



RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE
R04H0014



COLLISION À UN PASSAGE À NIVEAU

TRAIN NUMÉRO 120-03
EXPLOITÉ PAR LE CHEMIN DE FER CANADIEN PACIFIQUE
AU POINT MILLIAIRE 51,05 DE LA SUBDIVISION CHALK RIVER
DE L'OTTAWA VALLEY RAILWAY
À CASTLEFORD (ONTARIO)
LE 6 OCTOBRE 2004

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

Collision à un passage à niveau

train numéro 120-03

exploité par le Chemin de fer Canadien Pacifique
au point milliaire 51,05 de la subdivision Chalk River
de l'Ottawa Valley Railway
à Castelford (Ontario)
le 6 octobre 2004

Rapport numéro R04H0014

Sommaire

Le 6 octobre 2004 à 17 h 28, heure avancée de l'Est, le train de marchandises n° 120-03 du Chemin de fer Canadien Pacifique, qui roulait vers l'est à 28 mi/h sur les voies de l'Ottawa Valley Railway, a heurté un véhicule qui roulait vers le nord au passage à niveau de River Road (point milliaire 51,05 de la subdivision Chalk River), près de Castelford (Ontario). Le train se composait de 3 locomotives et de 93 wagons, il mesurait 7149 pieds et pesait 10 755 tonnes. L'équipe a serré les freins d'urgence, après quoi le train s'est immobilisé à environ 1300 pieds à l'est du passage à niveau. L'occupant du véhicule a été mortellement blessé.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Le 6 octobre 2004 à 14 h 33, heure avancée de l'Est¹, le train de marchandises n° 120-03 (le train) du Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP) part de Chalk River (Ontario)², point milliaire 112 de la subdivision Chalk River de l'Ottawa Valley Railway (OVR), à destination de Smiths Falls. Les phares de fossé du train sont allumés et les phares avant sont allumés à la luminosité maximale. À 17 h 28, le train approche du passage à niveau public de River Road (point milliaire 51,05 de la subdivision Chalk River), qui est muni de feux clignotants et d'une cloche. Le chef de train, en regardant par une étroite trouée à travers les arbres, aperçoit un véhicule utilitaire sport (VUS) rouge qui approche rapidement en provenance du sud. Le train s'engage dans le passage à niveau et heurte le véhicule du côté droit le plus éloigné de la voie de droite. On serre les freins d'urgence, puis le train s'immobilise avec le véhicule coincé à l'avant de la locomotive de tête, CP 9133. Après avoir été avisé de la situation, le contrôleur de la circulation ferroviaire met en branle le processus d'intervention d'urgence. Le conducteur du véhicule a été mortellement blessé et le véhicule a été détruit. L'accident a causé des dommages mineurs aux phares avant et aux phares de fossé de la locomotive de tête.

Contrôle de la circulation ferroviaire

Dans la subdivision Chalk River, la circulation est régie grâce à la régulation de l'occupation de la voie (ROV) en vertu du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REF), et elle est surveillée par un contrôleur de la circulation ferroviaire posté à North Bay. Le train avait une autorisation de circuler en vertu de la ROV. La vitesse maximale permise dans la subdivision était de 50 mi/h. En moyenne, huit trains de marchandises roulaient chaque jour dans la subdivision.

Équipe du train

L'équipe se composait d'un mécanicien et d'un chef de train. Les deux membres de l'équipe connaissaient bien le territoire, répondaient aux exigences de leurs postes respectifs et satisfaisaient aux exigences en matière de condition physique et de repos.

Renseignements consignés

L'information enregistrée par le consignateur d'événements de la locomotive de tête a révélé que le train roulait à 28 mi/h pendant qu'il approchait du passage à niveau. Le sifflet de la locomotive a été actionné conformément aux exigences de la règle 14(l) du REF. On a serré les freins d'urgence à 17 h 28, et le train s'est immobilisé 20 secondes plus tard, après avoir parcouru 1288 pieds.

¹ Toutes les heures sont exprimées en heure avancée de l'Est (temps universel coordonné moins quatre heures).

² Tous les endroits mentionnés dans le présent rapport sont en Ontario, à moins d'indication contraire.

L'information enregistrée par le consignateur d'événements du signal a indiqué que les signaux du passage à niveau ont été activés pendant 74 secondes avant que le train occupe le passage à niveau.

L'analyse du module de commande des coussins gonflables du VUS a révélé que les coussins gonflables se sont déployés sous l'effet d'un moment de force longitudinale considérable³.

Conditions météorologiques

Le 6 octobre 2004 à 17 h 20, les conditions météorologiques enregistrées à Castleford étaient les suivantes : ciel dégagé, température de 15 °C et visibilité maximale.

Passage à niveau de River Road

Situé dans le comté de Renfrew, River Road est un chemin auxiliaire rural à deux voies à chaussée unique qui longe la rive sud de la rivière des Outaouais. La circulation moyenne qu'on y enregistre est de l'ordre de 1000 véhicules par jour. Quand on quitte le village de Sand Point et qu'on roule vers l'ouest en direction de Castleford, un panneau de signalisation indique la fin d'une zone dans laquelle la vitesse est limitée à 60 km/h. Quand la vitesse maximale autorisée n'est pas indiquée sur les routes rurales de l'Ontario, elle est de 80 km/h.

Pour les véhicules qui roulent en direction nord et qui abordent le passage à niveau de Castleford, un signal d'avertissement avancé en forme de losange de 75 cm sur 75 cm est placé à droite de la chaussée près de la limite de l'accotement en gravier, et indique qu'il y a un passage à niveau plus loin. Aussi, un gros X est peint en blanc sur la chaussée à 60 m en amont de ce signal. Même si le signal d'avertissement avancé indiquait que la route et la voie ferrée se croisaient à angle droit (90 degrés), en fait, en direction nord, la route descend une pente, décrit une courbe et franchit la voie ferrée à un angle de 65 degrés.

Pour les véhicules circulant en direction nord sur River Road, il était très difficile de voir les feux de signalisation du passage à niveau en raison des arbres qui poussaient près de la chaussée sur l'emprise de la route et sur la propriété adjacente et d'une courbe horizontale à droite. En raison de la pente et de la courbe horizontale, il est difficile de circuler au-dessus de la limite de vitesse aux abords du passage à niveau. La courbe d'un rayon de 250 m était conforme aux normes minimales de conception de la province d'Ontario pour une route conçue pour une vitesse de 80 km/h. En Ontario, les vitesses de conception des routes excèdent habituellement de 20 km/h la vitesse maximale autorisée.

On a relevé un grand nombre de marques noires de dérapage sur la route un peu avant le passage à niveau.

³ Le moment de force longitudinale est la force exercée parallèlement à l'axe longitudinal du véhicule, qui a été détectée par le module de commande des coussins gonflables au moment exact du déploiement des coussins gonflables.

Signaux du passage à niveau

La norme n° 12 des Services de signalisation et des communications de l'OVR précise l'alignement et l'orientation des feux de signalisation et la distance à laquelle ils doivent être visibles pour des véhicules circulant à différentes vitesses. La norme indique que les feux clignotants avant devraient être focalisés pour une distance de 720 pieds du passage à niveau dans le cas d'une route dont la vitesse est de 80 km/h. La distance minimale de focalisation (parfois nécessaire dans certaines situations) est de 530 pieds. La norme précise aussi que les feux arrière, qui sont situés sur le mât de signalisation gauche, soit le côté éloigné du passage à niveau, doivent être focalisés pour une distance de 50 pieds du passage à niveau, de façon à être bien visibles pour les conducteurs de chaque voie lorsque ceux-ci sont arrêtés au passage à niveau.

La norme comprend aussi une recommandation contenue dans le manuel de signalisation de l'Association of American Railroads, qui stipule qu'une fois les dispositifs lumineux alignés, les brides serrées et les portes fermées, on doit vérifier les dispositifs en faisant clignoter les feux et en faisant allumer les lampes à la tension recommandée afin de s'assurer que les feux clignotants sont visibles à une distance de 1000 pieds.

On définit la distance de visibilité des dispositifs lumineux des systèmes d'avertissement des passages à niveau comme étant la distance devant la ligne d'arrêt ou la position d'arrêt d'un véhicule à partir de laquelle un ensemble de dispositifs lumineux doit être continuellement visible. La distance de focalisation des dispositifs lumineux est définie comme étant le point de convergence des faisceaux lumineux émis par les lentilles du dispositif, en l'occurrence un point où l'on peut être raisonnablement certain qu'une personne pourra percevoir le signal d'avertissement rapidement sans avoir à le chercher.

En 1963, quand on a projeté d'élargir River Road à Castleford pour en faire une route à deux voies, on a présenté une demande concernant l'installation au passage à niveau d'un système d'avertissement constitué de feux de signalisation clignotants et d'une cloche. La demande précisait que les feux de signalisation clignotants devraient être installés à la droite de la circulation routière qui s'approche. Toutefois, l'approbation donnée par la Commission canadienne des transports (ordonnance 114223 de la CCT) exigeait que les feux de signalisation soient installés à la gauche de la circulation routière qui s'approche.

Le 20 juillet 1976, au terme d'une enquête sur un accident survenu à ce passage à niveau, l'orientation des feux de signalisation a été remise en question. L'ingénieur en signalisation du Comité des transports par chemin de fer qui était responsable du district a écrit qu'en raison de la courbe de la route en direction nord et de l'existence d'un terrain de stationnement à l'angle nord-ouest du passage à niveau, le déplacement des signaux n'était pas réalisable.

Le 10 août 1976, le secrétaire du Comité des transports par chemin de fer a adressé une lettre à l'administration routière et à la compagnie ferroviaire dans laquelle il indiquait que l'installation des feux de signalisation clignotants à la gauche de la circulation routière qui s'approche visait à faire en sorte que les signaux soient davantage visibles pour les conducteurs, compte tenu de la courbe appréciable de la route aux abords du passage à niveau.

À la partie I, article 7. (1) de l'ordonnance générale n° E-6 de la CCT (1978), on lisait ce qui suit :

Sauf autorisation contraire de la Commission, un signal du type à feux clignotants sera placé de chaque côté des voies ferrées, à la droite de la circulation routière qui s'approche et chaque signal aura au moins quatre dispositifs lumineux électriques.

En 1984, on a déplacé les feux de signalisation pour les placer à la droite de la circulation routière qui s'approche. L'enquête du BST n'a pas permis d'obtenir des explications quant à la raison du déplacement des feux.

Signal d'avertissement avancé de passage à niveau

Le signal d'avertissement avancé de passage à niveau standard et un X blanc peint sur la chaussée sont censés avertir les conducteurs qu'ils approchent d'un passage à niveau et qu'ils doivent s'attendre à voir un train passer ou à voir les feux de signalisation clignoter. Plusieurs autres systèmes permettent d'avertir les conducteurs des dangers imminents. Par exemple, les signaux d'avertissement avancés, l'éclairage des passages à niveau, des bandes rugueuses ou l'amélioration de la délimitation au moyen de bandes rétroréfléchissantes peuvent s'avérer utiles aux endroits appropriés. La recherche sur les signaux d'avertissement avancés a démontré que, grâce à l'ajout de clignotants jaunes activés par un train sur un signal d'avertissement avancé un peu plus grand que d'habitude, les conducteurs reconnaissaient le danger plus facilement et ralentissaient davantage⁴.

L'ébauche de manuel technique RTD 10⁵ de Transports Canada, qui devrait être incorporée par renvoi à la nouvelle réglementation sur les passages à niveau, précise notamment que :

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.

La distance minimale dont il est question au tableau 19-1 est de 165 m (530 pieds) dans le cas des véhicules automobiles et des camions légers, et de 210 m (675 pieds) dans le cas des camions lourds.

⁴ Richard A. Maher, président du comité; Fred Coleman III, expert-conseil, université de l'Illinois à Urbana-Champaign; Ronald W. Eck, université de West Virginia; Eugene R. Russell, université du Kansas, *Transportation in the New Millennium, Railroad-Highway Grade Crossings A Look Forward*, 2000, publié par le Transportation Research Board

⁵ RTD 10, *Passages à niveau (Normes techniques et exigences concernant l'inspection, les essais et l'entretien)*

Les bandes rugueuses ondulées sont reconnues comme étant une mesure d'apaisement de la circulation qui avertit les conducteurs des dangers à venir, des zones de limitation de vitesse ou de la nécessité de porter attention à quelque chose. Les bandes rugueuses sont des dessins en relief ou des rainures sur ou dans la chaussée qui attirent l'attention du conducteur par des moyens visibles, sonores et physiques de façon à lui rappeler que la prudence s'impose dans le secteur. En 2004, dans le cadre du Sixième atelier annuel sur la recherche sur les passages à niveau de Transports Canada, tenu à Montréal (Québec), on a discuté de la faisabilité de combiner des bandes rugueuses aux signaux et aux X peints en blanc qu'on utilise déjà, mais l'utilisation de ces bandes aux abords des passages à niveau n'a pas encore été mise à l'essai au Canada.

En octobre 2005, l'Association des transports du Canada a publié un guide des pratiques exemplaires relatif à l'application et à l'installation des feux clignotants de présignalisation intitulé *Advance Warning Flashers: Guidelines for Application and Installation*. Les lignes directrices proposent d'utiliser des bandes rugueuses transversales pour compléter ou remplacer les feux clignotants de présignalisation. Elles indiquent sept situations dans lesquelles l'utilisation de feux clignotants de présignalisation pourrait être pertinente, notamment dans les cas où les distances de visibilité sont limitées et dans le cas des abords routiers sur lesquels la vitesse autorisée est égale ou supérieure à 70 km/h. Les lignes directrices précisent aussi que, si l'utilisation de feux clignotants de présignalisation peut être justifiée en présence d'une de ces situations, elle serait d'autant plus justifiée si au moins deux de ces situations étaient combinées.

Examen du véhicule

L'examen du véhicule qui a été fait après l'accident par le Laboratoire technique du BST (rapport technique LP 142/2004 du BST) a révélé que le VUS, un Dodge Durango de l'année 2000, avait été bien entretenu. À l'exception des dommages causés par la collision, les portières et les fenêtres du véhicule semblaient fermer hermétiquement et les joints étanches et autres éléments d'insonorisation étaient en bon état. Les pièces de freinage fonctionnaient bien et elles étaient en bon état. Les dossiers de réparation montraient que des freins neufs avaient été posés en juin 2004. L'examen des feux arrière/feux de freinage gauches et droits a révélé que les filaments n'étaient pas étirés, ce qui indique que les ampoules n'étaient pas allumées au moment de l'impact.

L'examen de l'indicateur de vitesse, du tachymètre et du mécanisme des gaz, visant à déterminer la vitesse du véhicule au moment de l'accident, n'a pas donné de résultats concluants. Le VUS n'était pas muni d'un consignateur d'événements capable d'enregistrer ces données. (Au Canada, seule la General Motors Corporation équipe ses véhicules de consignateurs d'événements qui enregistrent ces paramètres de fonctionnement.)

L'analyse du module de commande des coussins gonflables a révélé que le moment de force longitudinale qui a déclenché le déploiement des coussins gonflables concordait avec le moment où le véhicule a heurté la locomotive aux vitesses que la reconstitution (rapport technique LP 142/2004 du BST) a permis de déterminer. Le conducteur portait sa ceinture de sécurité au moment de l'événement. L'examen de la déformation due à la collision a révélé un léger écart entre l'angle auquel la collision s'est produite et l'angle du passage à niveau.

Les vitres des portières du véhicule étaient toutes fermées. Le véhicule était équipé d'une radio, d'un lecteur de disques compacts et d'un égalisateur. En raison des dommages subis par le câblage et les haut-parleurs de la chaîne stéréo lors de la collision, il a été impossible de déterminer si la chaîne audio était allumée.

Reconstitution de l'accident

Le Laboratoire technique du BST, en collaboration avec la Police provinciale de l'Ontario et l'Ottawa Valley Railway, a procédé à la reconstitution de l'accident (rapport technique LP 142/2004 du BST) afin d'évaluer les conditions qui ont précédé l'accident et les gestes du conducteur. Les renseignements recueillis pendant l'enquête ont été utilisés pour déterminer les positions relatives du train et du véhicule au cours des secondes qui ont précédé la collision. On a déterminé la distance de visibilité à laquelle les feux clignotants du passage à niveau étaient visibles. La position de la locomotive, la distance qui la séparait du passage à niveau, la position du véhicule au moment où il a été visible de la locomotive, les renseignements enregistrés par le consignateur d'événements de la locomotive et l'examen du véhicule qui a été fait après l'accident ont permis d'établir le scénario le plus vraisemblable.

Quand le témoin dans la locomotive a aperçu le VUS pour la première fois, le témoin était à 264,5 pieds du point d'impact avec le véhicule. Comme la locomotive roulait à une vitesse constante de 28 mi/h (41,1 pieds par seconde), il a fallu 6,4 secondes pour que le train parcoure les 264,5 pieds.

La distance à laquelle le VUS a été visible sur la chaussée à partir de la cabine de la locomotive était de 747,75 pieds à 818,3 pieds. Ces distances représentent le point le plus rapproché et le point le plus éloigné. La vitesse moyenne du véhicule que l'on a calculée pour les deux positions de référence est de 128 km/h (80 mi/h) et de 140 km/h (87 mi/h).



Photo 1. Abords du passage à niveau à une distance d'environ 300 pieds

Il a été déterminé que la distance à laquelle les feux d'avertissement avant du passage à niveau (du côté droit) convergeaient et étaient visibles pour le conducteur d'un véhicule qui approchait était d'environ 450 pieds. Il faudrait 6,2 secondes à un véhicule roulant à la vitesse autorisée (80 km/h) pour parcourir la distance séparant le point auquel les feux de signalisation sont devenus visibles (450 pieds) et le passage à niveau proprement dit. Il a aussi été déterminé que le mât et les feux de signalisation arrière (du côté gauche) étaient visibles, mais n'étaient pas en évidence, à partir d'une distance d'environ 580 pieds. Un feu clignotant n'était pas visible d'une distance de 1000 pieds, en raison d'une zone boisée qui se trouvait du côté intérieur de la courbe aux abords du passage à niveau. À partir du passage à niveau, un train circulant en direction est devenait visible pour un véhicule qui roulait en direction nord à une distance de 295 pieds.

Comportement des conducteurs

Des études portant sur le délai de réaction des conducteurs indiquent que ce délai a deux composantes : le temps de traitement mental et le temps de réaction proprement dit. Le temps de traitement mental dépend d'un grand nombre de facteurs, dont la charge de travail mental du moment et la visibilité du signal auquel on doit réagir⁶. Plus la charge de travail mental est grande et moins le signal est visible, plus les délais de réaction sont longs.

Les enquêteurs du BST ont fait des essais au passage à niveau à Castleford, avec des véhicules roulant à 80 km/h alors que les signaux du passage à niveau étaient activés. Chaque conducteur a fait part de préoccupations similaires, à savoir que le fait de rouler dans la courbe aux abords du passage à niveau exigeait du conducteur une telle concentration que celui-ci avait de la difficulté à apercevoir en temps voulu les signaux du passage à niveau.

Une étude portant sur les délais de réaction des conducteurs a démontré que la plupart des gens mettent 1,8 seconde à réagir lorsqu'ils aperçoivent les feux de signalisation d'un passage à niveau⁷ si la charge de travail mental liée à la conduite est normale et si les feux de signalisation sont visibles. La norme de conception tient compte du fait que, si les signaux du passage à niveau sont visibles, si la chaussée est en palier et en alignement droit et si la charge de travail mental du conducteur est normale, le conducteur prend au moins 2,5 secondes pour réagir et freiner lorsqu'il arrive aux abords d'un passage à niveau. Toute différence par rapport à cette configuration entraîne des délais de réaction plus longs. Les délais de réaction n'incluent pas le temps nécessaire pour que le circuit de freinage du véhicule réagisse à la pression exercée sur la pédale de frein, ni le temps nécessaire pour immobiliser le véhicule en toute sécurité.

D'après le manuel *Normes canadiennes de conception géométrique des routes*, que l'Association des transports du Canada a publié en 1986, la distance minimale de visibilité d'arrêt, c'est-à-dire le délai de réaction plus la distance de freinage, est de 140 m (460 pieds) pour un véhicule roulant sur une chaussée mouillée. La chaussée était sèche lors de l'événement. Le manuel prescrit aussi une distance de visibilité d'anticipation de 230 à 310 m (de 750 à 1000 pieds) lorsque la vitesse de

⁶ M. Green, « How long does it take to stop? Methodological analysis of driver perception - brake times », *Transportation Human Factors*, 2(3), 2000, pp. 195-216

⁷ T. Riggs et W. Harris, « Reaction time of drivers to road stimuli », *Human Factors Report No. HER-12*, Victoria (Australie) : université Monas, Département de psychologie, 1982

conception de la route est de 80 km/h. Le manuel précise qu'on doit tenir compte de la distance de visibilité d'anticipation chaque fois qu'il y a un risque d'erreur à l'étape de la réception de l'information, de la prise de décision ou de la réaction proprement dite.

Le manuel suggère de tenir compte des distances de visibilité d'anticipation à des endroits critiques comme des intersections, des endroits où des manoeuvres inhabituelles ou inattendues s'avèrent nécessaires et des endroits où l'on doit composer avec des exigences concurrentes et utiliser des renseignements provenant de différentes sources. Aux endroits critiques où il est impossible de tenir compte de ces distances en raison de la présence d'une courbe horizontale, on devrait prévoir des dispositifs d'avertissement convenables qui donneront un préavis de la situation à laquelle le conducteur va devoir réagir.

Communications relatives à la sécurité

Lettre d'information sur la sécurité ferroviaire

Le 5 novembre 2004, le BST a fait parvenir à Transports Canada une lettre d'information sur la sécurité ferroviaire dans laquelle il faisait savoir qu'au terme de la reconstitution de l'accident, on avait constaté que le passage à niveau public de River Road ne respectait pas les lignes directrices de l'OVR quant à la visibilité de la signalisation. Le fait d'avoir suffisamment de temps pour voir les feux de signalisation du passage à niveau et pour réagir en conséquence constitue un élément important de la sécurité aux passages à niveau.

Le 24 décembre 2004, Transports Canada a répondu à la lettre, disant qu'il avait discuté avec la compagnie ferroviaire et avec la municipalité afin de corriger l'alignement des feux et de trouver des façons d'améliorer la visibilité des signaux du passage à niveau.

Avis de sécurité ferroviaire

Le 25 janvier 2005, le BST a adressé un avis de sécurité ferroviaire à Transports Canada, dans lequel il notait que, lors de l'installation des feux clignotants en 1964, les feux avant avaient été placés à la gauche de la circulation routière venant du sud. L'installation originale permettait aux conducteurs de voir les feux clignotants sur une plus grande distance pendant qu'ils roulaient dans la courbe vers la droite, et elle répondait aux exigences minimales relatives à la visibilité des feux de signalisation pour les véhicules qui roulaient en direction nord et qui franchissaient le passage à niveau. L'avis suggérait aussi à Transports Canada d'identifier les autres passages à niveau dont les abords routiers et les systèmes de signalisation étaient similaires à ceux du passage à niveau de River Road, et d'envisager de prendre des mesures visant à accroître la visibilité des signaux d'avertissement.

Réponse de Transports Canada

Le 17 février 2005, Transports Canada et des représentants de l'OVR et du comté de Renfrew se sont rencontrés sur place, c'est-à-dire au passage à niveau de River Road. Ils se sont entendus sur un grand nombre de mesures visant à corriger le problème de visibilité des signaux à cet endroit. Par exemple, il a été convenu que l'installation du côté gauche de la courbe d'un mât

additionnel portant des dispositifs lumineux de 12 pouces à diode électroluminescente (DEL) permettrait d'améliorer la sécurité au passage à niveau. À la suite de cette réunion, l'OVR a fait savoir qu'elle préférerait installer un panneau « Préparez-vous à arrêter au passage à niveau ».

En mars 2005, Transports Canada a répondu à l'avis de sécurité du BST, faisant valoir que la visibilité des signaux d'avertissement était certes un élément essentiel de l'efficacité de tout système d'avertissement automatique, mais qu'en l'occurrence, il importait surtout que les dispositifs lumineux soient alignés de façon à attirer l'attention des conducteurs qui circulent sur la route.

On a discuté de diverses façons de régler les problèmes de lignes de visibilité, de normes d'alignement des feux et de la nécessité pour les employés des services de signalisation des chemins de fer de bien connaître les méthodes d'alignement des feux de signalisation. Enfin, Transports Canada a noté que le passage à niveau devrait être équipé de dispositifs lumineux à DEL, montés sur un mât de signalisation additionnel. Transports Canada a aussi fait savoir que l'administration routière avait fait couper les broussailles qui poussaient sur l'emprise routière.

Transports Canada a indiqué que, dans certains cas, il faudrait installer des dispositifs lumineux additionnels sur le mât principal, ou sur un mât additionnel placé du côté gauche de la route, sur une structure en porte-à-faux, ou utiliser un installer un panneau « Préparez-vous à arrêter au passage à niveau ».

Analyse

L'enquête sur cet événement n'a relevé aucun manquement dans la conduite du train et aucune défaillance mécanique du train. Aucun défaut de l'infrastructure de la voie n'a contribué à l'accident. L'analyse s'intéressera surtout à la réglementation relative aux passages à niveau, et notamment aux lignes de visibilité des systèmes d'avertissement des passages à niveau, et au comportement du conducteur.

L'accident

Tandis qu'il approchait du passage à niveau, le conducteur n'a pas semblé remarquer le train, jusqu'à ce qu'il soit trop tard pour s'arrêter ou pour freiner. Le sifflet et les phares de la locomotive fonctionnaient, et les feux clignotants de signalisation du passage à niveau étaient en fonction. Le conducteur a essayé de franchir le passage à niveau avant le passage du train. Cependant, sa tentative n'a pas réussi, et le train a heurté le véhicule.

Reconstitution de l'accident

Lors de la reconstitution de l'accident, on a estimé que la vitesse du véhicule était d'environ 128 km/h. À cette vitesse, même s'il avait aperçu les feux de signalisation d'une distance de 580 pieds, le conducteur aurait eu seulement 3,1 secondes pour immobiliser le véhicule en toute sécurité, une fois qu'il aurait réagi et enfoncé la pédale de frein dans le délai normal de réaction de 1,8 seconde. Quand un véhicule roule à 128 km/h, il est impossible de s'arrêter en toute sécurité en 3,1 secondes. De plus, compte tenu de la vitesse et de la configuration particulière de

la route (c'est-à-dire courbe serrée vers la droite), la charge de travail mental devait être accrue, d'où un allongement du délai de réaction de 1,8 seconde. Il s'ensuit que le conducteur a eu moins de 3,1 secondes pour immobiliser le véhicule.

Si le conducteur n'a pas perçu les feux de signalisation en raison de la charge de travail mental accrue due au fait qu'il roulait dans une courbe à haute vitesse, le premier indice visuel a dû être la présence du train proprement dit. Au plus tôt, il a pu faire cette constatation au moment où il se trouvait à 295 pieds du passage à niveau, une distance qu'il a dû franchir en 2,5 secondes à la vitesse de 128 km/h. Cependant, même si rien n'empêchait de voir le train d'une distance de 295 pieds, cela ne signifie pas que le conducteur a effectivement détecté le train qui approchait. D'ailleurs, s'il l'avait détecté, il aurait eu tout juste le temps de réagir (moins de 1,8 seconde) et d'exécuter ensuite une manoeuvre d'évitement, car il aurait alors disposé de moins de 0,7 seconde pour ce faire.

Signaux du passage à niveau

L'analyse des mesurages faits lors de la reconstitution de l'accident a fait ressortir que le passage à niveau public de River Road ne respectait pas les lignes directrices de l'OVR quant à la visibilité de la signalisation. Les broussailles et les arbres qui poussaient du côté intérieur de la courbe située aux abords du passage à niveau empêchaient de bien voir les signaux, ce qui fait que les usagers de la route risquaient davantage de ne pas voir les signaux à temps pour pouvoir arrêter en toute sécurité.

Comme on l'indique dans le manuel technique RTD 10 de Transports Canada, l'installation d'un panneau « Préparez-vous à arrêter au passage à niveau » pourrait s'avérer nécessaire pour qu'on puisse s'assurer que les conducteurs sont avertis dans des délais qui leur permettent de s'arrêter en toute sécurité. Dans le cas du passage à niveau de River Road et d'autres passages à niveau équivalents où il n'y a pas de signalisation auxiliaire pouvant atténuer les effets de la mauvaise visibilité aux abords du passage à niveau, il y a un risque que les conducteurs ne soient pas en mesure de réagir à temps et de s'arrêter en toute sécurité lorsqu'un train approche du passage à niveau ou occupe celui-ci. Les lignes directrices intitulées *Advance Warning Flashers: Guidelines for Application and Installation* publiées par l'Association des transports du Canada renvoyaient aux situations qui pourraient inciter à utiliser des feux clignotants de présignalisation. Deux de ces situations (les endroits où les distances de visibilité sont limitées et les abords routiers dont la limite de vitesse est égale ou supérieure à 70 km/h) sont présentes au passage à niveau.

En 1984, les feux de signalisation du passage à niveau ont été déplacés à la position habituelle, c'est-à-dire à la droite de la circulation routière qui s'approche. Ce déplacement a fait en sorte que la visibilité des feux avant ne respectait plus les exigences minimales. La décision de modifier l'orientation des feux de signalisation n'a pas tenu compte de la raison pour laquelle on avait à l'origine orienté les feux à la gauche de la circulation routière qui s'approche. Le changement d'orientation des feux, du côté gauche au côté droit, a fait en sorte de réduire la distance de visibilité du signal pour le conducteur d'un véhicule qui arrive du sud, d'où un risque accru que le conducteur ne voie pas les feux avant à temps pour pouvoir arrêter avant le passage à niveau. Même si les feux arrière étaient visibles, il reste que ces feux sont censés fournir une indication visible des clignotants rouges aux conducteurs qui sont immobilisés au passage à niveau et que leurs faisceaux sont focalisés pour une distance de 50 pieds devant le

passage à niveau et ne sont pas conçus pour être bien visibles à une certaine distance. Les feux avant sont censés fournir une indication visible des feux clignotants aux conducteurs qui approchent à une certaine distance; d'ailleurs, la distance minimale à laquelle un feu clignotant doit être visible est de 1000 pieds. La distance minimale de focalisation de 530 pieds ne s'applique qu'aux feux avant. Les feux clignotants avant ou arrière, qu'ils aient été placés à la droite ou à la gauche de la circulation, n'étaient pas visibles d'une distance de 1000 pieds.

Comportement du conducteur

Un conducteur qui roule sur une route dont la vitesse est de 80 km/h prendrait 6,2 secondes pour couvrir la distance entre le point où les feux de signalisation avant deviennent visibles (450 pieds) et le passage à niveau. Compte tenu d'un délai de réaction de 1,8 seconde, le conducteur disposerait de 4,4 secondes pour immobiliser le véhicule en toute sécurité, pourvu qu'il ait perçu les feux de signalisation.

Le conducteur devait composer avec une charge de travail mental accrue du fait qu'il roulait à une vitesse supérieure à la limite permise et qu'il roulait sur un tronçon difficile de la route (dans une courbe). En raison de cet accroissement de sa charge de travail mental, le conducteur :

- concentrait son attention sur la conduite du véhicule,
- a probablement été empêché de réagir de façon opportune à la présence du signal d'avertissement avancé et du X peint sur la chaussée,
- a pris plus de temps pour réagir aux feux de signalisation,
- a disposé de moins de temps pour immobiliser son véhicule.

Il s'ensuit que le conducteur n'a perçu ni les dispositifs automatiques d'avertissement ni le train lui-même jusqu'à ce qu'il soit trop tard pour s'arrêter. Le bon état du véhicule moderne qu'il conduisait a dû isoler le conducteur des bruits extérieurs et, par conséquent, l'empêcher d'entendre le sifflet de la locomotive.

Les multiples traces de dérapage et les rapports de résidants de l'endroit révèlent qu'il arrive souvent que les véhicules aux abords de ce passage à niveau tentent des manoeuvres d'évitement, font une embardée et tombent dans le fossé, et freinent intensivement, ce qui indique que les abords routiers du passage à niveau étaient difficiles. D'après les conducteurs qui ont participé aux essais du BST, la concentration nécessaire pour garder le véhicule sur la route dans la courbe à la vitesse autorisée de 80 km/h et les arbres qui poussent de part et d'autre des abords du passage à niveau gênent les conducteurs quand vient le moment de reconnaître les signaux du passage à niveau. Du fait que la route répond aux normes minimales de conception géométrique et que la vitesse autorisée est de 80 km/h, les conducteurs doivent composer avec des exigences accrues quand ils circulent dans la courbe et ils risquent davantage de ne pas être en mesure de voir les signaux du passage à niveau et de réagir en conséquence.

La distance minimale de visibilité d'arrêt est suffisante pour permettre à des conducteurs raisonnablement compétents et vigilants de faire un arrêt d'urgence dans des circonstances normales. Cependant, cette distance s'avère souvent inadéquate lorsque les conducteurs doivent prendre des décisions complexes ou instantanées, qu'il est difficile de percevoir l'information ou qu'il faut faire des manoeuvres inattendues ou inhabituelles. Dans ces circonstances, le fait de

tenir compte de la distance de visibilité d'anticipation plutôt que de la distance d'arrêt minimale permet d'allonger la distance dont les conducteurs peuvent disposer pour réagir. La distance de visibilité d'anticipation qui est recommandée dans le manuel *Normes canadiennes de conception géométrique des routes* est comparable aux critères de l'OVR, selon lesquels les feux clignotants de signalisation doivent être visibles d'une distance de 1000 pieds.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Le conducteur devait composer avec une charge de travail mental accrue du fait qu'il roulait à une vitesse supérieure à la limite permise et qu'il roulait sur un tronçon difficile de la route (dans une courbe). En raison de cet accroissement de sa charge de travail mental, le conducteur :
 - concentrait son attention sur la conduite du véhicule,
 - a probablement été empêché de réagir de façon opportune à la présence du signal d'avertissement avancé et du X peint sur la chaussée,
 - a pris plus de temps pour réagir aux feux de signalisation,
 - a disposé de moins de temps pour immobiliser son véhicule.
2. Le changement d'orientation des feux de signalisation clignotants, du côté gauche au côté droit, a fait en sorte de réduire la distance de visibilité du signal pour le conducteur d'un véhicule qui s'approche du passage à niveau, d'où un risque accru que le conducteur ne voie pas les feux avant à temps pour pouvoir arrêter avant le passage à niveau.
3. Les broussailles et les arbres qui poussaient du côté intérieur de la courbe située aux abords du passage à niveau empêchaient de bien voir les signaux, ce qui fait que les usagers de la route risquaient davantage de ne pas voir les signaux à temps pour pouvoir arrêter en toute sécurité.

Faits établis quant aux risques

1. Du fait que la route répond aux normes minimales de conception géométrique et que la vitesse autorisée est de 80 km/h, les conducteurs doivent composer avec des exigences accrues quand ils circulent dans la courbe et ils risquent davantage de ne pas être en mesure de voir les signaux du passage à niveau et de réagir en conséquence.
2. Aux passages à niveau qui n'ont aucune signalisation auxiliaire, comme un signal d'avertissement avancé, et dont la signalisation n'est pas bien visible, il y a un risque que les conducteurs ne soient pas en mesure d'aborder le passage à niveau en toute sécurité.

Autres faits établis

1. Le passage à niveau public de River Road ne respectait pas les directives de l'Ottawa Valley Railway (OVR) quant à la visibilité de la signalisation.
2. La distance de visibilité d'anticipation qui est recommandée dans le manuel *Normes canadiennes de conception géométrique des routes* est comparable aux critères de l'OVR, selon lesquels les feux clignotants de signalisation doivent être visibles d'une distance de 1000 pieds.
3. Aux abords sud du passage à niveau (véhicules circulant en direction nord), on a relevé des situations qui justifient l'installation de feux clignotants de présignalisation.

Mesures de sécurité prises

Dans le quadrant nord-ouest du passage à niveau, on a installé un jeu additionnel de feux de signalisation à longue portée (avant) et on a installé les feux arrière à la gauche de la circulation routière qui s'approche.

Le 24 novembre 2004, et aussi à l'automne de 2005, l'administration routière a fait couper les broussailles qui poussaient le long de l'emprise routière et qui empêchaient de bien voir les signaux du passage à niveau, mais elle ne les a pas fait couper sur la propriété privée adjacente, car elle n'a pas réussi à communiquer et à s'entendre avec le propriétaire au sujet de l'élimination des arbres et broussailles qui poussent sur ce terrain et empêchent de bien voir les signaux du passage à niveau.

L'administration routière a installé un panneau limitant la vitesse à 70 km/h au signal d'avertissement qui est placé dans la courbe et qui annonce le passage à niveau.

Transports Canada a reçu une demande de financement concernant l'addition d'un mât équipé de dispositifs lumineux à DEL dans le quadrant sud-ouest, et le remplacement des lampes de signalisation actuelles par des lampes à DEL de 12 pouces.

Préoccupations en matière de sécurité

Des représentants de l'administration routière, de la compagnie et de Transports Canada se sont rencontrés sur les lieux de l'accident en février 2005 et ils ont convenu que la mesure de sécurité la plus pertinente consisterait en l'installation d'un signal d'avertissement avancé à l'intention des conducteurs roulant en direction nord qui approchent du passage à niveau de Castleford. Le Bureau est préoccupé par le fait que, plus d'un an après l'accident, il n'y ait pas eu de suite à ces discussions.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 15 février 2006.

Visitez le site Web du BST (www.bst.gc.ca) pour plus d'information sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également des liens vers d'autres organismes de sécurité et des sites connexes.

Annexe A – Sigles et abréviations

BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
CCT	Commission canadienne des transports
CFCP	Chemin de fer Canadien Pacifique
cm	centimètres
DEL	diode électroluminescente
km/h	kilomètres à l'heure
m	mètres
mi/h	milles à l'heure
OVR	Ottawa Valley Railway
REF	<i>Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada</i>
ROV	régulation de l'occupation de la voie
VUS	véhicule utilitaire sport
°C	degrés Celsius