

RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE

R00C0159

ACCIDENTS À UN PASSAGE À NIVEAU

DU TRAIN DE MARCHANDISES N° 590-19
DE L'ATHABASCA NORTHERN RAILWAY LTD.

AU POINT MILLIAIRE 138,07

DE LA SUBDIVISION WATERWAYS

À IMPERIAL MILLS (ALBERTA)

LE 19 DÉCEMBRE 2000

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

Rapport d'enquête ferroviaire

Accidents à un passage à niveau
du train de marchandises n° 590-19
de l'Athabasca Northern Railway Ltd.
au point milliaire 138,07
de la subdivision Waterways
à Imperial Mills (Alberta)
le 19 décembre 2000

Rapport numéro R00C0159

Résumé

Le 19 décembre 2000, vers 20 h 37, heure normale des Rocheuses, le train de marchandises n° 590-19 de l'Athabasca Northern Railway Ltd. roulait en direction sud à la hauteur du passage à niveau de la route secondaire 881, au point milliaire 138,07 de la subdivision Waterways, quand un tracteur semi-remorque a heurté le 21^e wagon du train. Cette collision a occasionné un freinage d'urgence, ce qui fait que le train s'est arrêté sur le passage à niveau, le 33^e wagon bloquant le passage à niveau. Le conducteur du camion n'a pas été blessé. Vers 23 h 47, alors que le train occupait toujours le passage à niveau, un camion partiellement chargé de billes de bois est entré en collision avec le train de marchandises à l'arrêt. Le conducteur de ce dernier camion a été mortellement blessé.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

L'événement

Collision n° 1

Le 19 décembre 2000, vers 20 h 37, heure normale des Rocheuses (HNR)¹, un freinage d'urgence provenant de la conduite générale arrête le train de marchandises n° 590-19 de l'Athabasca Northern Railway Ltd. (ANR) qui roule en direction sud sur le passage à niveau de la route secondaire n° 881, au point milliaire 138,07 de la subdivision Waterways. Le mécanicien signale immédiatement l'incident à la Gendarmerie royale du Canada (GRC) et au contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF). L'agent de la GRC qui répond à l'appel prend les mesures voulues pour obtenir l'aide des services médicaux d'urgence (SMU) et du service des incendies de lac La Biche (Alberta), et met un deuxième agent en attente commandée pendant qu'on évalue la situation. Le chef de train constate que le 21^e wagon, un wagon couvert vide, a été heurté par un tracteur semi-remorque qui roulait en direction ouest sur la route 881. En raison de la collision, le train n'est plus en mesure de rouler; le châssis du wagon couvert est séparé de ses roues à un bout du wagon, et le wagon est dételé du wagon-tombereau qui suivait. Le wagon couvert endommagé s'est arrêté à environ 245 m au sud du passage à niveau, tandis que la partie arrière du train bloque le passage à niveau. Une distance d'environ 35 mètres séparent le 21^e wagon du 22^e wagon.

Le conducteur du tracteur semi-remorque qui roulait vers l'ouest a dirigé son véhicule vers le fossé sud-est pour tenter d'éviter la collision avec le train. À cause de cette manoeuvre, le camion a pivoté de 180 degrés et l'arrière de la remorque vide a heurté le train. Le conducteur du camion n'a pas été blessé. Plusieurs usagers de la route offrent leur aide à mesure qu'ils arrivent sur les lieux de la collision. Après l'accident, les véhicules qui approchent s'arrêtent à l'est du passage à niveau. L'agent de la GRC arrive sur les lieux en provenance de l'ouest vers 21 h 15, suivi peu après par les SMU et une équipe de pompiers de lac La Biche. La voiture de patrouille de la GRC est stationnée face au train, à 60 m environ à l'ouest du passage à niveau, sur la voie menant en direction est; ses gyrophares fonctionnent et ses phares avant sont allumés à l'intensité maximale. Ayant déterminé que la route est impraticable, les automobilistes commencent à passer par le chemin Imperial Mills, situé à environ 400 m à l'est du passage à niveau bloqué. Cette route rejoint la route 881 à environ 2 km à l'ouest du passage à niveau. On laisse repartir les ambulances et les équipes d'incendie après avoir constaté que personne n'est blessé.

Après avoir déterminé que les véhicules s'arrêtent en toute sécurité, l'agent de la GRC qui est sur place décide qu'il n'a pas besoin de personnel additionnel pour diriger la circulation. On considère que la voiture de police stationnée du côté ouest du passage à niveau, et plusieurs camions stationnés du côté est, avec leurs clignotants d'urgence et leurs gyrophares allumés, constituent un avertissement adéquat pour les véhicules qui approchent.

Le chef de train évalue les dommages subis par le 21^e wagon et détermine qu'une grue sera nécessaire pour replacer la caisse sur les bogies et pour pouvoir l'atteler au 22^e wagon et libérer le passage à niveau. Il indique aussi à l'agent de la GRC que ce travail va prendre de deux à trois heures.

Il est 21 h 30 au moment de cette conversation. On ne discute d'aucun autre plan d'action avec l'agent de la GRC. Comme la compagnie de chemin de fer considère cet événement comme étant un accident de la circulation, elle décide de ne pas mener sa propre enquête.

¹ Les heures sont exprimées en heure normale des Rocheuses (Temps universel coordonné [UTC] moins sept heures), sauf indication contraire.

On déplace le wagon endommagé jusqu'à un passage à niveau situé au point milliaire 137,5 (route Imperial Mills), où les réparations pourront être effectuées. Le personnel de l'ANR assure la protection voulue sur les lieux, en contrôlant la circulation routière à ce passage à niveau pendant que les réparations se poursuivent.

Le tracteur et la remorque endommagés sont retirés du fossé de la route 881 vers 22 h.

Vers 23 h 15, il ne reste que deux véhicules au passage à niveau de la route 881 — du côté ouest, le véhicule de la GRC, dont les phares avant et les gyrophares sont allumés et, du côté est, un camion-grue (un ensemble tracteur et semi-remorque portant une grue), dont les phares avant et les clignotants d'urgence sont allumés. Le train occupe toujours le passage à niveau.

Collision n° 2

Vers 23 h 47, un camion roulant vers l'ouest, transportant un chargement partiel de billes de bois, approche du passage à niveau. Le conducteur du camion contourne le camion-grue stationné sur l'accotement de la voie ouest et fonce dans le train immobilisé. Suite à la collision, le conducteur reste coincé dans la cabine. La cabine est écrasée entre le wagon et la charge de billes de bois que le camion tirait. Certaines billes sont catapultées au-dessus du train et des parties du camion s'encastrent sous le wagon et finissent leur course sous et à l'écart du wagon, à l'ouest du passage à niveau.

Au moment de la deuxième collision, le conducteur du tracteur semi-remorque impliqué dans la première collision et l'agent de la GRC viennent de finir de discuter de la première collision et se dirigent vers le côté est du train. Ils traversent du côté ouest au côté est à la hauteur du premier attelage, au nord du passage à niveau, quand ils aperçoivent le camion qui approche. Ils voient alors le camion contourner le camion-grue et percuter le train à l'arrêt.

Immédiatement après l'impact, l'agent de la GRC demande l'aide des SMU, du service d'incendie et de la police de lac La Biche. Il entre aussi en contact avec son superviseur, qui n'est pas de service, pour l'informer de la situation et pour demander de l'aide. L'équipe d'intervention des SMU, le service d'incendie et des renforts de la GRC arrivent au passage à niveau vers 00 h 15 le 20 décembre 2000. Le service d'incendie place des fusées éclairantes du côté est afin d'assurer la protection de la voie pendant qu'on extirpe le conducteur de camion de l'épave. On détourne la circulation vers le chemin Imperial Mills. Pendant qu'on retire les billes de bois pour libérer le conducteur, les SMU prodiguent les soins médicaux d'urgence. Le conducteur est extrait de la cabine du camion vers 3 h 05 et est transporté à l'hôpital de lac La Biche, mais il ne survit pas à ses blessures.

Les réparations temporaires effectuées sur le train se terminent vers 00 h 30. Vers 5 h, après qu'on eut extirpé le conducteur des débris et ramassé l'épave, on fait faire marche arrière à la partie avant du train pour l'atteler à la partie arrière, et on libère le passage à niveau de la route 881.

Conditions météorologiques

La température était de moins 20 degrés Celsius et le vent soufflait du nord à 10 km/h. La visibilité était bonne. La nuit était sombre et sans lune. La surface de la route était glissante et était couverte de neige et de glace.

Mode de contrôle de la circulation ferroviaire

Dans la subdivision Waterways, la circulation des trains est régie par le système de régulation de l'occupation de la voie (ROV), en vertu du Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada (REF), et est supervisée par un CCF à partir de North Bay (Ontario); ce service est assuré par la Rail America, Inc.

Exploitation des trains

Les trains de l'ANR roulaient dans le nord-est de l'Alberta, en l'occurrence sur les subdivisions lac La Biche et Waterways, avec l'autorisation de la Central Western Railway (CWR), l'exploitant précédent de la ligne de chemin de fer². En Alberta, la réglementation de l'ANR relevait du ministère des Transports de l'Alberta, Direction générale de l'infrastructure (Alberta Infrastructure). La politique en vigueur à Alberta Infrastructure voulait que tous les accidents ou incidents ferroviaires soient signalés immédiatement au Centre de coordination et d'information (CIC) du gouvernement provincial. Les membres de l'équipe de train n'étaient pas bien au fait de cette exigence et ne disposaient pas du numéro du CIC, bien qu'ils aient avisé la CWR de la situation. La CWR a signalé les accidents au CIC à 1 h, le 20 décembre 2000.

La vitesse en voie maximale autorisée sur la subdivision Waterways est de 30 mi/h. Le train circule six jours par semaine; une journée, il va du sud au nord jusqu'à Fort McMurray (Alberta), et il revient le lendemain. Les vendredis, le train fait relâche pour les travaux d'entretien des locomotives.

Train n° 590-19 de l'Athabasca Northern Railway Ltd.

Le train comptait deux locomotives, 41 wagons-trémies servant au transport de charbon et chargés de coke, et un wagon couvert vide. Le train mesurait environ 2 700 pieds et pesait environ 5 320 tonnes. La vitesse consignée du train au moment de l'accident était de 23 mi/h environ. Le wagon couvert n° CN 414207 a subi des dommages au flanc de sa caisse par suite de l'impact de la remorque, lors de la première collision. Le wagon-tombereau n° CN 196116 a subi des dommages mineurs quand il a été heurté par le camion chargé de billes de bois.

Les wagons-trémies étaient peints en noir et portaient des lettres d'identification blanches ainsi que l'emblème des propriétaires, peint en blanc. Chacun des wagons-trémies portait des disques réfléchissants de quatre pouces de diamètre. Le wagon qui a été heurté par le camion chargé de billes de bois portait à l'avant deux marqueurs qui auraient été à la vue du conducteur du camion, mais qui avaient été recouverts de peinture noire. Les marqueurs ont été installés en 1975, l'année de fabrication du wagon. Une évaluation subjective des disques a révélé une forte accumulation de saleté ainsi qu'une visibilité très limitée.

L'équipe de train comptait un chef de train et un mécanicien qui étaient dans la locomotive de tête. Ils étaient qualifiés pour occuper leurs postes respectifs. Le chef de train était aussi un inspecteur de wagons autorisé. Ils avaient commencé leur journée de travail à 9 h 30 le 19 décembre 2000, et ils étaient au travail depuis environ 11 heures au moment du premier accident.

Tracteur semi-remorque

Le véhicule impliqué dans la première collision était un camion Kenworth de l'année 1981, qui tirait une remorque à plate-forme inclinée, utilisée dans les champs pétrolifères. Il rentrait à lac La Biche après avoir déchargé une citerne à résidus à Conklin (Alberta). Le livret de bord du conducteur indiquait que ce dernier n'avait pas travaillé les deux jours précédents et qu'il avait commencé son service à midi, le 19 décembre. Le camion n'était pas équipé d'un consignateur d'événements.

² Le 8 février 2001, l'ANR a reçu du gouvernement provincial l'autorisation d'exploiter un chemin de fer de courte ligne, et a pris la relève de la CWR, l'exploitant choisi dans le cadre de l'entente précédente.

Le conducteur connaissait bien le secteur, mais il n'avait pas conduit sur ce tronçon de la route depuis plusieurs années. Il roulait à 90 km/h quand il a remarqué les signaux avancés de passage à niveau, et il a ralenti à environ 80 km/h pour éviter d'endommager son camion au cas où la surface du passage à niveau serait inégale. À une distance estimée à 200 m du passage à niveau, il a remarqué les roues du train qui roulait sur le passage à niveau. Il a immédiatement essayé d'arrêter et, quand il est devenu évident qu'il ne pourrait arrêter le camion à temps pour éviter une collision avec le train, il a dirigé son véhicule vers le fossé. Pendant qu'il approchait du passage à niveau, il avait été gêné par des reflets dans son rétroviseur, attribuables à la réflexion des phares du camion qui suivait le sien.

Camion d'exploitation forestière

Le véhicule impliqué dans la deuxième collision, un camion à essieux en tandem Freightliner de 1997 avec remorques tandem (train double de type B), roulait à destination de Boyle (Alberta) avec un chargement partiel de billes de bois sur la première remorque derrière la cabine. Le camion appartenait à une entreprise de camionnage locale liée par contrat à l'Alberta-Pacific Forest Industries Inc. (ALPAC). Le conducteur était au service de l'entreprise depuis trois ans. Le tracteur du camion d'exploitation forestière a été détruit dans l'accident.

Le système électronique d'enregistrement des données relatives au conducteur a indiqué que celui-ci avait été en repos le 17 décembre. Après cette date, l'horaire du conducteur a été le suivant :

- le 18 décembre, il a commencé à travailler à 1 h, il a travaillé pendant 9,75 heures, et a été en repos pendant 11,5 heures;
- il a recommencé à travailler à 22 h 30, et a travaillé jusqu'à 7 h 30 le 19 décembre;
- il a été en repos pendant 10,5 heures, a recommencé à travailler à 18 h 30 et a travaillé jusqu'au moment de l'accident.

La journée de travail moyenne depuis le 12 décembre a compté environ 12,5 heures. En incluant la journée de repos, le conducteur avait travaillé pendant 76,5 heures en sept jours.

Aux termes de la législation de l'Alberta, les conducteurs de camions qui ne franchissent pas la frontière de la province peuvent travailler pendant 15 heures par jour, et peuvent conduire pendant 13 heures au maximum. Il n'y a aucune restriction hebdomadaire ou mensuelle.

Le contrat signé avec l'ALPAC stipulait que tous les camions d'exploitation forestière devaient être équipés d'un consignateur d'événements destiné à enregistrer certaines caractéristiques concernant les performances du camion, ainsi que la position du camion transmise par le système mondial de localisation (GPS) et la situation du conducteur (au volant, au travail, en repos). L'ALPAC contrôlait chaque parcours pour surveiller les manquements à la sécurité, et fournissait les données de chaque parcours à l'entreprise contractuelle pour qu'elle puisse veiller au respect des règles de sécurité routière et contrôler les variables relatives au rendement des véhicules.

L'information consignée a indiqué que le camion roulait à environ 92 km/h quand il est arrivé près du passage à niveau, et qu'il a ralenti à environ 88 km/h à peu près 15 secondes avant l'impact. Les freins ont été serrés environ quatre secondes avant la collision. La vitesse consignée au moment de l'impact était de 68 km/h environ.

On voit couramment des camions dont les feux clignotants ou les gyrophares sont actionnés et qui sont stationnés sur l'accotement de la route 881. La plupart du temps, les conducteurs de ces camions s'arrêtent à ces endroits pour faire une pause.

Contrôle de la circulation routière

On n'a placé aucun dispositif d'avertissement d'urgence sur la route pour aviser les automobilistes que le passage à niveau était bloqué, et la réglementation n'obligeait pas les conducteurs de véhicules automobiles ni les équipes des trains à le faire.

Gendarmerie royale du Canada (GRC)

La GRC n'a pas de politique à l'échelle nationale, ou pour la province de l'Alberta, concernant des mesures « spécifiques » de contrôle de la circulation sur les lieux d'une collision. Cet aspect des méthodes employées par la GRC est traité dans le volet de la formation qui porte sur les enquêtes relatives aux collisions, à l'École de la GRC de Regina (Saskatchewan), et il fait l'objet d'un suivi pendant la formation en cours d'emploi dans le cadre des cours de la GRC relatifs aux enquêtes sur les accidents. Ce module de formation précise que la première tâche d'un agent de police lorsqu'il arrive sur les lieux d'un accident consiste à éviter que d'autres collisions se produisent. L'agent de police doit évaluer les risques et tenir compte de plusieurs facteurs, dont le lieu où l'accident est survenu, la gravité de la collision, la densité de la circulation, l'état de la route/les conditions météorologiques, la visibilité et d'autres dangers potentiels. Une fois l'évaluation des risques terminée, l'agent de police doit prendre les mesures qu'il juge appropriées dans les circonstances. Les mesures en question peuvent comprendre l'emploi d'équipement d'urgence afin de faciliter le contrôle de la circulation, ou le recours à d'autres agents ou organismes. Le module de formation traite aussi d'aspects comme le détournement de la circulation et les mesures à prendre relativement aux marchandises dangereuses. Bien que la politique ne fournit pas de directives à l'agent de police, le module de formation de la GRC exige quand même qu'on procède à une évaluation des risques et qu'on prenne des mesures en conséquence.

Il y avait deux agents en service lors de l'accident. L'agent qui a été dépêché sur les lieux était responsable du détachement de lac La Biche, la nuit de l'accident. Il était au courant qu'en vertu de la politique de la GRC, il devait contrôler la circulation sur les lieux de l'accident afin d'assurer la protection du public, et qu'il devait pour ce faire utiliser des dispositifs d'avertissement de détresse, diriger la circulation sur place ou utiliser tout autre moyen disponible. D'après son interprétation, la politique lui donnait toute la latitude voulue pour décider du nombre d'agents qui devaient se rendre sur place et des mesures à prendre pour contrôler la circulation. Étant donné les ressources limitées qui étaient disponibles, il a choisi de se rendre seul sur les lieux de l'accident afin d'évaluer la situation avant de demander que l'autre agent vienne lui prêter main-forte. Au moment de l'accident, l'autre agent répondait à un autre appel relatif à un accident de la circulation et, pendant toute la soirée, il a dû répondre à plusieurs autres situations urgentes. D'autres agents du détachement qui étaient hors-service auraient pu prêter main-forte à leurs collègues; toutefois, pour que ces agents interviennent, il aurait fallu que l'on communique avec le superviseur, lequel était hors-service.

Le comté de Lakeland avait fourni au détachement de la GRC des numéros d'urgence qu'elle pouvait appeler si elle avait besoin d'assistance. Toutefois, l'agent qui est intervenu ignorait que le comté de Lakeland mettait des ressources à sa disposition.

Immédiatement après le deuxième accident, l'agent de la GRC a communiqué avec son superviseur, et des ressources additionnelles ont été affectées au contrôle de la circulation et à l'intervention d'urgence. Il a été relevé par le deuxième agent qui était de service, et il a quitté les lieux de l'accident vers 3 h.

On a communiqué avec le comté de Lakeland à 3 h 30 pour demander de l'aide aux fins du contrôle de la circulation sur les lieux de l'accident.

Équipe de train

Le REF et les instructions générales d'exploitation des chemins de fer renferment les directives concernant les pratiques sûres auxquelles les équipes de train doivent se conformer. L'ANR avait intégré les exigences fédérales contenues dans le REF à son accord d'exploitation. Les instructions générales des chemins de fer veulent qu'on donne un préavis quand on veut qu'un train occupe un passage à niveau public, en faisant retentir le sifflet et la cloche de la locomotive et en allumant le phare avant et les phares de fossé. Au paragraphe c) de la règle 103 du REF, intitulée Passages à niveau publics, on lit que, si un train occupe un passage à niveau public :

Lorsque des véhicules routiers ou des piétons attendent pour franchir un passage à niveau public, aucune partie d'un matériel roulant à l'arrêt ne peut occuper pendant plus de cinq minutes une partie quelconque d'un passage à niveau public. En outre, les manoeuvres effectuées à de tels passages à niveau ne doivent pas bloquer la circulation routière ou piétonne pendant plus de cinq minutes à la fois. Cependant, lorsque des véhicules de secours demandent à passer, les employés doivent prendre les mesures nécessaires pour dégager le plus rapidement possible les passages à niveau publics et privés.

Rien n'oblige spécifiquement les employés des chemins de fer à protéger les véhicules automobiles pour éviter qu'ils entrent en contact avec un train qui occupe un passage à niveau public et qui n'est pas en mesure de poursuivre sa route. Toutefois, au paragraphe a) de la règle 101 du REF, intitulée Protection de situations extraordinaires, on dit :

Les trains ou les locomotives doivent être pleinement protégés contre toute situation connue ou redoutée qui risque de compromettre la sécurité de la circulation ferroviaire.

La règle générale A du REF exige ce qui suit :

Tout employé d'un service associé à la circulation des trains ou des locomotives doit :

[. . .]

(iv) signaler à l'autorité compétente, par le moyen le plus rapide, toute situation pouvant compromettre la sécurité du mouvement d'un train ou d'une locomotive, veiller aux intérêts de la Compagnie et collaborer à leur protection;

(v) obtenir rapidement l'aide nécessaire pour maîtriser une situation nuisible ou dangereuse.

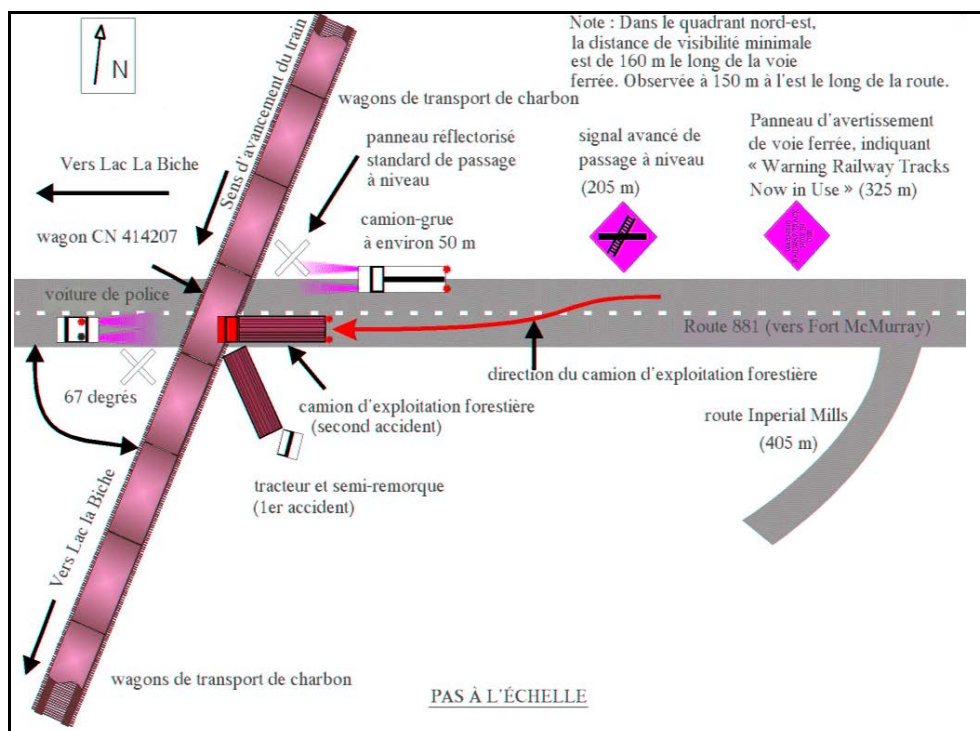
Les membres de l'équipe n'ont pas participé au contrôle de la circulation automobile au passage à niveau public de la route 881, mais ils s'en sont chargés au passage à niveau public du point milliaire 137,59, là où le wagon couvert endommagé a été réparé. Conformément à la philosophie qui préside habituellement à l'exploitation des chemins de fer, il n'incombait pas à l'équipe de l'ANR de se charger de la protection des automobilistes une fois que le passage à niveau de la route 881 a été occupé entièrement par le train.

Le passage à niveau

La route secondaire 881 a été construite à la fin des années 1980 et est une route de remplacement menant à la route 63 de l'Alberta, allant d'Edmonton à Fort McMurray. La route dessert les collectivités situées entre lac La Biche et Fort McMurray. Une portion de la route entre la jonction de la route secondaire 858 et Heart Lake a été asphaltée au printemps 2000. On compte sur la route 881 six passages à niveau protégés par des signaux avancés réfléchissants. Trois de ces passages à niveau, situés aux points milliaires 117,39, 121,0 et 138,07, se trouvent dans la partie asphaltée de la route. Les trois autres passages à niveau sont dans la portion revêtue de gravier. Tous les passages à niveau relèvent du comté de Lakeland.

Le passage à niveau du point milliaire 138,07 était protégé par un panneau rétrofléchissant standard, installé en 1990. En 1998, on a installé une bande rétrofléchissante rouge, mesurant 4 pouces de largeur sur 4 pieds et 6 pouces de hauteur, à l'arrière des poteaux des panneaux indicateurs de passage à niveau. Il y avait un signal avancé de passage à niveau (SAPN) dans le sens de la circulation, à environ 200 m à l'est du passage à niveau. De plus, des panneaux d'avertissement de la présence de la voie ferrée, disant « WARNING: RAILWAY TRACK NOW IN USE », étaient placés à 325 m à l'est du passage à niveau. Des marques de passage à niveau étaient peintes en blanc sur la chaussée aux abords du passage à niveau et à la hauteur des SAPN, dans les deux directions, mais elles étaient masquées par la neige et la glace. Ce passage à niveau n'était pas éclairé pendant la nuit.

Pour des véhicules roulant vers l'ouest qui étaient à 150 m du passage à niveau, les distances de visibilité permettaient de voir un train arrivant du nord à 160 m du passage à niveau. Les signaux rétrofléchissants standard de passage à niveau (croix d'avertissement) étaient cachés partiellement par le camion-grue. Le passage à niveau croisait la chaussée à un angle de 67 degrés, et le voie ainsi que la route étaient en alignement. Les abords routiers du passage à niveau étaient en palier (voir la figure 1).



La vitesse maximale autorisée était de 80 km/h. Le 1^{er} février 2001, on a approuvé un règlement portant la vitesse autorisée à 100 km/h. D'après les projections établies selon les résultats d'une étude d'Alberta Infrastructure menée en 1998, le débit journalier moyen annuel (DJMA) pour la route 881 était de 540 véhicules par jour en 1999. Toutefois, il convient de noter que la circulation varie d'une saison à l'autre et démontre pendant les mois d'hiver une concentration de camions lourds transportant des billes de bois ou du matériel d'exploitation pétrolière. La fréquence des trains à cet endroit est inférieure à un train par jour.

Avant que l'ANR achète ce tronçon en août 2000, la circulation ferroviaire y était intermittente. Quand l'ANR a commencé à exploiter le tronçon, la compagnie a fait publier des annonces dans le journal local pour informer le public que l'exploitation de la voie ferrée allait reprendre. L'ANR a aussi tenu des réunions avec l'ALPAC pour discuter de la sécurité relative aux passages à niveau; suite à ces réunions, l'ALPAC a rédigé des instructions de sécurité à l'intention de ses camionneurs contractuels et a affiché des avis de sécurité dans les postes de pesage des camions de l'ALPAC.

Réglementation provinciale/fédérale

La réglementation et la surveillance de l'exploitation des chemins de fer de compétence provinciale relèvent du gouvernement de la province. La réglementation de Transports Canada ne s'appliquerait pas aux chemins de fer relevant de l'autorité de la province de l'Alberta. Toutefois, Transports Canada collabore avec plusieurs provinces, dont l'Alberta, quant à l'information relative à Direction 2006, à l'Opération Gareautrain et au *Projet d'harmonisation des régimes de réglementation fédéral et provinciaux*.

Le *Projet d'harmonisation des régimes de réglementation fédéral et provinciaux* a pour but de vérifier et de comparer les régimes réglementaires des autorités fédérales et provinciales en matière de sécurité ferroviaire, afin de cerner les lacunes et de trouver des possibilités d'harmonisation accrue entre les compétences.

Fréquence des accidents à des passages à niveau dépourvus de systèmes de protection automatiques

Au Canada, il y a environ 15 700 passages à niveau publics de compétence fédérale qui sont dépourvus de systèmes de protection automatiques. Même si le nombre total d'accidents survenus aux passages à niveau a connu une diminution régulière de 1996 à 2000, cette réduction est attribuée en grande partie à la diminution des accidents survenus pendant le jour. Le nombre d'accidents survenus pendant la nuit est resté relativement constant. Les données indiquent aussi que, comparativement aux accidents survenus de jour, il y a une plus forte proportion d'accidents de nuit lors desquels des trains sont heurtés par des véhicules.

	1996	1997	1998	1999	2000
Pendant le jour					
Trains heurtés par des véhicules	30	20	11	12	18
Véhicules heurtés par des trains	59	49	38	38	29
Total	89	69	49	50	47
Pendant la nuit					
Trains heurtés par des véhicules	21	15	32	22	22
Véhicules heurtés par des trains	27	22	14	23	11
Total	48	37	46	45	33
Total					
Trains heurtés par des véhicules	51	35	43	34	40
Véhicules heurtés par des trains	86	71	52	61	40
Total	137	106	95	95	80
Accidents mortels	11	9	14	16	10
Accidents avec blessés	28	18	13	12	5

Conception des routes et anticipation des conducteurs

Quand elles conçoivent des routes, des panneaux et des pratiques de signalisation, les administrations routières s'efforcent d'être uniformes afin d'amener les conducteurs à anticiper ce qui les attend sur la route et d'améliorer ainsi la fluidité et la sécurité de la circulation.

Les études menées aux États-Unis indiquent que les gens ne comprennent pas tous la même chose au sujet des responsabilités des conducteurs aux abords d'un passage à niveau dépourvu de système de protection automatique³. En particulier, quand on leur a demandé ce qu'il convenait de faire en arrivant devant une croix d'avertissement de passage à niveau, certains conducteurs ont dit croire qu'ils devaient céder le passage, d'autres ont dit qu'il fallait s'arrêter, et d'autres pensaient qu'ils ne devaient pas prendre de mesures particulières.

³ National Transportation Safety Board (1998). *Safety at Passive Grade Crossings*. Volume 1: Analysis. Safety Study NTSB/SS-98/02. Washington, DC. p. 78.

Les enquêtes sur des accidents menées par le National Transportation Safety Board (NTSB) des États-Unis ont démontré que bien des conducteurs ne s'attendent pas à voir un train et, par conséquent, ne cherchent pas activement à détecter la présence de trains quand ils approchent d'un passage à niveau⁴. Cette constatation est corroborée par des modèles de performance humaine, qui démontrent que l'anticipation s'acquiert avec le temps et avec l'expérience personnelle. Donc, chaque fois qu'un conducteur franchit un passage à niveau où il n'y a pas de train en vue, il est conforté encore davantage dans sa perception voulant qu'il n'y ait pas de train dans le secteur. Les recherches du NTSB indiquent aussi que les conducteurs sous-estiment, en moyenne, par un facteur de trois, le nombre de passages à niveau⁵.

Une autre difficulté liée à l'anticipation et aux attentes des conducteurs découle du fait que les attentes des gens ont une très forte incidence sur leur attention et, par voie de conséquence, sur leur perception. Il arrive couramment que les gens voient (ou entendent) ce qu'ils s'attendent à voir, même si cela ne correspond pas nécessairement à ce qui est effectivement visible. Quand un événement inattendu survient, il peut arriver que l'observateur ne le remarque pas. On a en effet plus de chances de remarquer un événement imprévu si l'événement en question sollicite les sens de façon marquée⁶, et les gens réagissent habituellement plus lentement aux événements imprévus et ont tendance à faire plus d'erreurs quand ils réagissent.

Documents éducatifs

Dans son manuel d'apprentissage des conducteurs, intitulé *Basic Licence Driver's Handbook*, et le supplément sur la conduite de gros camions, de tracteurs et semi-remorques, d'ambulances, de taxis et d'autobus, Alberta Infrastructure traite de la sécurité aux passages à niveau et définit les dispositifs d'avertissement qui peuvent être associés aux passages à niveau; il ajoute aussi quelques conseils de sécurité. La figure 2 reproduit une partie de l'information concernant les passages à niveau.

⁴ National Transportation Safety Board (1998). *Safety at Passive Grade Crossings*. Volume 1: Analysis. Safety Study NTSB/SS-98/02. Washington, DC.

⁵ National Transportation Safety Board (1998). *Safety at Passive Grade Crossings*. Volume 1: Analysis. Safety Study NTSB/SS-98/02. Washington, DC. p. 48.

⁶ M.R. Endsley (1994a). "Situational awareness in dynamic human decision making measurement" dans *Situational Awareness in Complex Systems, Proceedings of a CAHFA Conference, February, 1993*. FL: Embry-Riddle Aeronautical University Press. p. 79-97.

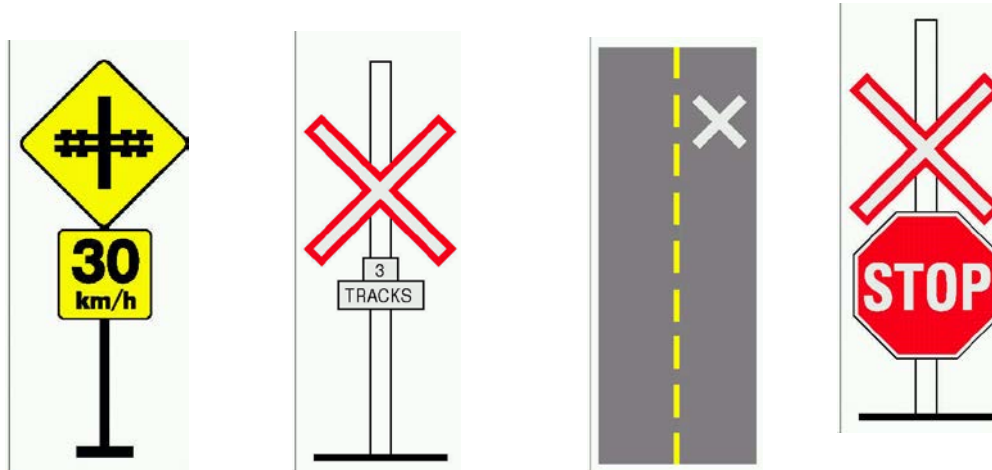


Figure 2. Information fournie dans le manuel publié par Alberta Infrastructure et intitulé *Basic Licence Driver's Handbook*

Signal	Signification
A. Signal avancé de passage à niveau	Regardez, écoutez et ralentissez, étant donné que vous devrez peut-être vous arrêter.
B. Avis de limitation de vitesse	La vitesse sécuritaire est inférieure à la vitesse maximale indiquée.
C. Croix d'avertissement de passage à niveau	Les conducteurs doivent céder le passage aux trains. S'il y a plus d'une voie ferrée, l'écriteau placé sous la croix d'avertissement indique le nombre de voies.
D. Marque(s) sur la chaussée	Indique(nt) qu'on approche d'un passage à niveau.
E. Croix d'avertissement avec panneau d'arrêt	Les conducteurs doivent s'arrêter à une distance allant de 5 m à 15 m du rail le plus rapproché. Les conducteurs ne doivent franchir les voies ferrées que s'ils peuvent le faire en toute sécurité.

En ce qui a trait aux conditions de conduite nocturne, le *Basic Licence Driver's Handbook* précise que le conducteur doit être en mesure de s'arrêter en deçà de la distance éclairée par les phares du véhicule qu'il conduit.

Recherche sur la configuration des passages à niveau non protégés par des systèmes automatiques et sur les écriteaux rétro réfléchissants qui y sont installés

La recherche sur l'amélioration de la configuration des passages à niveau dépourvus de systèmes de protection automatiques et sur l'utilisation de matériaux rétro réfléchissants à ces endroits suggère qu'il y a des avantages appréciables au fait d'ajouter des matériaux rétro réfléchissants à l'arrière de chaque bande d'une croix d'avertissement ainsi qu'à l'avant et à l'arrière des poteaux⁷. La nuit, cette configuration produit un effet de « papillotement », ou « stroboscopique », du côté opposé à la croix d'avertissement, quand un train roule sur un passage à niveau; la probabilité qu'un conducteur soit alerté de la présence du train est alors accrue. On croit que cette configuration est particulièrement utile pour les raisons suivantes :

- les poteaux rélectorisés produisent un très fort impact visuel la nuit, en particulier dans les zones rurales peu éclairées, jusqu'à une distance pouvant atteindre 600 m;
- pendant la nuit, les poteaux rétro réfléchissants⁸ produisent un effet « poteaux de but » qui aide le conducteur à mieux évaluer sa distance par rapport au passage à niveau;
- les conducteurs qui approchent du passage à niveau sont susceptibles d'avoir un degré de vigilance plus élevé, de réduire leur vitesse et, donc, d'être mieux préparés à immobiliser leur véhicule, au besoin;
- les conducteurs apprendront à s'attendre à voir deux poteaux brillants (les « poteaux de but »). L'absence du poteau gauche, ou son apparition et sa disparition successives sous l'effet du passage du train, devrait signaler aux conducteurs la présence du train.

Normes nationales quant à l'application de matériaux rétro réfléchissants aux passages à niveau

Au moment de l'accident, les normes nationales en matière d'application de matériaux rétro réfléchissants aux passages à niveau et de configuration des signaux de passage à niveau étaient régies par le *Règlement sur les passages à niveau au croisement d'un chemin de fer et d'une voie publique* de Transports Canada (CTC 1980-8 RAIL). Toutefois, Transports Canada a entrepris d'approuver des changements à la réglementation et des normes nationales améliorées relatives à la mise en place, la conception et les spécifications de matériaux réfléchissants destinés aux signaux de passage à niveau (actuellement l'ébauche du 14 septembre 2000 intitulée *Normes techniques et exigences concernant l'inspection, les essais et l'entretien des passages à niveau rail-route*). Ces normes ne s'appliquent pas aux opérations de l'ANR ou de tout autre chemin de fer de compétence provinciale.

⁷ Transports Canada (1997). *Étude sur l'application de matériau réfléchissant sur les dispositifs de signalisation des passages à niveau*. TP 13128F.

⁸ Un rétro réflecteur est un dispositif qui reflète la lumière de telle façon que les rayons réfléchis sont parallèles aux rayons incidents.

Application de matériaux rétroréfléchissants sur les wagons

En mai 1959, la Commission des transports du Canada (CTC) a rendu public l'ordonnance n° 097788, qui exigeait l'application de matériaux rétroréfléchissants sur tous les wagons de chemin de fer canadiens roulant sur les voies de chemins de fer de compétence fédérale. Cette ordonnance a été suivie de l'ordonnance n° 123336 de la CTC, datée du 26 janvier 1967, exigeant que tous les wagons de moins de 50 pieds de longueur aient quatre réflecteurs par côté et que les wagons mesurant plus de 50 pieds aient six réflecteurs par côté. Le matériau réfléchissant devait consister en un disque de quatre pouces ou en un réflecteur en forme de losange, fait d'un matériau de type *Engineer Grade*. Cette exigence est toujours en vigueur pour les wagons canadiens. Actuellement, il n'est pas obligatoire aux États-Unis que les trains soient pourvus de marqueurs rélectorisés, et Transports Canada permet que des wagons d'Amérique du Nord qui sont dépourvus de réflecteurs entrent et roulent au Canada. L'Alberta n'a pas d'exigences concernant l'application de matériaux rétroréfléchissants sur le matériel roulant des chemins de fer de compétence provinciale. Tous ces wagons font habituellement l'objet d'échanges avec des chemins de fer de compétence fédérale ou en provenance de ceux-ci.

Le Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP) a mis en branle un programme visant l'application d'un matériau réfléchissant d'un nouveau genre sur les wagons neufs qu'il acquiert, sur les wagons loués à long terme et sur les wagons qui sont repeints au complet. Environ 20 p. 100 des wagons du parc du CFCP sont maintenant pourvus de marqueurs rétroréfléchissants. Le Canadien National (CN) a aussi mis en oeuvre un programme concernant l'application de matériaux réfléchissants *Diamond Grade*^{MD} sur tous les wagons neufs qu'il achète, sur les wagons loués à long terme et sur les wagons remis à neuf. Il n'y a pas eu de mise à niveau pour le reste du parc du CN et du CFCP par rapport à l'exigence originale relative à la taille et au type du matériau rétroréfléchissant. À l'heure actuelle, ni l'un ni l'autre des chemins de fer n'ont mis sur pied un programme d'entretien des marqueurs rélectorisés. Toutefois, le CN étudie la faisabilité d'appliquer le matériau *Diamond Grade*^{MD} à l'ensemble de son parc de wagons et d'en faire l'entretien.

La Federal Railroad Administration (FRA) des États-Unis a mené des recherches sur le potentiel de l'application de matériaux rétroréfléchissants aux wagons de marchandises au début des années 1980. Ces études⁹ ont évalué l'incidence de l'âge et de la saleté sur le pouvoir réfléchissant des surfaces rétroréfléchissantes de type *Engineer Grade* et des surfaces réfléchissantes à grande intensité. Les résultats ont indiqué qu'après six mois, un an et deux ans de service, l'intensité moyenne du pouvoir réfléchissant des surfaces de type *Engineer Grade* était réduite à 23 p. 100, 14 p. 100 et 5 p. 100, respectivement, de sa valeur initiale, et des observateurs humains jugeant du pouvoir réfléchissant pendant la nuit ont indiqué que 61 p. 100 de ces wagons étaient en mauvais état. Des résultats préliminaires similaires ont été obtenus au sujet des pellicules réfléchissantes à grande intensité. Ces constatations ont amené la FRA à conclure que les performances des matériaux de ce type ne justifiaient pas les coûts nécessaires. Toutefois, des améliorations récentes dans le domaine des matériaux réfléchissants (brillance, durabilité et adhésion) ont incité la FRA à réétudier le recours aux matériaux rétroréfléchissants comme moyen de réduire les risques d'accidents pendant la nuit. En 1990, on a lancé aux É.-U. un programme exhaustif de recherche dont la réalisation a été confiée au Volpe National Transportation Systems Center (Volpe) et dont le rapport final a

⁹ James L. Poage and John B. Hopkins (1983). "Measurements and Analysis of Degradation of Freight Car Reflectors in Revenue Service." In *Transportation Research Record*. 904:67-74.

James L. Poage, James C. Pomfret and John B. Hopkins (1983). *Freight Car ReflectORIZATION*. Transportation Systems Center, Research and Special Programs Administration, U.S. Department of Transportation, Cambridge, MA. Report No. FRA-RRS-83-1.

été rendu public en 1999¹⁰. Voici un résumé des principales conclusions de cette recherche (une liste plus détaillée figure à l'annexe A) :

- il est possible d'appliquer un modèle uniforme et reconnaissable de marques réfléchissantes sur la plupart des types de wagons de marchandises, à quelques exceptions près;
- un wagon de marchandises est beaucoup plus facile à détecter s'il est rélectorisé que s'il ne l'est pas;
- un modèle uniforme de matériau rétroréfléchissant peut aider à identifier le danger que représente le wagon de marchandises;
- la configuration/l'emplacement des réflecteurs est important(e) (les positions les plus favorables sont précisées);
- la durabilité et la capacité d'adhésion des matériaux prismatiques mis au point récemment sont susceptibles d'excéder les valeurs minimales pendant une durée atteignant 10 ans, moyennant un entretien régulier (on donne une estimation des coûts du programme d'entretien);
- des données limitées sur les accidents donnent à penser que l'application de matériaux rétroréfléchissants sur les wagons de marchandises pourrait aider à réduire le nombre d'accidents.

Afin de recueillir de l'information sur le sujet, le 26 octobre 2001, la FRA a annoncé qu'elle avait déposé, dans un registre public, une analyse préliminaire visant à évaluer les coûts et les avantages liés à l'installation de matériau rétroréfléchissant sur certains matériels roulants afin de réduire le nombre de collisions à des passages à niveau. La FRA a indiqué qu'après avoir mené une analyse exhaustive et avoir constaté les progrès techniques depuis 1982, elle conclut que l'application de matériaux rétroréfléchissants sur le matériel à marchandises semble être une façon viable et économique de réduire le nombre de collisions aux passages à niveau ainsi que le nombre de blessures et le dommage matériel qui peuvent résulter de ces collisions.

Transports Canada collabore avec les chemins de fer canadiens et la FRA afin de réaliser l'application de matériaux réfléchissants sur tous les wagons de marchandises.

Autres facteurs affectant la visibilité de nuit

Pendant le jour, l'oeil humain peut distinguer une cible sur la route grâce aux contrastes attribuables aux couleurs, aux motifs, aux ombres, à la texture ou à la luminosité. Quand l'éclairage est faible, en l'occurrence quand on conduit la nuit, il n'y a généralement que le contraste de luminosité qui permet de distinguer les objets. S'il n'y a pas d'appareils d'éclairage fixes, les phares avant d'un véhicule sont le seul moyen dont on dispose pour distinguer un objet par rapport à l'arrière-plan. La mesure dans laquelle les phares avant permettent de distinguer un objet de son arrière-plan dépend en grande partie des différences de réflectivité. Par exemple, si la quantité de lumière réfléchie de la surface d'un objet (appelée « luminance ») est quatre fois plus grande que la luminance de l'arrière-plan, un conducteur aura plus de chances de détecter cet objet que si sa différence de luminance n'est que le double.

L'accumulation de saleté sur les phares avant d'un véhicule peut avoir un effet appréciable sur la visibilité du conducteur. Des études ont démontré que, si l'on conduit sous la pluie ou la neige fondante, l'éclairage des phares de la plupart des véhicules peut être réduit de plus de 50 p. 100 dans la zone inférieure de l'horizontale, ce qui peut occasionner une réduction de 15 p. 100 de la visibilité vers l'avant. Les deux camions qui ont été mêlés aux accidents survenus au point milliaire 138,07 roulaient régulièrement sur des

¹⁰ Safety of Highway-Railroad Grade Crossings (1999). *Freight Car Reflectorization*. DOT/FRA/ORD-98/11.

routes de gravier, si bien que les chances étaient accrues que de la saleté s'accumule sur leurs phares avant. Toutefois, on ignore si de la saleté s'était accumulée sur leurs phares la nuit de l'accident.

La saleté a aussi un effet notable sur les rétroreflecteurs puisque la lumière doit traverser deux fois la couche de saleté. On a découvert que le matériau réfléchissant installé sur les camions au début des années 1990 montrait des pertes de luminance de l'ordre de 75 à 90 p. 100 pendant les mois d'hiver¹¹.

L'éblouissement peut occasionner un inconfort chez le sujet ou peut le gêner, et peut aussi réduire sa capacité visuelle au point que le contraste des objets situés à l'avant-plan est considérablement diminué¹².

Considérations relatives à la conception des routes

Les administrations routières disposent de plusieurs guides techniques dont elles se servent pour déterminer l'emplacement approprié de dispositifs de signalisation, p. ex. des signaux, et pour fixer la vitesse de sécurité des véhicules. Au Canada, l'Association des transports du Canada (ATC) publie le manuel de conception intitulé *Normes canadiennes de conception géométrique des routes*.

La distance de visibilité d'arrêt (DVAR) désigne la distance totale parcourue par le véhicule après que le conducteur a aperçu un obstacle : perception, temps de réaction et distance d'arrêt. La distance d'arrêt est la distance parcourue par le véhicule après que le conducteur a serré les freins.

Les *Normes canadiennes de conception géométrique des routes* de 1999 renferment les explications suivantes :

La distance de visibilité d'arrêt permet à un conducteur vigilant et compétent de s'arrêter dans des circonstances normales. Habituellement, cette distance n'est pas adéquate quand le conducteur doit prendre des décisions complexes, quand il est difficile d'obtenir l'information voulue, quand l'information est inusitée ou quand il faut faire des manoeuvres inhabituelles. Si la distance de visibilité est limitée à la distance de visibilité d'arrêt, des conducteurs pourraient ne pas être en mesure d'exécuter des manoeuvres d'évitement inhabituelles. De même, il se peut qu'à la distance de visibilité d'arrêt, les conducteurs ne disposent pas de la visibilité nécessaire pour assimiler la signification des signaux d'avertissement et décider ensuite de la façon de procéder. Puisque la distance de visibilité d'anticipation (DVAN) permet aux conducteurs de manoeuvrer ou de modifier leur vitesse plutôt que de s'arrêter, elle est beaucoup plus grande que la distance de visibilité d'arrêt pour une vitesse de conception donnée.

Les concepteurs devraient employer la DVAN chaque fois qu'il y a possibilité de perception incorrecte de l'information, qu'il faut prendre des décisions ou qu'il faut prendre des mesures de contrôle. Voici des exemples d'endroits où il serait souhaitable de tenir compte de la distance de visibilité d'anticipation :

- échangeurs et intersections complexes;
- endroits où il faut réaliser des manoeuvres inusitées ou inattendues;
- endroits où il y a des changements considérables dans la coupe transversale de la chaussée;

¹¹ P.L. Olson (1996). *Forensic Aspects of Driver Perception and Response*. Lawyers and Judges Publishing Company, Inc., Tucson, AZ. P. 121.

¹² La distance à laquelle on aperçoit une cible peut être réduite de plus de la moitié. P.L. Olson (1996). *Forensic Aspects of Driver Perception and Response*. Lawyers & Judges Publishing Company, Inc., Tucson, AZ. p. 115.

- secteurs où les éléments de la route, les dispositifs de signalisation, les affiches, la circulation, etc., imposent des exigences multiples à la capacité de prise de décisions du conducteur;
- zones de construction.

Dans la version de 1999 des *Normes canadiennes de conception géométrique des routes*, on dit que pour les routes dont la vitesse de conception est de 80 km/h, la DVAN recommandée est de 155 m à 315 m, tandis que la DVAR est de 115 m à 140 m pour les automobiles (et les camions équipés de freins antiblocage), et de 155 m à 210 m pour les camions équipés de freins conventionnels. Pour une vitesse de conception de 100 km/h, on recommande une DVAN de 225 m à 405 m, tandis que la DVAR recommandée est de 160 m à 210 m pour les automobiles (et les camions équipés de freins antiblocage), et de 235 m à 330 m pour les camions équipés de freins conventionnels.

La version de 1999 des *Normes canadiennes de conception géométrique des routes* diffère de celle de 1986, car on y a apporté un changement significatif, à savoir l'ajout de DVAR variables pour les camions. Ce changement tenait compte de la grande variabilité des distances d'arrêt des camions. La version de 1986 des *Normes canadiennes de conception géométrique des routes* ne faisait pas de différence quant à la DVAR recommandée pour les voitures et pour les camions.

Les spécifications précisées par Transports Canada dans son projet manuel intitulé *Passages à niveau - Norme technique et exigences concernant l'inspection, les essais et l'entretien* font appel à ces valeurs pour la conception des abords routiers, l'évaluation de la DVAR aux passages à niveaux existants, l'établissement des distances de visibilité ainsi que le placement et l'alignement des panneaux et des signaux d'annonce de passage à niveau. Les spécifications donnent des DVAR différentes pour les voitures et pour les camions, comme on le recommande dans la version de 1999 des *Normes canadiennes de conception géométrique des routes*.

Distances de visibilité d'arrêt

Vitesse maximale autorisée (km/h)	Version de 1999 des Normes canadiennes de conception géométrique des routes		Guide d'Alberta Infrastructure intitulé <i>Highway Geometric Design Guide</i>	
	Voitures (m)	Camions (m)	1985	1999
21 à 30	30	45	S/O	S/O
31 à 40	45	70	45	45
41 à 50	65	110	65	65
51 à 60	85	130	85	85
61 à 70	110	180	110	110
71 à 80	140	210	140	140
81 à 90	170	265	170	170
91 à 100	210	330	200	200
101 à 110	250	360	220	235

Les DVAR utilisées lors de la construction de la route 881 ont été tirées du manuel publié en 1985 par Alberta Infrastructure, intitulé *Highway Geometric Design Guide*¹³. Le guide recommandait l'emploi des mêmes DVAR pour les automobiles et pour les camions. En août 1999, Alberta Infrastructure a publié une version révisée du *Highway Geometric Design Guide*, dans laquelle on ne fait toujours pas de distinction entre les DVAR recommandées pour les automobiles et celles des camions.

Analyse

Le passage à niveau du point milliaire 138,07 était un des nombreux passages à niveau qu'on voit couramment dans les régions rurales du Canada, sauf pour ce qui est des signaux indiquant que la voie ferrée était en service. Les facteurs environnementaux importants lors de cet accident étaient la basse température, le fait que la nuit était noire mais claire et que les routes étaient enneigées et glacées.

Au moment du premier accident, les alentours du passage à niveau n'étaient pas éclairés. La locomotive avait dépassé de loin le passage à niveau et il n'y avait pas de dispositifs automatiques d'avertissement pour montrer qu'un train occupait le passage à niveau. Environ trois heures plus tard, lors du deuxième accident, il y avait un véhicule de chaque côté du passage à niveau — la voiture de police du côté ouest et le camion-grue du côté est.

L'analyse cherchera à déterminer pourquoi ni l'un ni l'autre des conducteurs n'a détecté la présence du train à une distance qui aurait permis de freiner et de s'arrêter avant d'atteindre le passage à niveau.

¹³

Le guide visait à promouvoir l'uniformité à la grandeur de l'Alberta en matière de conception des routes, et n'était pas une norme légale.

Le conducteur du tracteur semi-remorque n'a pas ralenti de façon marquée après être passé devant le signal avancé de passage à niveau, parce qu'il ne s'attendait pas à la présence d'un train au passage à niveau et parce qu'il n'y avait aucune indication du contraire. Se fiant à son expérience, il s'attendait à ce qu'il n'y ait pas de train puisqu'il lui était arrivé rarement, sinon jamais, de voir des trains à cet endroit. Cette explication concorde avec les constatations faites dans nombre d'autres enquêtes portant sur des accidents survenus à des passages à niveau.

La mise en place de passages à niveau dépourvus de systèmes de protection automatique suppose que le conducteur voit le panneau de signalisation avancée et qu'il modifie immédiatement sa conduite de façon à être prêt à immobiliser son véhicule avant d'arriver au passage à niveau si la présence d'un train est détectée. Autrement dit, dans un tel système, le conducteur est toujours censé anticiper la présence d'un train. Dans les faits, la situation est souvent à l'inverse, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de train. Cette situation était probablement la norme dans le secteur de lac La Biche, étant donné la fréquence peu élevée des trains et le fait que la circulation ferroviaire n'avait recommencé que récemment dans ce territoire. Cette situation existait en dépit des mesures que l'ANR et l'ALPAC avaient prises pour aviser le public et les exploitants commerciaux de camions que la circulation ferroviaire avait repris.

Le SAPN de ce passage à niveau ne donnait aucune indication aux conducteurs quant aux mesures qu'ils devaient prendre. En particulier, les signaux ne faisaient pas savoir aux conducteurs que le passage à niveau était dépourvu de moyens de protection automatiques et ne précisaient pas non plus la distance à laquelle le passage à niveau se trouve ou la vitesse à laquelle on pouvait conduire en sécurité. La situation qui existait à lac La Biche est très courante à la grandeur du Canada. En bordure de certaines routes, des signaux d'avertissement additionnels avisent de la présence du passage à niveau; toutefois, l'application n'est pas uniforme d'une administration routière à l'autre. Par exemple, certaines administrations routières placent des signaux indiquant la distance à laquelle le passage à niveau se trouve, alors que d'autres placent des panneaux disant de céder le passage au train ou de « s'attendre au passage d'un train ». De nuit, l'information communiquée par ces signaux additionnels peut s'avérer particulièrement utile pour le conducteur, étant donné qu'il y a peu d'indices visuels susceptibles d'aviser le conducteur qu'un train occupe le passage à niveau.

Le conducteur du tracteur semi-remorque n'a réagi à la présence du train en mouvement qu'à environ 200 m du passage à niveau. Le conducteur du camion d'exploitation forestière n'a réagi à la présence du train immobilisé que quatre secondes avant l'impact, soit à 100 m du passage à niveau. Bien que les phares avant des deux camions ne puissent éclairer qu'à une distance approximative de 100 m vers l'avant, tout au plus, il est probable que le conducteur du tracteur semi-remorque a réagi plus tôt parce que l'oeil humain est très sensible au mouvement. Le mouvement attire l'attention, aide à distinguer un objet de l'arrière-plan et fournit de l'information sur la forme de l'objet en mouvement. Même si les phares avant du camion-grue stationné sur l'accotement de la route éclairaient les wagons noirs, la luminance du train à l'arrêt était très faible. Malgré l'éclairage des phares avant du camion-grue et de ceux du camion d'exploitation forestière, le train a dû se détacher très peu sur l'arrière-plan, si bien qu'il a dû être difficile pour le conducteur du camion d'exploitation forestière de détecter le train.

Les bandes de matériau réflectorisé à l'arrière de chaque poteau avaient été choisies et installées à l'instigation du chemin de fer. Même si ces bandes semblent ne pas avoir attiré l'attention du conducteur du tracteur semi-remorque, les recherches indiquent que, grâce à l'uniformisation du matériau et de son application, les conducteurs sont davantage en mesure d'identifier un train en mouvement à un passage à niveau dépourvu de moyens de protection automatiques. Ces recherches indiquent aussi que certains matériaux réflectorisés disponibles depuis peu sont visibles d'une distance atteignant 600 m. Les avantages offerts par les poteaux réflectorisés seront plus remarquables quand on aura uniformisé leurs matériaux et leur configuration, et quand leur emploi sera généralisé et reconnu à la grandeur du pays.

Même s'il y avait des disques rétrofléchissants sur la plupart des wagons, ces disques n'ont pas dû aider beaucoup les conducteurs à détecter la présence du train à distance, étant donné leur âge, leur taille et leur état. L'industrie profitera au mieux des avantages de l'application de matériaux rétrofléchissants si les autorités fournissent des spécifications sur les critères, notamment sur l'intensité minimale de réflexion et sur la configuration. Le rapport présenté par Volpe en 1999 sur l'application de matériaux rétrofléchissants aux wagons de marchandises a démontré que les matériaux réfléchissants disponibles actuellement peuvent avoir une luminance, une durabilité et une adhésion raisonnables pendant une période de 10 ans, à condition qu'un entretien régulier soit effectué.

Comme les wagons peuvent venir de partout en Amérique du Nord, et comme la réglementation canadienne n'est pas appliquée aux wagons étrangers, la présence de réflecteurs sur un wagon donné d'un chemin de fer donné n'est que le fruit du hasard. Bien que les É.-U. n'aient pas encore introduit une réglementation sur l'application de matériaux rétrofléchissants, la question est à l'étude. L'analyse la plus récente de la FRA va dans le même sens que la conclusion voulant que, grâce à la diminution du coût des matériaux rétrofléchissants, à l'amélioration des performances et à la diminution des coûts d'entretien, les avantages de l'application de matériaux rétrofléchissants semblent maintenant l'emporter sur les coûts liés à sa réalisation.

Même si l'on accepte généralement que les phares avant des véhicules automobiles ont une portée d'éclairage de 110 m, dans les faits, les conducteurs seraient tenus de rouler à environ 32 km/h¹⁴ pour être en mesure de détecter des objets offrant un contraste très faible. Il s'ensuit que la notion consistant à ne pas rouler à une « vitesse qui dépasse la portée des phares avant », comme on le propose dans le *Basic Licence Driver's Handbook* d'Alberta Infrastructure, n'est pas une limite de vitesse légale imposée par la province pour la conduite de nuit, et qu'elle n'est d'ailleurs pas respectée par le public canadien. Dans le cas des passages à niveau, cette notion démontre qu'il faut placer des matériaux à contraste élevé sur les wagons de façon à offrir aux conducteurs une cible qu'ils auront des chances raisonnables de distinguer. De même, la corrélation qui existe entre la vitesse et la distance/le temps dont on dispose pour réagir à la présence d'un objet a été mise en évidence encore davantage dans les conditions environnementales qui affectaient le passage à niveau de la route 881 la nuit où les accidents sont survenus, étant donné que les phares avant des véhicules ont pu être brouillés par de la saleté accumulée, bien que cela ne soit pas certain.

¹⁴

P.L. Olson (1996). *Forensic Aspects of Driver Perception and Response*. Lawyers & Judges Publishing Company, Inc., Tuscon, AZ. p. 95.

Contrôle de la circulation et réaction du chemin de fer

La décision que l'agent de la GRC a prise, à savoir de demander l'aide d'automobilistes pour diriger la circulation sur les lieux de l'accident, est conforme à la pratique de maintien de l'ordre qui est vigueur dans les régions rurales. L'agent de la GRC qui est intervenu lors de l'accident était certain que la lumière provenant de sa voiture, laquelle était stationnée du côté ouest du passage à niveau, et des véhicules arrêtés de l'autre côté du passage à niveau, fournissait un éclairage adéquat grâce auquel les véhicules qui approchaient pouvaient s'arrêter en toute sécurité. Plusieurs véhicules venant des deux directions se sont d'ailleurs approchés en toute sécurité du passage à niveau, ce qui confirmait que les mesures de contrôle de la circulation étaient efficaces en l'occurrence. Le fait que les conducteurs aient commencé volontairement à passer par le chemin Imperial Mills n'a fait que renforcer l'impression que ces mesures étaient adéquates; cependant, après la deuxième collision, l'agent de la GRC a eu tôt fait de constater qu'il fallait prendre des mesures additionnelles pour assurer la sécurité des lieux.

La GRC n'a pas de politique à l'échelle nationale, ou pour la province de l'Alberta, quant à des mesures spécifiques de contrôle de la circulation sur les lieux d'une collision; toutefois, la nécessité d'assurer la protection des lieux d'une collision afin d'éviter d'autres collisions constitue un des principaux sujets abordés pendant la formation des policiers. La GRC estime qu'en raison de la variété des collisions sur lesquelles elle fait enquête, il serait pratiquement impossible de rédiger une politique globale sur ces questions.

Le conducteur du camion d'exploitation forestière n'a pas réagi après avoir dépassé le SAPN et n'a pas réagi en constatant l'activité qui régnait au passage à niveau, et n'a pas ralenti avant d'atteindre le point où ses phares avant auraient éclairé le passage à niveau occupé. Par ailleurs, les indices visuels dont il disposait étaient beaucoup moins manifestes que ceux dont les conducteurs roulant en direction ouest avaient bénéficié précédemment. En particulier, après qu'on eut retiré le tracteur et sa remorque du fossé, il ne restait qu'un véhicule à l'est du passage à niveau, en l'occurrence le camion-grue, dont les phares étaient allumés et dont les clignotants d'urgence étaient actionnés. Comme des camions similaires se stationnent parfois sur l'accotement de la route 881, il est fort probable que le conducteur du camion d'exploitation forestière n'a pas considéré que le camion-grue était là pour assurer le contrôle de la circulation, ce qui fait qu'il n'a pas ralenti de façon sensible.

L'occupation prolongée d'un passage à niveau pendant la nuit, surtout si ce passage à niveau est dépourvu de systèmes de protection automatiques, constitue une situation potentiellement dangereuse. Le personnel du chemin de fer a considéré qu'il n'avait pas la responsabilité de veiller à la protection des automobilistes au passage à niveau de la route 881, parce que le passage à niveau était occupé par le train. Cela reflète la philosophie qui sous-tend l'exploitation des chemins de fer au Canada. Les membres de l'équipe considéraient que cette responsabilité incombait à l'agent de la GRC.

Même si les règles d'exploitation ferroviaire prévoient l'obligation d'aviser les autorités compétentes, et incitent les employés à collaborer à la protection du train, les procédures en vigueur dans les compagnies de chemin de fer ne traitent pas spécifiquement de la protection du train et des automobiles lorsque survient une situation d'urgence découlant d'un accident. Quand il fait nuit dans les régions rurales, il est concevable que les membres de l'équipe d'un train soient les seules personnes physiquement aptes qui soient capables de mettre en place les dispositifs d'avertissement ou de s'occuper de la signalisation manuelle jusqu'à l'arrivée des autorités responsables du contrôle de la circulation.

Autres questions concernant les passages à niveau dépourvus de systèmes de protection automatiques

Un grand nombre de directives de conception technique élaborées avant les années 1990 utilisaient un ensemble de données de freinage applicables aux automobiles et aux camions pour calculer la DVAR. Il

s'ensuit que les DVAR pour les camions peuvent être faussées puisque l'utilisation d'un taux de décélération commun ne tient pas compte des variations dans les distances d'arrêt des camions. Plusieurs directives techniques plus récentes prévoient effectivement des DVAR distinctes pour les automobiles et pour les camions, notamment le projet de règlement de Transports Canada au sujet des passages à niveau. Bien que le règlement de Transports Canada ne s'applique qu'aux chemins de fer de compétence fédérale, il importe que les chemins de fer et les administrations routières soient au courant des nouvelles DVAR applicables aux routes fréquentées par un grand nombre de camions.

Dans le quadrant nord-est du passage à niveau du point milliaire 138,07, les lignes de visibilité ne seraient pas conformes aux normes exposées par Transports Canada pour les camions dans le projet de manuel intitulé *Passages à niveau - Norme technique et exigences concernant l'inspection, les essais et l'entretien*. La DVAR utilisée était de 149 m, comparativement à la DVAR recommandée, qui était de 210 m pour les camions roulant à 80 km/h. En outre, l'augmentation à 100 km/h de la vitesse autorisée sur la route 881 correspond pour les camions à une DVAR recommandée de 330 m dans le projet de manuel de Transports Canada intitulé *Passages à niveau - Norme technique et exigences concernant l'inspection, les essais et l'entretien*, et de 200 m dans le *Highway Geometric Design Guide* d'Alberta Infrastructure. Les normes relatives à la DVAR qu'on trouve dans le *Highway Geometric Design Guide* adopté par l'Alberta en 1999 ne font toujours pas de différence entre les capacités de freinage variables des automobiles et des camions, ce qui pourrait donner lieu à une diminution de la sécurité aux passages à niveau de la province qui sont dépourvus de dispositifs automatiques d'avertissement.

Il faut aussi déterminer s'il est plus raisonnable d'utiliser la DVAN plutôt que la DVAR pour déterminer les lignes de visibilité aux passages à niveau ou, éventuellement, pour établir les limites de vitesse appropriées aux abords d'un passage à niveau. Quand ils établissent la DVAN, les concepteurs de routes canadiens reconnaissent clairement qu'il faut prévoir une marge d'erreur additionnelle dans certaines conditions. Quand on détermine des distances, la vitesse est le facteur déterminant qu'il faut prendre en compte. Bien qu'on installe habituellement des SAPN aux abords des passages à niveau, un grand nombre de ces signaux ne donnent pas d'indication sur la vitesse recommandée. Essentiellement, si un conducteur s'en tient à la vitesse recommandée par les panneaux de signalisation routière jusqu'à ce qu'il parvienne à la DVAR, il n'aura peut-être pas assez de temps ou il sera peut-être trop près pour être en mesure de détecter un train qui approche et de s'arrêter (à supposer qu'on soit en plein jour).

Le système en vigueur aux passages à niveau dépourvus d'appareils d'avertissement automatiques (distances de visibilité, avertissements aux abords, marques sur la chaussée et croix d'avertissement) n'a pas connu de changements significatifs avec les années. Étant donné le nombre de passages à niveau dépourvus de dispositifs automatiques d'avertissement qui existent actuellement et qui continueront d'exister dans les années à venir, des situations semblables à celle qui a entraîné cet accident se reproduiront à moins que des mesures significatives ne soient prises. Les intéressés doivent apporter des changements à la philosophie de conception des passages à niveau, de façon à tenir compte des attentes réelles des conducteurs — à savoir que les conducteurs n'anticipent pas de voir apparaître un train devant eux. Voici certaines façons dont on pourrait s'y prendre pour améliorer la situation grâce à une modification des attentes des conducteurs : systèmes de transport intelligents faisant appel à la technologie (pouvant aviser le conducteur qu'un train approche) et uniformisation de la signalisation associée aux passages à niveau (à savoir, de l'information avisant l'automobiliste de la distance où il se trouve par rapport au passage à niveau, de la vitesse d'approche appropriée, et améliorations de l'application de matériaux rétro réfléchissants aux passages à niveau). En plus des efforts visant à modifier les attentes des conducteurs, des méthodes visant à accroître la perceptibilité des trains, comme l'uniformisation de la configuration (p. ex. taille et modèles) et des normes minimales relatives à la luminance des décalcomanies réfléchissantes, permettraient d'améliorer la sécurité globale de l'interface route/voie ferrée.

Fatigue

Nous n'avons pas suffisamment de données pour pouvoir déterminer si la fatigue des conducteurs a pu jouer un rôle dans l'un ou l'autre de ces accidents. Quoi qu'il en soit, l'analyse des heures de travail du conducteur du camion d'exploitation forestière a révélé un horaire de travail qui était susceptible de causer une certaine fatigue, et ce pour les raisons suivantes :

- le conducteur avait travaillé 76,5 heures au cours des sept jours précédents (dont une journée de repos), et
- l'horaire de travail du conducteur au cours des sept jours qui ont précédé l'accident l'a obligé à dormir à une période qui était décalée par rapport aux rythmes circadiens normaux.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Les indices visuels de la présence du train sur le passage à niveau lors des deux collisions n'ont pas été suffisamment manifestes pour que les conducteurs en viennent à modifier leurs attentes voulant que le passage à niveau soit libre, de sorte que les collisions sont survenues.
2. Grâce aux mesures de contrôle de la circulation mises en place après le premier accident, plusieurs véhicules venant des deux directions ont ralenti et se sont arrêtés en toute sécurité. Toutefois, le départ de tous les véhicules sauf le camion-grue du côté est du passage à niveau, un peu avant la deuxième collision, a eu pour effet de réduire l'efficacité des mesures de contrôle de la circulation pour les véhicules circulant en direction ouest.
3. En apercevant le gyrophare de la voiture de police stationnée du côté ouest du passage à niveau, tous les automobilistes y ont vu une mesure de contrôle de la circulation. Toutefois, les automobilistes n'ont peut-être pas donné la même interprétation aux clignotants d'urgence du camion-grue stationné sur l'accotement, du côté est du passage à niveau.

Faits établis quant aux risques

1. La combinaison de la faible luminance du train pendant la nuit, de l'absence de systèmes de protection automatiques au passage à niveau et de la vitesse maximale autorisée pour les véhicules, a fait en sorte que les automobilistes risquaient fort de ne pas pouvoir détecter un train suffisamment tôt pour éviter une collision.
2. L'efficacité des passages à niveau dépourvus de systèmes de protection automatiques suppose que les conducteurs fassent comme si les passages à niveau en question étaient occupés par un train ou étaient sur le point de l'être, jusqu'à preuve du contraire. Il semble que cette prémisse soit erronée.
3. La réglementation canadienne sur l'application de matériaux rétroréfléchissants sur les trains ne comporte pas de spécifications quant à la conception des réflecteurs, notamment en ce qui a trait au pouvoir réfléchissant minimal et à la configuration. Faute de telles spécifications, la réglementation est inefficace.
4. La réglementation canadienne existante en matière d'application de matériaux rétroréfléchissants n'est pas appliquée aux wagons de marchandises américains qui entrent au Canada. Étant donné le grand nombre de wagons de marchandises qui sont échangés entre les É.-U. et le Canada, l'incidence de la réglementation canadienne sur la sécurité est variable.

5. Le Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada ne traite pas de la protection des automobilistes dans les cas où un train occupe un passage à niveau pendant plus de cinq minutes (p. ex. en cas d'accident à un passage à niveau), exposant ainsi les automobilistes à un danger.
6. Dans son projet de règlement sur les passages à niveau, Transports Canada utilise des distances de visibilité d'arrêt (DVAR) différentes pour les automobiles et pour les camions, de façon à tenir compte de la grande variabilité dans les distances d'arrêt des camions. Toutefois, ce règlement s'appliquera seulement aux chemins de fer de compétence fédérale, et les administrations routières n'ont pas toutes adopté une démarche similaire.
7. Il a été impossible de déterminer si la fatigue du conducteur a pu jouer un rôle dans l'accident, mais il reste que les longues heures de travail et l'horaire de travail du conducteur du camion d'exploitation forestière étaient propices à la fatigue, d'où un risque accru de défaillance du conducteur.

Autres faits établis

1. Un projet de normalisation de la configuration et de l'application de matériaux rétro réfléchissants aux appareils de signalisation installés aux passages à niveau dépourvus de systèmes automatiques de protection, comme celui que propose Transports Canada, est susceptible d'améliorer la sécurité aux passages à niveaux dépourvus de moyens de protection automatiques.
2. Étant donné la nature de l'interface route/voie ferrée, le fait d'utiliser les distances de visibilité d'anticipation (DVAN) plutôt que les DVAR pour déterminer la vitesse maximale des véhicules qui approchent d'un passage à niveau donnerait aux automobilistes une marge de sécurité plus grande.

Mesures de sécurité

Le 3 janvier 2001, le comté de Lakeland a demandé à la Direction générale de l'infrastructure du ministère des Transports de l'Alberta (Alberta Infrastructure) qu'on installe des dispositifs automatiques d'avertissement à ces emplacements. L'examen de la proposition a tenu compte de la circulation routière et de la circulation ferroviaire, et il a été décidé que l'installation de dispositifs automatiques d'avertissement à ces endroits n'était pas justifiée pour le moment.

Préoccupations en matière de sécurité

Application de matériaux rétro réfléchissants sur le matériel roulant

Des études que la Federal Railroad Administration (FRA) a menées aux É.-U. pour évaluer les incidences de l'âge et de la saleté sur le pouvoir de réflexion du matériau rétro réfléchissant de type *Engineer Grade*, ont révélé que la réflectivité moyenne du matériau n'était plus que de 5 p. 100 de sa valeur initiale après deux ans de service. Une analyse coûts/avantages récente faite par la FRA appuie la conclusion selon laquelle la réduction du coût des matériaux rétro réfléchissants, combinée à l'amélioration de leur performance et à la baisse des frais d'entretien, fait en sorte que les avantages liés à l'application de ces matériaux l'emportent sur les coûts qui y sont associés.

Les statistiques du BST révèlent qu'entre 1996 et 2000, un total de 209 accidents se sont produits pendant la nuit à des passages à niveau de compétence fédérale qui n'avaient pas de moyens de protection automatiques. Ces accidents ont causé 25 pertes de vie et ont fait 27 blessés. Le BST est préoccupé par le fait que de nombreux wagons qui roulent de nuit sur des passages à niveau dépourvus de moyens de protection automatiques ne soient pas munis de matériaux rétro réfléchissants adéquats susceptible d'aviser les automobilistes de leur présence. Le BST croit que l'application de matériaux rétro réfléchissants modernes sur tous les wagons permettrait de réduire de façon sensible les dangers associés à de telles situations.

Considérations relatives à la conception des routes

Il existe plusieurs guides techniques dont les administrations routières peuvent s'inspirer pour déterminer la vitesse de sécurité des véhicules et les endroits où installer des dispositifs de signalisation, par exemple des signaux. L'Association des transports du Canada (ATC) publie les *Normes canadiennes de conception géométrique des routes*, Alberta Infrastructure publie un manuel intitulé *Highway Geometric Design Guide* et Transports Canada a un projet de manuel intitulé *Passages à niveau - Norme technique et exigences concernant l'inspection, les essais et l'entretien*. Transports Canada et l'ATC recommandent une distance de visibilité d'arrêt (DVAR) de 140 m pour les automobiles circulant à 80 km/h, et une DVAR de 210 m pour les camions qui roulent à 80 km/h. Le guide d'Alberta Infrastructure propose la même DVAR, soit 140 m, pour les automobiles et pour les camions. De plus, l'ATC recommande aux concepteurs d'utiliser la distance de visibilité d'anticipation (DVAN) chaque fois qu'il est possible que l'information soit mal perçue, qu'il faut prendre des décisions ou qu'il faut prendre des mesures de contrôle. Dans ce cas-ci, la DVAR recommandée serait de 225 m pour les automobiles et de 405 m pour les camions.

Le Bureau est préoccupé par le fait que le manuel de 1999 intitulé *Highway Geometric Design Guide* dont la province de l'Alberta se sert pour déterminer les DVAR ne fasse pas de distinction entre les DVAR des automobiles et celles des camions.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. La publication de ce rapport a été autorisée par le Bureau le 4 février 2002.

Rendez-vous sur le site Web du Bureau de la sécurité des transports du Canada (www.bst.gc.ca) pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST et consulter sa documentation. Vous y trouverez aussi des liens vers d'autres organismes de prévention des accidents, ainsi que d'autres sites connexes.

Annexe A — Principales constatations de la recherche relative à l'application de matériaux rétroréfléchissants sur les wagons de marchandises

On trouvera ci-après un résumé détaillé des constatations faites au terme du programme de recherche sur l'application de matériaux rétroréfléchissants sur les wagons de marchandises, mené au Volpe National Transportation Systems Center.

- 1) Il est possible d'appliquer des motifs de marquage uniformes et reconnaissables sur la plupart des types de wagons de marchandises, à quelques exceptions près.
- 2) D'après des études sur les facteurs humains, un wagon de marchandises est beaucoup plus facile à détecter s'il est muni de panneaux rétroréfléchissants que s'il n'en porte pas.
- 3) Les études sur les facteurs humains indiquent aussi que l'uniformisation des motifs des matériaux rétroréfléchissants peut faciliter la reconnaissance du danger que représente un wagon de marchandises. Le motif devrait indiquer la forme du wagon, être rouge et blanc et être suffisamment distinctif pour qu'on ne le confonde pas avec les marques des gros camions.
- 4) Les réflecteurs devraient être placés au minimum à 42 pouces au-dessus du sommet du rail.
- 5) En moyenne, le pouvoir réfléchissant des grands réflecteurs, mesurant 4 pouces sur 36 pouces, a été acceptable tout au long de la période d'essai (deux ans), et ce pour tous les types de wagons de marchandises. On a constaté que le placement du réflecteur sous la traverse extrême des wagons de marchandises réduisait les performances du réflecteur. En raison de leur taille plus petite et du fait qu'ils soient placés sous le niveau de la traverse extrême et près des points de chargement, les réflecteurs plus petits n'ont pas donné d'aussi bons résultats dans les difficiles conditions d'exploitation des chemins de fer. Comme l'emplacement au milieu du wagon, sur plusieurs types de wagons de marchandises, comporte de graves difficultés opérationnelles, cet emplacement ne devrait pas être retenu dans les projets de règlement sur l'installation de réflecteurs sur les wagons de marchandises de tous les types.
- 6) D'après les observations, les performances des réflecteurs ne semblent pas être affectées de façon significative par les facteurs environnementaux naturels. Le lavage mécanique des réflecteurs a fait en sorte que leurs performances reviennent pratiquement à leurs valeurs d'origine. Le lavage périodique des réflecteurs montés sur les wagons de marchandises peut prolonger leurs performances jusqu'aux limites de leur durée de vie utile. Grâce à leur durabilité et à leurs propriétés d'adhésion, les matériaux prismatiques mis au point récemment sont susceptibles d'offrir des performances supérieures aux valeurs minimales pendant une durée atteignant 10 ans, moyennant un entretien régulier.
- 7) Des résultats très limités concernant le nombre d'accidents donnent à penser que l'installation de matériaux rétroréfléchissants sur les wagons de marchandises a un certain potentiel de réduction du nombre d'accidents.
- 8) Le coût original, soit 31,24 \$, du modèle de démonstration a été réduit de 40 p. 100 (d'après des informations fournies par le fabricant) et est maintenant de 18,75 \$ par wagon. De plus, le salaire en vigueur en 1996 à l'Association of American Railroads (AAR) est d'environ 20,05 \$ l'heure. Compte tenu des estimations du coût d'installation du matériel rétroréfléchissant sur les vieux wagons pendant le programme d'entretien normal, au cours duquel on procède parfois au nettoyage en profondeur du matériel roulant (au taux horaire de 1996 de l'AAR), et de la réduction du coût des matériaux, le coût maximal moyen des matériaux par wagon utilisant le modèle d'essai serait de 38,80 \$ environ. Pour nettoyer les réflecteurs à fond, il faudrait affecter deux personnes à ce travail pendant 30 minutes une fois tous les 12 à 18 mois, à un coût approximatif de 20,05 \$ à chaque occasion. Le fabricant spécifie que la durée de vie utile de ce matériau prismatique est de 10 ans. Par conséquent, le coût total maximal projeté pour le matériau et l'entretien pendant une période de 10 ans serait de 219,25 \$ par wagon (compte tenu des coûts moins élevés du matériau,

du nettoyage à fond, de l'entretien annuel effectué par deux personnes et du taux horaire en vigueur à l'AAR pour 1996).

Annexe B — Sigles et abréviations

AAR	Association of American Railroads
Alberta Infrastructure	ministère des Transports de l'Alberta, Direction générale de l'infrastructure
ALPAC	Alberta-Pacific Forest Industries Inc.
ANR	Athabasca Northern Railway Ltd.
ATC	Association des transports du Canada
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
CCF	contrôleur de la circulation ferroviaire
CTC	Commission des transports du Canada
CFCP	Chemin de fer Canadien Pacifique
CIC	Centre de coordination et d'information
CN	Canadien National
CWR	Central Western Railway
DJMA	débit journalier moyen annuel
DVAN	distance de visibilité d'anticipation
DVAR	distance de visibilité d'arrêt
É.-U.	États-Unis
FRA	Federal Railroad Administration
GPS	Système mondial de localisation
GRC	Gendarmerie royale du Canada
HNR	heure normale des Rocheuses
km/h	kilomètre à l'heure
km	kilomètre
m	mètre
mi/h	mille à l'heure
NTSB	National Transportation Safety Board
REF	Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada
ROV	régulation de l'occupation de la voie
SAPN	signal avancé de passage à niveau
SMU	services médicaux d'urgence
UTC	Temps universel coordonné
Volpe	Volpe National Transportation Systems Center