20 à 72 passagers doit satisfaire à un certain nombre de normes de résistance à l'impact des NSVAC. Par comparaison, les autobus de

transport en commun, dont certains sont réservés exclusivement aux enfants d'âge scolaire, peuvent transporter plus de 100 passagers, mais ils sont soumis à moins de normes de résistance à l'impact des NSVAC.

Bien que l'autobus ADL E500 ait satisfait à toutes les exigences réglementaires fédérales, des états américains et des provinces canadiennes, les armatures avant n'étaient pas conçues pour assurer une protection contre l'impact, et les règlements applicables ne l'exigeaient pas. Dans l'événement à l'étude, la dislocation de la partie avant de l'autobus ADL E500 démontre que la protection offerte par la structure n'était pas suffisante compte tenu des charges importantes en cause dans l'accident.

Il a été établi que, même si en réduisant la vitesse du train à 15 mi/h (24 km/h) et que tous les autres paramètres demeurent les mêmes, la quantité de mouvement du train et son énergie cinétique sont quand même plus élevés que ceux de l'autobus, et ce, de plusieurs ordres de grandeur. Cette constatation laisse croire que la réduction de la vitesse du train n'aurait pas réduit sensiblement les dommages subis par l'autobus, mais la gravité du déraillement aurait probablement été moindre.

Les NSVAC ne renferment aucune exigence sur les pare-chocs d'autobus. Bien qu'il ne s'agisse que d'une ligne directrice, la spécification technique (TS) TS 70.2 de l'American Public Transportation Association (APTA) établit des exigences sur les pare-chocs d'autobus et précise que le haut du pare-chocs avant devrait être installé à 27 pouces (68,58 cm) au-dessus du sol. Les autobus à 1 étage d'OC Transpo sont munis de pare-chocs avant et arrière qui satisfont aux exigences de l'APTA, notamment la résistance à des impacts à 5 mi/h (8 km/h) sans dommages, et certains modèles de ces autobus ont été soumis à des essais pour vérifier leur conformité à l'exigence sur les impacts latéraux à 25 mi/h (40 km/h). Même si les pare-chocs avant étaient disponibles en option, le contrat d'acquisition d'autobus ADL E500 signé par OC Transpo n'en comprenait pas. Par conséquent, les 75 premiers autobus ADL E500 achetés par OC Transpo n'avaient pas de pare-chocs avant.

Un pare-chocs avant, dont le haut serait à 27 pouces au-dessus du sol, conformément à la spécification technique TS 70.1 de l'APTA, fixé à l'armature de l'autobus, aurait été suffisamment élevé pour entrer en contact avec la partie inférieure de la jupe derrière le chasse-pierres de la VIA 915 et aurait été la première partie de l'autobus à percuter la locomotive. Par conséquent, on est d'avis qu'un tel pare-chocs pourrait avoir retardé le contact entre le coin avant gauche de l'autobus et la locomotive et absorbé partiellement la charge d'impact initiale. Ainsi l'ampleur des dommages subis par le coin avant gauche au cours de la phase initiale de la collision aurait peut-être été réduite. Cependant, la condition d'impact dans l'événement à l'étude était plus grave que celle qui est requise pour les essais de performance des pare-chocs avant effectués en vertu de la spécification technique TS 70.2 de l'APTA. Par conséquent, on ignore si un pare-chocs aurait pu avoir un effet significatif sur l'ensemble des dommages subis par la structure avant de l'autobus au cours de l'événement à l'étude.

Les caractéristiques techniques générales de la structure d'un autobus à 1 étage sont différentes de celles de l'ADL E500. C'est pourquoi la structure d'un autobus à 1 étage

pourrait se comporter différemment si elle était soumise à la même charge d'impact que celle de l'événement. Plus particulièrement, 4 des passagers qui ont subi des blessures mortelles étaient assis dans la première rangée à l'étage de l'ADL E500, endroit où la structure a été compromise au cours de l'accident. En l'absence d'étage supérieur sur l'autobus à 1 étage et vu l'exigence pour les passagers debout de se tenir derrière le poste de conduite, il est moins probable que les passagers auraient été exposés dans la partie de l'autobus qui a été compromise par la collision. Cependant, un autobus à 1 étage pourrait contenir un plus grand nombre de passagers debout risquant de se blesser en cas de freinage brusque, mais ils pourraient être moins nombreux à perdre la vie.

Les NSVAC ne renferment aucune exigence relative à la protection contre l'impact frontal et latéral, les tonneaux ou l'écrasement pour les véhicules d'un PNBV de plus de 11 793 kg (26 000 livres) qui comprennent la plupart des autobus de transport en commun. Par conséquent, les autobus dans cette catégorie de poids peuvent présenter des caractéristiques structurelles différentes. Bien que la réglementation ne l'exige pas, une structure avant et des spécifications techniques de gestion de l'énergie en cas d'accident plus robustes auraient peut-être réduit les dommages à l'autobus et empêché la perte d'une cellule protectrice pour les occupants. Si les normes de sécurité des véhicules qui s'appliquent aux autobus de transport en commun ne comprennent pas d'exigences sur une résistance à l'impact améliorée, les risques de blessures aux occupants seront accrus en cas d'accident.

2.9 *Enregistreurs de données routières de l'autobus*

Les autobus à 2 étages d'ADL étaient équipés d'un écran vidéo qui fournit au conducteur des vues intérieures et extérieures de son véhicule. Cependant, le mode d'enregistrement du système contrôlant les caméras vidéo de bord n'était pas en fonction; par conséquent, aucune information n'en a été récupérée.

Bien que les modes de transport ferroviaire, aérien et maritime exigent que les locomotives, tout comme de nombreux aéronefs et navires commerciaux, soient équipés d'enregistreurs de données pouvant saisir un certain nombre d'éléments prédéterminés, les NSVAC n'exigent aucunement des autobus (scolaires, de transport en commun et interurbains) d'être équipés d'un enregistreur de données routières (EDR) résistant à l'impact. Quoique rien n'empêche un exploitant d'installer des EDR résistants à l'impact dans tout son parc, OC Transpo n'avait pas instauré une telle exigence. Par conséquent, l'autobus en cause dans l'accident n'était pas équipé d'un EDR (ou boîte noire) résistant à l'impact permettant d'enregistrer et de stocker les données sur l'exploitation du véhicule avant et pendant la séquence de l'accident.

Cependant, l'autobus contenait un certain nombre d'unités électroniques contenant une mémoire non volatile. En tout, 8 unités ont été récupérées et analysées.

- Le module de contrôle de système de freinage antiblocage et d'antipatinage (ABS/ASR), le contrôleur central, le module de commande de la boîte de vitesses, la mémoire du système de chauffage, de ventilation et de climatisation, et le lecteur Presto ne contenaient aucune information utile pertinente à l'exploitation de l'autobus tout juste avant l'accident.

- Certaines données du système Intelligent Vehicle Network (IVN) ont été effacées par suite de la perte soudaine d'alimentation au cours de l'accident et de la réparation subséquente des fichiers de données lors de la récupération. La dernière position du système mondial de positionnement (GPS) récupérée à partir de la mémoire du système IVN correspondait au dernier arrêt d'autobus effectué avant l'événement, à la station Fallowfield d'OC Transpo. À part cela, le système IVN contenait peu d'informations utiles pertinentes à l'exploitation de l'autobus.
- Le module de commande du moteur a enregistré 3 événements de décélération soudaine, 31 dérangements, et comptait un temps de fonctionnement total de 1737 heures 53 minutes 40 secondes. L'enregistrement d'un événement de décélération soudaine est déclenché lorsque le module de commande du moteur établit qu'une décélération d'au moins 9 mi/h/s (14,5 km/h/s) est survenue. Les événements enregistrés sont horodatés, mais ils se reportent au temps de fonctionnement du module de commande du moteur. La date et l'heure réelles ne sont pas enregistrées. Malgré l'utilité des données du module de commande du moteur qui ont été récupérées, ces données n'étaient pas suffisamment détaillées pour permettre une analyse significative, comparativement aux données d'un CEL. En particulier,
 - la façon dont l'information sur les événements était horodatée n'était pas utile;
 - aucune distance parcourue n'avait été enregistrée;
 - l'intervalle d'enregistrement de 1 seconde n'était pas suffisant pour permettre une analyse détaillée;
 - le fonctionnement du système de freinage ABS et du frein de secours n'était pas consigné;
 - les données du module de commande du moteur indiquaient que les freins avaient été serrés, mais aucune autre information utile relative au freinage n'avait été enregistrée;
 - la pression d'air dans la conduite de freinage n'avait pas été enregistrée pour déterminer l'effort de freinage.

Bien que ces éléments importants aient pu être disponibles, ils n'ont pas été enregistrés dans aucune des mémoires non volatiles récupérées. Par conséquent, il a fallu procéder à une analyse détaillée du freinage afin d'établir le déroulement de l'événement, la distance de freinage et l'effort de freinage appliqué à l'autobus au cours de l'accident. L'analyse du freinage comprenait des mesures et des observations prises ou faites sur le site immédiatement après l'accident ainsi que des calculs techniques détaillés fondés sur les données du module de commande du moteur et les tableaux de performance des freins des tests de certification de l'autobus et des essais du constructeur. La complexité de ce travail a prolongé de quelques mois le processus d'enquête. À l'opposé, les enquêteurs du BST ont pu examiner les données du CEL et tous les paramètres le soir même de l'accident. La saisie de ces données a permis de réaliser immédiatement une analyse détaillée de la conduite du train à l'appui de l'enquête.

En 1999, un rapport d'enquête spéciale du National Transportation Safety Board (NTSB) a indiqué que les problèmes de collecte de données entravaient l'étude efficace des accidents et que les véhicules devraient être obligés d'être équipés d'EDR pour faciliter la collecte de données. Par la suite, le NTSB a recommandé que les autobus soient immédiatement équipés d'EDR (H-99-53 et H-99-54). Bien que, depuis ce temps, certains progrès aient été réalisés, l'utilisation des EDR dans les véhicules routiers continue d'être facultative, et le NTSB a classé ces recommandations de sécurité comme « Ouvertes – Réponse inacceptable », compte tenu du fait que la NHTSA n'a pas exigé l'utilisation d'EDR à bord des autobus. À la suite d'une enquête du NTSB sur un accident de la route survenu près de Dolan Springs (Arizona) et mettant en cause un autobus pouvant transporter 29 passagers, le NTSB a émis la recommandation de sécurité H-10-007, en remplacement des recommandations précédentes H-99-53 et H-99-54, et a exigé que tous les autobus d'un PNBV supérieur à 10 000 livres soient équipés d'un EDR de bord.

En ce qui concerne les accidents d'autobus,

- depuis 2005, il y a eu au Canada 8 accidents aux passages à niveau mettant en cause des autobus, soit 3 autobus de transport en commun et 5 autobus scolaires;
- au Canada et aux États-Unis, entre 2009 et 2013 (inclusivement), 331 714 collisions de véhicules automobiles mettant en cause des autobus ont été signalées aux services de police. Ces accidents ont fait en tout 74 958 blessés et 1408 morts;
- en 2013 seulement, au Canada et aux États-Unis, il s'est produit 318 collisions mortelles mettant en cause des autobus, dont 94 ont mis en cause des autobus de transport en commun et 120, des autobus scolaires.

Dans la majorité de ces cas, les autobus n'étaient pas équipés d'EDR spécialisés résistants à l'impact.

Malgré le fait que les accidents mettant en cause des autobus de transport en commun aux passages à niveau sont rares, ils sont considérés comme des événements à risque élevé en raison du nombre de passagers à bord de chaque autobus et du risque de blessures au public voyageur. Dans de tels cas, il est essentiel que les enquêteurs aient accès à des données enregistrées en temps réel qui soient cohérentes et pertinentes, afin de cerner rapidement les lacunes de sécurité et d'éviter qu'un tel accident se reproduise.

Grâce à des années d'expérience acquise avec les enregistreurs de données dans les modes de transport aérien, ferroviaire et maritime, le BST, le NTSB et l'industrie des transports en ont appris beaucoup sur la mise en place efficace de technologies d'enregistrement.

L'établissement de normes de l'industrie relatives à l'enregistrement dans ces modes de transport a été crucial pour l'implantation efficace des enregistreurs de données. Les normes de l'industrie assurent l'uniformité des données enregistrées et empêchent la prolifération de multiples formats et configurations. Elles favorisent également la mise en place efficace de nouvelles technologies d'enregistrement.

Il est essentiel de discerner les facteurs humains pour comprendre pourquoi des accidents se produisent. Toute enquête sur les accidents aux fins de la sécurité, la réglementation, l'application de la loi ou de l'entreprise bénéficie de la collecte, de l'assimilation et de

l'analyse efficaces, précises et en temps opportun de l'information disponible. Dans bien des cas, les enregistreurs de données fournissent et valident une bonne part de cette précieuse information. La récupération rapide de l'information peut également permettre de communiquer dans un meilleur délai les lacunes de sécurité et les rapports d'accident à l'industrie, aux organismes de réglementation et au public, et, par conséquent, mener à l'instauration de mesures visant à éviter qu'un tel accident se reproduise. Si les autobus ne sont pas équipés d'EDR résistants à l'impact, il pourrait être difficile de comprendre clairement les circonstances et les facteurs contribuant à un accident d'autobus ou de prendre les mesures de sécurité qui s'imposent, ce qui augmente le risque que d'autres accidents d'autobus semblables surviennent.

2.9.1 Utilisation des données des enregistreurs de données routières d'autobus pour gérer et améliorer la sécurité

Les compagnies de chemin de fer utilisent régulièrement les données des CEL de concert avec la vérification des compétences de la personne aux commandes (conducteur) du train pour déterminer les secteurs potentiels à améliorer dans le contexte du système de gestion de la sécurité (SGS) de la compagnie ferroviaire. Il est possible d'obtenir ces améliorations en apportant des modifications aux programmes de formation des compagnies ou de mentorat des employés.

Les EDR sont d'usage courant dans plus de 100 territoires aux États-Unis pour la gestion des parcs d'autobus scolaires. Des études ont établi que l'utilisation d'EDR a également donné lieu à des améliorations opérationnelles en matière de sécurité des parcs de véhicules. Aux États-Unis, la société Laidlaw Incorporated (Laidlaw) a étudié l'incidence sur la sécurité de l'installation d'EDR dans 65 des 150 autobus scolaires (43 %) de son parc de Bridgeport (Connecticut). Au cours de l'étude, la société a surveillé les excès de vitesse, et les conducteurs dont plus de 25 % du parcours (en milles) se faisait à des vitesses dépassant un seuil établi étaient tenus de participer à des séances d'orientation. On a également constaté que les autobus de Laidlaw sans EDR étaient en cause dans 72 % des accidents du parc. Par la suite, la société a installé des EDR dans le reste de son parc de Bridgeport. Après une année, Laidlaw a modifié son programme de formation après avoir cerné d'autres facteurs qui contribuaient à des accidents et avaient un lien avec la formation des conducteurs.

Les données des EDR peuvent être utiles pour surveiller le rendement des conducteurs, de concert avec le programme de sécurité de la société de transport, ce qui peut réduire davantage le risque et améliorer la sécurité avant qu'un accident ne survienne.

Bien que certaines sociétés d'autobus scolaires aient installé des EDR dans leur parc et commencé à en analyser les données dans le but d'améliorer la sécurité, il n'existe aucune exigence réglementaire sur l'installation et l'utilisation d'EDR dans les autobus. Au Canada, l'utilisation d'EDR dans les autobus n'est pas très répandue. Par conséquent, les sociétés de transport et les administrations qui n'utilisent pas d'EDR ou qui n'ont pas accès aux données des EDR sont privées d'importantes occasions de réduire les risques et d'améliorer la sécurité avant qu'un accident ne survienne. Compte tenu des taux globaux de collisions et d'accidents mortels mettant en cause des autobus, et de la disponibilité et de l'usage croissants de registres électroniques et de GPS, si les sociétés d'autobus n'ont pas accès aux

technologies ni aux données d'EDR disponibles ou ne les utilisent pas aux fins de l'analyse proactive de la sécurité, il y a un risque accru qu'elles ne décèlent pas les possibilités d'améliorer la sécurité de l'exploitation.

2.10 *Sauts-de-mouton*

La gare Fallowfield de VIA (point milliaire 3,57) est située entre les passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway et celui du chemin Fallowfield (points milliaires 3,28, 3,30 et 3,88 respectivement) et est adjacente à la station d'autobus Fallowfield d'OC Transpo. L'avenue Woodroffe et le chemin Fallowfield sont des artères du secteur, et les passages à niveau à ces endroits avaient un produit vectoriel élevé. Le système de signalisation ferroviaire dans ce secteur était complexe et comportait un certain nombre de dispositifs de sécurité intégrés supplémentaires. Bien que le système de signalisation ait été généralement fiable, les dispositifs et la programmation supplémentaires augmentaient le nombre de points de défaillance possibles. Tout compte fait, la sécurité aux passages à niveau reposait sur la prise de décisions appropriées par le conducteur de véhicule routier en fonction de l'information présentée.

Au fil des ans, la technologie s'est améliorée et, grâce à elle, les passages à niveau peuvent maintenant être munis de systèmes d'avertissement supplémentaires. Les systèmes GPS parlants sont devenus très perfectionnés et peuvent être programmés pour alerter les conducteurs de la proximité d'un passage à niveau et du besoin de ralentir à son approche. Au cours des dernières années, le secteur automobile a mis en œuvre toutes sortes de technologies pour l'évitement des collisions, y compris la détection dans l'angle mort, l'espacement des véhicules, la régulation de la vitesse, et le freinage d'urgence automatisé. Cependant, la plupart de ces percées technologiques se concentrent sur le trafic devant ou derrière le véhicule et ne sont pas encore suffisamment perfectionnées pour détecter un véhicule (train) approchant depuis le côté. Il n'existe encore aucun système puisse détecter un train et arrêter automatiquement le véhicule. La protection supplémentaire entraîne une charge de travail accru de la part du conducteur et se fonde sur le fait que le conducteur réagira de façon appropriée à tout signal d'avertissement supplémentaire.

Bien qu'une protection supplémentaire puisse être utile aux passages à niveau, la seule façon de veiller à ce que des accidents semblables ne surviennent pas à cet endroit est de séparer physiquement la route de la voie ferrée par des sauts-de-mouton.

2.10.1 *Études précédentes sur les sauts-de-mouton*

En 1995, en raison du développement urbain prévu et escompté dans le secteur qui constitue maintenant la banlieue sud d'Ottawa de Barrhaven, la municipalité régionale d'Ottawa-Carleton (avant de devenir la ville d'Ottawa) avait procédé à 2 évaluations environnementales. Le besoin d'aménager des sauts-de-mouton pour l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield a été reconnu dès le début de la phase de planification. Au départ, l'évaluation environnementale comprenait diverses options de sauts-de-mouton. Cependant, une opposition locale à l'égard de toute proposition de passage supérieur routier comme solution de rechange s'est manifestée au cours des consultations publiques dans le

cadre de l'évaluation environnementale. La Commission de la capitale nationale (CCN) a appuyé la position publique et privilégiait également l'option de passages inférieurs routiers, étant donné que la vue de la Ceinture de verdure serait préservée. Le passage inférieur routier ayant été choisi comme option privilégiée, aucune proposition de passage supérieur routier n'a été examinée dans le cadre des évaluations environnementales finales.

S'appuyant sur les évaluations environnementales, le plan initial avait privilégié l'option des sauts-de-mouton sous forme de passages inférieurs routiers en tranchée ouverte sur l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield. Cependant, au mois de février 2003, des examens de la sous-surface ont établi que les conditions ne se prêtaient pas à la construction de passages inférieurs routiers en tranchée ouverte. En raison des conditions imprévues de la sous-surface, le coût de construction des passages inférieurs routiers en tranchée ouverte est passé d'une estimation initiale de 40 millions de dollars à plus de 100 millions de dollars. Notant que cette option présentait également des risques importants, on a abandonné le projet de construction des passages inférieurs routiers.

On a ensuite étudié à nouveau les options de passages supérieurs routiers. Bien qu'il ait été établi que le sol dans ce secteur présentait une force portante limitée, il a été noté que les structures des passages supérieurs routiers pourraient être construites à l'aide de remblais d'approche légers et de travées de pont multiples. Cependant, la construction de l'une ou l'autre des options de passage supérieur routier aurait exigé la réouverture des évaluations environnementales faites précédemment. Le temps nécessaire pour refaire les évaluations environnementales retarderait davantage l'achèvement du projet au-delà des contraintes de temps imposées par le financement du projet du Millénaire (fin mars 2006), ce qui aurait entraîné la perte du financement du Millénaire, qui comptait pour environ 70 % du coût initial estimé des projets.

Bien qu'il était possible de construire des sauts-de-mouton sous forme de passages supérieurs routiers sur l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield, la nécessité de rouvrir les évaluations environnementales, la perte possible du financement du Millénaire, et la nette préférence de la part du public et de la CCN pour l'option de passages inférieurs routiers ont limité les options de saut-de-mouton envisagées par la Ville en 2004.

2.10.2 Modification des valeurs des produits vectoriels depuis 2004

Le produit vectoriel a toujours été l'un des principaux critères utilisés pour aider à déterminer les projets potentiels de saut-de-mouton. Un produit vectoriel de 200 000 a de longue date servi de référence reconnue utilisée par TC et l'industrie pour envisager un projet de saut-de-mouton. Rien n'indique à quel moment, pour quelle raison ni de quelle façon ce seuil de 200 000 a été établi.

Selon les dossiers de TC, parmi les quelque 15 000 passages à niveau publics au Canada, celui du chemin Fallowfield est 1 des 43 passages à niveau protégés par des dispositifs de signalisation automatique à présenter un produit vectoriel de plus de 400 000. De même, le passage à niveau de l'avenue Woodroffe est 1 des 15 passages à niveau protégés par des dispositifs de signalisation automatique à présenter un produit vectoriel de plus de 600 000.

Le tableau 16 résume les données sur la population, le trafic ferroviaire, le trafic routier et les occupants par véhicule (à partir de 2004) pour les passages à niveau de l'avenue Woodroffe, du Transitway, et du chemin Fallowfield.

Tableau 16. Données sur la population, les trains, les véhicules et les occupants de véhicule aux passages à niveau

Emplacement	Année	Population du secteur	Trafic routier	Nombre de trains	Produit vectoriel	Nombre d'occupants par véhicule	Produit vectoriel occupants
Avenue Woodroffe	2004	100 358	18 163	10	181 630	s.o.	
	2007	s.o.	22 335	15	335 025	s.o.	
	2010	130 537	25 154	15	377 310	s.o.	
	2013	145 062	30 396	23	699 108	1,08	755 036
	2020*	171 000					
Transitway	2004	100 358	s.o.	10	s.o.	s.o.	
	2007	s.o.	s.o.	15	s.o.	s.o.	
	2010	130 537	390	15	1350	s.o.	
	2013	145 062	1007	23	23 161	32	532 703
	2020*	171 000					
Chemin Fallowfield	2004	100 358	18 795	10	187 950	s.o.	
	2007	s.o.	16 787	10	167 870	s.o.	
	2010	130 537	19 387	10	193 387	s.o.	
	2013	145 062	25 412	16	406 592	1,08	439 119
	2020*	171 000					

* Chiffres de 2020 estimés

Avant 2004, en raison du développement urbain prévu, la Ville estimait que des sauts-de-mouton seraient requis aux passages à niveau. À cette époque, compte tenu du passage de 10 trains par jour, le produit vectoriel était de 181 630 à l'avenue Woodroffe et de 187 950 au chemin Fallowfield. Une fois que l'option privilégiée des passages inférieurs routiers en tranchée ouverte a été abandonnée, il a été décidé de renoncer à la construction de sauts-de-mouton et d'installer des protections par dispositifs de signalisation automatique aux passages à niveau ou d'améliorer ceux déjà en place, compte tenu du trafic ferroviaire et routier à l'époque (produit vectoriel inférieur à 200 000). De plus, tous les trains de voyageurs s'arrêtaient à la gare Fallowfield de VIA et leur vitesse était limitée à 20 mi/h (32,2 km/h) aux passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du chemin Fallowfield.

Pour appuyer cette décision, des études détaillées de la sécurité ont été effectuées et des rapports de consultants ont été préparés. Plusieurs études détaillées de la sécurité et études ont souligné que les produits vectoriels examinés à ce moment-là dépassaient le seuil de 200 000 généralement utilisé pour justifier d'envisager l'aménagement d'un saut-de-mouton. Une fois que les passages à niveau ont été construits, on n'a pas formellement examiné ni

envisagé de nouveau la nécessité d'aménager des sauts-de-mouton sur l'avenue Woodroffe, sur le Transitway, et sur le chemin Fallowfield, et rien ne l'exigeait.

En 2013, la population du secteur sud d'Ottawa avait atteint 145 062 habitants (une hausse de 45 %), et l'on prévoyait qu'elle allait atteindre 171 000 habitants en 2020. En outre, le produit vectoriel, calculé d'après le trafic ferroviaire en semaine, avait augmenté à 699 108 (une hausse de 285 %) à l'avenue Woodroffe et à 406 592 (une hausse de 116 %) au chemin Fallowfield.

En 2013, le produit vectoriel du Transitway était de 23 161. Cependant, afin de quantifier plus précisément le risque associé à un autobus roulant sur le Transitway, on devrait également tenir compte du nombre moyen d'occupants par autobus. En multipliant le nombre d'occupants par autobus par le produit vectoriel du Transitway, on a obtenu un produit vectoriel occupants de 532 703. À titre comparatif, le produit vectoriel occupants de l'avenue Woodroffe était de 755 036, et celui du chemin Fallowfield, de 439 119.

En 2013, le nombre de trains avait augmenté à 23 par jour de semaine (une hausse de 130 %). De plus, en raison d'un remaniement de l'horaire de VIA, certains trains de voyageurs traversaient désormais les passages à niveau à une vitesse de 40 mi/h à 60 mi/h (de 64,4 km/h à 96,6 km/h). Toute hausse supplémentaire du trafic ferroviaire dans ce couloir augmenterait davantage les risques.

Par ailleurs, la Ville travaille actuellement sur des projets d'élargissement du chemin Greenbank et de la promenade Strandherd. Il s'agit d'endroits où les trains de VIA peuvent rouler à des vitesses pouvant atteindre 100 mi/h (160,9 km/h). Le chemin Greenbank a un produit vectoriel de 309 400, et le projet comprend un passage inférieur routier en construction. La promenade Strandherd a un produit vectoriel de 442 400, et le projet comprend un passage supérieur routier, mais ce projet a été suspendu en attente de financement. À titre comparatif, le produit vectoriel actuel de l'avenue Woodroffe et le produit vectoriel occupants du Transitway dépassent le produit vectoriel estimé des 2 projets actuels, tandis que le produit vectoriel du chemin Fallowfield dépasse le produit vectoriel estimé du chemin Greenbank. À lui seul, le produit vectoriel élevé justifierait un nouvel examen de toutes les options pour des sauts-de-mouton semblables aux passages à niveau de l'avenue Woodroffe, du Transitway, et du chemin Fallowfield.

En 2004, la décision d'aller de l'avant avec les passages à niveau était fondée sur des facteurs de risque connus à l'époque. Toutefois, depuis ce temps, les facteurs de risque ont changé, notamment la population du secteur, le nombre de trains, la vitesse des trains, le nombre de véhicules, le produit vectoriel qui en découle, et le nombre moyen d'occupants par véhicule. Ces facteurs de risque continueront d'augmenter de pair avec le développement urbain dans le secteur. Si on n'examine pas périodiquement le besoin d'aménager des sauts-de-mouton, il se pourrait que les changements dans les facteurs de risque ne soient pas décelés en temps opportun, ce qui augmente le risque que la protection existante aux passages à niveau ne soit plus suffisante pour répondre aux augmentations du trafic ferroviaire et routier.

2.10.3 *Passage à niveau du chemin Fallowfield à l'intersection du Transitway*

Le passage à niveau du chemin Fallowfield à l'intersection du Transitway présente un certain nombre d'enjeux de sécurité aux passages à niveau. Bien qu'un certain nombre d'examen aient été réalisés pour atténuer le risque associé au trafic routier et ferroviaire au passage à niveau du chemin Fallowfield à l'intersection du Transitway, les études ont porté principalement sur l'ajout de dispositifs visant à améliorer la sécurité au passage à niveau.

En dépit du fait qu'aucun mandat n'avait été confié pour évaluer de nouveau la nécessité d'aménager un saut-de-mouton, en réponse aux augmentations de vitesse proposées du trafic ferroviaire de VIA, le rapport final transmis à la Ville par Delphi-MRC en 2012 concluait en partie ce qui suit :

- Le passage à niveau du chemin Fallowfield constitue déjà un ouvrage inhabituel, car son produit vectoriel actuel dépasse le seuil de 200 000 généralement utilisé pour justifier d'envisager l'aménagement d'un saut-de-mouton. L'ultime décision d'aller de l'avant avec le passage à niveau à cet endroit a été prise uniquement à la suite d'une étude technique approfondie menée par la Ville qui se fondait sur le fait que les trains s'arrêteraient à la gare Fallowfield de VIA ou ralentiraient à 10 mi/h (16 km/h) au franchissement de la gare.
- On s'attend à ce que la croissance prévue dans le secteur de Barrhaven entraîne des augmentations importantes de la densité de trafic sur le chemin Fallowfield et dans le réseau routier du secteur de Barrhaven. Ces augmentations prévues de la densité de trafic se traduiront par un produit vectoriel de 2 ou 3 fois supérieur au seuil généralement utilisé pour justifier d'envisager l'aménagement d'un saut-de-mouton.

Le passage à niveau du chemin Fallowfield constituait un ouvrage inhabituel non seulement en raison de son produit vectoriel élevé, mais aussi du contexte complexe et difficile dans lequel il est exploité. À cet égard, notons la nature exigeante et inhabituelle du passage à niveau, les interactions complexes de la circulation automobile, le trafic ferroviaire et le trafic d'autobus empruntant l'intersection réservée du Transitway, de même que les installations de l'important et unique couloir de transport dans les environs qui se répercutent sur le passage à niveau.

Le passage à niveau de VIA traversait le chemin Fallowfield à un angle aigu de 33 degrés, ce qui était inférieur au minimum de 45 degrés prescrit dans le RTD 10 pour une nouvelle construction. On a étudié les options pour refaire le tracé du chemin Fallowfield afin d'obtenir un angle plus favorable, mais les options étaient irréalisables. En raison de l'angle du passage à niveau, la distance de dégagement y était plus grande que la normale. L'angle aigu posait des difficultés supplémentaires aux conducteurs, les obligeant à regarder par-dessus leur épaule droite pour voir les trains en approche depuis l'arrière et à la droite.

Pour compenser ces risques, on a muni le passage à niveau du chemin Fallowfield à l'intersection du Transitway d'une signalisation routière et ferroviaire, de marquages sur la chaussée et de feux de circulation inter-reliés pour contrôler la circulation sur le chemin Fallowfield tout en offrant une protection du passage à niveau et du Transitway adjacent. Les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau étaient reliés aux

feux de circulation avec un circuit de déclenchement prioritaire. Le circuit était minuté, de sorte que les véhicules en direction est qui s'étaient déjà engagés sur le passage à niveau et se trouvaient au-delà de la ligne d'arrêt sur la route, pouvaient dégager le passage à niveau avant le déclenchement des feux clignotants du système d'avertissement. Les feux de circulation à l'intersection du chemin Fallowfield et du Transitway étaient alignés de façon à ne pouvoir être vus depuis la ligne d'arrêt sur la chaussée pour le passage à niveau, mais ils étaient visibles des conducteurs si leur véhicule se trouvait au-delà de la ligne d'arrêt.

Étant donné la complexité du passage à niveau, il se pourrait qu'il ne soit pas évident, pour les usagers de la route en direction est qui s'arrêtent au-delà de la ligne d'arrêt, si les feux de circulation prioritaires servent aux autobus roulant sur le Transitway ou aux trains en approche au passage à niveau. Entre le 18 septembre 2013 et le mois de mai 2015, il y a eu 7 incidents signalés sur le chemin Fallowfield au cours desquels un conducteur a immobilisé son véhicule au-delà de la ligne d'arrêt du passage à niveau sur la route; 4 de ces incidents mettaient en cause des conducteurs professionnels. Bien qu'aucun accident ne soit survenu par suite de ces incidents, ces derniers démontrent que la charge de travail des conducteurs au passage à niveau du chemin Fallowfield pourrait avoir atteint un point où même des conducteurs professionnels ont de la difficulté à comprendre les étapes à suivre pour traverser ce passage à niveau. Dans le cas des passages à niveau qui exigent une charge de travail élevée, si les conducteurs de véhicules ne comprennent pas bien la protection par dispositifs de signalisation automatique d'un passage à niveau, la liaison des signaux de circulation, les indices visuels, la signalisation d'approche et les marquages sur la chaussée, le risque d'un accident au passage à niveau est accru.

2.10.4 Lignes directrices sur les sauts-de-mouton

Au Canada, on ne dispose d'aucune valeur précise de produit vectoriel qui exige la construction d'un saut-de-mouton. En outre, on ne trouve aucune orientation particulière dans le nouveau *Règlement sur les passages à niveau*, le manuel d'accompagnement intitulé *Normes sur les passages à niveau*, le RTD 10 ou le manuel d'accompagnement intitulé *Guide pratique canadien pour l'évaluation détaillée de la sécurité des passages à niveau rail-route* pour aider les administrations routières à déterminer le moment où il serait justifié de construire un saut-de-mouton.

À titre comparatif, le *Railroad-Highway Grade Crossing Handbook* (2007) de la Federal Highway Administration (FHA) du Department of Transportation (DOT) des États-Unis donne une orientation précise quant au moment où l'on doit envisager l'aménagement d'un saut-de-mouton. Le chapitre V, partie A, section 6 sur les sauts-de-mouton stipule en partie que

[traduction]

- b. L'aménagement d'un saut-de-mouton sur l'emprise ferroviaire en remplacement d'un passage à niveau rail-route devrait être envisagé dès que le coût d'un tel projet peut être justifié à partir des coûts entièrement répartis sur le cycle de vie et que l'une ou plusieurs des conditions ci-après sont présentes :

[...]

- viii. Le produit vectoriel pour le passage à niveau (nombre de trains par jour multiplié par le débit journalier moyen annuel [DJMA]) dépasse 500 000 en zone urbaine ou 125 000 en milieu rural.
- ix. Le produit vectoriel voyageurs (nombre de trains de voyageurs par jour multiplié par le DJMA) dépasse 400 000 en zone urbaine ou 100 000 en milieu rural.

En 2013, la densité de trafic aux passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du chemin Fallowfield satisfaisait aux critères de la FHA sur les sauts-de-mouton. Cependant, au Canada, on ne dispose d'aucune orientation semblable. En l'absence de lignes directrices quant au moment où un saut-de-mouton devrait être construit, les passages à niveau comportant des facteurs de risque élevé peuvent demeurer en place, ce qui augmente le risque d'accident aux passages à niveau.

2.11 Audibilité du klaxon de train et interdiction de siffler

Les exigences réglementaires stipulent que le klaxon d'urgence à haute intensité de locomotive doit pouvoir s'entendre à une distance de 100 pieds (30,5 m), à raison d'au moins 100 dB(A) pour une locomotive de train de voyageurs et de 96 dB(A) pour une locomotive de train de marchandises.

Malgré leur efficacité démontrée pour avertir les piétons et les cyclistes de l'approche d'un train, les klaxons de train sont considérés comme un système d'alerte secondaire pour les conducteurs de véhicules. L'audibilité d'un klaxon de train peut être compromise par de nombreux facteurs, y compris la vitesse d'un train, l'étouffement du son causé par la carrosserie d'un véhicule routier, et le bruit de fond dans un véhicule.

Dans l'événement à l'étude, l'autobus roulait sur la route, ses fenêtres et portes étaient fermées, son système de ventilation était en marche, et des passagers conversaient, ce qui produisait un bruit de fond. En vertu d'un règlement municipal interdisant l'utilisation du sifflet au passage à niveau entre 20 h et 12 h (midi) tous les jours, le klaxon de la locomotive n'a pas été actionné à l'approche du passage à niveau, et le MC n'a pas eu le temps de déclencher le klaxon du train.

Cependant, à titre comparatif, l'enquête a évalué la capacité d'un conducteur d'entendre un klaxon d'urgence à haute intensité de locomotive d'un train de voyageurs, et un klaxon de locomotive de train de marchandises, dans des circonstances similaires.

Le RSB d'un klaxon d'urgence à haute intensité de locomotive d'un train de voyageurs était de seulement 15 dB(A) au-dessus du bruit de fond habituel dans un autobus lorsqu'un train était situé à 100 pieds (30,5 m) de ce dernier. Dans les mêmes circonstances, le RSB d'un klaxon de locomotive d'un train de marchandises était de seulement 1 dB(A) au-dessus du bruit de fond habituel dans un autobus.

Le niveau d'alerte d'un stimulus auditif, c'est-à-dire le point auquel un conducteur en prend conscience pour la première fois, se produit en général quand le son s'élève à au moins 10 dB(A) au-dessus de tout bruit de fond.

En ouvrant la porte d'un véhicule arrêté à un passage à niveau, on peut augmenter de 20 à 30 dB(A) l'intensité sonore perçue d'un klaxon de train actionné, ce qui permettrait au conducteur de l'entendre. Par conséquent, pour les piétons, les cyclistes, les cheminots en bordure de voie et les véhicules qui sont tenus de s'arrêter aux passages à niveau et d'ouvrir leurs portes, l'utilisation du klaxon de locomotive peut demeurer un moyen de défense utile.

Étant donné qu'un son doit être d'au moins 10 dB(A) au-dessus de tout bruit de fond pour être audible et que le RSB d'un klaxon d'urgence à haute intensité de locomotive d'un train de voyageurs était de seulement 15 dB(A) lorsqu'un train était situé à 100 pieds (30,5 m) d'un autobus, le RSB restant a été établi à seulement 5 dB(A). Par conséquent, à une distance de 100 pieds (30,5 m), un klaxon d'urgence à haute intensité de locomotive d'un train de voyageurs aurait été à peine audible pour le conducteur et aurait pu ne pas provoquer de réaction, même si le klaxon avait été actionné au moment de l'accident, tandis qu'un klaxon de train de marchandises aurait été inaudible pour le conducteur.

2.12 Exigence pour les autobus de s'arrêter aux passages à niveau

Dans l'événement à l'étude, les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau étaient en marche et fonctionnaient comme prévu, et l'autobus a poursuivi sa route et a percuté le côté du train. Toutefois, il y a eu d'autres accidents aux passages à niveau au cours desquels un d'autobus s'est arrêté à un passage à niveau protégé, puis a poursuivi sa route dans la trajectoire d'un train en approche. Ces accidents démontrent que des accidents peuvent survenir aux passages à niveau, que l'autobus s'arrête au passage à niveau ou non.

Bien que la pratique de s'arrêter à tous les passages à niveau soit très répandue dans le cas des autobus scolaires, on ne dispose d'aucune étude exhaustive portant tout particulièrement sur les risques associés à l'arrêt des autobus aux passages à niveau. Toutefois, une étude de la FHA menée en 1985 a suggéré que le fait de ne pas obliger les autobus à s'arrêter aux passages à niveau protégés par des dispositifs de signalisation automatique quand ceux-ci ne sont pas en marche se traduirait par une réduction annuelle nette du nombre d'accidents mettant en cause des trains et des véhicules transportant des matières dangereuses, des autobus scolaires et des autobus de passagers. Cette étude ne comprenait pas précisément les autobus de transport en commun étant donné que bon nombre des observations étaient liées à des tracteurs semi-remorque transportant des matières dangereuses et dont les caractéristiques diffèrent de celles des autobus scolaires ou de transport en commun.

L'étude effectuée par le MMM Group Limited (MMM) soulignant certains avantages et inconvénients de cette pratique, a tenté de répondre à des questions précises posées par la Ville et de fournir un cadre de référence. Cependant, même cette étude n'était pas assez exhaustive pour qu'on puisse en tirer des conclusions probantes. L'étude de MMM a recommandé que des feux clignotants, des cloches et des barrières soient installés à tous les passages à niveau utilisés par les autobus d'OC Transpo. L'accident à l'étude étant survenu au passage à niveau du Transitway, lequel était déjà muni d'une protection par dispositifs de signalisation automatique qui comprenait des feux clignotants, des cloches et des barrières ainsi que des circuits de voie d'appareils d'annonce à temps régularisé, la recommandation de l'étude de MMM n'aurait pu permettre d'éviter cet accident. De plus, aucune étude n'a pu

établir combien d'accidents l'arrêt d'un autobus à un passage à niveau a pu permettre d'éviter. Par conséquent, les sociétés de transport en commun et les autorités provinciales doivent prendre leurs propres décisions; c'est pourquoi les pratiques varient d'une région à une autre au pays.

Dans l'événement à l'étude, l'autobus a heurté le côté du train alors que les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau étaient en marche. Si une exigence voulant que tous les autobus s'arrêtent au passage à niveau du Transitway avait été en place, il se pourrait que le risque d'accident à ce passage à niveau aurait été réduit. Toutefois, il y a eu aussi des événements au cours desquels un d'autobus s'est arrêté à un passage à niveau protégé, puis a poursuivi sa route dans la trajectoire d'un train en approche. En l'absence d'orientation claire visant à déterminer si les autobus devraient s'arrêter aux passages à niveau, même lorsque les dispositifs de signalisation automatique ne sont pas en marche, la sécurité aux passages à niveau risque de ne pas être optimisée.

2.13 Aspects organisationnels au sein d'OC Transpo

2.13.1 Examen du rendement des conducteurs

Il est peu probable que des facteurs liés à la surveillance du rendement des conducteurs aient pu contribuer à l'accident. Néanmoins, un examen des aspects organisationnels a décelé des lacunes relatives à certaines des mesures utilisées dans le cadre du processus de surveillance du rendement des conducteurs d'OC Transpo.

Le but du système de points d'inaptitude est d'encourager les conducteurs à améliorer leur rendement de conduite et de protéger les autres usagers de la route contre les conducteurs imprudents. L'examen périodique des dossiers des conducteurs par OC Transpo visait principalement à repérer les conducteurs dont le permis de conduire avait été débité de points d'inaptitude ou qui avaient atteint le nombre maximal de points d'inaptitude (15).

Les politiques et procédures d'OC Transpo exigeaient que le Service de la formation communique avec le chef de section du conducteur au Service de l'exploitation lorsqu'un conducteur avait accumulé 6 points d'inaptitude ou plus depuis le dernier examen ou qu'il approchait du nombre maximal de points d'inaptitude. Le chef de section était tenu d'examiner le type d'infraction(s), de déceler le problème de conduite probable à l'origine de l'accumulation des points d'inaptitude et de convier le conducteur à une rencontre pour discuter du comportement en cause et des moyens possibles de l'améliorer. Cependant, le conducteur n'était pas obligé de participer à cette rencontre. Les points d'inaptitude donnaient rarement lieu à une réprimande ou une suspension.

OC Transpo ne disposait d'aucun seuil de points d'inaptitude qui l'aurait incité à donner aux conducteurs en cause une formation supplémentaire. Le personnel du Service de la formation et du Service de l'exploitation avait une compréhension limitée du système de points d'inaptitude en vigueur et ne savait pas quand ni à quel point il fallait communiquer avec un conducteur ayant accumulé des points d'inaptitude. Si le personnel chargé de la gestion des conducteurs et de l'examen de leurs dossiers ne comprend pas clairement le processus de surveillance du rendement des conducteurs de l'entreprise, des comportements

dangereux au volant pourraient passer inaperçus et ne pas être corrigés dans les meilleurs délais, ce qui augmente le risque d'accidents de la route.

L'un des principaux aspects d'une approche de la gestion de la sécurité d'une organisation est de cerner des dangers opérationnels afin de prendre des mesures pour atténuer les risques associés à ces dangers. Pour aider à cerner des dangers opérationnels, le Service de l'exploitation du transport en commun d'OC Transpo tenait la base de données sur les collisions Riskmaster constituée de rapports d'accidents et d'incidents mettant en cause des conducteurs en service. Même si les chefs de section avaient accès à la base de données et que l'information était versée au dossier d'employé du conducteur, le Service de la formation ne pouvait pas consulter ces données, et l'information n'était pas incluse dans le dossier de formation du conducteur. Par conséquent, le Service de la formation ne surveillait pas l'information à jour sur les accidents et les incidents mettant en cause les conducteurs et ne l'utilisait pas pour concevoir ou modifier la formation des conducteurs en fonction des nouveaux enjeux.

L'historique des accidents d'un conducteur, le nombre de contraventions routières qu'il cumule et ses comportements à risque au volant sont de forts indicateurs prévisionnels de son risque d'implication future dans des accidents. Des recherches ont démontré qu'une formation avancée et spécialisée des conducteurs peut permettre une légère réduction du risque de collision. Si le personnel de formation n'a pas accès aux données sur les accidents et incidents des conducteurs et ne les examine pas, les lacunes existantes ou émergentes des conducteurs pourraient persister, ce qui augmente le risque que la formation nécessaire ne soit pas modifiée en vue de corriger des pratiques dangereuses.

2.13.2 Comportement des conducteurs et ponctualité des prestations

Pour les sociétés de transport en commun, la ponctualité des autobus est importante. L'accent opérationnel que met OC Transpo sur la ponctualité des prestations n'est pas déraisonnable. Dans l'événement à l'étude, l'autobus était près de 4 minutes en retard sur l'horaire au moment de quitter la station Fallowfield d'OC Transpo, bien qu'OC Transpo ait considéré qu'un autobus était à l'heure s'il quittait un arrêt tout au plus 5 minutes après l'heure prévue. Le Transitway étant une voie réservée aux autobus, les conducteurs l'utilisaient souvent pour rattraper du temps.

Il y avait un certain nombre de facteurs organisationnels qui pouvaient exercer une pression sur un conducteur qui l'inciterait à dépasser la vitesse limite. La convention collective avec la Ville exigeait un temps minimal garanti de récupération de 5 % entre les parcours. Même si les conducteurs n'avaient pas droit à une pause au cours de leur journée de travail, ils pouvaient mettre à profit leur temps de récupération pour pourvoir à des besoins personnels, se rendre au début du prochain circuit ou retourner au garage à la fin d'un quart de travail.

Le système d'établissement des circuits d'OC Transpo utilisait plusieurs données d'entrée pour générer le réseau de transport en commun le plus efficace possible, notamment les données GPS historiques sur les temps de déplacement des autobus ayant déjà effectué le circuit. Cependant, ces données pouvaient comprendre des autobus ayant dépassé la vitesse

limite affichée. Les renseignements sur l'horaire étaient affichés dans la barre de fidélité à l'horaire à l'écran du boîtier de contrôle du système de transport en commun dans le poste de conduite, donnant au conducteur une représentation graphique de la ponctualité des prestations pendant que l'autobus était en mouvement. L'écran du boîtier de contrôle du système de transport en commun faisait partie des facteurs qui pouvaient contribuer à accentuer la pression sur un conducteur pour qu'il accélère afin de respecter l'horaire.

La direction d'OC Transpo était au fait du problème de dépassement des délais impartis pour les circuits et encourageait les conducteurs à respecter la vitesse limite affichée, afin que les nouveaux délais qui allaient être impartis soient les plus réalistes possible. Bien que le processus de demande d'amélioration du service (DAS) d'OC Transpo ait contribué à déterminer les circuits qui devaient être ajustés et que certaines modifications pouvaient être apportées rapidement, on pouvait mettre jusqu'à 6 mois pour modifier un circuit dont le temps imparti pour le terminer était inadéquat. Entre-temps, ce délai inadéquat pouvait accentuer la pression subjective interne pour le conducteur d'accélérer afin de respecter l'horaire.

Si les sociétés de transport en commun ne tiennent pas compte des facteurs qui peuvent avoir une incidence sur le comportement des conducteurs, ces derniers pourraient adopter des pratiques dangereuses, ce qui augmente le risque d'accidents.

2.14 Formation des conducteurs sur la sécurité aux passages à niveau

Une formation pratique efficace sur l'exploitation des véhicules est importante afin que les conducteurs professionnels puissent acquérir les connaissances et les compétences nécessaires pour accomplir leur travail de manière efficace et en toute sécurité. En conduisant régulièrement, les conducteurs commerciaux ont aussi l'occasion de mettre en pratique ce qu'ils ont appris et d'améliorer leurs compétences. Il est nécessaire de procéder régulièrement à une évaluation des habiletés de conduite afin de s'assurer que les conducteurs mettent en pratique ce qu'ils ont appris et conservent les connaissances et les habiletés de conduite qu'ils ont acquises.

OC Transpo disposait d'un programme exhaustif de formation des nouveaux conducteurs d'autobus d'une durée de 6 semaines (30 jours) à l'intention des nouveaux conducteurs et du programme de formation périodique Pro-in-Motion que les conducteurs étaient tenus de suivre tous les 3 ans. La formation périodique était axée sur les techniques de conduite efficaces et sécuritaires en lien avec les habiletés de conduite préventive apprises antérieurement; le programme mettait l'accent sur les freinages en douceur pour améliorer le confort et la sécurité des passagers.

Malgré la discussion de divers points liés à la sécurité aux passages à niveau et leur mise en pratique au cours de la formation, le programme sur la sécurité aux passages à niveau n'était pas aussi complet que celui offert par Opération Gareautrain.

2.14.1 *Éducation et application de la loi sur les passages à niveau*

Le Comité d'examen de la *Loi sur la sécurité ferroviaire* a reconnu qu'une composante éducative constituait une partie intégrale d'une approche polyvalente à la sécurité ferroviaire. Le Comité a noté que la technologie à elle seule ne suffisait pas à régler les problèmes de sécurité existants aux passages à niveau, mais qu'elle doit être conjuguée à de solides programmes d'éducation et à une compréhension des comportements de l'être humain.

L'Opération Gareautrain est un programme national de sensibilisation du public dont le but est d'informer les Canadiens des dangers inhérents aux installations ferroviaires et aux trains. Bon nombre d'outils éducatifs, conçus dans le cadre de l'Opération Gareautrain, présentaient en détail les risques associés aux passages à niveau. Le programme ciblait les endroits à risque plus élevé en plus de répondre aux demandes individuelles d'auditoires intéressés pour des présentations ciblées. L'Opération Gareautrain a publié à l'intention des conducteurs des conseils visant à améliorer la sécurité dans les environs des passages à niveau et a élaboré un module spécial à l'intention des conducteurs d'autobus scolaires qui aurait pu être adapté pour le transport en commun. Les efforts de l'Opération Gareautrain ont contribué à réduire le nombre d'accidents aux passages à niveau.

Tel que le souligne l'Opération Gareautrain, 3 éléments sont nécessaires pour améliorer la sécurité aux passages à niveau :

- *moyens techniques* pour améliorer la protection aux passages à niveau,
- *formation* des conducteurs de véhicules sur les risques associés aux passages à niveau,
- *application de sanctions* pour les infractions aux règlements sur les passages à niveau pour inculquer des habitudes de conduite sécuritaires.

Une lacune dans l'un ou plusieurs de ces éléments peut augmenter le risque d'un accident à un passage à niveau.

Dans l'événement à l'étude, les observations formulées en ce qui a trait aux 3 éléments sont

- Le passage à niveau du Transitway était muni de l'une des protections par dispositifs de signalisation automatique les plus perfectionnées qui soient actuellement en usage au Canada.
- Le volet sur la sécurité aux passages à niveau du curriculum de formation d'OC Transpo n'était pas aussi complet que celui offert par l'Opération Gareautrain.

Des constables spéciaux d'OC Transpo procédaient à des contrôles de vitesse périodiques, mais peu de suivi était effectué, et les délits de vitesse sur le Transitway ne donnaient lieu à aucune mesure. Le règlement municipal ne comportait aucune exigence précise sur la conduite inattentive, l'omission de s'arrêter à un passage à niveau dont les signaux étaient en marche, et le franchissement d'une barrière de passage à niveau abaissée en la contournant ou en passant dessous. Étant donné que le Transitway était considéré comme un chemin privé, les sanctions pour ces délits en vertu du *Code de la route de l'Ontario* n'avaient pas force exécutoire.

La surveillance exercée par OC Transpo ne tenait pas compte de 2 des 3 éléments nécessaires pour améliorer la sécurité aux passages à niveau (la formation et l'application de sanctions). Si les conducteurs d'autobus ne reçoivent aucune formation ciblée sur la sécurité aux passages à niveau et si la conformité des conducteurs au code de la route n'est pas rigoureusement contrôlée, la sécurité aux passages à niveau ne sera pas optimisée, ce qui augmente le risque d'accident aux passages à niveau.

2.15 Mauvais alignement des feux de signalisation au passage à niveau

Les passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway étaient tous 2 équipés de la technologie des feux de signalisation à diodes électroluminescentes (DEL), lesquels sont plus visibles lorsqu'ils sont en marche. Comparativement aux feux à incandescence traditionnels, les feux à DEL sont habituellement plus brillants et dispersent un faisceau plus large, ce qui réduit les risques au cas où les feux seraient légèrement mal alignés.

De par leur conception, les feux arrière (à courte portée) d'un passage à niveau, fixés sur un mât, lorsqu'ils sont en marche, servent d'avertissement aux conducteurs arrêtés à un passage à niveau, ou près de celui-ci. Les feux avant (à longue portée) servent d'avertissement avancé aux conducteurs qui sont encore à une certaine distance du passage à niveau. Ces feux ont également été conçus en supposant qu'un conducteur de véhicule sera attentif et prendra les mesures appropriées, telles que ralentir à l'approche du passage à niveau ou s'y arrêter. Étant donné qu'un ensemble de feux est intentionnellement orienté l'un vers un point rapproché et l'autre, vers un point éloigné situé à une certaine distance à l'approche d'un passage à niveau, il est normal que les feux arrière (à courte portée), bien que visibles, soient moins brillants que les feux avant (à longue portée), qui sont orientés vers un point plus éloigné sur la route.

Au cours de la reconstitution de l'accident, le BST a observé, en roulant vers le nord à l'approche du passage à niveau, que les feux avant (à longue portée) du Transitway étaient clairement visibles, tandis que les feux arrière (à courte portée) étaient visibles, mais moins brillants. Les feux en marche au passage à niveau de l'avenue Woodroffe étaient également visibles depuis le Transitway.

Pour une vitesse de croisière de 60 km/h (la vitesse limite sur le Transitway), les feux à courte portée (feux arrière situés sur le mât nord) auraient dû être orientés vers un point à 50 pieds (15,2 m) au sud de la ligne d'arrêt du passage à niveau sur la voie direction nord (où l'accident s'est produit), à la position du conducteur, 5,25 pieds (1,6 m) au-dessus de la chaussée. Les feux à longue portée (feux avant situés sur le mât sud) auraient dû être orientés vers un point à environ 280 pieds (85,3 m) au sud de la ligne d'arrêt sur la voie direction nord (où l'accident s'est produit).

L'examen des lieux par le BST a permis de faire les constatations suivantes :

- Même si les feux du passage à niveau étaient bien visibles pour les véhicules routiers, les feux orientés vers le sud étaient mal alignés pour les véhicules se dirigeant vers le nord sur le Transitway à l'approche du passage à niveau.

- Le feu ouest de l'ensemble de feux avant (à longue portée) du côté sud était correctement orienté vers un point situé à 280 pieds (85,3 m), tandis que le feu est était orienté vers un point situé à 50 pieds (15,2 m) à l'ouest, à une distance de 280 pieds (85,3 m).
- Étant donné que l'autobus, qui roulait vers le nord, a heurté et brisé la barrière sud du passage à niveau et qu'un impact vers le nord sur la barrière sud pouvait faire pivoter le feu vers l'ouest, le mauvais alignement du feu est avant était probablement attribuable à l'accident. Les feux avant (à longue portée) étaient donc probablement orientés correctement au moment de l'accident.
- Le feu est de l'ensemble de feux arrière (à courte portée) du côté nord était orienté vers un point situé à 62 pieds (18,9 m) sur la voie direction nord, tandis que le feu ouest était orienté vers un point situé à quelque 50 pieds (15,2 m) à l'est, à une distance de 62 pieds (18,9 m) de la ligne d'arrêt sud. Cependant, même s'il était mal aligné, le feu est de l'ensemble de feux à courte portée, orienté vers un point situé à 62 pieds (18,9 m) sur la voie direction nord, aurait été encore plus apparent aux yeux du conducteur que s'il avait été orienté correctement (soit vers un point situé à 50 pieds ou 15,2 m).

L'autobus roulait à une vitesse de 67,6 km/h (42 mi/h) et, au début du freinage, se trouvait à 116,8 pieds (35,6 m) du point de collision. Le temps de perception-réaction, soit le temps qu'il faut à un conducteur pour réagir à un stimulus visuel, est généralement établi à 2,5 secondes. Partant du fait qu'à 67,6 km/h (42 mi/h), un véhicule se déplace à 18,78 m/sec (61,6 pi/sec), ces chiffres laissent croire que le conducteur a remarqué pour la première fois les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau qui étaient en marche alors qu'il se trouvait à 270,8 pieds (82,5 m) avant le passage à niveau, soit environ au point vers lequel les feux à longue portée (avant) étaient orientés. Même si les feux arrière (à courte portée) à DEL du côté nord du passage à niveau du Transitway étaient légèrement mal alignés, ils étaient destinés à avertir les véhicules arrêtés au passage à niveau, de sorte qu'il est peu probable que leur mauvais alignement ait joué un rôle dans l'accident.

2.16 Intervention d'urgence

La Ville a réagi et coordonné les activités en conformité avec ses Plans d'urgence établis. Le Service de police d'Ottawa, le Service des incendies d'Ottawa et le Service paramédic d'Ottawa sont intervenus rapidement et efficacement dès qu'ils ont été informés de l'accident. En raison de l'emplacement de l'accident et de la proximité du passage à niveau du Transitway, le site était facilement accessible aux intervenants d'urgence, qui sont arrivés sur les lieux dans les minutes qui ont suivi l'accident. Un poste de commandement en cas d'incident et un système de commandement unifié ont été mis en place. Les blessés les plus graves ont été triés et transportés à l'hôpital dans les 35 minutes suivant l'accident. Compte tenu des circonstances de l'accident, l'intervention d'urgence a été bien coordonnée entre les organismes présents, et des mesures adéquates et efficaces ont été prises pour protéger le site et veiller à la sécurité des passagers et du public.

2.17 *Déclenchements des dispositifs de signalisation automatique des passages à niveau de Barrhaven non liés à l'accident*

Bien les dispositifs de signalisation automatique de passage à niveau soient généralement très fiables, il arrive qu'ils se déclenchent de façon intempestive, soit à cause de leur mode de sécurité intrinsèque ou d'autres problèmes. Les déclenchements indésirables répétés des dispositifs de signalisation automatique, quel qu'en soit la cause, sont considérés comme un fonctionnement nuisible pouvant avoir des répercussions négatives sur le comportement des conducteurs et amener le grand public à mettre en doute la sécurité de la protection par dispositifs de signalisation automatique des passages à niveau dans son ensemble.

Entre le 18 septembre 2013 et le mois de mai 2015, on a signalé 5 cas au cours desquels un autobus d'OC Transpo avait franchi le passage à niveau du Transitway pendant que les feux et la sonnerie de la protection par dispositifs de signalisation automatique étaient en marche¹⁶³. Dans 1 de ces 5 cas, OC Transpo a signalé un déclenchement indésirable des dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau du Transitway¹⁶⁴. Alors qu'aucune protection du passage à niveau n'était en place, 3 autobus d'OC Transpo ont quand même franchi le passage à niveau, tandis qu'au moins un superviseur de transport en commun d'OC Transpo s'est rendu sur le passage à niveau et a tenté de soulever manuellement la barrière sud pendant que les dispositifs de signalisation automatique étaient en marche. Si les conducteurs de véhicules sont constamment exposés à des déclenchements indésirables des dispositifs de signalisation automatique de passage à niveau, ils risquent davantage d'en arriver à s'attendre à ce qu'aucun train ne soit en approche lorsque les dispositifs de signalisation automatique sont en marche, et il se pourrait qu'ils contournent la protection du passage à niveau.

Entre les mois de janvier 2014 et avril 2014, une série de déclenchements indésirables des dispositifs de signalisation automatique sont survenus à 6 passages à niveau de VIA dans le secteur de Barrhaven. Même s'il n'était pas exigé que ces incidents soient déclarés au BST, le BST en a assuré le suivi dans le cadre de la présente enquête et passé en revue un total de 20 appels de dérangement de dispositifs de signalisation automatique de passage à niveau. L'examen d'une série de déclenchements indésirables des dispositifs de signalisation automatique des passages à niveau de Barrhaven au début de 2014 a permis d'établir que, malgré la perturbation, le système de protection des passages à niveau ne présentait aucune défaillance systématique, et les parties intéressées (TC, VIA et la Ville) ont pris les mesures qui s'imposaient pour résoudre ces problèmes.

¹⁶³ Bureau de la sécurité des transports du Canada, Avis de sécurité ferroviaire 01/14, R13T0192 - Autobus d'OC Transpo franchissant un passage à niveau pendant que les dispositifs de signalisation automatiques (DSA) sont activés.

¹⁶⁴ Bureau de la sécurité des transports du Canada, Avis de sécurité ferroviaire 02/14, R13T0192 - Signalement d'une défektivité des dispositifs de signalisation automatique (DSA) du passage à niveau de la voie réservée.

2.18 *Synchronisation de l'horodatage des guérites des passages à niveau*

Bien qu'elles n'aient eu aucune incidence sur la performance des dispositifs de signalisation automatique, les horloges internes utilisées dans les 2 guérites des passages à niveau adjacents de l'avenue Woodroffe et du Transitway n'étaient pas synchronisées. On a dû réaligner les données d'événements horodatées, ce qui a retardé l'analyse des données et aurait pu créer une certaine confusion pendant l'examen des données. Comme les 2 passages à niveau étaient très près l'un de l'autre et fonctionnaient ensemble comme une seule unité, il aurait été préférable que les horloges internes soient synchronisées aux fins de la consignation des événements et de l'analyse des données. Cette situation a compliqué la corrélation des données tirées du CEL, des systèmes de détection en voie, des indications des signaux ferroviaires et des guérites de passage à niveau dans le cadre d'autres enquêtes du BST.¹⁶⁵ Compte tenu des avancées technologiques, il pourrait être possible de mettre en place des horodateurs communs pour tous les registres électroniques d'exploitation ferroviaire au sein de chaque compagnie. Si les horodateurs des registres électroniques d'exploitation ferroviaire ne sont pas synchronisés, il pourrait être difficile de procéder à l'analyse opérationnelle des données critiques pour la sécurité, ce qui augmente le risque de retarder l'analyse des données et de mal les interpréter.

2.19 *Autres facteurs possibles liés au conducteur*

Au cours de l'enquête, bon nombre de facteurs liés au conducteur ont été envisagés et examinés, mais on a jugé qu'ils n'avaient pas contribué à l'accident.

2.19.1 *Aptitude au travail du conducteur*

L'aptitude au travail correspond à l'état physique, mental et émotif d'une personne relativement à sa capacité d'accomplir en toute sécurité les tâches essentielles liées à son travail. Ainsi, l'enquête s'est penchée sur les antécédents du conducteur en matière de santé, de travail et de sommeil, y compris les conséquences possibles du travail par quarts fractionnés.

Au moment de l'accident, le conducteur était pleinement qualifié et était apte au travail. Aucun problème médical n'était en cause et il n'y avait aucune trace de drogue ou d'alcool dans l'organisme du conducteur.

2.19.2 *Anomalie de la vision des couleurs rouge et vert*

Le conducteur avait une anomalie génétique héréditaire de la vision des couleurs rouge-vert qui avait été relevée lors de l'examen médical de préemploi d'OC Transpo en 2005. Selon les résultats de l'examen de dépistage, il y avait une probabilité de plus de 90 % que le conducteur avait une anomalie de la vision des couleurs de type deutan. Même si le conducteur avait une anomalie de la vision des couleurs rouge-vert, il est peu probable que

¹⁶⁵ Rapports d'enquête ferroviaire R07D0111 et R12T0038 du BST.

cette anomalie ait joué un rôle dans l'accident, puisque la sensibilité lumineuse du conducteur aux feux clignotants rouges du passage à niveau était quasi normale.

2.19.3 *Effet des lunettes de soleil du conducteur*

Au moment de l'accident, le conducteur portait des lunettes de soleil polarisées à teinte vermillon foncé (rougeâtre-brun). On a évalué l'effet possible des lunettes de soleil polarisées sur la visibilité des feux de signalisation à DEL du passage à niveau ainsi que sur la perception du conducteur des commandes, des écrans et des écrans à cristaux liquides installés à bord du véhicule.

Étant donné que les feux de signalisation du passage à niveau ne produisaient pas une lumière polarisée, leur visibilité n'était pas affectée par les propriétés polarisantes des lunettes de soleil du conducteur. La teinte vermillon des lunettes de soleil aurait absorbé la plus petite quantité de lumière dans la région rouge. La variation des propriétés d'absorption de la lumière aurait accentué le contraste de la brillance des feux de signalisation rouges du passage à niveau vus devant un arrière-plan bleu (c.-à-d. le ciel) ou vert (c.-à-d. la végétation environnante), en raison de l'absorption accrue dans les régions verte et bleue du cercle chromatique. En outre, les écrans d'affichage et les écrans de bord étaient clairement visibles à travers les lunettes de soleil. Les lunettes de soleil du conducteur augmentaient la visibilité des feux de signalisation du passage à niveau et n'ont pas contribué à l'accident.

2.19.4 *Blessure au cou antérieure*

En juillet 2007, le conducteur avait subi une blessure cervicale et avait travaillé à temps partiel jusqu'en janvier 2009, moment auquel le conducteur avait été jugé médicalement apte à reprendre le travail à temps plein. Malgré une légère recrudescence de la douleur dans son cou survenue en janvier 2012, le conducteur se portait bien depuis ce temps. Étant donné que, depuis au moins 18 mois avant l'accident, le conducteur ne souffrait d'aucune douleur ni malaise persistant et bénéficiait d'une mobilité complète, sa blessure au cou antérieure n'a pas contribué à l'accident.

2.19.5 *Diabète*

Le conducteur était atteint de diabète de type 2 qui avait aussi été signalé au MTO sur son plus récent rapport médical (mars 2010). Le rapport indiquait que le diabète était contrôlé à l'aide d'un régime alimentaire seulement et que le conducteur n'avait jamais connu d'épisode d'hypoglycémie ni perdu connaissance à cause d'un tel épisode. Bien qu'on lui ait subséquemment prescrit un médicament (metformine) pour l'aider à gérer son diabète, le conducteur conservait les compétences nécessaires au maintien de son permis de conduire commercial en Ontario, du fait qu'il n'avait jamais souffert de complications susceptibles de compromettre son aptitude à conduire.

Le conducteur n'a présenté aucun signe d'incapacité ou d'inconscience dans les instants précédant l'accident. Rien n'indiquait que le conducteur ait souffert d'hyperglycémie ni qu'il ait connu un épisode d'hypoglycémie avant la collision. Par conséquent, même si le

conducteur était atteint de diabète de type 2, son diabète était bien géré, et rien ne laisse croire que la maladie ait contribué à l'accident.

2.19.6 *Fatigue*

Il n'existe aucune formule rigide que l'on puisse appliquer aux facteurs de fatigue pour en vérifier l'existence. Il faut prendre en considération à la fois le nombre de facteurs de risque et la gravité de chacun d'entre eux. Dans l'événement à l'étude, il y avait 2 facteurs de risque possibles, soit une perturbation aiguë et une perturbation chronique du sommeil.

La possibilité d'une perturbation aiguë du sommeil a été envisagée, car le conducteur avait connu des périodes de sommeil plus courtes (6,6 et 6,2 heures de sommeil) au cours de 2 des 3 nuits ayant précédé l'accident, et que la qualité de son sommeil aurait pu être compromise. La possibilité d'une perturbation chronique du sommeil a été envisagée en raison d'un léger déficit de sommeil (- 1,3 heure) au moment de l'accident et de la préoccupation liée à la qualité du sommeil. Toutefois, ces facteurs ont été compensés par la courte période de l'état de veille continu (3,7 heures) avant l'accident. En outre, le moment de la journée et les cycles de sommeil du conducteur n'étaient pas préoccupants en ce qui a trait aux effets des rythmes circadiens.

Dans l'événement à l'étude, le fait que le conducteur ne se soit pas arrêté au passage à niveau alors que les feux clignotants et les barrières étaient en marche au moment de la collision était lié à une baisse de rendement qui relève de la catégorie de l'attention ou de la vigilance. Bien qu'un certain nombre d'études tendent à montrer un lien entre la fatigue et l'attention, on a jugé qu'il est peu probable que la fatigue ait contribué à l'accident, pour les raisons suivantes :

- Le conducteur n'était éveillé que depuis quelques heures.
- L'accident est survenu à un point du rythme circadien favorable dans la journée.
- Le conducteur présentait un léger déficit de sommeil de seulement 1,3 heure.
- Le conducteur avait bénéficié de 2 journées de congé complètes, suivies de 2 nuits sur 3 durant lesquelles la durée de son sommeil avait été légèrement inférieure à la durée souhaitable.
- Le conducteur effectuait un travail dont la nature n'était pas monotone.

L'examen de l'historique de travail et de repos du conducteur et des cycles sommeil-veille connexes indique qu'il est peu probable que la fatigue ait contribué à l'accident.

2.20 *Autres facteurs pris en considération*

2.20.1 *Feux clignotants rouges sur les barrières du passage à niveau*

Les 3 feux de 4 pouces fixés sur chacune des barrières du passage à niveau comprenaient des lampes à DEL à intensité lumineuse maximale d'environ 160 candelas à 60 pieds (18,3 m). Les barrières sont destinées à servir d'obstacle aux voitures se trouvant dans les environs immédiats du passage à niveau et les feux servent à repérer la position des barrières lorsque la luminosité est insuffisante (p. ex. au crépuscule ou la nuit).

Au cours de la reconstitution de l'accident, quand les barrières se trouvaient en position abaissée, la barrière horizontale et les feux clignotants s'alignaient directement sur l'horizon au-delà du passage à niveau. La barrière du passage à niveau se fondait dans l'arrière-plan, et le soleil qui brillait le jour de l'accident a réduit la visibilité des feux de la barrière. Par conséquent, la barrière du passage à niveau et les feux de la barrière n'étaient pas bien visibles à distance, et ils n'étaient pas conçus pour l'être.

2.20.2 Véhicules arrêtés sur la chaussée

Les stimuli autres que les avertissements désignés peuvent servir d'indices aux conducteurs du comportement attendu ou approprié à adopter. Les dispositifs de signalisation automatique des passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway étaient en marche avant que l'autobus quitte la station Fallowfield d'OC Transpo. Dans les secondes précédant l'accident, bon nombre de véhicules se dirigeant vers le nord et vers le sud étaient arrêtés au passage à niveau de l'avenue Woodroffe, dont les dispositifs de signalisation automatique étaient en marche, avant l'arrivée du train. Cependant, il n'y avait pas d'autres autobus dans l'un ou l'autre sens sur le Transitway dans les environs immédiats de l'autobus avant l'accident.

Étant donné que les véhicules arrêtés au passage à niveau de l'avenue Woodroffe adjacent étaient obstrués par des arbres, des arbustes et du feuillage sur l'emprise du Transitway, ils n'étaient pas suffisamment visibles pour alerter le conducteur au fait que les dispositifs de protection du passage à niveau étaient en marche.

2.20.3 Le train en approche

Pour un conducteur se dirigeant vers le nord et regardant vers le point de tangence (l'intérieur) de la route au moment où l'autobus sortait du virage à gauche sur le Transitway en direction du passage à niveau, un train en approche depuis l'est se trouverait dans la vision périphérique du conducteur ou serait masqué par des arbres, des arbustes, du feuillage et les montants latéraux de l'autobus. En raison des vitesses d'approche relativement semblables de l'autobus et du train vers le passage à niveau, il aurait probablement été difficile pour la vision périphérique du conducteur de détecter la présence du train.

2.20.4 Sonnerie au passage à niveau

La sonnerie d'un passage à niveau sert d'abord et avant tout à avertir les piétons et autres usagers de la route qui ne sont pas dans un véhicule automobile de l'approche d'un train. La sonnerie au passage à niveau en cause était en marche au moment de l'accident, et s'était initialement déclenchée en même temps que les feux d'avertissement.

Le niveau sonore de la sonnerie au passage à niveau n'aurait probablement pas été perçu en raison du niveau du bruit ambiant à l'intérieur de l'autobus.

3.0 *Faits établis*

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

1. Bien que la protection au passage à niveau ait été en marche, l'autobus ne s'est pas arrêté comme il se devait et a heurté le train au moment où le train s'engageait sur le passage à niveau.
2. Le bogie avant de la locomotive VIA 915 est demeuré sur la voie principale alors que son bogie arrière a déraillé sur le passage à niveau du Transitway lorsque la locomotive a été percutée par le châssis de l'autobus. Ensuite, le bogie arrière de la locomotive VIA 915, ainsi que le bogie avant de la première voiture (VIA 3455) ont bifurqué sur la voie d'évitement de VIA Rail Canada Inc.
3. Au moment où la locomotive VIA 915 et la voiture VIA 3455 se sont mises en portefeuille, la résistance latérale des 2 voies a été excédée sous l'effet de l'écartement et du renversement sur le côté extérieur des rails des 2 voies, causant le déraillement des autres voitures de voyageurs.
4. Comme les conducteurs se servaient souvent de la section du Transitway immédiatement après avoir franchi le passage à niveau pour rattraper du temps et comme le conducteur ne s'attendait pas à rencontrer un train, le conducteur de l'autobus a accéléré au-delà de la vitesse limite affichée.
5. La vitesse de l'autobus, qui était de 42 mi/h (67,6 km/h), excédait de 7,6 km/h la vitesse limite affichée de 60 km/h tout juste avant le freinage initial, ce qui a augmenté la distance d'arrêt nécessaire.
6. Le conducteur n'a pas serré les freins à fond dès le début, ce qui a eu pour effet d'augmenter la distance d'arrêt de l'autobus.
7. La formation d'OC Transpo relative au serrage des freins, qui insistait sur l'application des freins en douceur afin de réduire au minimum l'inconfort des passagers, pourrait avoir contribué à inciter le conducteur à ne pas serrer les freins à fond dès le début en situation d'urgence.
8. Les activités de surveillance et d'application de la vitesse menées par OC Transpo sur le Transitway dans les environs du passage à niveau étaient insuffisantes pour dissuader les conducteurs d'excéder les vitesses limites affichées à l'approche du passage à niveau, ce qui va à l'encontre des pratiques recommandées de conduite en toute sécurité.
9. Le conducteur a probablement été visuellement distrait par l'observation de l'écran vidéo au cours d'une étape critique de la conduite alors qu'il négociait le virage à gauche et approchait du passage à niveau.

10. Les conversations entre le conducteur et un passager et entre des passagers situés près du conducteur, ainsi que la nécessité ressentie par le conducteur de faire une annonce lorsque des passagers étaient debout à l'étage, ont créé une situation susceptible d'entraîner une distraction cognitive du conducteur dans les secondes précédant l'accident.
11. OC Transpo n'a pas cerné ni atténué les risques découlant du détournement inapproprié de l'attention du conducteur vers l'écran vidéo pendant que l'autobus était en mouvement et de la nécessité pour le conducteur de faire des annonces s'il voyait des passagers debout à l'étage.
12. Les arbres, les arbustes, le feuillage et la signalisation routière sur l'emprise du Transitway, de même que les montants de coin avant et de fenêtre de l'autobus, ont obstrué la vue du conducteur des dispositifs de signalisation automatique qui étaient en marche, jusqu'à ce que l'autobus se trouve à 122,5 m (402 pieds) du passage à niveau, une distance légèrement inférieure à la distance de visibilité d'arrêt recommandée, qui était de 130 m (426,5 pieds).
13. Outre les distractions qui ont probablement eu une incidence sur le conducteur, la charge de travail supplémentaire afférente à la négociation du virage à gauche à l'approche du passage à niveau a probablement réduit sa capacité de détecter les dispositifs de signalisation automatique qui étaient en marche.
14. Bien que les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau étaient déjà en marche avant que l'autobus quitte la station, la vue des dispositifs de signalisation automatique en marche était obstruée et il n'y avait pas de feux clignotants d'avertissement avancé pour avertir le conducteur du train en approche.
15. Bien que la réglementation ne l'exige pas, une structure avant et des spécifications techniques de gestion de l'énergie en cas d'accident plus robustes auraient peut-être réduit les dommages à l'autobus et empêché la perte d'une cellule protectrice pour les occupants.

3.2 *Faits établis quant aux risques*

1. Si les responsables chargés de l'application des infractions au code de la route sur le Transitway ne disposent pas d'instruments d'application adéquats, il existe un plus grand risque qu'un accident de la route survienne.
2. Si des stratégies d'atténuation ne sont pas mises en place pour régler le problème de la distraction des conducteurs, les conducteurs d'autobus pourraient ne pas toujours rester concentrés sur leur tâche de conduite et sur la route devant eux, ce qui augmente le risque d'accident de la route.

3. Si aucun panneau d'avertissement avancé avec feux clignotants relié aux signaux d'un passage à niveau n'est installé sur une route comportant un important virage près d'un passage à niveau ou à un endroit où la distance de visibilité d'arrêt est inadéquate, les conducteurs pourraient ne pas avoir suffisamment de temps pour réagir à un train en approche, ce qui augmente le risque d'accident au passage à niveau.
4. Si les administrations routières ne vérifient pas périodiquement la distance de visibilité d'arrêt, surtout le long des routes bordées d'arbres et de toute autre végétation, la vue du passage à niveau à partir de la route peut être obstruée avec le temps, ce qui augmente le risque d'accident au passage à niveau.
5. Si les normes de sécurité des véhicules qui s'appliquent aux autobus de transport en commun ne comprennent pas d'exigences sur une résistance à l'impact améliorée, les risques de blessures aux occupants seront accrus en cas d'accident.
6. Si les autobus ne sont pas équipés d'enregistreurs de données routières résistants à l'impact, il pourrait être difficile de comprendre clairement les circonstances et les facteurs contribuant à un accident d'autobus ou de prendre les mesures de sécurité qui s'imposent, ce qui augmente le risque que d'autres accidents d'autobus semblables surviennent.
7. Si les sociétés d'autobus n'ont pas accès aux technologies ni aux données d'enregistreurs de données routières disponibles ou ne les utilisent pas aux fins de l'analyse proactive de la sécurité, il y a un risque accru qu'elles ne décèlent pas les possibilités d'améliorer la sécurité de l'exploitation.
8. Si on n'examine pas périodiquement le besoin d'aménager des sauts-de-mouton, il se pourrait que les changements dans les facteurs de risque ne soient pas décelés en temps opportun, ce qui augmente le risque que la protection existante aux passages à niveau ne soit plus suffisante pour répondre aux augmentations du trafic ferroviaire et routier.
9. Dans le cas des passages à niveau qui exigent une charge de travail élevée, si les conducteurs de véhicules ne comprennent pas bien la protection par dispositifs de signalisation automatique d'un passage à niveau, la liaison des signaux de circulation, les indices visuels, la signalisation d'approche et les marquages sur la chaussée, le risque d'un accident au passage à niveau est accru.
10. En l'absence de lignes directrices quant au moment où un saut-de-mouton devrait être construit, les passages à niveau comportant des facteurs de risque élevé peuvent demeurer en place, ce qui augmente le risque d'accident aux passages à niveau.
11. En l'absence d'orientation claire visant à déterminer si les autobus devraient s'arrêter aux passages à niveau, même lorsque les dispositifs de signalisation automatique ne sont pas en marche, la sécurité aux passages à niveau risque de ne pas être optimisée.

12. Si le personnel chargé de la gestion des conducteurs et de l'examen de leurs dossiers ne comprend pas clairement le processus de surveillance du rendement des conducteurs de l'entreprise, des comportements dangereux au volant pourraient passer inaperçus et ne pas être corrigés dans les meilleurs délais, ce qui augmente le risque d'accidents de la route.
13. Si le personnel de formation n'a pas accès aux données sur les accidents et incidents des conducteurs et ne les examine pas, les lacunes existantes ou émergentes des conducteurs pourraient persister, ce qui augmente le risque que la formation nécessaire ne soit pas modifiée en vue de corriger des pratiques dangereuses.
14. Si les sociétés de transport en commun ne tiennent pas compte des facteurs qui peuvent avoir une incidence sur le comportement des conducteurs, ces derniers pourraient adopter des pratiques dangereuses, ce qui augmente le risque d'accidents.
15. Si les conducteurs d'autobus ne reçoivent aucune formation ciblée sur la sécurité aux passages à niveau et si la conformité des conducteurs au code de la route n'est pas rigoureusement contrôlée, la sécurité aux passages à niveau ne sera pas optimisée, ce qui augmente le risque d'accident aux passages à niveau.
16. Si les conducteurs de véhicules sont constamment exposés à des déclenchements indésirables des dispositifs de signalisation automatique de passage à niveau, ils risquent davantage d'en arriver à s'attendre à ce qu'aucun train ne soit en approche lorsque les dispositifs de signalisation automatique sont en marche, et il se pourrait qu'ils contournent la protection du passage à niveau.
17. Si les horodateurs des registres électroniques d'exploitation ferroviaire ne sont pas synchronisés, il pourrait être difficile de procéder à l'analyse opérationnelle des données critiques pour la sécurité, ce qui augmente le risque de retarder l'analyse des données et de mal les interpréter.

3.3 *Autres faits établis*

1. La protection par dispositifs de signalisation automatique aux 2 passages à niveau, celui de l'avenue Woodroffe et celui du Transitway, fonctionnait comme prévu, sans déficiences.
2. Le système de freinage à air comprimé de l'autobus à 2 étages ADL E500 respectait ou dépassait tous les critères requis pour son exploitation au Canada. Rien n'indique que les composants mécaniques et pneumatiques du système de freinage à air aient été en mauvais état ou défectueux avant l'accident, ce qui aurait pu nuire au fonctionnement normal des systèmes de freinage.

3. Bien qu'il était possible de construire des sauts-de-mouton sous forme de passages supérieurs routiers sur l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield, la nécessité de rouvrir les évaluations environnementales, la perte possible du financement du Millénaire, et la nette préférence de la part du public et de la Commission de la capitale nationale pour l'option de passages inférieurs routiers ont limité les options de saut-de-mouton envisagées par la ville d'Ottawa en 2004.
4. À une distance de 100 pieds (30,5 m), un klaxon d'urgence à haute intensité de locomotive d'un train de voyageurs aurait été à peine audible pour le conducteur et aurait pu ne pas provoquer de réaction, même si le klaxon avait été actionné au moment de l'accident, tandis qu'un klaxon de train de marchandises aurait été inaudible pour le conducteur.
5. Même si les feux arrière (à courte portée) à DEL du côté nord du passage à niveau du Transitway étaient légèrement mal alignés, ils étaient destinés à avertir les véhicules arrêtés au passage à niveau, de sorte qu'il est peu probable que leur mauvais alignement ait joué un rôle dans l'accident.
6. L'intervention d'urgence a été bien coordonnée entre les organismes présents, et des mesures adéquates et efficaces ont été prises pour protéger le site et veiller à la sécurité des passagers et du public.
7. L'examen d'une série de déclenchements indésirables des dispositifs de signalisation automatique des passages à niveau de Barrhaven au début de 2014 a permis d'établir que, malgré la perturbation, le système de protection des passages à niveau ne présentait aucune défaillance systématique, et les parties intéressées (Transports Canada, VIA Rail Canada Inc. et la ville d'Ottawa) ont pris les mesures qui s'imposaient pour résoudre ces problèmes.
8. Au moment de l'accident, le conducteur était pleinement qualifié et était apte au travail.
9. Aucun problème médical n'était en cause et il n'y avait aucune trace de drogue ou d'alcool dans l'organisme du conducteur.
10. Même si le conducteur avait une anomalie de la vision des couleurs rouge-vert, il est peu probable que cette anomalie ait joué un rôle dans l'accident, puisque la sensibilité lumineuse du conducteur aux feux clignotants rouges du passage à niveau était quasi normale.
11. Les lunettes de soleil du conducteur augmentaient la visibilité des feux de signalisation du passage à niveau et n'ont pas contribué à l'accident.
12. Étant donné que, depuis au moins 18 mois avant l'accident, le conducteur ne souffrait d'aucune douleur ni malaise persistant et bénéficiait d'une mobilité complète, sa blessure au cou antérieure n'a pas contribué à l'accident.

13. Même si le conducteur était atteint de diabète de type 2, son diabète était bien géré, et rien ne laisse croire que la maladie ait contribué à l'accident.
14. L'examen de l'historique de travail et de repos du conducteur et des cycles sommeil-veille connexes indique qu'il est peu probable que la fatigue ait contribué à l'accident.
15. La barrière du passage à niveau et les feux de la barrière n'étaient pas bien visibles à distance, et ils n'étaient pas conçus pour l'être.
16. Étant donné que les véhicules arrêtés au passage à niveau de l'avenue Woodroffe adjacent étaient obstrués par des arbres, des arbustes et du feuillage sur l'emprise du Transitway, ils n'étaient pas suffisamment visibles pour alerter le conducteur au fait que les dispositifs de protection du passage à niveau étaient en marche.
17. En raison des vitesses d'approche relativement semblables de l'autobus et du train vers le passage à niveau, il aurait probablement été difficile pour la vision périphérique du conducteur de détecter la présence du train.
18. Le niveau sonore de la sonnerie au passage à niveau n'aurait probablement pas été perçu en raison du niveau du bruit ambiant à l'intérieur de l'autobus.

4.0 Mesures de sécurité

4.1 Mesures de sécurité prises

4.1.1 Suivi après la reconstitution de l'accident par le BST

Le 11 octobre 2013, le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a rencontré la ville d'Ottawa (la Ville), Transports Canada (TC) et VIA Rail Canada Inc. (VIA) pour leur faire part des observations faites lors de la reconstitution de l'accident sur le Transitway. Les observations comprenaient des commentaires sur les différentes lignes de visibilité, sur la configuration du passage à niveau, et sur divers éléments de la protection par dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau.

À la suite de la réunion, la Ville a instauré les mesures de sécurité suivantes :

- enlèvement ou taille des arbres, des arbustes et du feuillage dans les environs du passage à niveau du Transitway;
- réduction de la vitesse limite à 50 km/h dans les 2 sens à l'approche du passage à niveau;
- améliorations de la signalisation dans les environs du passage à niveau :
 - modification des panneaux d'avertissement à l'approche du passage à niveau du Transitway sud-ouest, en fonction de la nouvelle vitesse limite de 50 km/h;
 - modification de l'emplacement des panneaux d'avertissement de « virage » à l'approche du virage situé au sud du passage à niveau du Transitway, en fonction de la nouvelle vitesse limite de 50 km/h;
 - installation, au sud du passage à niveau, de panneaux d'avertissement de « chevrons d'alignement » dans le virage faisant face à la circulation en direction nord et en direction sud;
 - installation de délinéateurs blancs sur les glissières longeant les 2 côtés du Transitway, au nord et au sud du passage à niveau;
- installation par la Ville d'un panneau d'avertissement avancé avec un feu qui clignote continuellement, face à la circulation en direction nord à l'approche du passage à niveau. Le feu clignotant n'était pas relié aux signaux du passage à niveau;
- modification de l'emplacement de la signalisation de la station Fallowfield d'OC Transpo.

À la suite de la réunion, VIA a entrepris une campagne de sécurité pour vérifier la précision de l'alignement des ensembles de feux à tous les passages à niveau sur la voie de VIA protégés par des dispositifs de signalisation automatique et entretenus par VIA (y compris les subdivisions d'Alexandria, de Beachburg, de Smiths Falls et de Chatham). VIA assure l'entretien de 131 passages à niveau publics et de 3 passages à niveau privés (dont 1 est situé sur le Transitway) munis de dispositifs de signalisation automatique. Ces 134 passages à niveau comptent 1300 feux, dont 20 ont été réalignés.

4.1.2 Avis de sécurité ferroviaire 01/14 du BST

Le 25 février 2014, le BST a transmis à la Ville l'Avis de sécurité ferroviaire (ASF) 01/14, intitulé *Autobus d'OC Transpo franchissant des passages à niveau pendant que les dispositifs de signalisation automatique sont en marche*.

L'ASF indiquait que, depuis l'accident du 18 septembre 2013, on avait signalé que 4 autobus d'OC Transpo avaient franchi des passages à niveau pendant que les feux et la sonnerie des dispositifs de signalisation automatique étaient en marche. L'ASF suggérait que la Ville pourrait vouloir mettre en place les mesures nécessaires pour s'assurer que les autobus puissent s'arrêter en toute sécurité à l'approche de signaux de passage à niveau en marche.

En réponse à l'ASF 01/14, la Ville a instauré les mesures de sécurité suivantes :

- Le 23 avril 2014, le règlement municipal sur le transport en commun n° 2007-268 régissant la conduite des véhicules sur le Transitway a été modifié afin d'interdire aux conducteurs
 - de franchir un passage à niveau lorsqu'un avertissement indique l'approche d'un train;
 - de franchir, contourner ou passer sous une barrière de passage à niveau;
 - d'utiliser des appareils de communications et de divertissement portatifs ou de regarder des écrans vidéo non liés à la conduite du véhicule.
- Les pratiques d'exploitation actuelle d'OC Transpo relatives aux passages à niveau ont fait l'objet d'un examen externe. Le rapport technique a conclu que la pratique d'exploitation actuelle d'OC Transpo aux passages à niveau protégés est appropriée et a suggéré la modification de 4 passages à niveau existants. Les travaux techniques de modification de ces passages à niveau sont en cours.

OC Transpo et le local 279 du Syndicat uni du transport ont publié conjointement des directives à l'intention des conducteurs, leur rappelant

- de respecter le *Code de la route de l'Ontario* et d'adopter des pratiques de conduite sécuritaires et préventives;
- de surveiller les feux clignotants aux passages à niveau (signaux) et de s'arrêter en toute sécurité et bien avant les voies ferrées si les feux clignotent;
- de toujours respecter les vitesses limites affichées et, à l'approche des passages à niveau, de ralentir, de garder le pied au-dessus la pédale de frein sans l'enfoncer, et de vérifier si un train approche dans les 2 sens des voies ferrées; d'avancer avec prudence;
- de toujours être prêt à s'arrêter.

OC Transpo diffuse chaque jour aux conducteurs des messages radio internes pour leur rappeler de faire preuve de prudence lorsqu'ils s'approchent d'un passage à niveau et de respecter les vitesses limites affichées.

4.1.3 Avis de sécurité ferroviaire 02/14 du BST

Le 25 février 2014, le BST a transmis à la Ville l'ASF 02/14, intitulé *Signalement d'une défectuosité des dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau du Transitway*.

L'ASF indiquait que, le 11 février 2014, OC Transpo avait signalé une défectuosité des dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau de VIA sur le Transitway. Au cours de cet incident, 3 autobus d'OC Transpo avaient franchi le passage à niveau pendant que les dispositifs de signalisation automatique étaient en marche. L'ASF suggérait que la Ville et VIA pourraient souhaiter élaborer et mettre en œuvre des procédures d'exploitation normalisées pour garantir la sécurité de l'exploitation en cas de déclenchement inhabituel ou de défectuosité des dispositifs de signalisation automatique.

En réponse à l'ASF 02/14, la Ville a instauré les mesures de sécurité suivantes :

- La Ville et VIA ont élaboré et mis en œuvre des procédures d'exploitation normalisées communes afin d'accroître la sécurité de l'exploitation advenant qu'un passage à niveau soit défectueux. Ces procédures comprennent un protocole de communications commun visant à s'assurer que les 2 organismes sont mis au courant en cas de défectuosité imprévue des dispositifs de la compagnie de chemin de fer et qu'ils communiquent mieux entre eux.
- Pour tout incident survenant à un passage à niveau, des protocoles de déclaration sont clairement établis de sorte que le personnel du centre de contrôle d'OC Transpo communique directement avec VIA et son sous-traitant, RailTerm, afin d'intervenir de manière appropriée.

4.1.4 Avis de sécurité ferroviaire 10/14 du BST

Le 24 septembre 2014, le BST a transmis à la Ville l'ASF 10/14, intitulé *Système de vidéosurveillance sur les autobus à 2 étages d'OC Transpo*.

L'ASF suggérait que, compte tenu de l'importance de réduire au minimum la distraction des conducteurs, la Ville pourrait souhaiter revoir les aspects procéduraux et opérationnels relatifs à l'écran vidéo des autobus à 2 étages pour s'assurer que les autobus sont toujours exploités de façon sécuritaire.

En réponse à l'ASF 10/14, la Ville a instauré les mesures de sécurité suivantes :

- La Ville a donné à des consultants en ingénierie de la sécurité routière et en ergonomie du MMM Group Limited (MMM) et leur sous-traitant Human Factors North (HFN) le mandat d'examiner la charge de travail des conducteurs d'autobus et d'autres aspects ergonomiques de l'exploitation des autobus d'OC Transpo.
- En juillet 2015, HFN a recommandé que
 - l'écran vidéo à l'intérieur du poste de conduite de tous les autobus ADL E500 d'OC Transpo soit reconfiguré pour n'afficher que la vue intérieure de l'étage de l'autobus en tout temps;

- étant donné que l'écran vidéo était requis pour permettre au conducteur de voir l'étage en tout temps en vue d'assurer la sécurité des passagers, le meilleur endroit où installer l'écran est à la gauche du rétroviseur, qui sert aux mêmes fins pour le premier niveau.
- À la fin de septembre 2015, la fenêtre de l'écran vidéo à l'intérieur du poste de conduite de tous les autobus ADL E500 d'OC Transpo avait été reconfigurée pour n'afficher que la vue intérieure de l'étage de l'autobus en tout temps.
- OC Transpo et Alexander Dennis Limited (ADL), le constructeur de l'autobus ADL E500, discutent des exigences en matière d'ingénierie et de sécurité incorporées à la conception et aux spécifications de l'écran vidéo du conducteur de l'ADL E500, et envisagent d'autres modifications qui pourraient être apportées à son emplacement, à son fonctionnement et à son utilisation.
- Le personnel d'OC Transpo examine les procédures d'exploitation normalisées et le programme de formation liés à la responsabilité incombant au conducteur de s'assurer que les passagers à l'étage sont assis en toute sécurité et que personne n'est debout dans l'escalier. Le personnel veillera à ce que cette directive soit conforme aux instructions et au programme visant à éviter de la conduite inattentive, et apportera les modifications nécessaires afin de s'assurer que ces instructions ne soient pas ambiguës, soient claires et soient mises en application uniformément.
- OC Transpo a apposé des étiquettes d'information à l'étage des autobus à 2 étages pour informer les passagers qu'il est interdit de rester debout.

4.1.5 Avis de sécurité ferroviaire 12/14 du BST

Le 24 septembre 2014, le BST a transmis à la Ville l'ASF 12/14, intitulé *Analyse du freinage et vitesse des autobus à l'approche des passages à niveau*.

L'ASF suggérait que la Ville pourrait souhaiter mettre en place d'autres mesures pour surveiller et contrôler la vitesse des autobus, surtout dans les environs des passages à niveau.

En réponse à l'ASF 12/14, la Ville a instauré les mesures de sécurité suivantes :

- Une unité de contrôle par radar de la vitesse sur le Transitway a été créée et déployée. Cette unité, composée de constables spéciaux et de superviseurs du transport en commun, sera en service 7 jours sur 7 afin de surveiller, d'évaluer et de faire respecter les limites de vitesse sur le Transitway. La surveillance vise surtout le Transitway, y compris les environs des passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du chemin Fallowfield.
- Le personnel d'OC Transpo examine les pratiques exemplaires des sociétés de transport en commun de l'ensemble du Canada et des États-Unis incitant le personnel du transport en commun à respecter les vitesses limites, notamment les méthodes de supervision des employés et l'utilisation du système mondial de positionnement (GPS) et d'autres technologies.
- Les Services des travaux publics de la Ville et OC Transpo évaluent des solutions techniques en vue d'assurer le respect des vitesses limites affichées à l'approche du passage à niveau. Les marquages routiers transversaux périphériques, les bandes

rugueuses et les délinéateurs montés sur poteaux sont envisagés comme moyens physiques pouvant être à la fois efficaces et pratiques. Ces mesures seront mises à l'essai à d'autres endroits sur le Transitway.

4.1.6 *Mesures supplémentaires prises par la ville d'Ottawa*

Depuis l'accident, les mesures supplémentaires suivantes ont été prises par la Ville ou par OC Transpo :

- La Ville a installé des barrières aux passages à niveau utilisés par les autobus d'OC Transpo.
- OC Transpo a participé à l'Opération Gareautrain. L'Opération Gareautrain a été consultée et a contribué à la réalisation d'une vidéo d'OC Transpo sur la sécurité ferroviaire qui montre les pratiques de conduite sécuritaire à l'approche des passages à niveau. À la fin de 2013, OC Transpo avait formé 11 employés pour présenter le matériel de formation de l'Opération Gareautrain.
- Toutes les nouvelles spécifications des véhicules d'OC Transpo tiendront compte de l'avis de tout le personnel de première ligne, notamment des mécaniciens et des conducteurs.
- OC Transpo s'affaire à mettre à jour le programme GPS Mapper du boîtier de contrôle du système de transport en commun.
- OC Transpo mettra en place des simulateurs de conduite pour améliorer la formation des conducteurs.
- Le directeur général d'OC Transpo a livré personnellement à tous les conducteurs des messages sur la sécurité au cours de toutes les séances de formation Pro-in-Motion.
- OC Transpo a révisé la formation des nouveaux conducteurs d'autobus et la formation périodique Pro-in-Motion afin d'y inclure de la formation approfondie supplémentaire portant sur les risques liés au franchissement d'un passage à niveau en toute sécurité. Le matériel de formation supplémentaire comprend dorénavant les renseignements ci-après.

[traduction]

Passages à niveau

- Tous les passages à niveau qui traversent les voies publiques et le Transitway sont indiqués par un grand panneau rouge et blanc en forme de « X » appelé « croix de Saint-André ». Soyez à l'affût de ces panneaux et soyez toujours prêts à vous y arrêter en toute sécurité.

Vous pourriez aussi voir de grands « X » sur la chaussée ou des panneaux d'avertissement avancé jaunes à l'approche de certains passages à niveau.
- La plupart des passages à niveau que le réseau d'OC Transpo franchit sont munis de feux d'avertissement clignotants rouges et certains sont également munis de barrières pour rappeler aux conducteurs de ne pas traverser les voies ferrées lorsqu'un train approche.

Un train roulant à 60 km/h peut mettre jusqu'à 2 km avant de s'arrêter en mode de freinage d'urgence intégral; c'est pourquoi un train a toujours priorité à tous les passages à niveau.

- Certains autres véhicules sont tenus, aux termes de la loi, de s'arrêter aux passages à niveau, que les signaux d'avertissement soient en marche ou non; surveillez ces véhicules et soyez prêts à vous arrêter derrière eux.

Aux passages à niveau munis de dispositifs de signalisation automatique (avec signaux et barrières)

- Adaptez votre vitesse aux conditions de la route et respectez toujours les vitesses limites affichées.
- Ralentissez à l'approche des passages à niveau.
- Laissez le pied au-dessus de la pédale de frein sans l'enfoncer à l'approche d'un passage à niveau et préparez-vous à vous y arrêter.
- Déterminez le point de décision.
- Regardez dans les 2 sens et écoutez pour vous assurer que la voie est libre avant de franchir les voies ferrées.
- Franchissez le passage à niveau avec prudence, en maintenant la vitesse du véhicule.

Si les dispositifs de signalisation sont en marche

- Arrêtez le véhicule à la ligne d'arrêt indiquée.
- Arrêtez-vous à au moins 5 m (15 pieds) de la barrière ou du rail le plus proche.
- En présence de feux d'avertissement clignotants rouges, attendez qu'ils arrêtent de clignoter et, si le passage à niveau est équipé d'une barrière, attendez qu'elle soit complètement relevée avant de franchir les voies ferrées en toute sécurité.
- Assurez-vous que le train est passé avant de franchir la voie.

Aux passages à niveau dépourvus de dispositifs de signalisation, respecter le Code de la route

- Arrêtez-vous à au moins 5 m du rail le plus proche.
- Ouvrez la porte du véhicule, regardez dans les 2 sens et écoutez si un train approche.
- Franchissez le passage à niveau avec prudence lorsque la voie est libre.

Mesures de sécurité

- **Ne jamais s'arrêter sur les voies ferrées.** Par exemple, quand la circulation est dense, assurez-vous qu'il y a suffisamment d'espace pour dégager complètement les voies avant de vous engager sur le passage à niveau.
- **Si vous êtes coincé** sur un passage à niveau, peu importe que vous voyiez ou entendiez un train approcher ou non, faire immédiatement sortir tous les passagers du véhicule vers un endroit situé à au moins 50 m des voies

ferrées. Communiquez immédiatement avec le centre de contrôle d'OC Transpo.

- **Ne jamais tenter de franchir les voies ferrées lorsque les feux clignotants et les barrières sont en marche.** En cas de doute, communiquez immédiatement avec votre contrôleur (MSG 9) [le centre de contrôle d'OC Transpo].
- **Ne jamais contourner ou passer sous les barrières ni les franchir** lorsqu'elles sont abaissées ou alors qu'elles descendent ou remontent. Ne jamais soulever ni altérer une barrière, et ne jamais marcher sur les voies ferrées, sauf au passage pour piétons marqué sur la chaussée.
- **Ne jamais toucher ni manipuler les barrières**, les signaux ni d'autres dispositifs d'avertissement d'un passage à niveau.
- **Ne pas franchir le passage à niveau lorsque le signal reste en marche**, à moins d'avis contraire uniquement de la part d'un membre officiel du personnel de la compagnie ferroviaire ou d'un agent du Service de police d'Ottawa.
- Au moment d'arriver à un passage à niveau, si vous constatez une anomalie, telle qu'**une défectuosité des signaux ou des barrières**, ne franchissez pas les voies ferrées, immobilisez le véhicule à un endroit sûr avant le passage à niveau, allumez les feux de détresse du véhicule et informez immédiatement le centre de contrôle d'OC Transpo.

Voies ferrées sur le chemin Fallowfield en direction est

Les feux de circulation à l'intersection du chemin Fallowfield en direction est, au passage à niveau, et du Transitway sont de conception particulière et présentent les caractéristiques ci-dessous. :

1. [...] Il y a 2 ensembles de feux de circulation synchronisés avec le passage à niveau.
2. Les feux de circulation s'ajoutent aux caractéristiques habituelles de ce type de dispositifs de signalisation automatique de passage à niveau (feux clignotants, cloches et barrières) :
 - Il y a un feu de circulation (A) avant les voies ferrées.
 - Il y a un feu de circulation (B) à l'intersection du Transitway.

Au moment du franchissement du Transitway, le feu de circulation A passera au rouge avant le feu de circulation B. On s'assure ainsi que les véhicules disposent d'un délai suffisant pour dégager le passage à niveau et l'intersection.

Au moment du franchissement du passage à niveau, le feu de circulation A passera au rouge, alors que le feu de circulation B restera au vert durant au moins 34 secondes de plus avant de passer au jaune, puis au rouge.

On s'assure ainsi que les véhicules ayant franchi la ligne de chemin de fer peuvent dégager complètement l'intersection.

Nota : Le feu de circulation B est légèrement incliné vers le bas. La visibilité du feu de circulation B est ainsi limitée jusqu'à ce que les conducteurs aient franchi le feu de circulation A.

- La Ville a créé et comblé le poste de chef de la Sécurité, à qui il incombera de fournir une direction et une orientation stratégique à la direction de la Sécurité du transport en commun, de la conformité, de la formation et de la gestion des urgences, de même qu'au système de gestion de la sécurité dans son ensemble. Le chef de la Sécurité sera également responsable de la conformité aux exigences réglementaires de tous les modes de transport (autobus, Para Transpo, train propulsé par moteur diesel ou électrique), de même que des activités de formation internes, de la santé et sécurité, des vérifications annuelles du service ferroviaire, des vérifications environnementales et de la préparation aux situations d'urgence.
- En 2014, OC Transpo a instauré un programme officiel visant à améliorer l'évaluation de l'immatriculation d'utilisateur de véhicule utilitaire de la Ville en ce qui a trait aux collisions, aux déclarations de culpabilité et aux inspections. Le programme a mis l'accent sur la culture de sécurité d'OC Transpo et la prévention des collisions, sur l'amélioration et la normalisation du processus d'intervention en cas de collision, sur la collecte de données sur les lieux d'une collision, sur les enquêtes, sur la formation en prévention des collisions, et sur la gestion du rendement au sein de l'entreprise. Ce programme a donné les résultats suivants :
 - l'utilisation du logiciel Riskmaster a été étendue afin d'inclure la collecte de données sur les collisions, la documentation de suivi des enquêtes, l'analyse des tendances aux fins de formation en transport en commun et de gestion du rendement;
 - l'amélioration de la documentation sur les entrevues à la suite d'une collision, les enquêtes et la formation en fonction des compétences;
 - l'amélioration des déclarations et de l'analyse des tendances afin d'appuyer le développement continu du contenu de la formation et des campagnes de sensibilisation à la sécurité.
- OC Transpo a réalisé une évaluation ergonomique et changé l'emplacement du combiné de la radio à bord des autobus ADL E500, en consultation avec son Comité de santé et sécurité.

4.1.7 *Mesures supplémentaires mises en place par VIA Rail Canada Inc.*

VIA a demandé à son sous-traitant chargé de l'entretien de la voie ferrée, RailTerm, de synchroniser les registres des signaux des passages à niveau de l'avenue Woodroffe, du Transitway, et du chemin Fallowfield.

VIA a amorcé le processus et s'affaire à élaborer un plan d'ingénierie visant à amener la Ville à relier le panneau d'avertissement avancé avec feux clignotants, qui a été installé à l'approche du passage à niveau du Transitway, aux signaux du passage à niveau. Avec cette modification, les feux du panneau d'avertissement avancé commenceraient à clignoter lors du déclenchement des dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau du Transitway par un train en approche, et s'éteindraient une fois que les dispositifs de

signalisation automatique ne seraient plus en marche. Cependant, la Ville n'a pas encore décidé si elle allait modifier ou non les feux du panneau d'avertissement avancé, qui clignotent continuellement et ne sont pas reliés aux signaux du passage à niveau.

À la suite de l'augmentation des cas signalés d'activation du mode de sécurité intrinsèque de 6 passages à niveau munis de dispositifs de signalisation automatique dans le secteur de Barrhaven, VIA a apporté des améliorations et mis en œuvre des mesures correctives pour accroître le rendement de la protection par dispositifs de signalisation automatique.

4.1.8 *Emploi et Développement social Canada*

En vertu de la partie II du *Code canadien du travail*, Emploi et Développement social Canada (EDSC) – Programme du Travail a mené simultanément une enquête portant sur la santé et sécurité au travail.

Le 19 novembre 2013, EDSC a émis une *Instruction à l'employeur en vertu de l'alinéa 145(1)* de la partie II du *Code canadien du travail*, indiquant qu'on contrevenait à certaines dispositions de la partie II du *Code canadien du travail*.

L'instruction émise par EDSC indiquait que l'employeur n'avait pas cerné ni évalué les dangers, y compris ceux liés à l'ergonomie, à tous les passages à niveau où ses conducteurs d'autobus sont appelés à travailler. Il a été ordonné à OC Transpo de mettre un terme à cette infraction et de prendre les mesures nécessaires pour veiller à ce que l'infraction ne se poursuive ni ne se reproduise.

Le 14 février 2014, OC Transpo a répondu à l'instruction d'EDSC en mentionnant qu'il allait poursuivre son travail par l'intermédiaire du comité de santé et de sécurité au travail et du comité d'orientation en matière de santé et de sécurité afin de réviser et de mettre à jour le programme de prévention des dangers destiné aux services de transport en commun. Afin d'obtenir de l'aide pour ce processus, OC Transpo a donné par contrat à des consultants en ingénierie de la sécurité routière de MMM le mandat d'évaluer des aspects ergonomiques s'appliquant aux conducteurs d'autobus de transport en commun aux passages à niveau, de pair avec les procédures d'exploitation actuelles d'OC Transpo et d'établir des méthodes d'évaluation qui pourraient être employées de façon cohérente à l'avenir. EDSC continuera de surveiller les progrès réalisés à l'égard des dangers relevés au cours de son enquête.

4.2 *Mesures de sécurité à prendre*

L'enjeu de la sécurité aux passages à niveau ferroviaires demeure sur la *Liste de surveillance* du BST. Malgré de plus récentes améliorations à la sécurité des passages à niveau apportées (de 2010 à 2015) dans le couloir très achalandé qui relie Québec (Québec) à Windsor (Ontario), le nombre d'accidents aux passages à niveau ailleurs au Canada n'a pas connu de baisse importante au cours des 10 dernières années (soit de 2004 à 2013). Au cours de cette période, à l'extérieur de ce couloir, il y a eu 1865 collisions de trains avec des véhicules aux passages à niveau qui ont fait 165 morts et 271 blessés graves. Par conséquent, le Bureau a conclu que le risque de collisions entre trains et véhicules routiers aux passages à niveau demeure trop élevé.

Les panneaux d'avertissement sont le premier moyen de défense aux passages à niveau publics et privés; ils aident à réduire le risque en informant les conducteurs de la présence des passages à niveau ferroviaires. Le tiers environ des passages à niveau publics au Canada sont munis de dispositifs de signalisation automatique, protection qui comprend soit des feux clignotants et des cloches, soit des feux clignotants, des cloches et des barrières. Dans l'événement à l'étude, bien que les feux, la sonnerie et les barrières du passage à niveau aient été en marche, un conducteur d'autobus professionnel ne s'est pas arrêté comme il se devait et a heurté un train au moment où celui-ci s'engageait sur le passage à niveau. Par suite de l'accident, 6 occupants ont péri, 9 ont été grièvement blessés, et environ 25 ont subi des blessures mineures.

L'enquête a permis de relever de nombreux facteurs ayant soit causé, soit contribué à l'accident au passage à niveau, ou encore augmenté le risque d'un tel accident. Malgré la présence de dispositifs de signalisation automatique, de graves collisions entre véhicules et trains continuent de se produire aux passages à niveau, pour diverses raisons. Cette situation laisse croire qu'il faut prendre des mesures supplémentaires pour réduire les risques pour le public voyageur.

4.2.1 *Lignes directrices sur la conduite inattentive*

Tous les autobus à 2 étages d'ADL sont équipés d'un écran vidéo qui fournit au conducteur des vues intérieures et extérieures de son véhicule. À l'intérieur du poste de conduite, l'écran vidéo est installé sur le côté gauche d'un panneau avant au-dessus du siège du conducteur. L'écran vidéo mesure 6 pouces (15 cm) de largeur sur 3³/₄ pouces (10 cm) de hauteur. La fenêtre de l'écran est divisée en 4 affichages mesurant chacun 3 pouces (7,5 cm) de largeur sur 1⁷/₈ pouce (5 cm) de hauteur. Chaque affichage présente une vue prise à partir de 1 des 4 caméras vidéo de bord, et les 4 vues sont constamment affichées à l'écran. L'emplacement et l'angle de l'écran vidéo ne sont pas réglables et le conducteur ne peut éteindre l'affichage ni modifier l'angle de vue des caméras. À cause de l'emplacement de l'écran vidéo, un conducteur doit lever les yeux à un angle important (c.-à-d. de 30 à 40 degrés par rapport à l'horizontale). L'écran étant éloigné (56 cm) du siège du conducteur, l'image paraît très petite.

Aux arrêts en station, les conducteurs d'OC Transpo étaient tenus de regarder l'écran avant de quitter l'arrêt pour s'assurer que les passagers à l'étage étaient assis. S'ils y voyaient des passagers debout, les conducteurs devaient faire une annonce pour informer les passagers qu'il était interdit de rester debout à l'étage ou dans l'escalier. Toutefois, pour trouver un siège libre après être montés à bord d'un autobus à 2 étages, certains passagers continuaient de se déplacer ou restaient debout à l'étage après le départ de l'autobus. Les procédures administratives d'OC Transpo indiquent que les conducteurs ne devraient pas fixer l'écran vidéo du regard pendant que l'autobus est en mouvement, même si l'affichage vidéo demeure actif. Cela dit, il est naturel pour un conducteur de jeter de temps à autre des coups d'œil à l'écran lorsque l'autobus est en mouvement pour observer la petite image de l'étage sur l'écran vidéo.

Dans l'événement à l'étude, 2 types de distraction du conducteur ont probablement contribué à l'accident :

- distraction visuelle attribuable à l'utilisation de l'écran vidéo de bord;
- distraction cognitive causée par
 - sièges avant que l'autobus quitte la station Fallowfield d'OC Transpo;
 - l'exigence de surveiller l'étage pour voir s'il y avait des passagers debout même lorsque l'autobus était en mouvement;
 - une conversation entre le conducteur et un passager au sujet de la disponibilité de des conversations entre les passagers situés près du conducteur au premier niveau au sujet de la disponibilité de sièges à l'étage, après le départ de la station Fallowfield d'OC Transpo.

Après l'accident, la Ville a donné à des consultants en ingénierie de la sécurité routière et en ergonomie de MMM et leur sous-traitant HFN le mandat d'examiner la charge de travail des conducteurs et d'autres aspects ergonomiques de l'exploitation des autobus d'OC Transpo.

Par la suite, HFN a recommandé que

- l'écran vidéo à l'intérieur du poste de conduite de tous les autobus ADL E500 d'OC Transpo soit reconfiguré pour n'afficher que la vue intérieure de l'étage de l'autobus en tout temps;
- l'écran vidéo à l'intérieur du poste de conduite soit déplacé à la gauche du grand rétroviseur situé à la droite du conducteur.

Bien que ces modifications puissent améliorer l'observation de l'écran vidéo, il subsisterait un angle de visionnement vers le haut à la droite du conducteur de sorte que la source potentielle de distraction ne serait pas éliminée, car l'image unique de l'étage est constamment affichée même lorsque l'autobus est en marche avant. En outre, étant donné que ces modifications suggérées ne s'appliquent qu'aux autobus d'OC Transpo, d'autres sociétés de transport en commun qui exploitent des autobus à 2 étages d'ADL configureront l'écran vidéo différemment, ce qui pourrait présenter d'autres risques de distraction.

Toutes les provinces appliquent une certaine forme de législation en matière de conduite inattentive. Compte tenu du développement rapide de la technologie et des affichages de bord, la conduite inattentive est un enjeu de sécurité en émergence. Par exemple, la Police provinciale de l'Ontario (PPO) fait remarquer que la conduite inattentive est la principale cause des décès sur les routes, et d'après les statistiques, plus de gens en Ontario sont décédés en 2013 dans des collisions liées à une conduite inattentive que dans tout autre type de collision.¹⁶⁶

¹⁶⁶ CBCnews (en ligne), *OPP calls distracted driving 'number one killer on roads'*, mars 2014, disponible à l'adresse : <http://www.cbc.ca/news/canada/kitchener-waterloo/opp-calls-distracted-driving-number-one-killer-on-roads-1.2557892> (dernière consultation le 28 septembre 2015).

Au moment de l'accident, l'emplacement de l'écran vidéo à bord de l'autobus ADL E500 d'OC Transpo et son utilisation dans le poste de conduite n'étaient pas conformes aux lignes directrices sur la distraction des conducteurs publiées par l'American Public Transportation Association (APTA) en 2009 et par la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) du Department of Transportation des États-Unis en 2013. Ces lignes directrices étaient fondées sur le principe fondamental selon lequel les yeux d'un conducteur devraient être tournés vers la route devant plutôt qu'en direction d'un dispositif de bord. Tout particulièrement, les lignes directrices de la NHTSA visaient à encourager les constructeurs automobiles à renoncer aux systèmes de bord qui exigent la saisie manuelle de données pendant que le véhicule est en mouvement ou des coups d'œil déraisonnablement longs qui détournent l'attention de la scène visuelle devant. Les lignes directrices de la NHTSA recommandaient de

- désactiver certaines fonctionnalités des systèmes de bord, sauf si le véhicule est arrêté avec son levier des vitesses à P (Park [stationnement]);
- verrouiller les affichages vidéo et les rendre inaccessibles au conducteur pendant la conduite;
- placer tout affichage actif le plus près possible du champ de vision avant du conducteur, avec un angle de visionnement maximal de 30 degrés vers le bas à partir de l'horizontale.

De nombreuses instances, dont la Province de l'Ontario, ont également des lois en place pour limiter les sources potentielles de distraction chez un conducteur. Cependant, pour l'autobus à 2 étages d'OC Transpo, la présence de l'écran vidéo étant jugée nécessaire pour l'exploitation sécuritaire de l'autobus, l'écran était exempté des dispositions du *Code de la route de l'Ontario* limitant l'usage d'écrans d'affichage.

Au Canada et aux États-Unis, il incombe au gouvernement fédéral d'établir, de maintenir et d'appliquer des normes minimales de sécurité des véhicules automobiles. L'emplacement des affichages de bord qui sont inclus dans le matériel d'origine par le constructeur est assujéti, au Canada, aux *Normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada* (NSVAC) et, aux États-Unis, aux *Federal Motor Vehicle Safety Standards* (FMVSS). La délivrance des certificats d'immatriculation et des permis de conduire ainsi que l'application du Code de la route relèvent des provinces et des états, respectivement. Par conséquent, les véhicules doivent satisfaire aux normes de sécurité fédérales en plus de toute exigence des provinces ou des états aux fins de l'immatriculation des véhicules. Les activités associées à la conduite inattentive relèvent de la province ou de l'état et, de ce fait, peuvent varier selon la province ou l'état.

Les États-Unis ont reconnu l'importance de lignes directrices fédérales pour offrir un cadre cohérent afin d'aider l'industrie de compétence fédérale et les autorités de réglementation des états à faire face aux nouveaux enjeux liés à la conduite inattentive. Tout compte fait, on ne dispose d'aucune orientation semblable ou cohérente quant à l'installation et à l'utilisation des écrans vidéo à l'intérieur des véhicules automobiles au Canada.

Malgré les questions de compétence, il importe que TC joue un rôle directeur et élabore un cadre offrant une orientation cohérente tant à l'industrie qu'aux provinces, afin de les aider à

s'attaquer aux nouveaux enjeux liés à la conduite inattentive. Le Bureau estime qu'un tel cadre est un élément important d'atténuation des risques connexes, surtout en ce qui a trait à la sécurité aux passages à niveau ferroviaires. Afin de réduire au minimum toute source potentielle de distraction au volant, le Bureau recommande que

le ministère des Transports, en consultation avec les provinces, élabore des lignes directrices exhaustives sur l'installation et l'utilisation des écrans d'affichage vidéo de bord afin de réduire le risque de distraction chez les conducteurs.

Recommandation R15-01 du BST

4.2.2 *Résistance à l'impact des autobus*

Au cours d'une collision, la déformation de la structure peut être bénéfique, puisque l'énergie est absorbée et dissipée plutôt que d'être transmise directement aux occupants. Le principe de base de la gestion de l'énergie en cas de collision est de faire en sorte qu'au cours d'une collision, les espaces inoccupés se déforment avant les espaces occupés. Les chances de survie dépendent de l'efficacité avec laquelle les chocs sont absorbés par les caractéristiques du véhicule et éloignés de ses occupants. Aucun dommage à la charpente de l'habitacle ne devrait réduire l'espace de survie ou l'exposer aux éléments au point de compromettre les chances de survie des occupants.

TC, par l'entremise de sa Direction de la sécurité des véhicules automobiles, établit des normes de sécurité pour la conception, la construction et l'importation de véhicules automobiles au Canada. Ces normes, appelées *Normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada* (NSVAC), sont régies par la *Loi sur la sécurité automobile* et la *Loi sur les transports routiers* par l'entremise du *Règlement sur la sécurité des véhicules automobiles*. Le *Règlement sur la sécurité des véhicules automobiles* précise les exigences sur la sécurité des véhicules automobiles et de leurs composants. En vertu du Règlement, les NSVAC indiquent les tests exigés pour la certification des véhicules de diverses catégories de poids.

Les exigences des NSVAC varient en fonction du poids et du type de véhicule. La catégorie de poids des véhicules les plus lourds comprend les tracteurs semi-remorques qui transportent des marchandises et la plupart des autobus de transport en commun et interprovinciaux qui peuvent transporter jusqu'à 100 passagers. Bien que ces véhicules doivent satisfaire à un ensemble de critères de sécurité essentiels de base (freins, direction, etc.) et que certaines normes de sécurité des véhicules s'appliquent uniquement à cette catégorie de poids, ces véhicules sont généralement assujettis au plus petit nombre de normes de sécurité. Les autobus ADL E500 ont été conçus selon les exigences réglementaires des FMVSS et des NSVAC, et y étaient en tous points conformes, de même qu'avec les exigences applicables des états américains et des provinces canadiennes.

Dans l'événement à l'étude, 4 des 6 occupants qui ont subi des blessures mortelles étaient assis dans la première rangée à l'étage de l'autobus ADL E500, endroit où la structure a été compromise au cours de l'accident. La charpente du plancher du premier niveau et de l'étage a été arrachée au cours de l'accident. La rupture de la structure de l'autobus a fini par entraîner l'éjection hors de l'autobus du conducteur, de son poste de conduite et de son siège, ainsi que de 8 passagers et de 4 sièges passagers à l'étage. Bien que l'ADL E500 ait

répondu à toutes les exigences réglementaires, la structure avant n'était pas conçue pour assurer une protection contre l'impact aux passagers assis dans la première rangée à l'étage, et l'autobus n'était pas muni d'un pare-chocs avant, et les NSVAC ne l'exigeaient pas.

Au cours de l'enquête, d'autres modèles d'autobus ont été examinés aux fins de comparaison. Ces examens ont permis de faire les observations suivantes :

- Passagers situés derrière la ligne jaune – Les passagers debout à bord d'un autobus à 1 étage ou au premier niveau d'un autobus à 2 étages doivent se tenir derrière la ligne jaune sur le plancher, tout juste derrière le poste de conduite du conducteur.
Dans l'événement à l'étude, bien qu'un certain nombre de passagers du premier niveau aient été blessés, 1 seul passager se tenant derrière la ligne jaune a subi des blessures mortelles. Par comparaison, les 4 passagers assis dans la première rangée à l'étage, située directement au-dessus du poste de conduite et devant la ligne jaune, ont subi des blessures mortelles. Par conséquent, dans les mêmes circonstances, il est moins probable que les passagers d'un autobus à 1 étage auraient été exposés dans la partie de l'autobus qui a été compromise par la collision.
- Autobus scolaires – La conception des autobus scolaires comprend des éléments destinés à réduire les effets d'une collision. Ils doivent satisfaire à des normes de protection contre les tonneaux. Les autobus scolaires ont également un sous-châssis surélevé, une carrosserie renforcée, des rails d'impact horizontaux pleine longueur et un intérieur compartimenté. Le rapport d'enquête ferroviaire R13W0083 du BST a indiqué que les autobus scolaires sont conçus pour mieux résister à l'impact et protéger les occupants au cours d'un accident.

Tout véhicule importé au Canada doit être conforme aux NSVAC applicables pour le type de véhicule. Il incombe au constructeur d'effectuer tous les tests nécessaires pour en assurer la conformité aux NSVAC et de fournir à TC des copies des résultats des tests. TC examine les résultats des tests et approuve l'importation. Mis à part ces exigences, aucune inspection formelle du véhicule ni évaluation officielle des risques n'est requise avant la livraison, peu importe les caractéristiques de conception du véhicule.

À l'opposé, l'APTA a élaboré des lignes directrices sur l'acquisition d'autobus de transport en commun pour aider les organismes de ce secteur d'activité à préparer des contrats qui renferment toutes les dispositions nécessaires et incorporent les meilleures pratiques disponibles. Les principales exigences de résistance à l'impact contenues dans les lignes directrices de l'APTA et visant les autobus de transport en commun couvrent les aspects suivants (entre autres) :

- la spécification technique (TS) TS 23.2 exige qu'un autobus soit conçu de manière qu'en cas de tonneaux ou d'impact latéral, sa structure soit suffisamment robuste pour maintenir un espace de survie, seules de petites déformations permanentes étant admissibles.
- La TS 70.1 exige l'installation de pare-chocs protégeant l'avant et l'arrière de l'autobus contre l'impact.

- Les spécifications techniques comportent aussi des exigences de résistance statique et dynamique pour les sièges passagers et les poignées de dossiers de siège afin de réduire au minimum le risque de blessures aux occupants.

Les lignes directrices de l'APTA renferment des exigences de résistance à l'impact qui vont au-delà des NSVAC et des FMVSS. Les règlements fédéraux n'exigent pas la conformité aux lignes directrices plus rigoureuses de l'APTA.

En outre, dans une lettre adressée par le National Transportation Safety Board (NTSB) à la NHTSA¹⁶⁷, le NTSB faisait part des constatations de son enquête spéciale¹⁶⁸, qui avait porté sur les questions liées aux autobus et évalué les normes FMVSS régissant la conception des autobus. Le NTSB était préoccupé par la possibilité que les passagers des autobus pourraient ne pas être suffisamment protégés lors de collisions. L'enquête a déterminé que, malgré la présence dans les FMVSS de normes s'appliquant aux gros autobus scolaires sur les sièges passagers, la protection contre les collisions et la résistance des joints de carrosserie, il n'existait pas de normes similaires pour les autres types de gros autobus, tels que les autocars et les autobus de transport en commun.

Les NSVAC ne renferment aucune exigence relative à la protection contre l'impact frontal et latéral, les tonneaux ou l'écrasement pour les véhicules d'un poids nominal brut du véhicule (PNBV) de plus de 11 793 kg (26 000 livres), qui comprennent la plupart des autobus de transport en commun. Par conséquent, les autobus de cette catégorie de poids peuvent présenter des caractéristiques structurelles différentes qui pourraient ne pas protéger adéquatement le public voyageur. Compte tenu des conséquences de l'accident à l'étude, le Bureau recommande que

le ministère des Transports élabore et mette en œuvre des normes de résistance à l'impact applicables aux autobus commerciaux de passagers afin de réduire le risque de blessures.

Recommandation R15-02 du BST

4.2.3 *Enregistreurs de données routières des véhicules*

Les autobus à 2 étages d'ADL étaient équipés d'un écran vidéo qui fournit au conducteur des vues intérieures et extérieures de son véhicule. Cependant, le mode d'enregistrement du système contrôlant les caméras vidéo de bord n'était pas en fonction; par conséquent, aucune information vidéo n'a été récupérée du système.

Les modes de transport ferroviaire, aérien et maritime exigent que les locomotives et de nombreux aéronefs et navires commerciaux soient équipés d'enregistreurs de données pouvant enregistrer un certain nombre d'éléments prédéterminés. Par contre, les NSVAC n'exigent aucunement des autobus (scolaires, de transport en commun et interurbains) qu'ils

¹⁶⁷ Lettre de recommandation de sécurité du National Transportation Safety Board à la National Highway Traffic Safety Administration des États-Unis en date du 2 novembre 1999.

¹⁶⁸ National Transportation Safety Board, *Bus Crashworthiness Issues*, Highway Special Investigation Report NTSB/SIR-99/04, 1999.

soient équipés d'un enregistreur de données routières (EDR) de bord résistant à l'impact. Quoique rien n'empêche un exploitant d'en installer dans tout son parc, OC Transpo n'avait pas instauré une telle exigence. Ainsi, l'autobus en cause dans l'accident n'était pas équipé d'un EDR (ou boîte noire) résistant à l'impact permettant d'enregistrer et de stocker les données sur l'exploitation du véhicule avant et pendant la séquence de l'accident. Par conséquent, on a récupéré et analysé 8 unités électroniques contenant une mémoire non volatile.

De ces 8 unités récupérées, seul le module de commande du moteur renfermait des données utiles. Le module de commande du moteur est programmé pour enregistrer automatiquement une décélération soudaine de l'autobus de plus de 9,0 mi/h/s (14,5 km/h/s). Si l'autobus avait décéléré à moins de 9,0 mi/h/s (14,5 km/h/s), le module de commande du moteur n'aurait enregistré aucune donnée. Quoique dans l'événement à l'étude, les données récupérées du module de commande du moteur aient été utiles, comparativement à celles d'un consignateur d'événements de locomotive (CEL), les données du module de commande du moteur n'étaient pas suffisamment détaillées pour permettre une analyse significative. En particulier,

- la façon dont l'information sur les événements était horodatée n'était pas utile.;
- aucune distance parcourue n'avait été enregistrée;
- l'intervalle d'enregistrement de 1 seconde n'était pas suffisant pour permettre une analyse détaillée;
- le fonctionnement du système de freinage antiblocage et du frein de secours n'était pas consigné;
- les données du module de commande du moteur indiquaient que les freins avaient été serrés, mais aucune autre information utile relative au freinage n'avait été enregistrée;
- la pression d'air dans la conduite de freinage n'avait pas été enregistrée pour déterminer l'effort de freinage.

Par conséquent, il a fallu effectuer une analyse détaillée du freinage afin d'établir le déroulement de l'événement, la distance de freinage et l'effort de freinage appliqué à l'autobus au cours de l'accident. La complexité de ce travail a prolongé de plusieurs mois le processus d'enquête. Par comparaison, les données exhaustives du CEL étaient disponibles aux fins d'analyse dès le lendemain de l'accident. Les données du CEL ont clairement indiqué les paramètres d'exploitation du train et les actions de l'équipe de train, ce qui a permis aux enquêteurs de prendre des décisions éclairées quant à l'orientation de l'enquête et de tourner leur attention vers l'état et l'exploitation de l'autobus.

Aux États-Unis, le NTSB recommande que les autobus soient équipés d'EDR depuis 1999. Bien que des progrès aient été réalisés, l'utilisation des EDR dans les véhicules routiers continue de se faire sur une base volontaire, et le NTSB a classé ses recommandations de sécurité en la matière comme « Ouvertes – Réponse inacceptable », compte tenu du fait que la NHTSA n'exige pas l'utilisation d'EDR à bord des autobus.

Grâce à des années d'expérience acquise avec les enregistreurs de données dans les modes de transport aérien, ferroviaire et maritime, le BST, le NTSB et l'industrie du transport en ont appris beaucoup sur l'utilisation efficace de technologies d'enregistrement. L'établissement de normes de l'industrie sur l'enregistrement dans ces modes de transport a été crucial pour l'implantation efficace des enregistreurs de données, en assurant l'uniformité des données enregistrées en formats normalisés.

Les compagnies de chemin de fer utilisent régulièrement les données de CEL de concert avec la vérification des compétences de l'opérateur du train pour cerner les secteurs potentiels à améliorer dans le contexte du système de gestion de la sécurité (SGS) de la compagnie.

Les EDR sont d'usage courant dans plus de 100 territoires aux États-Unis pour la gestion des parcs d'autobus scolaires. Des études ont établi que l'intégration de l'examen des données d'EDR au programme de sécurité de sociétés de transport a donné lieu à des améliorations opérationnelles en matière de sécurité des parcs de véhicules. L'échantillonnage et l'examen des données d'EDR peuvent permettre aux sociétés de transport de détecter de nouvelles tendances chez leurs conducteurs, et d'apporter des modifications à leurs programmes de formation ou de mentorat des employés dans le but d'améliorer la sécurité en conséquence. Ces examens peuvent également être utilisés pour reconnaître et renforcer les comportements positifs et sécuritaires chez les conducteurs. Ces constats démontrent que les données d'EDR peuvent être utilisées de manière non punitive, comme outil de surveillance des comportements et du rendement des conducteurs de concert avec le programme de sécurité de la société de transport, ce qui peut réduire davantage le risque et améliorer la sécurité avant qu'un accident se produise.

Bien que des accidents mettant en cause des autobus de transport en commun à un passage à niveau soient rares, ils sont considérés comme des événements à haut risque, en raison du nombre de passagers à bord de chaque autobus et du risque de blessures au public voyageur. Lorsque de tels accidents se produisent, il est essentiel que tous les enquêteurs aient accès à des données enregistrées en temps réel qui soient cohérentes et pertinentes, afin de cerner rapidement les lacunes de sécurité et d'éviter qu'ils se reproduisent. Il est crucial de comprendre les comportements des conducteurs et de repérer les facteurs humains connexes pour comprendre les causes d'accidents.

Toute enquête sur les accidents aux fins de la sécurité, la réglementation, l'application de la loi ou de l'entreprise peut bénéficier de la collecte, de l'assimilation et de l'analyse efficaces, précises, et en temps opportun de l'information disponible. Dans bien des cas, les EDR fournissent et valident une bonne part de cette précieuse information. La récupération rapide de l'information peut également permettre de communiquer dans un meilleur délai les lacunes de sécurité et les rapports d'accident à l'industrie, aux organismes de réglementation et au public et, par conséquent, mener à l'instauration de mesures visant à éviter qu'un tel accident se reproduise. Étant donné que les véhicules actuels peuvent être dotés d'une technologie résistant à l'impact permettant d'enregistrer des données de sécurité cruciales qui pourraient donner lieu à des améliorations de la sécurité ainsi qu'à la conduite, en temps opportun, d'enquêtes sur les accidents exhaustives, le Bureau recommande que

le ministère des Transports exige que les autobus commerciaux de passagers soient équipés d'enregistreurs de données routières spécialisés résistants à l'impact.

Recommandation R15-03 du BST

4.2.4 *Lignes directrices sur les sauts-de-mouton*

L'avenue Woodroffe et le chemin Fallowfield sont des artères principales qui desservent le secteur et, tout comme le Transitway, ils traversent des voies ferrées où circulent chaque jour de nombreux trains de voyageurs de VIA et quelques trains de marchandises. La gare Fallowfield de VIA (point milliaire 3,57) est située entre les passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway et celui du chemin Fallowfield (points milliaires 3,28, 3,30 et 3,88 respectivement), et est adjacente à la station d'autobus Fallowfield d'OC Transpo. Chacun de ces passages à niveau est muni de dispositifs de signalisation automatique, qui comprennent des feux clignotants, des cloches, des barrières, et des circuits de voie d'appareils d'annonce à temps régularisé. Le système de signalisation ferroviaire dans tout le secteur est complexe et comporte un certain nombre de dispositifs de sécurité intégrés supplémentaires.

Bien que le système de signalisation ait été généralement fiable, les dispositifs et la programmation supplémentaires augmentaient le nombre de points de défaillance possibles. Au cours de la présente enquête, le BST s'est penché sur un certain nombre d'incidents mettant aussi en cause des autobus d'OC Transpo à ces passages à niveau, ainsi que de nombreux appels signalant des problèmes des dispositifs de signalisation automatique.

En cas de défaillance d'un ou de plusieurs éléments ou des systèmes, la protection du passage à niveau passe au mode de sécurité intrinsèque et reste en marche. Bien que cela constitue une caractéristique de sécurité, les déclenchements à répétition sont considérés comme des fonctionnements nuisibles pouvant causer des retards importants aux usagers de la route et ébranler la confiance du public à l'égard du système.

Grâce aux avancées technologiques récentes, des systèmes d'avertissement supplémentaires pour les passages à niveau pourraient être disponibles, notamment

- les systèmes GPS parlants sont devenus très perfectionnés et peuvent être programmés pour alerter les conducteurs de la proximité d'un passage à niveau et du besoin de ralentir à son approche;
- d'autres dispositifs technologiques de détection des trains (p. ex. GPS, radar, capteurs de roues basés sur le flux magnétique) peuvent être utilisés comme solutions de rechange peu coûteuses aux panneaux d'avertissement avec feux clignotants;
- des technologies d'évitement des collisions pour le secteur de l'automobile, qui comprennent la détection des angles morts, l'espacement des véhicules, le contrôle de la vitesse, et le freinage d'urgence automatisé, ont été conçues ou mises en œuvre.

Toutefois, ces technologies et applications ne comprennent pas de systèmes expressément conçus pour détecter une collision éventuelle avec un train approchant depuis le côté ni pour y réagir automatiquement. Bien que ces technologies puissent être utiles, elles peuvent aussi

accroître la charge de travail des conducteurs, surtout à l'approche d'un passage à niveau et au moment de le franchir.

Tout compte fait, la sécurité aux passages à niveau est tributaire de la prise de décisions adéquates par le conducteur de véhicule routier en fonction de l'information affichée et de sa réaction appropriée à tout avertissement supplémentaire. Par conséquent, la seule façon de veiller à ce que des accidents semblables ne surviennent pas à de tels endroits où la circulation est dense est d'avoir recours à des sauts-de-mouton pour séparer physiquement la route de la voie ferrée.

Le produit vectoriel est depuis toujours l'un des principaux critères utilisés pour aider à déterminer les projets potentiels de sauts-de-mouton. Un produit vectoriel (nombre de trains multiplié par le nombre de véhicules par jour) de 200 000 a de longue date servi de seuil reconnu utilisé par TC et l'industrie pour envisager l'aménagement d'un saut-de-mouton. Toutefois, rien n'indique à quel moment, pour quelle raison ni de quelle façon ce seuil de 200 000 a été établi, et il n'y a aucune étude à l'appui de ce seuil.

Les nouvelles *Normes sur les passages à niveau* établissent les seuils de produit vectoriel auxquels une protection par dispositifs de signalisation automatique est requise. La partie C, article 9 établit les spécifications relatives aux systèmes d'avertissement, comme il suit :

- 9.1 Voici les spécifications relatives aux passages à niveau publics nécessitant un système d'avertissement sans barrières :
 - a. le produit vectoriel prévu est égal ou supérieur à 2 000;
- [...]
- 9.2 Voici les spécifications relatives aux passages à niveau publics nécessitant un système d'avertissement avec barrières :
 - 9.2.1 Un système d'avertissement est requis selon l'article 9.1 si :
 - a. le produit vectoriel prévu est égal ou supérieur à 50 000.

Bien que TC ait établi des règles quant aux circonstances dans lesquelles la construction de passages à niveau est proscrite, il n'y a aucune exigence quant au moment où il faudrait envisager l'aménagement de sauts-de-mouton. Au Canada, on ne dispose d'aucune valeur précise de produit vectoriel ni de ligne directrice qui exige la construction d'un saut-de-mouton. À titre comparatif, le *Railroad-Highway Grade Crossing Handbook (2007)* de la Federal Highway Administration (FHA) du Department of Transportation (DOT) des États-Unis donne une orientation précise quant au moment où il faudrait envisager l'aménagement d'un saut-de-mouton. Les exemples ci-dessous sont extraits de la section 6, « Grade Separation » (saut-de-mouton), tirée de la partie A du chapitre V :

- [traduction]
- [...]
- b. L'aménagement d'un saut-de-mouton sur l'emprise ferroviaire en remplacement d'un passage à niveau rail-route devrait être envisagé chaque fois que le coût d'un tel projet peut être justifié économiquement

sur la base de coûts entièrement répartis sur le cycle de vie et si l'une ou plusieurs des conditions ci-après sont présentes :

[...]

- viii. le produit vectoriel pour le passage à niveau sous considération (nombre de trains par jour multiplié par le DJMA [débit journalier moyen annuel]) dépasse 500 000 en zone urbaine ou 125 000 en milieu rural; ou
- ix. le produit vectoriel voyageurs (nombre de trains de voyageurs par jour multiplié par le DJMA) dépasse 400 000 en zone urbaine ou 100 000 en milieu rural.

Selon les valeurs des produits vectoriels de la densité de trafic ferroviaire et routier observée en 2013 à l'avenue Woodroffe (699 108) et au chemin Fallowfield (406 592), les deux routes répondaient aux critères de produits vectoriels de la FHA des États-Unis pour l'aménagement de sauts-de-mouton. Si l'on tient compte également du produit vectoriel occupants, le Transitway (532 703) répondrait lui aussi aux critères de produits vectoriels de la FHA.

Il est reconnu que les lignes directrices fédérales, en général, ne sont pas exécutoires, particulièrement lorsqu'elles relèvent d'autres instances. Cependant, le Bureau juge qu'une orientation semblable à celle que renferme le *Railroad-Highway Grade Crossing Handbook* de la FHA du DOT des États-Unis constituerait un cadre utile offrant à l'industrie et aux administrations routières fédérales, provinciales et municipales une orientation cohérente en ce qui concerne les sauts-de-mouton. Étant donné que le Canada ne dispose pas de lignes directrices relatives aux sauts-de-mouton, le Bureau recommande que

le ministère des Transports donne une orientation précise quant au moment où il faudrait envisager l'aménagement de sauts-de-mouton.

Recommandation R15-04 du BST

4.2.5 Sauts-de-mouton pour l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield

À l'origine, on avait planifié la construction de sauts-de-mouton sur l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield. Les plans s'appuyaient sur des évaluations environnementales réalisées à la fin des années 1990. À cette époque, des membres du public s'étaient opposés à tout projet de passage supérieur routier, et la Commission de la capitale nationale (CCN) avait appuyé la position du public. Par conséquent, aucune option de passage supérieur routier n'a été examinée dans le cadre des évaluations environnementales. Le plan initial s'est ensuite concentré sur l'option privilégiée, soit celle de sauts-de-mouton sous forme de passages inférieurs routiers en tranchée ouverte à chaque endroit. Cependant, au mois de février 2003, des examens de la sous-surface ont établi que les conditions ne se prêtaient pas à la construction de passages inférieurs routiers. En raison de conditions imprévues de la sous-surface, le coût de construction des passages inférieurs routiers en tranchée ouverte est passé d'une estimation initiale de 40 millions de dollars à plus de 100 millions de dollars. Notant que cette option présentait également des risques importants, on a abandonné le projet de construction de passages inférieurs routiers.

On a alors étudié à nouveau les options de passages supérieurs routiers. Bien qu'il ait été établi que le sol dans ce secteur présentait une force portante limitée, on a noté que les structures des passages supérieurs routiers auraient pu être construites à l'aide de remblais d'approche légers et de travées de pont multiples. Toutefois, la construction d'une des options de passage supérieur routier aurait exigé la réouverture des évaluations environnementales faites précédemment. Le temps nécessaire pour refaire les évaluations environnementales aurait reporté l'achèvement du projet au-delà des contraintes de temps imposées par le financement du projet du Millénaire (fin mars 2006), ce qui aurait entraîné la perte du financement du Millénaire, qui comptait pour environ 70 % du coût initial estimé des projets.

Bien qu'il était possible de construire des sauts-de-mouton sous forme de passages supérieurs routiers sur l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield, la nécessité de rouvrir les évaluations environnementales, la perte possible du financement du Millénaire et la nette préférence du public et de la CCN pour l'option de passages inférieurs routiers ont limité les options de sauts-de-mouton envisagées en 2004. Une fois que l'option privilégiée de passages inférieurs routiers en tranchée ouverte a été abandonnée, on a décidé, en 2004, de renoncer à la construction de sauts-de-mouton et d'installer des passages à niveau munis d'une protection par dispositifs de signalisation automatique améliorée. La décision s'est appuyée sur les aspects suivants :

1. La population de l'extrémité sud d'Ottawa était d'environ 100 000 habitants.
2. Il ne passait que 10 trains par jour.
3. Les produits vectoriels trains/véhicules étaient inférieurs à la valeur de 200 000 généralement utilisée comme seuil justifiant d'envisager l'aménagement de sauts-de-mouton sur l'avenue Woodroffe et le chemin Fallowfield. En outre, le Transitway n'avait pas encore été construit.
4. Tous les trains de voyageurs s'arrêtaient à la gare Fallowfield de VIA.
5. La vitesse de tous les trains était limitée à 20 mi/h aux 2 passages à niveau.

Une fois les passages à niveau construits, on n'a pas formellement examiné ni envisagé à nouveau la nécessité d'aménager des sauts-de-mouton sur l'avenue Woodroffe, le Transitway, et le chemin Fallowfield, et rien ne l'exigeait.

En 2013, on dénotait les changements suivants :

1. La population de l'extrémité sud d'Ottawa avait atteint 145 062 habitants (une hausse de 45 %), et l'on prévoyait qu'elle allait atteindre 171 000 habitants en 2020.
2. Le nombre de trains avait augmenté à 23 par jour de semaine (une hausse de 130 %). Toute hausse supplémentaire du trafic ferroviaire dans ce couloir augmenterait davantage les risques associés aux passages à niveau.
3. Le produit vectoriel avait augmenté à 699 108 (une hausse de 285 %) à l'avenue Woodroffe, et à 406 592 (une hausse de 116 %) au chemin Fallowfield. De même, le produit vectoriel du Transitway était passé de 0 en 2004 à 23 161 en 2013, le produit vectoriel trains/véhicules/occupants correspondant s'élevait à 532 703.

4. Bien que tous les trains de voyageurs de VIA aient continué de s'arrêter à la gare Fallowfield de VIA, certains d'entre eux traversaient dorénavant les passages à niveau à une vitesse de 40 à 60 mi/h.

Généralement, les projets de sauts-de-mouton relèvent de plusieurs instances, et leur financement est assuré par les compagnies de chemin de fer, l'administration routière pertinente et le gouvernement fédéral. La décision d'aller de l'avant avec les passages à niveau s'était appuyée sur les facteurs de risque connus en 2004. Depuis ce temps, les facteurs de risque ont changé, notamment la population du secteur, le nombre de trains, la vitesse des trains, le nombre de véhicules, le produit vectoriel correspondant, et le nombre moyen d'occupants par véhicule. Ces facteurs de risque ne feront qu'augmenter avec le développement urbain et ferroviaire dans le secteur, et la protection actuelle des passages à niveau risque donc de devenir inadéquate. En conséquence, le Bureau recommande que

la ville d'Ottawa étudie à nouveau la nécessité d'aménager des sauts-de-mouton aux passages à niveau de l'avenue Woodroffe, du Transitway, et du chemin Fallowfield.

Recommandation R15-05 du BST

4.3 *Préoccupations liées à la sécurité*

4.3.1 *Arrêt des autobus aux passages à niveau*

Dans l'événement à l'étude, les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau étaient en marche et fonctionnaient correctement au moment où l'autobus a percuté le côté du train. Si un règlement exigeant que tous les autobus s'arrêtent au passage à niveau du Transitway avait été en place, cela aurait peut-être permis de réduire le risque d'accident au passage à niveau. Toutefois, il y a aussi eu des cas au cours desquels un autobus s'est arrêté à un passage à niveau protégé, puis a poursuivi sa route dans la trajectoire d'un train en approche. Ces cas démontrent qu'un accident peut survenir à un passage à niveau, peu importe si l'autobus s'y arrête ou non.

Bien que la pratique de s'arrêter à tous les passages à niveau soit très répandue dans le cas des autobus scolaires, les autobus d'OC Transpo en service à Ottawa ne sont pas tenus de s'arrêter aux passages à niveau munis de dispositifs de signalisation automatique quand ceux-ci ne sont pas en marche. Par contre, les autobus de transport en commun exploités dans la Province de Québec doivent s'arrêter à tous les passages à niveau conformément aux exigences du *Code de la sécurité routière* du Québec. Enfin, on ne dispose d'aucune étude exhaustive portant tout particulièrement sur les risques associés à l'arrêt de tous les autobus à tous les passages à niveau. Par conséquent, les sociétés d'autobus scolaires et de transport en commun, de même que les autorités municipales et provinciales, doivent prendre leurs propres décisions, et les pratiques varient d'une région à une autre au pays.

L'étude sur les exigences de s'arrêter aux passages à niveau la plus souvent citée a été menée il y a 30 ans (en 1985) par la Federal Highway Administration (FHA) du Department of Transportation (DOT) des États-Unis. L'étude de la FHA suggérait que le fait de ne pas rendre obligatoire l'arrêt aux passages à niveau protégés par des dispositifs de signalisation

automatique quand ceux-ci ne sont pas en marche se traduirait par une réduction annuelle nette du nombre de collisions mettant en cause des trains avec des véhicules. Toutefois, bon nombre des observations de cette étude portaient sur des tracteurs semi-remorques transportant des matières dangereuses, qui présentaient des caractéristiques différentes de celles des autobus scolaires ou de transport en commun modernes et qui prenaient plus de temps que ces derniers pour franchir un passage à niveau. De plus, depuis que cette étude a été menée, la technologie et l'efficacité des véhicules ont été grandement améliorées.

À la suite de l'accident mettant en cause l'autobus d'OC Transpo, la Ville a commandé une étude pour examiner les avantages et les inconvénients de l'arrêt des autobus à tous les passages à niveau. Cette étude a tenté de répondre à des questions précises posées par la Ville et de fournir un cadre de référence. Cependant, cette étude n'était pas assez exhaustive pour qu'on puisse en tirer des conclusions significatives et comportait plusieurs lacunes. Tout particulièrement, cette étude

- n'a pas examiné la possibilité que les autobus d'OC Transpo s'arrêtent à certains passages à niveau protégés par des dispositifs de signalisation automatique (c.-à-d. sur le Transitway) quand ces dispositifs ne sont pas en marche;
- n'a pas relevé que seuls des autobus, des véhicules d'entretien et des véhicules de secours circulent sur le Transitway et que, si tous les autobus étaient obligés de s'arrêter au passage à niveau du Transitway, le risque de collisions par l'arrière en raison l'arrêt des véhicules au passage à niveau serait réduit;
- n'a pas relevé d'autres facteurs susceptibles d'avoir une incidence sur l'aptitude d'un autobus de transport en commun à négocier en toute sécurité un passage à niveau, tels que la déclivité des abords, le type et l'état de la chaussée, et les conditions météorologiques du moment;
- a recommandé que des feux clignotants, des cloches et des barrières soient installés à tous les passages à niveau utilisés par les autobus d'OC Transpo. Étant donné que l'accident est survenu à un passage à niveau qui était déjà muni de dispositifs de signalisation automatique comprenant des feux clignotants, des cloches et des barrières ainsi que des circuits de voie d'appareils d'annonce à temps régularisé, la recommandation n'aurait pas permis d'empêcher cet accident de se produire.

En outre, aucune des études consultées n'a établi ni estimé combien d'accidents aux passages à niveau ont pu être évités par l'arrêt des autobus aux passages à niveau.

Il est reconnu que l'obligation pour les autobus de s'arrêter à un passage à niveau relève d'autorités provinciales et municipales, et, dans certains cas, des sociétés de transport. Cependant, les études utilisées pour appuyer les décisions à cet égard sont désuètes, incomplètes, et ont une portée limitée. L'absence d'une orientation claire peut donner lieu à la prise de décisions non fondées ou mal informées qui pourraient se traduire par des investissements inutiles ne permettant pas d'atténuer efficacement les risques liés à la sécurité et donnant une fausse impression de sécurité à l'égard de certaines pratiques. Dans ces conditions, une orientation plus à jour, s'appuyant sur des recherches et sur des données scientifiques, serait utile à toutes les instances concernées. Le Bureau est préoccupé par le fait qu'en l'absence d'études exhaustives récentes portant tout particulièrement sur les risques

associés à l'arrêt de tous les autobus à tous les passages à niveau, les décideurs pourraient ne pas faire les meilleurs choix possibles pour assurer un niveau de sécurité adéquat.

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 10 novembre 2015. Le rapport a été officiellement publié le 2 décembre 2015.

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 – Données du consignateur d'événements de la locomotive VIA 915

Heure	Mille étaloné	Vitesse (mi/h)	CG (lb/po ²)	CF (lb/po ²)	OT (lb/po ²)	Position du manipulateur	Frein rhéostatique	Klaxon	Cloche	Frein d'urgence	Poignée du frein à air	Événements/ commentaires
0831:57	0,149	0	100	1	100	1	OFF	OFF	ON	non	Rel	Départ PM 0,149
0832:14	0,156	2	100	0	100	2	OFF	OFF	ON	non	Rel	Man. cran 2
0832:25	0,172	6	100	0	100	1	OFF	OFF	ON	non	Rel	
0832:44	0,216	9	100	0	100	Ralenti	OFF	OFF	ON	non	Rel	Ralenti/ croisière
0833:06	0,273	9	100	0	100	1	OFF	OFF	OFF	non	Rel	Man. cran 1
0833:30	0,336	9	100	0	100	Ralenti	OFF	OFF	OFF	non	Rel	Ralenti/ croisière
0833:31	0,339	10	100	0	100	Ralenti	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0833:45	0,378	9	100	0	100	1	OFF	OFF	OFF	non	Rel	Man. cran 1/ croisière
0834:46	0,569	12	100	0	100	2	OFF	OFF	OFF	non	Rel	Augm. vitesse/cran
0834:57	0,611	13	100	0	100	3	OFF	OFF	OFF	non	Rel	Man. cran 3
0835:39	0,876	29	100	0	100	2	OFF	OFF	OFF	non	Rel	Man. rétrogr.
0835:45	0,925	29	100	0	100	Ralenti	OFF	OFF	OFF	non	Min	Freinage min./de service
0835:53	0,987	26	93	14	100	Ralenti	ON	OFF	OFF	non	Min	Frein rhéost.- 2 secondes
0836:04	1,063	22	90	0	100	Ralenti	OFF	OFF	OFF	non	Rel	Frein à air desserré
0836:09	1,093	21	100	0	100	1	OFF	OFF	OFF	non	Rel	Augm. cran
0836:18	1,148	21	100	0	100	2	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0836:34	1,249	22	100	0	100	3	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0837:23	1,620	30	100	0	100	2	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0837:35	1,723	30	100	0	100	3	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0837:49	1,846	32	100	0	100	3	OFF	OFF	ON	non	Rel	Man. rétrogr. depuis cran 3
0837:50	1,855	32	100	0	100	2	OFF	OFF	ON	non	Rel	
0837:51	1,864	32	100	0	100	Ralenti	OFF	OFF	ON	non	Rel	Ralenti/ croisière
0838:07	2,002	29	100	0	100	1	OFF	OFF	ON	non	Rel	Augm. cran
0838:15	2,064	27	100	0	100	2	OFF	OFF	ON	non	Rel	
0838:36	2,228	28	100	0	100	3	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0838:46	2,313	32	100	0	100	4	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0839:04	2,492	37	100	0	100	4	OFF	OFF	OFF	non	Rel	Man. rétrogr. depuis cran 4

Heure	Mille étalon	Vitesse (mi/h)	CG (lb/po ²)	CF (lb/po ²)	QT (lb/po ²)	Position du manipulateur	Frein rhéostatique	Klaxon	Cloche	Frein d'urgence	Poignée du frein à air	Événements/ commentaires
0840:04	3,180	40	92	1	100	Ralenti	OFF	OFF	OFF	non	Min	Freinage min.
0840:09	3,234	38	93	11	100	Ralenti	ON	OFF	OFF	non	Min	Frein rhéost. serré
0840:30	3,430	29	98	0	100	Ralenti	OFF	OFF	ON	non	Rel	Frein rhéost. dess./CF à 0
0840:37	3,486	28	100	0	100	2	OFF	OFF	ON	non	Rel	Augm. cran
0840:48	3,573	28	100	0	100	4	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0841:05	3,711	30	100	0	100	5	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0841:35	4,015	41	100	0	100	4	OFF	OFF	OFF	non	Rel	Man. rétrogr.
0841:57	4,278	44	100	0	100	3	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0841:59	4,302	43	100	0	100	2	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0842:00	4,315	43	100	0	100	1	OFF	OFF	OFF	non	Rel	Man. cran 1/croisière
0842:23	4,586	41	100	0	100	2	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0842:25	4,609	41	100	0	100	3	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0842:44	4,824	40	100	0	100	1	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0843:04	5,044	38	100	0	100	2	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0843:07	5,076	38	100	0	100	3	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0843:28	5,302	39	100	0	100	1	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0843:29	5,313	40	100	0	100	2	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0843:38	5,412	39	100	0	100	Ralenti	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0843:41	5,445	39	100	0	100	Ralenti	OFF	OFF	OFF	non	Serv	Frein de service
0843:46	5,499	39	92	15	100	Ralenti	ON	OFF	OFF	non	Serv	Frein rhéost. serré
0844:11	5,713	23	99	0	100	Ralenti	OFF	OFF	OFF	non	Rel	Frein rhéost. dess./CF à 0
0844:14	5,732	23	100	0	100	2	OFF	OFF	OFF	non	Rel	Augm. cran
0844:18	5,758	23	100	0	100	3	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0844:34	5,865	25	100	0	100	2	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0844:43	5,932	26	100	0	100	3	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0844:49	0,006	27	100	0	100	4	OFF	OFF	OFF	non	Rel	PM 5,97/ PM 0,0
0845:00	0,096	29	100	0	100	5	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0845:16	0,247	36	100	0	100	6	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0845:42	0,567	50	100	0	100	7	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0846:51	1,850	80	100	0	100	7	OFF	OFF	OFF	non	Rel	Man. rétrogr. depuis cran 7
0846:55	1,939	80	100	0	100	5	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0846:56	1,962	82	100	0	100	5	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0846:57	1,985	81	100	0	100	3	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0847:01	2,076	81	100	0	100	2	OFF	OFF	OFF	non	Rel	

Heure	Mille étaloné	Vitesse (mi/h)	CG (lb/ps ²)	CF (lb/ps ²)	QT (lb/ps ²)	Position du manipulateur	Frein rhéostatique	Klaxon	Cloche	Frein d'urgence	Poignée du frein à air	Événements/ commentaires
0847:04	2,144	82	100	0	100	1	OFF	OFF	OFF	non	Rel	
0847:05	2,167	82	100	0	100	Ralenti	OFF	OFF	OFF	non	Rel	Vitesse maximale de 82 mi/h
0847:06	2,190	81	100	0	100	Ralenti	OFF	OFF	OFF	non	Min	Frein de service
0847:13	2,347	80	93	14	100	Ralenti	ON	OFF	OFF	non	Serv	Frein rhéost. serré/CF à 14
0847:22	2,540	75	93	6	100	Ralenti	ON	OFF	OFF	non	Serv	Frein rhéost. serré/ CF à 6/ croisière/ ralentissement
0848:04	3,275	47	78	6	100	Ralenti	ON	OFF	ON	EIE	Emer	Début du freinage d'urgence commandé par le mécanicien et cloche/ CF à 6
0848:05	3,288	46	31	6	100	Ralenti	ON	OFF	ON	EIE	Emer	Dernier enregistrement avant la collision/ vitesse de 46 mi/h
0848:06	3,300	43	1	13	100	Ralenti	ON	OFF	ON	EIE	Emer	Collision et alimentation coupée/vitesse de 43 mi/h

Annexe B – Nombre de trains VIA par jour sur les passages à niveau

Trains qui franchissent le passage à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway								Trains qui franchissent le passage à niveau du chemin Fallowfield							
Train	Lun.	Mar.	Mer.	Jeu.	Ven.	Sam.	Dim.	Train	Lun.	Mar.	Mer.	Jeu.	Ven.	Sam.	Dim.
30	1	1	1	1	1			30							
32	2	2	2	2	2			32							
37	2	2	2	2	2			37							
39	2	2	2	2				39							
40	1				1	1	1	40	1				1	1	1
41	1	1	1	1	1			41	1	1	1	1	1		
42	1	1	1	1	1			42	1	1	1	1	1		
43	1	1	1	1	1			43	1	1	1	1	1		
44	1	1	1	1	1	1	1	44	1	1	1	1	1	1	1
45	1				1	1	1	45	1				1	1	1
46	1	1	1	1	1		1	46	1	1	1	1	1		1
47	1	1	1	1	1	1	1	47	1	1	1	1	1	1	1
48	1	1	1	1	1	1		48	1	1	1	1	1	1	
50	1	1	1	1	1	1		50	1	1	1	1	1	1	
51	1	1	1	1	1			51	1	1	1	1	1		
52	1	1	1	1	1	1	1	52	1	1	1	1	1	1	1
55	1	1	1	1	1		1	55	1	1	1	1	1		1
56	1	1	1	1			1	56	1	1	1	1			1
57	1	1	1	1	1		1	57	1	1	1	1	1		1
59	1	1	1	1	1	1	1	59	1	1	1	1	1	1	1
641						1		641						1	
643						1	1	643						1	1
646					1			646					1		
648							1	648							1
Marchandises		2				2		Marchandises		2				2	
Total	23	23	21	21	21	12	12	Total	16	16	14	14	16	12	12

*Annexe C – Distances indiquées dans la reconstitution par le BST
(figure 7)*

Position	Description	Distance à partir du panneau d'arrêt (pieds)	Distance à partir du panneau d'arrêt (mètres)	Distance à partir de l'intersection (mètres)
0	Panneau d'arrêt (origine)	0	0,000	0,000
1	Ligne d'arrêt sur la chaussée du Transitway	81	24,689	12,344
2		812 (748 pieds du passage à niveau)	247,498 (228 m du passage à niveau)	235,153
3		866 (694 pieds du passage à niveau)	263,957 (211,5 m du passage à niveau)	251,612
4		1158 (402 pieds du passage à niveau)	352,958 (122,5 m du passage à niveau)	340,614
5	Pare-chocs (avant)	1547	471,526	459,181
6	Ligne d'arrêt 1 du passage à niveau	1555	473,964	461,620
7	Barrière 1 du passage à niveau	1560	475,488	463,144
8	Centre de la voie	1577	480,670	468,325
9	Barrière 2 du passage à niveau	1593	485,546	473,202
10	Ligne d'arrêt 2 du passage à niveau	1598	487,070	474,726
11	Panneau de vitesse (début 90 km/h)	2462	750,418	738,073
12	Panneau de vitesse (90 km/h)	3278	999,134	986,790

Annexe D – Normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada : normes applicables sur la résistance à l'impact

NSVAC	Titre de la norme	Véhicules visés	Description	Essais
201	Protection des occupants	Voitures de tourisme, véhicules de tourisme à usages multiples, camions et autobus ayant un PNBV d'au plus 4536 kg.	Exigences sur les différents composants de l'habitacle que la tête d'un occupant pourrait heurter au moment d'une collision. La norme porte notamment sur le tableau de bord, les accoudoirs et les pare-soleil pour les occupants à l'avant et le dossier des sièges pour les occupants à l'arrière.	Les éléments avec lesquels il pourrait y avoir contact au moment d'une collision doivent être construits de manière que la décélération d'une tête factice à une vitesse de 24 km/h (19,3 km/h en présence d'un coussin de sécurité gonflable) ne dépasse pas 80 g de façon soutenue pendant plus de 3 ms.
203	Protection du conducteur contre l'impact et système de commande de direction	Tous les véhicules.	Le système de commande de direction d'un véhicule doit être construit de façon à ce que ni ses composantes ni ses pièces ne puissent retenir, lors des manœuvres normales de conduite, ni les vêtements du conducteur ni ses bijoux.	Aucun critère d'essai particulier.
		Voitures de tourisme, véhicules à trois roues, ainsi que véhicules de tourisme à usages multiples, autobus et camions, à l'exception des fourgons à accès en position debout, ayant un PNBV d'au plus 4536 kg.	Essai visant à assurer que la force que le système de commande de direction transfère au corps de l'occupant au moment d'un impact n'est pas excessive.	Le système subit un impact exercé par un bloc corporel à une vitesse relative de 24 km/h. La force d'impact exercée sur le bloc corporel n'excédera pas 11 120 N. **Il n'est pas nécessaire d'effectuer cet essai sur les véhicules conformes aux exigences de la NSVAC 208.
204	Recul de la colonne de direction	Voitures de tourisme, véhicules à trois roues, ainsi que véhicules de tourisme à usages multiples, autobus et camions, à l'exception des fourgons à accès en position debout, ayant un PNBV d'au plus 4536 kg.	Essai visant à assurer que la colonne de direction ne recule pas de façon excessive vers le conducteur au moment d'une collision.	Le véhicule est dirigé contre une barrière fixe à une vitesse de 48 km/h. La colonne et l'arbre de direction ne doivent pas s'être déplacés de plus de 127 mm horizontalement vers l'arrière. **Il n'est pas nécessaire d'effectuer cet essai sur les véhicules conformes aux exigences de la NSVAC 208.

208	Protection des occupants en cas de collision frontale	<p>1. Exigences sur les ceintures de sécurité dans tous les véhicules (les exigences sur la résistance des ceintures de sécurité sont données dans la norme NSVAC 209 et celles sur leur installation, dans la norme NSVAC 210).</p> <p>2. Exigences de l'essai de protection en cas de collision frontale pour les voitures de tourisme, les camions, les autobus et les véhicules de tourisme à usages multiples (à l'exception des fourgons à accès en position debout) ayant un PNBV d'au plus 3856 kg ou un poids sans charge d'au plus 2495 kg.</p>	<p>1. Les exigences sur les ceintures de sécurité désignent les places assises qui doivent être munies de ceintures de sécurité ainsi que les types de ceintures de sécurité permis ou obligatoires aux dites places, c.-à-d., ceinture sous-abdominale ou ceinture-baudrier.</p> <p>2. Essai de collision frontale contre une barrière fixe – Le véhicule est dirigé contre une paroi rigide pour vérifier que les ceintures de sécurité et les coussins gonflables protégeront les occupants (mannequins) au cours d'une collision.</p> <p>3. Barrière déformable décentrée – Le véhicule est dirigé contre une barrière surplombant l'avant du véhicule de 40 %. La surface de la barrière est déformable pour simuler l'impact plus lent d'une collision entre deux véhicules (comparativement à l'essai contre une barrière fixe). Cet essai vise à vérifier le bon fonctionnement des coussins gonflables.</p> <p>4. Exigences hors de position – Pour s'assurer que le déploiement des coussins gonflables n'est pas exagérément violent pour un mannequin féminin de petite taille assis à la place du conducteur, ou des mannequins d'enfants de différentes tailles assis sur le siège avant.</p>	<p>1. La résistance des ceintures de sécurité n'est pas évaluée dans le cadre de la norme NSVAC 208. La sangle et l'attache des ceintures de sécurité doivent être conformes à la NSVAC 209 et leur dispositif d'ancrage, à la norme NSVAC 210.</p> <p>2. Essai de collision frontale contre une barrière fixe. Le véhicule est dirigé contre une barrière fixe à une vitesse de 56 km/h. Les critères de blessures à la tête, à la poitrine, au cou et au fémur doivent être respectés.</p> <p>3. Barrière déformable décentrée. Le véhicule est dirigé contre une barrière déformable à une vitesse de 40 km/h. Les critères de blessures à la tête, à la poitrine, au cou et au fémur doivent être respectés.</p> <p>4. Exigences des essais avec occupants hors de position. Déploiement faible risque pour s'assurer que le déploiement du coussin gonflable n'est pas exagérément violent pour un adulte de petite taille penché sur le coussin gonflable du volant au moment d'une collision; le mannequin du 5^e percentile adulte de sexe féminin est placé hors de position sur le volant et le coussin gonflable est déployé. Exigences sur le déploiement faible risque ou le non déploiement pour les enfants; le test utilise des mannequins d'enfants de différentes tailles placés hors de position pour l'essai. Le coussin gonflable ne doit pas se déployer ou doit se déployer avec une force minimale afin qu'un enfant ne subisse aucune blessure.</p>
-----	---	---	---	--

214	Résistance des portes latérales	Toutes les portes latérales qui sont conçues pour permettre la sortie des occupants d'un camion, d'un véhicule de tourisme à usages multiples ou d'un autobus ayant un PNBV d'au plus 4536 kg, ou d'une voiture de tourisme ou d'un véhicule à trois roues.	Un essai d'application de charge sur les portes est effectué pour réduire le risque d'intrusion dans l'habitacle du véhicule lors d'une collision latérale.	<p>Les résistances suivantes, calculées conformément à la Méthode d'essai 214 — Résistance des portes latérales (version du 14 novembre 1996), lors de leur mise à l'essai selon ces méthodes, avec ou sans les sièges, au choix du fabricant :</p> <p>(a) dans le cas où les véhicules sont mis à l'essai sans les sièges :</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) une résistance initiale à la déformation d'au moins 10,01 kN, (ii) une résistance intermédiaire à la déformation d'au moins 15,57 kN, et (iii) une résistance maximale à la déformation au moins égale au double de la masse à vide du véhicule, sans dépasser 31,14 kN; ou <p>(b) dans le cas où les véhicules sont mis à l'essai avec les sièges :</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) une résistance initiale à la déformation d'au moins 10,01 kN, (ii) une résistance intermédiaire à la déformation d'au moins 19,46 kN, et (iii) une résistance maximale à la déformation au moins égale à 3,5 fois la masse à vide du véhicule, sans dépasser 53,38 kN.
-----	---------------------------------	---	---	--

S. O.	Protocole d'entente sur les collisions latérales	La protection en cas de collision latérale est applicable aux véhicules de tourisme, véhicules de tourisme à usages multiples, camions et autobus ayant un PNBV d'au plus 2722 kg, à l'exception des fourgons à accès en position debout et de certains autres véhicules pour usage spécial.	Entente écrite conclue entre les constructeurs de véhicules et Transports Canada afin que les véhicules répondent aux exigences sur la protection en cas de collision latérale en vigueur aux États-Unis (FMVSS 214) (butoir mobile déformable), ainsi qu'en cas de collision avec un poteau ou au Règlement 95 des Nations Unies en matière de butoirs mobiles déformables. Tous les essais visent à protéger les occupants en cas de collision latérale.	<p>FMVSS 214-1. Butoir mobile déformable de 1361 kg : essai à 54 km/h à un angle de 63 degrés par rapport au véhicule dirigé. Le véhicule doit satisfaire aux critères de blessures sur les mannequins suivants : Avant – HIC (36) 1000 (critère de traumatisme crânien), déplacement du thorax de 44 mm, effort sur l'abdomen de 2500 N, effort sur le bassin de 6000 N. Arrière – HIC (36) 1000, effort sur le bas du dos de 82 g, effort sur le bassin de 5525 N.</p> <p>2. Essai de collision avec un poteau. Le véhicule percute un poteau de 254 mm à un angle de 75 degrés et à une vitesse de 32 km/h. Le véhicule doit satisfaire aux critères de blessure sur les mannequins suivants : Mannequin de sexe masculin – HIC (36) 1000, déplacement du thorax de 44 mm, effort sur l'abdomen de 2500 N, effort sur le bassin de 6000 N. Mannequin de sexe féminin – HIC (36) 1000, force d'accélération sur le bas du dos de 82 g, effort sur le bassin de 5525 N.</p> <p>Règlement 95 – Butoir mobile déformable de 950 kg : essai à 50 km/h à un angle de 90 degrés par rapport au véhicule dirigé. Le véhicule doit satisfaire aux critères de blessures sur les mannequins suivants : HIC 1000, déformation de la cage thoracique de 42 mm, tissu mou 1 m/s, effort sur l'abdomen de 2500 N, effort sur le bassin de 6000 N.</p> <p>Transports Canada travaille en ce moment à intégrer les exigences des États-Unis à la réglementation canadienne.</p>
S. O.	Protocole d'entente sur la compatibilité	Véhicules de tourisme et camions légers ayant un PNBV d'au plus 3856 kg.	Entente écrite conclue entre les constructeurs de véhicules et Transports Canada afin que les véhicules satisfassent aux exigences sur la protection en cas de collision latérale qui sont utilisées par l'Insurance Institute for Highway Safety (IIHS).	Butoir mobile déformable de 1500 kg : essai à 50 km/h à un angle de 90 degrés par rapport au véhicule dirigé. Le véhicule doit satisfaire aux critères de blessure sur les mannequins suivants : HIC (15) 779, aucun contact direct de la tête avec le butoir mobile déformable.

216	Résistance du toit à l'écrasement	Voitures de tourisme, véhicules de tourisme à usages multiples, camions et autobus qui ont un PNBV d'au plus 2722 kg, à l'exception des autobus scolaires.	Exigences sur la résistance du toit visant à limiter l'écrasement du toit sur le siège avant en cas d'accident avec tonneaux.	Une plaque d'essai de 762 mm x 1829 mm est placée sur le toit de façon que son axe longitudinal soit parallèle à un plan vertical, passe par la ligne médiane longitudinale du véhicule et soit incliné vers l'avant de 5 degrés. Son axe transversal doit être incliné de 25 degrés vers l'extérieur sur son axe longitudinal de façon que le bord extérieur soit plus bas que le bord intérieur. Le point de contact initial avec le toit du véhicule se trouve sur la ligne médiane longitudinale de la plaque d'essai, à 254 mm derrière l'arête avant. La plaque d'essai est poussée vers le bas, perpendiculairement à sa surface, jusqu'à atteindre une force de 1,5 fois la masse du véhicule sans charge ou, dans le cas des voitures de tourisme, de 22 240 N. Le toit doit empêcher que la plaque d'essai se déplace vers le bas sur plus de 127 mm (5 pouces).
		(À compter du 31 août 2016) Mêmes catégories de véhicules avec un PNBV compris entre 2722 kg et 4536 kg. Les véhicules construits en deux étapes ou plus ou dont les lignes de toit ont été modifiées peuvent satisfaire à la NSVAC 220 plutôt qu'à la NSVAC 216.		On augmente la force appliquée de 1,5 à 3 fois le PNBV dans le cas des véhicules dont le PNBV est inférieur à 2722 kg. Les véhicules dont le PNBV est compris entre 2722 kg et 4536 kg sont mis à l'essai avec une force égale à 1,5 fois le PNBV. Force maximale de 22 240 N retirée. Les véhicules doivent être mis à l'essai des deux côtés, non seulement sur le côté conducteur. Aucune charge de plus de 222 N ne peut être appliquée à la tête factice du 50 ^e percentile adulte de sexe masculin.
220	Protection contre les tonneaux	S'applique principalement aux autobus scolaires, à l'exception de ceux décrits dans la NSVAC 216 (p. ex., fourgonnettes modifiées pour servir de navette ou de caravane à accès en position debout) dont l'assujettissement à la NSVAC 220 est facultatif.	Exigences sur la résistance du toit pour limiter la possibilité d'un écrasement du toit d'un autobus scolaire au moment d'un accident avec tonneau.	Une plaque d'essai, dont la taille est calculée proportionnellement à celle du toit du véhicule, est installée de façon perpendiculaire au plan vertical, en contact avec le toit. La plaque est poussée vers le bas avec une force égale à 1,5 fois le PNBV. Le toit doit empêcher que la plaque d'essai se déplace vers le bas sur plus de 130 mm et toutes les sorties de secours doivent demeurer fonctionnelles.
221	Résistance des joints de carrosserie d'un autobus scolaire	Autobus scolaires seulement.	Exigences sur la résistance des joints de carrosserie pour assurer que les joints de carrosserie dans l'espace alloué aux occupants ne se séparent pas au moment d'une collision et ne présentent pas d'arrêtes vives dans l'espace alloué aux occupants.	Chacun des joints de panneau de carrosserie doit pouvoir supporter, sans qu'il y ait séparation, un effort de traction égal à 60 % de la résistance à la tension de la pièce du panneau la plus faible attachée par le joint au cours d'un essai effectué selon la méthode de l'ASTM (Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials) réalisé sur des échantillons de joints.

222	Sièges pour passager d'autobus scolaire et protection en cas de collision	Autobus scolaires seulement.	Exigences sur le cloisonnement en vertu desquelles les occupants doivent être protégés par des sièges rapprochés à haut dossier rembourré de matériel souple à absorption d'énergie.	<p>Pour les essais avec force de traction dirigée vers l'avant, on utilise deux barres de force pour appliquer un effort sur l'arrière du dossier du siège. Aucun élément du siège ne doit se séparer à ses points d'attache et sa déformation doit respecter la zone déterminée selon la courbe force/flexion (courbe force/flexion : flexion maximale de 356 mm; les parties du siège, après sa flexion, doivent être distantes d'au moins 100 mm d'un autre siège; énergie minimale absorbée de 452 W Nm). Les essais avec force dirigée vers l'arrière sont semblables, mais l'effort est appliqué sur le devant du dossier du siège avec une seule barre de force (selon la courbe force/flexion : force maximale de 9876 N; flexion maximale de 250 mm; les parties du siège, après sa flexion, doivent être distantes d'au moins 100 mm d'un autre siège; énergie minimale absorbée de 316,4 W Nm).</p> <p>Les coussins des sièges doivent demeurer en place même lorsqu'ils sont soumis à une force ascendante égale à 5 fois leur poids. Les surfaces qui se trouvent dans la zone de protection de la tête sont mises à l'essai en les percutant avec une tête factice (HIC inférieur à 1000 à 6,7 m/s, aire de contact de 1935 mm² à 1,5 m/s).</p> <p>Les surfaces qui se trouvent dans la zone de protection des jambes sont mises à l'essai en leur faisant subir un impact par un genou factice (la résistance de la matière heurtée doit être inférieure à 2669 N et l'aire de contact du genou factice doit être de 1935 mm² à 4,88 m/s).</p>
-----	---	------------------------------	--	---

Définitions

« **voiture de tourisme** » : Véhicule ayant un nombre désigné de places assises de 10 ou moins. Sont exclus de la présente définition les véhicules tout terrain, les véhicules de compétition, les véhicules à basse vitesse, les véhicules de tourisme à usages multiples, les répliques d'un ancien modèle, les motocyclettes, les camions, les remorques, les véhicules importés temporairement à des fins spéciales et les véhicules à trois roues.

« **véhicule de tourisme à usages multiples** » : Véhicule ayant un nombre désigné de places assises de 10 ou moins, monté sur un châssis de camion ou ayant des éléments caractéristiques spéciaux pour rouler occasionnellement hors route. Sont exclus de la présente définition les véhicules à coussin d'air, les véhicules tout terrain, les voitures de golf, les véhicules à basse vitesse, les voitures de tourisme, les camions, les véhicules importés temporairement à des fins spéciales et les véhicules à trois roues.

« **véhicule à trois roues** » : Véhicule, autre qu'un véhicule de compétition, une réplique d'ancien modèle, une motocyclette, une motocyclette à usage restreint, une remorque ou un véhicule importé temporairement à des fins spéciales, qui, à la fois a) est conçu pour rouler

sur trois roues en contact avec le sol; b) a au plus 4 places assises désignées; c) a un PNBV d'au plus 1000 kg.

« **camion** » : Véhicule conçu essentiellement pour le transport de biens ou d'équipements spécialisés. Sont exclus de la présente définition les véhicules de compétition, les véhicules sur chenilles, les véhicules à trois roues, les remorques, les véhicules de travail, les véhicules importés temporairement à des fins spéciales, les véhicules conçus pour se déplacer exclusivement hors route, et les véhicules à basse vitesse.

« **autobus** » : Véhicule ayant un nombre désigné de places assises supérieur à 10. Sont exclus de la présente définition les remorques et les véhicules importés temporairement à des fins spéciales.

« **autobus scolaire** » : Autobus conçu ou équipé principalement pour le transport des élèves pour aller à l'école et en revenir.

« **fourgon à accès en position debout** » : Camion de type fourgon dans lequel une personne d'une taille de 1700 mm peut entrer en position debout dans l'habitacle par une porte avant.

Annexe E – Données du module de commande du moteur

PowerSpec – Rapport des données de décélération soudaine

Temps (secondes)	Vitesse du véhicule (mi/h)	Régime du moteur (tr/min)	Charge du moteur (%)	Accélérateur (%)	Freins (état)	Embrayage (état)	Régul. vitesse (état)	Lampes (état)
-39	0	735	60,2	38,9	-	-	-	-
-38	0	942	48,8	42,1	-	-	-	-
-37	2	1079	65,6	81,8	-	-	-	-
-36	4	1404	71,9	88,9	-	-	-	-
-35	7	1760	85,2	89,0	-	-	-	-
-34	9	1855	84,4	89,0	-	-	-	-
-33	11	1801	85,2	89,1	-	-	-	-
-32	13	1854	84,4	88,9	-	-	-	-
-31	15	1849	84,4	89,1	-	-	-	-
-30	17	1575	88,7	89,1	-	-	-	-
-29	19	1329	93,4	89,1	-	-	-	-
-28	20	1398	93,4	89,1	-	-	-	-
-27	22	1495	91,0	89,1	-	-	-	-
-26	23	1438	91,8	89,1	-	-	-	-
-25	24	1152	99,6	89,1	-	-	-	-
-24	25	1208	98,0	89,1	-	-	-	-
-23	26	1254	95,7	89,1	-	-	-	-
-22	27	1306	93,8	89,1	-	-	-	-
-21	28	1354	93,4	89,1	-	-	-	-
-20	30	1401	93,4	89,0	-	-	-	-
-19	30	1444	92,2	89,1	-	-	-	-
-18	31	1484	91,0	89,1	-	-	-	-
-17	32	1513	89,8	89,1	-	-	-	-
-16	33	1156	98,8	89,1	-	-	-	-
-15	34	1184	99,6	89,1	-	-	-	-
-14	35	1206	98,4	89,1	-	-	-	-
-13	35	1234	96,9	89,1	-	-	-	-
-12	36	1256	95,7	89,1	-	-	-	-
-11	37	1275	94,9	89,1	-	-	-	-
-10	37	1307	93,4	89,0	-	-	-	-
-9	38	1323	85,5	83,2	-	-	-	-
-8	39	1345	65,6	68,8	-	-	-	-
-7	39	1359	66,4	69,4	-	-	-	-
-6	40	1373	92,6	88,4	-	-	-	-
-5	40	1397	92,6	88,6	-	-	-	-
-4	41	1422	92,2	88,7	-	-	-	-

Temps (secondes)	Vitesse du véhicule (mi/h)	Régime du moteur (tr/min)	Charge du moteur (%)	Accélérateur (%)	Freins (état)	Embrayage (état)	Régul. vitesse (état)	Lampes (état)
-3	41	1444	91,4	88,8	-	-	-	-
-2	42	1270	94,5	88,6	-	-	-	-
-1	42	1250	0,0	0,0	-	-	-	-
0	35	1004	0,0	0,0	Serrés	-	-	-
1	25	708	0,0	0,0	Serrés	-	-	-
2	5	659	20,3	0,0	Serrés	-	-	-
3	2	285	0,0	0,0	Serrés	-	-	ON
4	0	51	0,0	0,0	Serrés	-	-	ON
5	0	0	0,0	0,0	Serrés	-	-	ON
6	0	0	0,0	0,0	Serrés	-	-	ON
7	0	0	0,0	0,0	Serrés	-	-	ON
8	0	0	0,0	0,0	Serrés	-	-	ON
9	0	0	0,0	0,0	Serrés	-	-	ON
10	0	0	0,0	0,0	Serrés	-	-	ON
11	0	0	0,0	0,0	Serrés	-	-	ON
12	0	0	0,0	0,0	-	-	-	-
13	0	0	0,0	0,0	-	-	-	-
14	0	0	0,0	0,0	-	-	-	-
15	0	0	0,0	0,0	-	-	-	-

Annexe F – Évaluation ergonomique

Tâche	Type d'autobus			
	ADL E500 (42 pieds)	New Flyer articulé (60 pieds)	Orion VII Hybrid (40 pieds)	New Flyer (40 pieds)
S'asseoir dans la position de conduite habituelle et boucler la ceinture de sécurité	<ul style="list-style-type: none"> • Siège réglable vers l'avant et l'arrière lorsque l'autobus est en mouvement. • Dossier réglable même lorsque l'autobus est en mouvement. • Inclinaison du volant réglable seulement lorsque l'autobus est à l'arrêt. • Colonne de direction télescopique pouvant être réglée seulement lorsque l'autobus est à l'arrêt (frein de stationnement serré et boîte de vitesses au point mort). • Volant réglable. • Ceinture de sécurité requise par la loi (mais les conducteurs ne la portent pas toujours parce qu'ils la trouvent inconfortable sur de longues périodes). • Ajustement de la ceinture possible dans les positions avant-arrière. • Hauteur des accoudoirs réglable. Les conducteurs utilisent davantage l'accoudoir droit que le gauche. 	Identique à l'ADL E500.	Identique à l'ADL E500.	Identique à l'ADL E500.
Tendre le bras pour atteindre l'interrupteur d'allumage	Bouton-poussoir situé à la droite du volant.	Interrupteur à bascule situé à gauche du volant.	Bouton-poussoir situé à gauche du volant.	Interrupteur à bascule situé à gauche du volant.
Enfoncer la pédale de frein en déplaçant le pied de la pédale d'accélérateur	<ul style="list-style-type: none"> • Les pédales de frein et de l'accélérateur sont à égale distance l'une de l'autre. • Un pas d'appui métallique pour le talon est installé sous les pédales. 	Pas d'appui pour le talon similaire à celui de l'ADL E500.	<ul style="list-style-type: none"> • L'autobus ralentit lorsque le conducteur retire son pied de l'accélérateur. • Les pédales sont similaires à celles de l'ADL E500, sans pas d'appui pour le talon. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'appui pour le talon similaire à celui de l'ADL E500. • Forme des pédales différente des pédales de l'ADL E500 et de l'Orion VII Hybrid.
Tendre le bras pour atteindre la commande du frein de secours	<ul style="list-style-type: none"> • Levier situé à gauche du volant. • Utilisé pour le stationnement. • Peut aussi être utilisé en cas de non-fonctionnement de la pédale de frein (élément différent des autres autobus d'OC Transpo). • Peut être serré progressivement par le système pneumatique. 	Bouton situé sur le plancher, à gauche du conducteur.	Bouton situé à gauche du volant.	Bouton situé à gauche du volant.

Regarder l'écran de l'enseigne de destination	<ul style="list-style-type: none"> • Sert à entrer les données de l'enseigne de destination (à l'avant de l'autobus). • Difficile à lire pour les conducteurs qui portent des lunettes bifocales. • Centré au-dessus du siège du conducteur. • L'affichage et les commandes fonctionnent même lorsque l'autobus est en mouvement. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identique à l'ADL E500. • Installé à droite, au-dessus du conducteur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilise une version plus ancienne de l'écran de l'enseigne de destination qui est différente de l'ADL E500 (absence d'écran vidéo). • Installé à droite, au-dessus du conducteur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ancienne version – identique à l'Orion VII Hybrid. • Différent de l'ADL E500 et des autobus articulés. Centré au-dessus du conducteur.
Regarder l'écran vidéo	<ul style="list-style-type: none"> • Décentré vers la gauche, au-dessus du siège du conducteur • Fenêtre divisée en 4 affichages (coin supérieur gauche = sommet de l'escalier avec vue vers le bas; coin supérieur droit = extérieur à l'arrière de l'autobus; coin inférieur gauche = intérieur de l'autobus – porte latérale; coin inférieur droit = intérieur de l'étage de l'avant vers l'arrière de l'autobus). • Les conducteurs pouvaient auparavant modifier les angles de vue de chacune des caméras. • Des conducteurs ont indiqué qu'ils préféreraient avoir seulement 3 affichages pour « mieux voir les images ». • Les conducteurs ne peuvent pas régler ou éteindre l'écran. 	S. O.	S. O.	S. O.
Tendre la main vers la radio de l'autobus et se saisir du combiné	<ul style="list-style-type: none"> • Combiné semblable à celui d'un téléphone, installé à droite du volant. • Il faut parfois communiquer par radio avec les conducteurs additionnels (des conducteurs qui sont ajoutés sur un circuit déjà achalandé). • Peu utilisé dans d'autres contextes. 	Combiné et emplacement identiques à l'ADL E500, mais avec un accès plus facile (il n'est pas nécessaire de se pencher autant).	Combiné et emplacement identiques à l'ADL E500, mais avec un accès plus facile (il n'est pas nécessaire de se pencher autant).	Combiné et emplacement identiques à l'ADL E500, mais avec un accès plus facile (il n'est pas nécessaire de se pencher autant).
Regarder l'écran du boîtier de contrôle du système de transport en commun	<ul style="list-style-type: none"> • Écran situé à droite du volant. • Utilise un GPS pour afficher une carte et donne aussi des renseignements sur les tarifs. • Montre la position de l'autobus et son circuit. • Les conducteurs peuvent choisir d'afficher le nord ou le sens du déplacement du véhicule pointant vers le haut de l'écran. • L'écran devient inactif dès que l'autobus se déplace à 10 mi/h (16 km/h) précisément (les conducteurs ne peuvent entrer aucune donnée au-delà de cette vitesse). 	Identique à l'ADL E500.	Identique à l'ADL E500.	Identique à l'ADL E500.

Annexe G – Protocoles de vidéosurveillance d'autres sociétés de transport en commun

GO Transit – Toronto (Ontario)

GO Transit (GO) utilise une configuration légèrement différente de celle de l'autobus ADL E500 pour son service interurbain. Dans cette configuration, il y a une seule porte d'entrée, à l'avant de l'autobus du côté opposé au conducteur. L'écran vidéo est installé au même endroit qu'à bord de l'autobus ADL E500 d'OC Transpo; l'écran est aussi divisé en 4 affichages qui permettent de surveiller l'étage, l'escalier, la partie arrière extérieure de l'autobus et le premier niveau dans la zone de la porte d'entrée/rampe pour fauteuils roulants. L'emplacement et l'angle de l'écran ne sont pas réglables, il n'y a aucun son, et le conducteur ne peut ni éteindre l'affichage ni modifier les angles de vue des caméras. Cependant, GO Transit enregistre les images.

Au moment de l'accident à l'étude, à l'exception des renseignements sur l'écran et sur l'emplacement des caméras, les conducteurs des autobus ADL E500 de GO Transit n'avaient reçu aucune formation sur les procédures de vidéosurveillance. À la suite de l'Avis de sécurité ferroviaire 10/14, *Système de vidéosurveillance sur les autobus à étage d'OC Transpo* émis par le BST, GO a élaboré une nouvelle politique sur la vidéosurveillance et une procédure (entrée en vigueur le 3 octobre 2014). Les nouvelles procédures de vidéosurveillance comprennent les conseils suivants :

- Ne regardez jamais l'écran vidéo pendant 2 secondes ou plus lorsque vous conduisez.
- Assurez-vous que tous les passagers à l'étage sont assis avant de quitter l'arrêt.
- Si des passagers sont debout à l'étage ou dans l'escalier, servez-vous du système de sonorisation pour leur demander poliment de trouver un siège pour leur propre sécurité.

Strathcona County Transit – Edmonton (Alberta)

L'écran vidéo est installé au même endroit qu'à bord de l'autobus ADL E500 d'OC Transpo et comprend les 4 mêmes affichages. Selon la formation reçue, les conducteurs doivent regarder l'écran vidéo avant de quitter les arrêts d'autobus pour s'assurer que les escaliers sont libres et que tous les passagers à l'étage sont assis. Lorsque l'autobus roule, les conducteurs peuvent jeter des coups d'œil à l'écran. Les conducteurs ne doivent pas modifier les angles de vue des caméras pendant qu'ils conduisent.

En plus des 4 caméras dont les prises de vue sont affichées à l'écran, les autobus de Strathcona Transit sont pourvus de 8 autres caméras non reliées à l'écran. Elles enregistrent des images qui sont conservées jusqu'à 30 jours. Les 12 caméras de bord enregistrent lorsque l'autobus est utilisé, mais ne prennent aucune image du conducteur. L'enregistreur vidéo capte certaines télémessures de l'autobus, notamment la position et la vitesse, ainsi que l'état de tous les témoins lumineux (clignotants gauche et droit, phares, et feux de freinage).

Les conducteurs ne reçoivent aucune formation particulière sur la façon de surveiller l'écran et n'ont aucune ligne directrice de la société sur l'utilisation sécuritaire des écrans vidéo pour éviter les distractions.

BC Transit – Victoria (Colombie-Britannique)

Tous les écrans vidéo à bord des autobus à 2 étages ADL de la BC Transit sont installés au même endroit que sur les autobus d'OC Transpo et de la Strathcona County Transit. Sur les modèles d'autobus à 2 étages plus anciens, l'écran vidéo ne montre que l'étage. Sur les modèles plus récents (E500), l'écran montre l'étage, l'escalier et la porte latérale. Aucune donnée n'est enregistrée. Dans cette société de transport en commun, seul l'écran de l'étage est jugé essentiel. Il n'y a aucun document de formation sur l'utilisation des écrans vidéo.

En janvier 2008, un avis a été transmis aux conducteurs d'autobus de BC Transit au sujet de l'utilisation des écrans vidéo à bord des autobus à 2 étages ADL. Les instructions stipulaient que les écrans vidéo sont conçus pour pouvoir servir de rétroviseurs pour observer l'étage et les déplacements des passagers à l'approche et au départ des arrêts afin de prévenir les incidents à bord. L'avis n'interdit pas aux conducteurs de jeter un coup d'œil à l'écran pendant que l'autobus est en mouvement ni ne donne de conseils sur la façon de le regarder.

Annexe H – Exigences de l'American Public Transportation Association sur la résistance à l'impact des autobus (mai 2013)

Spécification technique	Exigence
TS 23.2 Résistance à l'impact (autocar de transport en commun)	La carrosserie et la structure du toit d'un autobus doivent résister à une charge statique égale à 150% de la masse à vide du véhicule répartie de façon égale sur le toit et aucune dimension intérieure ne doit être réduite de plus de 6 pouces. L'autobus doit résister à l'impact d'une automobile de 4000 livres à une vitesse de 25 mi/h de tous les côtés, à l'exception des portes d'un côté ou de l'autre de l'autobus et au joint articulé (le cas échéant) sans présenter de déformation structurale permanente supérieure à 3 pouces à la hauteur des hanches des passagers assis. Cet impact ne doit pas produire d'arêtes vives ou de saillies à l'intérieur de l'autobus.
TS 70.1 Emplacement des pare-chocs	Les pare-chocs doivent assurer une protection contre les collisions à l'avant et à l'arrière de l'autobus, le sommet des pare-chocs se trouvant à une hauteur de 27 pouces \pm 2 pouces au-dessus du sol.
TS 70.2 Pare-chocs avant	Aucune partie de l'autobus (sans charge), y compris le pare-chocs, ne doit être endommagée si l'autobus percute une barrière fixe, plane et perpendiculaire à la ligne médiane longitudinale de l'autobus, à une vitesse de 5 mi/h. Le pare-chocs doit reprendre sa forme initiale dans les 10 minutes qui suivent l'impact.
TS 70.2 Pare-chocs avant	Le pare-chocs doit protéger l'autobus contre les dommages à la suite de collisions, en n'importe quel point et à une vitesse de 6,5 mi/h, avec le chariot ordinaire monté d'une surface d'impact profilée décrit à la figure 2 de la norme FMVSS 301 sous une charge de 4000 livres parallèle à la ligne médiane longitudinale de l'autobus. Il doit protéger l'autobus contre les dommages à la suite d'impacts sur les coins, à un angle de 30 degrés par rapport à la ligne médiane longitudinale de l'autobus, à une vitesse de 5,5 mi/h.
TS 78.13 Structure et conception des sièges passagers (autocar de transport en commun)	Aucun objet transversal, y compris les dossiers des sièges, les panneaux de fond et les sièges longitudinaux (situés devant des sièges orientés vers l'avant) ne doit transmettre une charge de compression supérieure à 1000 livres au fémur des passagers dont la taille varie entre celle du mannequin du 5 ^e percentile de sexe féminin et celle du mannequin du 95 ^e percentile de sexe masculin au cours d'une décélération de 10 g de l'autobus. La décélération doit atteindre sa valeur maximale entre 0,05 et 0,015 seconde à partir du moment où elle a été initiée. La déformation permanente du siège causée par la charge de 2 mannequins du 95 ^e percentile de sexe masculin qui heurtent le dossier d'un siège au cours de la décélération de 10 g ne doit pas dépasser 2 pouces, mesurée à la hauteur H sur l'armature du siège du côté de l'allée. Le dossier du siège ne doit pas se déplacer sur plus de 14 pouces, déplacement mesuré au sommet du dossier, de façon contrôlée afin de réduire les blessures aux passagers. Aucune défaillance de la structure de n'importe quelle partie d'un siège ou de la paroi latérale ne doit produire un risque de lacération. Le siège complet doit résister à des forces statiques verticales de 500 livres appliquées sur le dessus du coussin du siège, à chaque place assise, et le siège ou ses éléments de fixation ne doivent pas subir de déformation permanente supérieure à ¼ pouce. Le siège doit résister à des forces statiques horizontales de 500 livres également réparties sur le sommet du dossier, et le siège ou ses éléments de fixation ne

Spécification technique	Exigence
	<p>doivent pas subir de déformation permanente supérieure à ¼ pouce.</p> <p>Le dossier de tous les sièges transversaux doit être doté d'une poignée d'au moins 7/8 pouce de diamètre pour les passagers qui sont debout et pour aider à s'asseoir sur le siège ou à en sortir. Cette poignée ne doit pas présenter un danger pour la sécurité au cours de décélérations brusques.</p> <p>La poignée du dossier du siège ainsi que les accoudoirs doivent résister à des forces statiques horizontales et verticales de 250 livres appliquées en n'importe quel point sur leur longueur sans subir de déformation permanente supérieure à ¼ pouce. La poignée du dossier du siège et les accoudoirs doivent résister à 25 000 impacts, dans tous les sens, d'une force horizontale de 125 livres sans subir de déformation permanente supérieure à ¼ pouce ni de détérioration visible.</p>

Annexe I – Exigences d'autres sociétés de transport en commun relatives à l'arrêt des autobus aux passages à niveau

Winnipeg Transit – Winnipeg (Manitoba)

Les autobus ne sont pas tenus de s'arrêter aux passages à niveau munis ou non de dispositifs de signalisation automatique dans les limites de la ville de Winnipeg sauf dans les situations suivantes : les barrières sont abaissées; les feux clignotent; des signaleurs sont sur place; le passage à niveau est contrôlé par un panneau d'arrêt; un train qui approche se trouve assez près pour présenter un risque pour l'autobus.

Puisque les passages à niveau peuvent présenter une dénivellation, afin de prévenir les blessures et les dommages matériels, les conducteurs doivent réduire la vitesse à 30 km/h lorsqu'ils franchissent un passage à niveau.

À l'extérieur des limites de la ville de Winnipeg, les mêmes procédures s'appliquent pour les passages à niveau munis de dispositifs de signalisation automatique, mais les conducteurs doivent s'arrêter à tous les passages à niveau non munis de dispositifs de signalisation automatique.

Saskatoon Transit – Saskatoon (Saskatchewan), Calgary Transit – Calgary (Alberta), Lethbridge Transit – Lethbridge (Alberta)

Les autobus ne s'arrêtent pas aux passages à niveau munis de dispositifs de signalisation automatique sauf si les sonneries se font entendre, les feux clignotent et, le cas échéant, les barrières sont abaissées. Selon ces sociétés de transport en commun, il n'y avait pas de passages à niveau non munis de dispositifs de signalisation automatique dans leur ville.

Edmonton Transit – Edmonton (Alberta)

Les autobus ne sont pas tenus de s'arrêter aux passages à niveau sauf si les barrières sont abaissées, si les feux clignotent, si des signaleurs sont sur place, si le passage à niveau est contrôlé par un panneau d'arrêt ou si un train qui approche se trouve assez près pour présenter un risque pour l'autobus. Les conducteurs doivent réduire la vitesse de l'autobus à la moitié de la vitesse limite affichée à l'approche du passage à niveau.

Strathcona County Transit – banlieue d'Edmonton (Alberta)

Aux passages à niveau contrôlés, les autobus doivent ralentir avant le passage à niveau et avancer à une vitesse n'excédant pas la moitié de la vitesse limite affichée.

Annexe J – Autres événements à un passage à niveau mettant en cause un autobus

Événement ferroviaire R14T0290 du BST (Mississauga, Ontario)

Le 22 octobre 2014, à 8 h 6, heure avancée de l'Est, le train n° 160 de GO Transit (le train) circulant vers l'est roulait à environ 20 mi/h (32,2 km/h) lorsqu'il est entré en collision avec un autobus scolaire (l'autobus) exploité par Switzer-Carty Bus Lines qui roulait vers le sud. L'autobus s'était arrêté, empiétant tout juste sur la voie nord du passage à niveau public du chemin Erindale Station (le passage à niveau) qui se trouvait au point milliaire 17,35 de la subdivision de Galt du Canadien Pacifique (CP) à Mississauga (Ontario). L'autobus a subi des dommages mineurs. Ni le conducteur de l'autobus (le conducteur) ni les 6 écoliers à bord n'ont été blessés. L'autobus n'était pas doté d'un enregistreur de données de bord.

Le passage à niveau était muni de dispositifs de signalisation automatique, soit des feux clignotants, une cloche et des barrières. Ce passage à niveau, qui se trouvait dans une pleine courbe de 3 degrés vers la gauche, traversait 3 ensembles de voies ferrées à un angle de 30 degrés. Les lignes de visibilité au passage à niveau étaient restreintes dans chaque direction. La vitesse maximale des trains dans le secteur était de 65 mi/h (104,6 km/h), et environ 38 trains y circulaient chaque jour. Une interdiction de siffler était en vigueur à cet endroit et interdisait l'utilisation du klaxon de locomotive.

Avant l'événement, le conducteur avait arrêté l'autobus sur la route en bordure à la ligne d'arrêt de l'approche nord du passage à niveau. Le conducteur a mis le levier des vitesses de l'autobus à « P » (Park [stationnement]), a ouvert la fenêtre côté conducteur et la porte des passagers, puis a regardé à gauche et à droite tout en étant attentif à tout signe visuel ou sonore d'un train en approche. Toutefois, il n'a entendu aucun coup de klaxon en raison de l'interdiction de siffler qui était en vigueur.

Le conducteur a alors fait avancer l'autobus lentement tout en s'assurant une seconde fois qu'il n'y avait pas de train. Lorsque la sonnerie du passage à niveau a retenti, le conducteur a immédiatement arrêté l'autobus et est passé en marche arrière pour tenter de dégager la voie nord. Alors que l'autobus reculait, la barrière du passage à niveau s'est abaissée et a heurté le toit de l'autobus. Le conducteur a arrêté l'autobus. Comme l'autobus immobilisé empiétait encore sur la voie nord, le train a heurté un de ses rétroviseurs avant¹⁶⁹.

Événement ferroviaire R14T0081 du BST (Mississauga, Ontario)

Le 4 avril 2014, à 14 h 56, heure avancée de l'Est, le train de marchandises 147-04 du CP (le train) circulant vers l'ouest roulait à environ 35 mi/h (56,3 km/h) lorsqu'il est entré en collision avec un autobus scolaire (l'autobus) exploité par Stock Transportation qui roulait vers le sud. L'autobus s'était arrêté entre la barrière et la voie nord du passage à niveau public de la rue Queen (le passage à niveau) situé au point milliaire 20,12 de la subdivision de Galt du CP. Un rétroviseur et le pare-chocs du coin avant du côté passagers de l'autobus

¹⁶⁹ Bureau de la sécurité des transports du Canada, Avis de sécurité ferroviaire 17/14 et 18/14.

ont été endommagés. Ni le conducteur de l'autobus (le conducteur) ni les 3 écoliers à bord n'ont été blessés. L'autobus n'était pas doté d'un enregistreur de données de bord.

Le passage à niveau était muni de dispositifs de signalisation automatique, soit des feux clignotants, une cloche et des barrières. Ce passage à niveau se trouvait dans une pleine courbe de 4 degrés vers la droite et traversait 2 ensembles de voies ferrées à un angle de 43 degrés. Les lignes de visibilité au passage à niveau étaient restreintes dans chaque direction. La vitesse maximale des trains dans le secteur était de 50 mi/h (80,5 km/h), et environ 38 trains y circulaient chaque jour. Une interdiction de siffler était en vigueur à cet endroit et interdisait l'utilisation du klaxon de locomotive.

Avant la collision, le conducteur avait tout d'abord arrêté l'autobus à la ligne d'arrêt de l'approche nord du passage à niveau. Le conducteur a ensuite mis le sélecteur de vitesses de l'autobus à « P », a ouvert la fenêtre côté conducteur et la porte des passagers, puis a regardé à gauche et à droite tout en étant attentif à tout signe visuel ou sonore d'un train en approche. Toutefois, il n'a entendu aucun coup de klaxon en raison de l'interdiction de siffler qui était en vigueur.

Les lignes de visibilité étant partiellement restreintes, le conducteur a ensuite fait avancer l'autobus lentement tout en s'assurant une seconde fois qu'il n'y avait pas de train en approche. Au cours de cette seconde vérification, le conducteur a remarqué que la barrière du passage à niveau du côté opposé (sud) commençait à descendre. Constatant que la signalisation du passage à niveau était en marche, mais ne voyant aucun train, le conducteur a immédiatement arrêté l'autobus qui empiétait tout juste sur la voie plutôt que de franchir le passage à niveau, et l'autobus a été heurté par le train¹⁷⁰.

Rapport d'enquête ferroviaire R13W0083 du BST (Carlyle, Saskatchewan)

Le 26 mars 2013, vers 15 h 15, heure normale du Centre, le train de marchandises L50041-26 du Canadien National circulant vers l'est à 25 mi/h (40,2 km/h) sur la subdivision de Lampman à Carlyle (Saskatchewan) est entré en collision au passage à niveau de la 4th Street East avec un autobus scolaire (l'autobus) qui roulait vers le sud avec à son bord 7 écoliers d'une école primaire (photo J1). Un passager a subi

Photo J1. Lieu de l'accident vue vers l'ouest (Source : Canadien National)



¹⁷⁰ Bureau de la sécurité des transports du Canada, Avis de sécurité ferroviaire R04/14 et R07/14.

de légères blessures. Le train pesait environ 3000 tonnes et mesurait environ 1800 pieds.

Le véhicule était un autobus scolaire à un seul essieu, modèle D220, à boîte de vitesses automatique, construit en 2004 par International Bus. Il pesait 12 474 kg (27 500 livres) et pouvait transporter 52 passagers. L'autobus avait fait l'objet d'une inspection mécanique provinciale le 26 octobre 2012 et aucune anomalie n'avait été relevée. L'autobus était équipé de rétroviseurs fixés à l'extérieur sur des montants latéraux aux deux coins avant du véhicule. L'autobus n'était pas doté d'un enregistreur de données de bord. Il n'a donc pas été possible de déterminer les manœuvres du conducteur juste avant l'accident ou au moment de celui-ci.

En supposant que l'autobus scolaire ait atteint une vitesse de 5 mi/h (8 km/h), l'énergie cinétique de l'autobus et du train de marchandises a été calculée avec les résultats que voici :

Tableau J1. Énergie cinétique de l'autobus scolaire et du train

Véhicule	Poids (kg)	Vitesse		Quantité de mouvement (kg·m/s)	Énergie cinétique (J)
		(mi/h)	(km/h)		
Autobus	12 474	5	8	28 000	31 000
Train	2 727 273	25	40,2	30 480 000	170 321 000

La province de la Saskatchewan considérait les passages à niveau non munis de dispositifs de signalisation automatique mais équipés de croix de Saint-André et d'un panneau d'arrêt comme étant des passages à niveau *contrôlés*. Aux passages à niveau contrôlés, les conducteurs d'autobus scolaires ne sont pas tenus d'ouvrir leur fenêtre latérale ni la porte avant pour regarder et écouter si un train approche. Ceci est contraire aux autres réglementations provinciales, qui exigent que les autobus scolaires s'arrêtent à 5 m (16 pieds) au moins ou à 15 m (49,2 pieds) au plus du rail le plus proche à tous les passages à niveau.

De plus, après s'être arrêté, le conducteur doit

- ouvrir complètement sa fenêtre latérale et la porte de service avant,
- écouter et regarder des deux côtés le long des voies si des trains approchent dans l'une ou l'autre direction,
- se remettre en marche seulement si cela peut se faire en toute sécurité.

Dans cet événement, avec le moteur de l'autobus tournant à bas régime, les fenêtres et la porte avant fermées, le klaxon du train ne pouvait pas être entendu en raison du niveau de bruit à l'intérieur de l'autobus, jusqu'à ce que le train se trouve à environ 2 secondes du passage à niveau.

L'enquête a révélé ce qui suit :

- L'accident s'est produit quand le conducteur, après s'être arrêté et n'étant pas conscient de l'approche du train, s'est engagé sur le passage à niveau où son autobus a été percuté par le train.

- Même si les lignes de visibilité répondaient aux exigences réglementaires, un wagon stationné, ainsi que le montant latéral et le rétroviseur extérieur de l'autobus scolaire, pourraient avoir obstrué la vue du conducteur vers l'ouest et dissimulé le train à des moments stratégiques au cours de son balayage visuel.
- La vue obstruée du conducteur, sa présomption qu'aucun train ne passerait et le manque de contraste entre le train qui approchait et l'environnement en arrière-plan ont probablement contribué au fait que le conducteur n'a pas détecté la présence du train lorsqu'il a regardé vers l'ouest.
- Bien que le klaxon de la locomotive ait été actionné, compte tenu de la porte et de la fenêtre fermées de l'autobus, le bruit ambiant à l'intérieur de l'autobus a réduit tout avertissement significatif que le klaxon était destiné à fournir.
- Le conducteur a vraisemblablement été distrait par des tâches secondaires de recherche visuelle associées au trafic routier et à l'activité piétonnière dans les environs du passage à niveau.
- Si l'on n'exige pas des conducteurs d'autobus scolaires qu'ils s'arrêtent aux passages à niveau non munis de dispositifs de signalisation automatique, et qu'ils ouvrent leur fenêtre latérale et la porte avant de l'autobus pour regarder et écouter si un train approche, le klaxon de la locomotive peut ne pas être entendu par le conducteur, ce qui augmente le risque d'accidents aux passages à niveau.

Collision à un passage à niveau entre un train de GO Transit et un autobus de la Toronto Transit Commission

Le 12 décembre 1975, vers 16 h 45, heure normale de l'Est, l'autobus n° 86 de la Toronto Transit Commission (TTC) faisait la navette entre la station Warden et le zoo. L'autobus, qui transportait environ 65 passagers, roulait vers l'est sur l'avenue St. Clair Est. Conformément à la politique de l'entreprise, l'autobus s'est arrêté à un passage à niveau qui traversait 5 voies, tout juste à l'ouest de l'avenue Midland, à Scarborough (Ontario). L'autobus a ensuite franchi les voies où il est tombé en panne.

Un train de GO Transit circulait vers le sud-ouest avec 6 voitures à une vitesse de 70 mi/h (113 km/h) lorsque le mécanicien de locomotive a vu l'autobus en panne sur les voies. Les freins d'urgence ont été serrés. Le train avait ralenti à 50 mi/h (80 km/h) lorsqu'il a heurté l'autobus de biais. Neuf passagers de l'autobus ont subi des blessures mortelles et 20 autres ont été blessés. À bord du train de GO Transit, aucun des 3 membres de l'équipe et des 15 voyageurs n'ont été blessés. L'autobus n'était pas doté d'un enregistreur de données de bord.

Les politiciens locaux et des résidents avaient déjà demandé la construction d'un passage inférieur routier à l'endroit où s'est produit l'accident. Le passage à niveau a été remplacé par un passage inférieur routier en 1977.

Annexe K – Autres incidents d'autobus d'OC Transpo à des passages à niveau

Incidents d'autobus au passage à niveau du Transitway

Le 1^{er} octobre 2013, vers 7 h 45, heure avancée de l'Est, un autobus articulé (circuit 73), qui roulait vers le nord en provenance de la station Fallowfield d'OC Transpo, s'approchait du passage à niveau lorsque les feux se sont mis à clignoter et la sonnerie a retenti. L'autobus se trouvait à une trentaine de pieds du passage à niveau lorsque le conducteur a observé qu'un train circulant vers l'ouest se trouvait à environ 1 km à l'est du passage à niveau. Étant donné que la barrière n'était pas encore abaissée, le conducteur s'est dit qu'il pouvait franchir le passage à niveau en toute sécurité. De plus, comme l'autobus était bondé et que plusieurs passagers étaient debout, le conducteur a estimé qu'il ne pouvait pas arrêter son véhicule sans mettre les passagers en danger. L'autobus a poursuivi sa route sur le passage à niveau même si les dispositifs de signalisation automatique étaient en marche.

Le 11 octobre 2013, vers 18 h 48, heure avancée de l'Est, un autobus à 2 étages (circuit 77) qui roulait vers le sud sur le Transitway en direction de la station Fallowfield d'OC Transpo a franchi le passage à niveau alors que les feux clignotaient, que la sonnerie se faisait entendre et qu'un train de voyageurs quittait la gare de Fallowfield de VIA Rail Canada Inc. (VIA) en direction est. L'autobus approchait du passage à niveau à un peu moins de 60 km/h lorsque les feux se sont mis à clignoter et la sonnerie a retenti. Puisque l'autobus se trouvait à une quinzaine de pieds du passage à niveau et que les barrières n'étaient pas abaissées, le conducteur a estimé qu'il ne pouvait pas immobiliser son véhicule en toute sécurité et sans mettre les passagers en danger.

Le 30 octobre 2013, vers 19 h 40, heure avancée de l'Est, un autobus (circuit 95) qui roulait vers le sud a franchi le passage à niveau alors que les feux et la sonnerie avaient été déclenchés par un train qui approchait. L'autobus roulait à 58 km/h (8 km/h au-dessus de la vitesse limite). OC Transpo a indiqué qu'il n'est pas illégal de franchir un passage à niveau pendant que les feux clignent. Plusieurs jours plus tard, un superviseur d'OC Transpo a rencontré le conducteur et lui a suggéré de laisser le pied au-dessus de la pédale de frein sans l'enfoncer à l'approche d'un passage à niveau et de se préparer à immobiliser son véhicule si les feux clignotants se mettaient en marche.

Le 27 janvier 2014, vers 7 h 45, heure normale de l'Est, on a signalé qu'un autobus d'OC Transpo qui roulait vers le sud avait franchi le passage à niveau alors que les feux clignotaient et que la sonnerie se faisait entendre. Un suivi fait par OC Transpo a permis de déterminer qu'à ce moment, l'autobus en question roulait vers le nord à 52 km/h. Le véhicule avait 27 minutes de retard sur l'horaire à cause des mauvaises conditions routières provoquées par une tempête hivernale. Estimant qu'il ne pouvait pas immobiliser son véhicule en toute sécurité et sans mettre les passagers en danger, le conducteur a franchi le passage à niveau pendant que les feux clignotaient et que la sonnerie se faisait entendre.

Le 11 février 2014, OC Transpo a signalé que 3 de ses autobus avaient été mis en cause dans un incident où les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau de VIA sur le

Transitway fonctionnaient mal. Vers 21 h 45, heure normale de l'Est, le train n° 39 de VIA (VIA 39) circulant vers l'ouest est arrivé aux passages à niveau de l'avenue Woodroffe et du Transitway, et tous les dispositifs de signalisation automatique ont été déclenchés. Le VIA 39 a dégagé le passage à niveau du Transitway, le système s'est désactivé, et la barrière nord (sur la voie direction sud du Transitway) s'est relevée, mais la barrière sud (sur la voie direction nord du Transitway) est demeurée abaissée. Par conséquent, les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau sont passés en mode de sécurité intrinsèque, et les feux ont continué de clignoter comme prévu.

Peu de temps après, l'autobus d'OC Transpo n° 6364 (1^{er} autobus) qui roulait vers le nord est arrivé au passage à niveau du Transitway, et le conducteur a remarqué que les dispositifs de signalisation du passage à niveau de l'avenue Woodroffe n'étaient plus en marche, mais que les feux clignotants étaient allumés, que la barrière sud était abaissée et que la barrière nord était relevée. Le conducteur a arrêté son autobus à une cinquantaine de pieds du passage à niveau. Le conducteur a appliqué le frein d'urgence, allumé les feux de détresse de son véhicule et signalé l'incident par radio au centre de contrôle d'OC Transpo. Il a ensuite attendu l'arrivée des superviseurs d'OC Transpo. Le centre de contrôle d'OC Transpo a redirigé les autobus d'OC Transpo sur l'avenue Woodroffe et a envoyé des superviseurs sur les lieux.

L'autobus d'OC Transpo n° 6565 (2^e autobus) qui roulait vers le sud se trouvait déjà sur le Transitway lorsque le conducteur a entendu l'appel radio signalant l'incident au centre de contrôle d'OC Transpo. À l'approche du passage à niveau, le conducteur a ralenti son autobus, l'a immobilisé et a allumé les feux de détresse de son véhicule. Le conducteur a constaté que la barrière sud était abaissée et que l'autobus 6364 (1^{er} autobus) était arrêté devant celle-ci, sur la voie direction nord du Transitway. Toutefois, la barrière nord était relevée, ce qui indiquait au conducteur qu'il pouvait franchir le passage à niveau. En se basant sur son expérience antérieure comme conducteur d'autobus scolaire, le conducteur a ouvert la porte avant et la fenêtre côté conducteur et a regardé dans les 2 sens pour vérifier s'il pouvait franchir le passage à niveau en toute sécurité avant de continuer jusqu'à la station Fallowfield d'OC Transpo.

Les superviseurs d'OC Transpo sont arrivés sur les lieux vers 21 h 51. L'autobus n° 5065 d'OC Transpo (3^e autobus) qui roulait vers le sud est arrivé au passage à niveau peu de temps après. Le conducteur du 3^e autobus a ralenti son véhicule et l'a immobilisé à une soixantaine de pieds du passage à niveau. Puis, il a allumé les feux de détresse de son véhicule. Le conducteur a constaté que la barrière sud était abaissée, que l'autobus 6364 (1^{er} autobus) était arrêté devant la barrière sur la voie direction nord du Transitway, et qu'un superviseur d'OC Transpo tentait de soulever manuellement la barrière sud, mais sans y arriver. Les superviseurs d'OC Transpo ont finalement dirigé le conducteur de l'autobus 6364 (1^{er} autobus) vers la voie en direction sud, lui ont fait contourner la barrière sud et franchir le passage à niveau, et l'ont redirigé sur la voie direction nord du Transitway. Puisque la barrière nord était déjà relevée, les superviseurs d'OC Transpo ont ensuite demandé au conducteur de l'autobus 5065 (3^e autobus) de franchir le passage à niveau.

Dans cet incident, le conducteur du 1^{er} autobus a agi de façon appropriée en immobilisant son véhicule, en signalant l'incident et en attendant de l'aide. Le centre de contrôle d'OC Transpo a agi de façon sécuritaire en redirigeant les autobus qui circulaient sur le Transitway jusqu'à ce que la situation se rétablisse. Toutefois, OC Transpo ne disposait pas de procédures opérationnelles normalisées pour donner suite à ce genre d'incident. Par conséquent, aucune mesure de protection de la voie n'était en place et le conducteur de chacun des autobus a réagi de façon différente en arrivant au passage à niveau.

Incidents d'autobus au passage à niveau du chemin Fallowfield

Le 25 avril 2014, un autobus d'OC Transpo, qui roulait sur le chemin Fallowfield, s'apprêtait à s'arrêter à un feu de circulation rouge à l'intersection du Transitway pour céder le passage à un autobus qui traversait le chemin Fallowfield sur le Transitway. Le conducteur a finalement immobilisé son véhicule à environ 25 pieds au-delà de la ligne d'arrêt du passage à niveau sur la route. Les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau se sont mis en marche et une barrière s'est abaissée sur le toit de l'autobus. Le conducteur a mis l'autobus en marche arrière, a dégagé le passage à niveau, et la barrière s'est abaissée à la position prévue.

Le 28 avril 2014, le train n° 59 de VIA (VIA 59) a rencontré le train n° 44 de VIA (VIA 44) à Fallowfield, et le VIA 44 a emprunté la voie d'évitement. Après l'arrivée du VIA 44, le VIA 59 a avancé vers l'ouest pour libérer le quai pour le VIA 44. En avançant, le VIA 59 est allé assez loin pour déclencher le circuit du passage à niveau du chemin Fallowfield. Le VIA 59 n'ayant pas reçu le signal requis pour partir, les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau sont arrivés au bout de leur délai. À ce moment, un autobus d'OC Transpo était arrêté à un feu de circulation rouge sur le chemin Fallowfield derrière 5 autres véhicules. Une fois que le feu est passé au vert, le conducteur a suivi les autres véhicules jusqu'à ce que le feu passe de nouveau au rouge, et a arrêté l'autobus au-delà de la ligne d'arrêt du passage à niveau sur la route.

Lorsque le VIA 59 a reçu le signal de partir, l'équipe a remis en marche les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau. Une barrière du passage à niveau s'est abaissée sur l'autobus d'OC Transpo qui était arrêté au-delà de la ligne d'arrêt du passage à niveau sur la route. Alors que le train partait, l'autobus a reculé pour dégager le passage à niveau, et la barrière s'est abaissée à la position prévue. Une fois que le train a dégagé le passage à niveau, les barrières se sont relevées et les feux de circulation sont passés au vert, mais les feux clignotants du passage à niveau sont demeurés allumés. Alors que les feux étaient allumés, le conducteur de l'autobus a franchi les voies ferrées avec les autres véhicules routiers.

Le 6 novembre 2014, l'autobus n° 8049 d'OC Transpo qui roulait vers l'est sur le chemin Fallowfield approchait du passage à niveau de VIA à l'intersection du Transitway, qui est parallèle aux voies ferrées et qui croise le chemin Fallowfield. À cet endroit, les feux de circulation du Transitway sont reliés aux dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau.

À 7 h 48 min 8 s, heure normale de l'Est, les feux de circulation du Transitway sur le chemin Fallowfield sont passés du vert au jaune, puis au rouge à 7 h 48 min 13 s. Les feux de circulation sont demeurés rouges jusqu'à 7 h 48 min 46 s pour permettre à 2 autobus de traverser le chemin Fallowfield sur le Transitway. Les feux de circulation sont revenus au vert et la circulation routière sur le chemin Fallowfield a repris dans les 2 sens.

À 7 h 49 min 2 s, les feux de circulation sont passés au jaune, puis au rouge à 7 h 49 min 7 s. Durant cette séquence, l'autobus 8049 d'OC Transpo s'est arrêté au feu de circulation à environ 25 pieds au-delà de la ligne d'arrêt du passage à niveau sur la route (photo K1). À 7 h 49 min 33 s, les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau se sont déclenchés pour un train de voyageurs de VIA qui circulait en direction ouest (vers le sud à cet endroit). Peu de temps après (7 h 49 min 41 s), une barrière du passage à niveau s'est abaissée sur le toit de l'autobus (photo K1). À 7 h 50 min 14 s, le train est arrivé au passage à niveau. À 7 h 50 min 44 s, le train a dégagé le passage à niveau et la circulation a repris sur le chemin Fallowfield.

Photo K1. Autobus arrêté au-delà de la ligne d'arrêt du passage à niveau sur la route (Source : médias sociaux)



Annexe L – Appels de service au sujet des dispositifs de signalisation automatique du 23 janvier 2014 au 12 avril 2014

Point	Date	Emplacement	Description de l'événement	Mesure prise/examen	Cause/Correctif	Catégorie
1	23 jan.	Avenue Woodroffe (PM 3,28)	Le Service de police d'Ottawa a signalé au contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) que les dispositifs de signalisation automatique ne fonctionnaient pas alors qu'un train circulait sur le passage à niveau.	Un agent d'entretien des signaux a été envoyé sur place et a examiné les données historiques du fonctionnement. L'agent n'a trouvé aucune donnée pour appuyer cette affirmation.	Selon le type de déplacement du train (marche arrière, ralentissement, etc.), le policier a peut-être mal compris le fonctionnement prévu des dispositifs de signalisation automatique.	Normal
2	7 fév.	Chemin Fallowfield (PM 3,88)	OC Transpo a signalé, le 13 février à 18 h 40, qu'après l'arrêt d'un train, les dispositifs de signalisation automatique ont mis environ 45 secondes pour se rétablir, puis se sont remis en marche. L'événement s'est produit le 7 février.	Les données historiques du prédicteur pour passage à niveau ont été examinées. VIA a organisé une campagne opérationnelle au cours de la fin de semaine du 5 avril concernant l'événement n° 12.	L'examen des données historiques du prédicteur pour passage à niveau a déterminé que l'équipe de train n'avait pas respecté les procédures et instructions d'activation par double tonalité multifréquence.	Normal
3	11 fév.	Avenue Woodroffe et Transitway (PM 3,28 et 3,30)	OC Transpo a signalé que les dispositifs de signalisation automatique étaient en mode de sécurité intrinsèque (barrière abaissée, feux qui clignotent, sonnerie qui retentit).	Givre sur les contacts du moteur du mécanisme de levage des barrières. Nettoyage des contacts du moteur du mécanisme de levage, mise à l'essai des dispositifs de signalisation automatique et observation du passage d'un train – fonctionnement normal.	L'inspection sur place par un agent d'entretien des signaux a révélé que le givre sur les contacts avait retardé la remontée des barrières. La barrière s'était relevée avant l'arrivée de l'agent d'entretien.	Problème technique

Point	Date	Emplacement	Description de l'événement	Mesure prise/examen	Cause/Correctif	Catégorie
4	14 fév.	Avenue Woodroffe et Transitway (PM 3,28 et 3,30)	OC Transpo a signalé que les feux clignotants étaient allumés, que les barrières étaient abaissées, mais qu'il n'y avait aucun train. La situation s'est réglée 5 minutes plus tard.	Aucune. Fonctionnement normal des dispositifs de signalisation automatique selon les exigences d'exploitation des trains.	Les dispositifs de signalisation automatique se sont désactivés en 5 minutes. L'incident a été causé par un chasse-neige de la ville d'Ottawa qui était coincé sur un passage à niveau adjacent. Le train de VIA a donc dû s'arrêter à l'intérieur de la portée du circuit d'approche des dispositifs de signalisation automatique et attendre les instructions du CCF et la libération du signal en commande centralisée de la circulation (CCC), ce qui a déclenché les dispositifs de signalisation automatique.	Normal
5	14 fév.	Transitway (PM 3,30)	Transitway fermé dans les 2 sens pour permettre aux équipes d'entretien de réparer la surface du passage à niveau et de la chaussée. Au cours d'une inspection prévue de la voie, un inspecteur a trouvé un panneau de surface de franchissement routier mal fixé. Par mesure de sécurité, il fallait le réparer sans attendre.	Fixation temporaire du panneau avec des tire-fonds. La ville d'Ottawa a arrêté les travaux puisqu'il ne s'agissait pas de travaux prévus. Le panneau a été fixé de façon permanente une semaine plus tard, le 13 mars.	Problème non lié aux dispositifs de signalisation automatique. Il s'agissait d'une réparation de la surface de la chaussée requise par mesure de sécurité.	S. O.
6	21 fév.	Avenue Woodroffe, Transitway, chemins Fallowfield, Greenbank, Jockvale et promenade Strandherd (PM 3,28, 3,30, 3,88, 5,10, 5,73, 6,81)	Le train n° 30 de VIA et le Service de police d'Ottawa ont signalé que les feux clignotants étaient allumés et que les barrières étaient abaissées.	Des agents d'entretien des signaux ont été envoyés sur les lieux et ont constaté que les dispositifs de signalisation automatique étaient en marche en mode de sécurité intrinsèque. Le système a dû être réétalonné.	Des changements extrêmes de l'état du ballast ont causé la panne du circuit de sécurité intrinsèque des dispositifs de signalisation automatique en raison d'une accumulation dans le ballast d'eau et de sel de voirie épandu par la Ville.	Problème technique

Point	Date	Emplacement	Description de l'événement	Mesure prise/examen	Cause/Correctif	Catégorie
7	22 fév.	Avenue Woodroffe, Transitway, chemins Fallowfield, Greenbank, Jockvale et promenade Strandherd (PM 3,28, 3,30, 3,88, 5,10, 5,73, 6,81)	Le train n° 44 de VIA et le Service de police d'Ottawa ont signalé que les feux clignotants étaient allumés et que les barrières étaient abaissées.	Des agents d'entretien des signaux ont été envoyés sur les lieux et ont constaté que les dispositifs de signalisation automatique étaient en marche en mode de sécurité intrinsèque. Les dispositifs de signalisation automatique et les circuits de la voie ont été réétalonnés en fonction de l'état du ballast.	Des changements extrêmes de l'état du ballast ont causé la panne du circuit de sécurité intrinsèque des dispositifs de signalisation automatique en raison d'une accumulation dans le ballast d'eau et d'une accumulation importante de sel de voirie épandu par la Ville.	Problème technique
8	28 fév.	Transitway (PM 3,30)	À 9 h 28, OC Transpo a signalé qu'un train était immobilisé à la gare de Fallowfield de VIA et que les dispositifs de signalisation automatique étaient en marche sur l'avenue Woodroffe, mais non sur le Transitway. À 9 h 31, tous les signaux d'avertissement et toutes les barrières fonctionnaient normalement, y compris sur le Transitway. On ne peut confirmer s'il s'agissait d'un chef de train ou d'un agent d'entretien des signaux de RailTerm qui marchait devant le train en direction nord jusqu'à ce qu'il traverse le Transitway.	Un agent d'entretien des signaux a examiné les données historiques des dispositifs de signalisation automatique et a procédé à la mise à l'essai du passage à niveau, qui fonctionnait comme prévu. La situation a peut-être été constatée au cours d'un essai ou d'une inspection hebdomadaire des dispositifs de signalisation automatique. Il y a 2 commutateurs d'essai à cet endroit pour mettre en marche 1 groupe de dispositifs de signalisation automatique à la fois afin de ne pas trop nuire à la circulation.	L'examen du registre des données historiques du prédicteur pour passage à niveau n'a révélé aucune anomalie.	Normal

Point	Date	Emplacement	Description de l'événement	Mesure prise/examen	Cause/Correctif	Catégorie
9	10, 11 et 12 mars	Chemin Fallowfield (PM 3,88)	On a signalé que les dispositifs de signalisation automatique étaient en marche sans la présence d'un train à divers moments entre la soirée du 10 mars et le matin du 12 mars.	Des agents d'entretien des signaux ont constaté que le problème était causé par la liaison de synchronisation entre les feux de circulation routiers de la Ville et les dispositifs de signalisation automatique du passage à niveau. Le problème a été corrigé par les équipes responsables des feux de circulation de la Ville le 12 mars à 10 h 45.	Le problème était lié à un contrôleur de la circulation routière de la Ville qui se trouvait sur le chemin Fallowfield. Les feux de circulation routiers de la Ville ont dû être réétalonnés et réarmés.	Autre
10	28 mars	Chemin Fallowfield (PM 3,88)	OC Transpo a signalé que les feux clignotants étaient allumés et que les barrières étaient abaissées alors qu'il n'y avait aucun train. Les barrières ont été relevées pour permettre la circulation routière.	Un agent d'entretien des signaux s'est rendu sur les lieux. Des essais et des réparations ont été effectués pendant plusieurs heures. On a finalement découvert une diode de seuil défectueuse et un fil en court-circuit dans le mât du signal installé près de la cloche.	Le fil en court-circuit a fait griller la diode. On a aussi trouvé des circuits de commande mis à la terre par des dépôts de sel de voirie sur toutes les bornes de câblage à proximité de la route.	Problème technique
11	3 avril	Chemin Fallowfield (PM 3,88)	Transports Canada a vérifié ce passage à niveau, n'a découvert aucune anomalie nécessitant une réparation urgente et immédiate, mais a décelé une tension élevée (120 V) sur les circuits de liaison entre le système de commande des feux de circulation routiers de la ville d'Ottawa et les dispositifs de signalisation automatique. Des éléments mineurs à corriger ont été signalés comme un éclairage d'ambiance faible, un feu mal aligné sur la piste piétonnière et quelques bornes corrodées dans une boîte à bornes.	Le 4 avril, VIA a informé la ville d'Ottawa du problème, mais n'a reçu aucune mise à jour quant à une date de rectification. D'autres travaux d'entretien devront être réalisés ou l'ont été. Le raccordement de 120 V c.a. est un circuit non vital conforme aux normes sur la circulation routière de la Ville. La tension de 24 V de l'American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association (AREMA) est à titre indicatif seulement.	La norme de l'AREMA suggérée stipule qu'une basse tension (24 V c.c.) doit être utilisée pour les circuits interreliés.	Autre

Point	Date	Emplacement	Description de l'événement	Mesure prise/examen	Cause/Correctif	Catégorie
12	2 avril	Chemin Fallowfield (PM 3,88)	Le CCF de RailTerm a informé VIA à 21 h 54 que le Centre de régulation de la circulation de la ville d'Ottawa avait signalé que le passage à niveau au PM 3,88 de la subdivision de Smiths Falls (chemin Fallowfield) était en mode de sécurité intrinsèque depuis 18 h 38. Un citoyen avait informé la ville d'Ottawa que les dispositifs de signalisation automatique ne semblaient pas fonctionner à 21 h 20. Le CCF de RailTerm a été informé à 21 h 53.	VIA a organisé une campagne opérationnelle et de sécurité la fin de semaine du 5 avril ainsi qu'un rappel. Les équipes de train ont fait l'objet de contrôles et d'évaluations.	L'examen du registre des données historiques du prédicteur pour passage à niveau a déterminé que l'équipe de train n'avait pas respecté les procédures et instructions d'activation par double tonalité multifréquence.	Normal
13	4 avril	Chemin Fallowfield (PM 3,88)	Un employé d'entretien de RailTerm a signalé à 9 h 9 que les barrières des dispositifs de signalisation automatique montaient et descendaient.	Le CCF a appelé un agent d'entretien des signaux, qui était déjà sur les lieux; le passage à niveau a été remis en service à 9 h 25. Réparation par RailTerm à 10 h 30. De nouveaux supports en cas de vent ont été commandés et seront installés.	Anomalie causée par les forts vents dans ce secteur qui ont provoqué des mouvements excessifs des barrières lorsqu'elles montaient et descendaient. La barrière sud s'est coincée sur l'extérieur du support en cas de vent.	Problème technique

Point	Date	Emplacement	Description de l'événement	Mesure prise/examen	Cause/Correctif	Catégorie
14	6 au 8 avril	Promenade Strandherd et chemins Jockvale et Greenbank (PM 6,81, 5,73 et 5,10)	La ville d'Ottawa a signalé, à 22 h 50, que les barrières montaient et descendaient au passage à niveau de la promenade Strandherd, au PM 6,81.	Le CCF a envoyé un agent d'entretien des signaux pour diagnostiquer la panne. Après le dépannage et des essais menés de concert avec Hydro Ottawa, on a établi que le problème était causé par une induction de courant et de tension d'origine étrangère dans les rails provenant des lignes de distribution d'Hydro Ottawa, ce qui contraignait les circuits d'approche des dispositifs de signalisation automatique à passer en mode de sécurité intrinsèque. VIA a temporairement modifié les longueurs des circuits de voie des dispositifs de signalisation automatique et du système d'exploitation, ce qui a entraîné une réduction de la vitesse des trains, jusqu'à l'adoption de modifications de conception par VIA et Hydro Ottawa. Un filtre antiparasites sera installé (délai de 90 jours). Hydro Ottawa prévoit réduire la tension au cours de la semaine du 14 avril.	Dans ce secteur, des lignes de distribution d'électricité haute tension sont tendues à proximité et au-dessus de la voie ferrée. Dans la soirée du dimanche 6 avril, Hydro Ottawa a augmenté le niveau de distribution dans ces lignes électriques, ce qui a induit des tensions et des courants parasites et d'origine étrangère dans les circuits des dispositifs de signalisation automatique et causé le déclenchement du mode de sécurité intrinsèque. Hydro Ottawa a augmenté le niveau de distribution afin de réduire le niveau sur une autre ligne de distribution en vue d'un projet à venir.	Problème technique causé par un tiers

Point	Date	Emplacement	Description de l'événement	Mesure prise/examen	Cause/Correctif	Catégorie
15	6 avril	Chemin Fallowfield (PM 3,88)	À 23 h 47, un employé qui surveillait le passage à niveau du chemin Fallowfield a informé le CCF que les dispositifs de signalisation automatique se mettaient en marche de façon sporadique.	Le CCF a envoyé un agent d'entretien des signaux sur les lieux. L'agent a découvert que le disjoncteur principal d'alimentation c.a. se déclenchait de sorte que la tension d'alimentation de la batterie de secours passait en mode de sécurité intrinsèque. Le disjoncteur principal a été remis en marche.	Le problème était causé par une perte d'alimentation c.a. provoquant l'épuisement du groupe de batteries de réserve à un niveau qui déclenchait le mode de sécurité intrinsèque (a fonctionné comme prévu).	Problème technique
16	8 avril	Chemin Fallowfield (PM 3,88)	Un citoyen a signalé au CCF que les barrières des dispositifs de signalisation automatique montaient et descendaient de façon sporadique.	Aucune. Fonctionnement normal pour ce type d'événement. Protection possible par une autre méthode (signaleur, désactivation). Anomalie causée par des essais et des travaux d'étalonnage au chemin Jockvale et à la promenade Strandherd à la suite de l'induction sur les circuits en voie du prédicteur pour passage à niveau d'une tension d'origine étrangère et de courant provenant des lignes de distribution d'Hydro Ottawa.	Le problème a été causé par Hydro Ottawa qui effectuait des travaux visant à régler les anomalies d'induction à l'ouest (chemins Greenbank et Jockvale et promenade Strandherd) en référence à l'événement n° 14. Les essais et les travaux d'étalonnage étaient effectués à l'ouest du chemin Fallowfield et, en raison du chevauchement des circuits d'approche des dispositifs de signalisation automatique et de la liaison entre les dispositifs, le réétalonnage, le shuntage et les essais ont causé le déclenchement intermittent des dispositifs de signalisation automatique au PM 3,88 sur le chemin Fallowfield.	Faux déclenchement par des tiers

Point	Date	Emplacement	Description de l'événement	Mesure prise/examen	Cause/Correctif	Catégorie
17	9 avril	Chemin Greenbank (PM 5,10)	Information communiquée par les médias selon laquelle les dispositifs de signalisation automatique ne se seraient pas mis en marche au passage d'un train. Il s'agissait de la locomotive 905 du train n° 55 de VIA qui occupait le passage à niveau à un moment donné entre 15 h 28 et 15 h 35. La vidéo de la locomotive a été reçue.	Les dispositifs de signalisation automatique étaient désactivés conformément à la procédure à ce moment, et le passage des trains sur le passage à niveau était régi par le modèle V (4).	Des agents d'entretien des signaux effectuaient des réparations sur le chemin Jockvale et la promenade Strandherd, en référence à l'événement n° 14 – haute tension provenant des lignes de distribution d'Hydro Ottawa. Pour prévenir le fonctionnement excessif et non essentiel des dispositifs de signalisation automatique, les dispositifs du chemin Greenbank avaient été désactivés conformément aux instructions et aux procédures établies.	Non-déclenchement (le passage à niveau était désactivé). Le passage des trains sur le passage à niveau était conforme au modèle V (4) du <i>Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada</i> .
18	10 avril	Chemin Greenbank (PM 5,10)	Vers 11 h 20, un citoyen a appelé le Centre de contrôle des opérations de VIA pour l'informer que les barrières n'étaient pas descendues lors du passage d'un train.	Un agent d'entretien des signaux a examiné les données historiques des dispositifs de signalisation automatique qui ont révélé que ces dispositifs fonctionnaient comme prévu. Ceci a aussi été confirmé par l'employé en poste au passage à niveau pour signaler tout déclenchement inutile.	Appel du public – compréhension et interprétation erronées.	Normal
19	10 avril	Promenade Strandherd (PM 6,81)	Un camion à benne a brisé la barrière sud alors que les dispositifs de signalisation automatique étaient en marche en raison d'un train qui approchait. L'employé en poste au passage à niveau a été témoin de la scène.	Un agent d'entretien des signaux s'est rendu sur les lieux et a réparé la barrière et les feux de celle-ci.	Le conducteur du camion roulait trop vite et a percuté la barrière. Rapport d'incident n° 14-89317 du Service de police d'Ottawa	Autre

Point	Date	Emplacement	Description de l'événement	Mesure prise/examen	Cause/Correctif	Catégorie
20	11 et 12 avril	Avenue Woodroffe (PM 3,28)	RailTerm a signalé que les dispositifs de signalisation automatique se sont rétablis après le passage d'un train sur le passage à niveau (fonctionnement normal) et se sont mis en marche de nouveau et que les barrières ont commencé à descendre, mais qu'elles ont remonté. Il y a une vidéo et un courriel (daté du 12 avril) sur cet événement.	Des agents d'entretien des signaux ont déplacé les connexions des câbles de transmission sur les rails, ont réétalonné le prédicteur pour passage à niveau et ont mis le système à l'essai selon les recommandations de Siemens. Le système semble ne pas avoir fonctionné. Les renseignements ont été envoyés à Siemens et Hatch Mott MacDonald pour examen.	Il semble s'agir d'un bruit de roue tronquée généré par le mouvement des trains. Problème au niveau du prédicteur pour passage à niveau.	Problème technique

Nombre d'événements dans chacune des catégories :

Normal	7
Problème technique	7
Autre	6

Annexe M – Liste des acronymes et abréviations

ABS	système de freinage antiblocage
ADL	Alexander Dennis Limited
APTA	American Public Transportation Association
AREMA	American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association
ASF	Avis de sécurité ferroviaire
ASR	système de freinage d'antipatinage
ASTM	American Society for Testing and Materials
ATA	American Trucking Association
ATC	Association des transports du Canada
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
C	Celsius (degrés)
CCATM	Conseil canadien des administrateurs en transport motorisé
CCC	commande centralisée de la circulation
CCF	contrôleur de la circulation ferroviaire
CCN	Commission de la capitale nationale
CCT	Commission canadienne des transports
CCTA	comité consultatif technique sur les autobus
CEL	consignateur d'événements de locomotive
CF	cylindre de frein
CG	conduite générale
cm	centimètres
CN	Canadien National

CP	Canadien Pacifique
CREEP	Container, Restraints, Energy management, Environment, Post-crash factors (contenant, dispositifs de retenue, gestion de l'énergie, environnement, facteurs après-impact)
CSA	Association canadienne de normalisation
DAS	demande d'amélioration du service
dB	décibels
DEL	diode électroluminescente
Delcan	Delcan Corporation
DJMA	débit journalier moyen annuel
DOT	Department of Transportation (États-Unis)
E500	Enviro 500 (modèle d'autobus)
E_k	énergie cinétique
EDM	enregistreur de marche
EDR	enregistreur de données routières
EDSC	Emploi et Développement social Canada
EIE	engineer-induced emergency (freinage d'urgence commandé par le mécanicien)
FAST	Fatigue Avoidance Scheduling Tool (outil de gestion du temps en vue d'éviter la fatigue)
FHA	Federal Highway Administration (États-Unis)
FMVSS	<i>Federal Motor Vehicle Safety Standards</i> (États-Unis)
GO	GO Transit

Golder	Golder Associates Limited
GPS	système mondial de positionnement
h	heures
HFN	Human Factors North
HIC	head injury criterion (critère de traumatisme crânien)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IIHS	Insurance Institute for Highway Safety (États-Unis)
IVN	Intelligent Vehicle Network
J	joules
Jock Valley	Jock Valley Engineering Limited
kg	kilogrammes
kg m/s	kilogrammes par mètre par seconde
km	kilomètres
km/h	kilomètres à l'heure
km/h/s	kilomètres à l'heure par seconde
kN	kilonewtons
Laidlaw	Laidlaw Incorporated
lb/po ²	livres au pouce carré
LRC	léger, rapide, confortable

m	mètres
MC	mécanicien aux commandes
mg	milligrammes
mi/h	milles à l'heure
mi/h/s	milles à l'heure par seconde
min	minutes
Min.	minimum (poignée du frein à air)
mm	millimètres
MMM	MMM Group Limited
Moy.	moyenne
MR	mécanicien responsable
ms	millisecondes
m/s	mètres par seconde
MTO	ministère des Transports de l'Ontario
N	newtons
NATSA	North American Transit Services Association
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration (États-Unis)
Nm	newtons-mètres
NSVAC	<i>Normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada</i>
NTSB	National Transportation Safety Board (États-Unis)
P	Park (stationnement - levier des vitesses d'un véhicule)
PAPN	Programme d'amélioration des passages à niveau
PDG	président-directeur général

pi	pieds
pi/s	pieds par seconde
PM	point milliaire
PNBV	poids nominal brut du véhicule
po	pouces
PPO	Police provinciale de l'Ontario
QT	queue du train
REF	<i>Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada</i>
Rel	release (desserré – poignée du frein à air)
RP	Recommended Practice (Pratique recommandée)
RSB	rapport signal-bruit
RTD 10	<i>Normes techniques et exigences concernant l'inspection, les essais et l'entretien des passages à niveau rail-route</i>
s	secondes
SAE	SAE International
SGS	système de gestion de la sécurité
SPO	Service de police d'Ottawa
SSD	stopping sight distance (distance de visibilité d'arrêt)
TC	Transports Canada
T _d	temps de passage du véhicule type
tr/min	tours par minute
Transitway	réseau à 2 voies réservé aux autobus d'OC Transpo

TS Technical Specification (Spécification technique)

TTC Toronto Transit Commission

v vitesse

V volts

V c.a. volts, courant alternatif

V c.c. volts, courant continu

VIA VIA Rail Canada Inc.

Ville ville d'Ottawa

W watts