



RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE
R09Q0030



DÉRAILLEMENT

**DE LA MANŒUVRE DE TRIAGE YLUS-30
EXPLOITÉE PAR LE CANADIEN NATIONAL
AU POINT MILLIAIRE 14,80 DE LA SUBDIVISION BRIDGE
AU TRIAGE LIMOILLOU
À QUÉBEC (QUÉBEC)
LE 17 JUILLET 2009**

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

Déraillement

de la manœuvre de triage YLUS-30
exploitée par le Canadien National
au point milliaire 14,80 de la subdivision Bridge
au triage Limoilou
à Québec (Québec)
le 17 juillet 2009

Rapport numéro R09Q0030

Sommaire

Le 17 juillet 2009 vers 19 h, heure avancée de l'Est, cinq wagons-citernes de la manœuvre de triage télécommandée YLUS-30 exploitée par le Canadien National ont déraillé au triage Limoilou à Québec (Québec). Un branchement et un tronçon de voie d'une longueur d'environ 180 pieds ont été endommagés. L'accident n'a fait aucun blessé et a causé une fuite mineure de carburant.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Le 17 juillet 2009, la manœuvre de triage télécommandée YLUS-30 (la manœuvre) exploitée par le Canadien National (CN) effectue des manœuvres au triage Limoilou à Québec (Québec) (voir la figure 1). La manœuvre est composée de 4 locomotives et de 36 wagons-citernes (23 chargés et 13 vides), elle mesure 2410 pieds et pèse quelque 4000 tonnes. L'équipe se compose d'un contremaître de triage (contremaître) et d'un aide de triage (aide). Tous deux répondent aux exigences de leurs postes respectifs et aux exigences en matière de repos et de condition physique. Ils se servent de loco-commandes Beltpack¹ pour contrôler les locomotives à distance et effectuer les manœuvres. Ils se relaient le contrôle de la manœuvre sur leur loco-commande respective lors des changements de direction. Le contremaître, placé à l'arrière de la manœuvre, dirige les manœuvres de triage et oriente les aiguillages alors que l'aide, posté dans la locomotive de tête, assure la protection du mouvement de tire.

Vers 19 h², la manœuvre quitte les Battures de Beauport (partie est du triage) vers l'ouest sur la voie EL02. Elle parcourt une distance d'environ 1500 pieds à une vitesse de 6 mi/h, puis s'engage sur la voie FL09. La manœuvre effectue ensuite un mouvement de renverse lorsqu'un serrage intempestif des freins d'urgence provenant de la conduite générale se déclenche. L'équipe procède à l'inspection de la manœuvre et constate que cinq wagons-citernes chargés de carburant d'aviation (UN 1863) ont déraillé. La température est de 21 °C, le temps est nuageux et la visibilité est bonne.

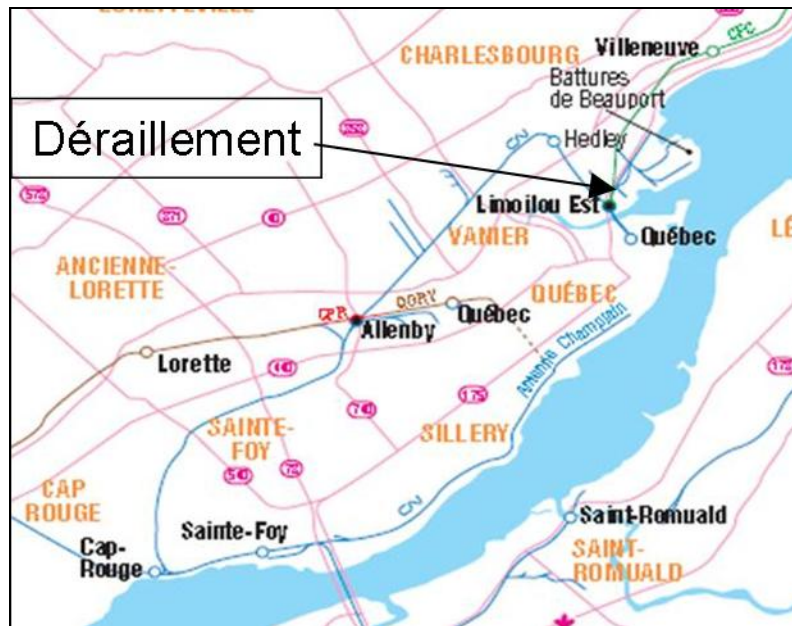


Figure 1. Lieu du déraillement (source : Association des chemins de fer du Canada, *Atlas des chemins de fer canadiens*)

- ¹ Beltpack est la marque de commerce d'un système de commande à distance de locomotives de manœuvre.
- ² Toutes les heures sont exprimées en heure avancée de l'Est (temps universel coordonné moins quatre heures).

Le service des incendies, avisé par l'aide immédiatement après l'accident, arrive sur les lieux moins de cinq minutes plus tard. Le contremaître donne des renseignements sur la manœuvre et le chargement aux pompiers. Les intervenants constatent qu'il y a une fuite de carburant d'aviation provenant des vannes supérieures du wagon CGTX 30619. Le carburant d'aviation, classe 3, UN 1863, est un liquide extrêmement inflammable dont les vapeurs peuvent former des mélanges explosifs avec l'air. Un périmètre de sécurité est établi autour de la zone du déraillement. L'autoroute Dufferin-Montmorency et les routes publiques avoisinantes sont fermées à la circulation. Vers 21 h, la fuite, évaluée à moins de deux litres, est colmatée et le périmètre est levé peu de temps après.

Examen des lieux

Les wagons ont déraillé sous la structure du viaduc de l'autoroute Dufferin-Montmorency, au voisinage du branchement EL18 donnant accès aux voies d'atelier. Le wagon-citerne CGTX 30585 (le premier wagon déraillé et le 10^e wagon de la manœuvre) était à une distance d'environ 350 pieds à l'est du branchement EL18 avec un bogie déraillé. L'autre bogie du wagon est resté sur la voie EL02. Les deux wagons suivants (les 8^e et 9^e wagons) se sont renversés sur le côté alors que les deux derniers wagons déraillés sont demeurés debout sur la plate-forme. Les wagons ont subi des dommages légers à la paroi des citernes, aux passerelles, aux marches et aux échelles. Tout le matériel roulant qui a déraillé a été examiné; aucun défaut antérieur au déraillement n'a été décelé sur les wagons.

La voie d'atelier a subi des dommages sur une distance de 180 pieds à partir du branchement EL18. Ce branchement est un branchement de type n° 8 spécial avec un cœur de croisement auto-protégé et est muni d'un appareil de manœuvre manuelle de type 31-B. L'aiguillage du branchement était en position renversée³ (orienté vers les voies d'atelier), le levier de manœuvre était cadennassé et le mât exhibait une cible jaune orientée dans le sens du mouvement. La tringle de manœuvre reliant les aiguilles à l'appareil de manœuvre d'aiguillage n'a pas été tordue alors que l'arbre a été endommagé. L'extrémité supérieure de la pointe d'aiguille gauche était fraîchement écaillée. Le rail de raccord droit était renversé. Des marques de boudins de roue débutaient au talon d'aiguille droit et se poursuivaient sur la voie d'atelier. Elles étaient visibles sur le côté intérieur de l'âme du rail de raccord, sur le cœur de croisement et sur les traverses.

Renseignements sur la voie

La voie de triage EL02 est connectée à la voie FL09 par l'entremise du branchement EL02 ouest, un branchement muni d'un appareil de manœuvre semi-automatique⁴ de type 22E, situé à une centaine de pieds du branchement EL18. La voie FL09 est la voie principale d'accès au port de Québec. Elle est adjacente à la voie principale de la subdivision Bridge qui est utilisée par les trains de VIA Rail Canada Inc. pour desservir la Gare du Palais. Ces deux voies comportent deux passages à niveau. À environ 210 pieds du branchement EL02 ouest, il y a un passage à niveau piétonnier et, quelque 230 pieds plus loin, un passage à niveau routier donnant accès à la

³ Aiguillage orienté pour la voie déviée.

⁴ Aiguillage de voie non principale muni d'un dispositif interne d'immobilisation qui permet à un matériel roulant d'effectuer un mouvement de talonnage sur les aiguilles, lesquelles demeurent orientées pour l'itinéraire suivi.

compagnie Papiers White Birch. Ce passage à niveau routier est équipé de feux de signalisation, de cloches et de barrières qui sont activés manuellement par un gardien posté à l'entrée principale de la compagnie Papiers White Birch.

Le passage à niveau piétonnier qui dessert une piste cyclable est pourvu d'un système d'avertissement automatisé. Il est équipé de feux de signalisation, de cloches et de barrières. Selon un comptage réalisé par la Ville de Québec en août 2008, environ 800 personnes à l'heure empruntent ce passage à niveau en périodes de pointe, et environ 200 personnes à l'heure l'empruntent entre 18 h et 19 h.

La voie EL02 était composée de rails boulonnés de 100 livres, posés sur des selles à double épaulement, retenus à chaque traverse par trois crampons et encadrés par des anticheminants à toutes les trois traverses. Il y avait environ 3000 traverses de bois dur par mille de voie. Le ballast était composé de pierre concassée et de gravier. La voie était en bon état.

Exploitation au triage Limoilou

Dans le triage Limoilou (voir la figure 2), tous les mouvements (par exemple, les trains, les manœuvres de triage et les groupes de traction) sont régis par la règle 105 du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REF). La règle 105 du REF énonce en partie que, sous réserve d'instructions spéciales, les mouvements circulant sur une voie non principale doivent rouler à une vitesse qui permet de s'arrêter en deçà de la moitié de la distance de visibilité d'un matériel roulant, et qui ne doit jamais dépasser 15 mi/h. Selon l'indicateur 82 du CN (*l'indicateur*), entré en vigueur le 29 mai 2009, cette vitesse ne doit pas dépasser 10 mi/h au triage Limoilou. De plus, la règle 114 du REF requiert que tout mouvement soit en mesure d'arrêter avant des aiguillages mal orientés pour son itinéraire.

La règle 104 du REF stipule en partie que, sauf indication contraire dans des instructions spéciales, les aiguillages de voie non principale, lorsque munis d'un cadenas, doivent être orientés et cadenasés en position normale après usage. De plus, le document du CN *Informations générales triage Limoilou* portant sur les procédures relatives à l'exploitation des mouvements dans la cour de triage mentionne que, lorsque les opérations de triage sont terminées sur les voies d'atelier EL12, EL15 et EL17, le dérailleur ainsi que l'aiguillage d'accès à ces voies (EL18) doivent être remis en position normale et cadenasés. Cependant, l'indicateur mentionne que les aiguillages du triage Limoilou peuvent être laissés orientés et cadenasés en position renversée.

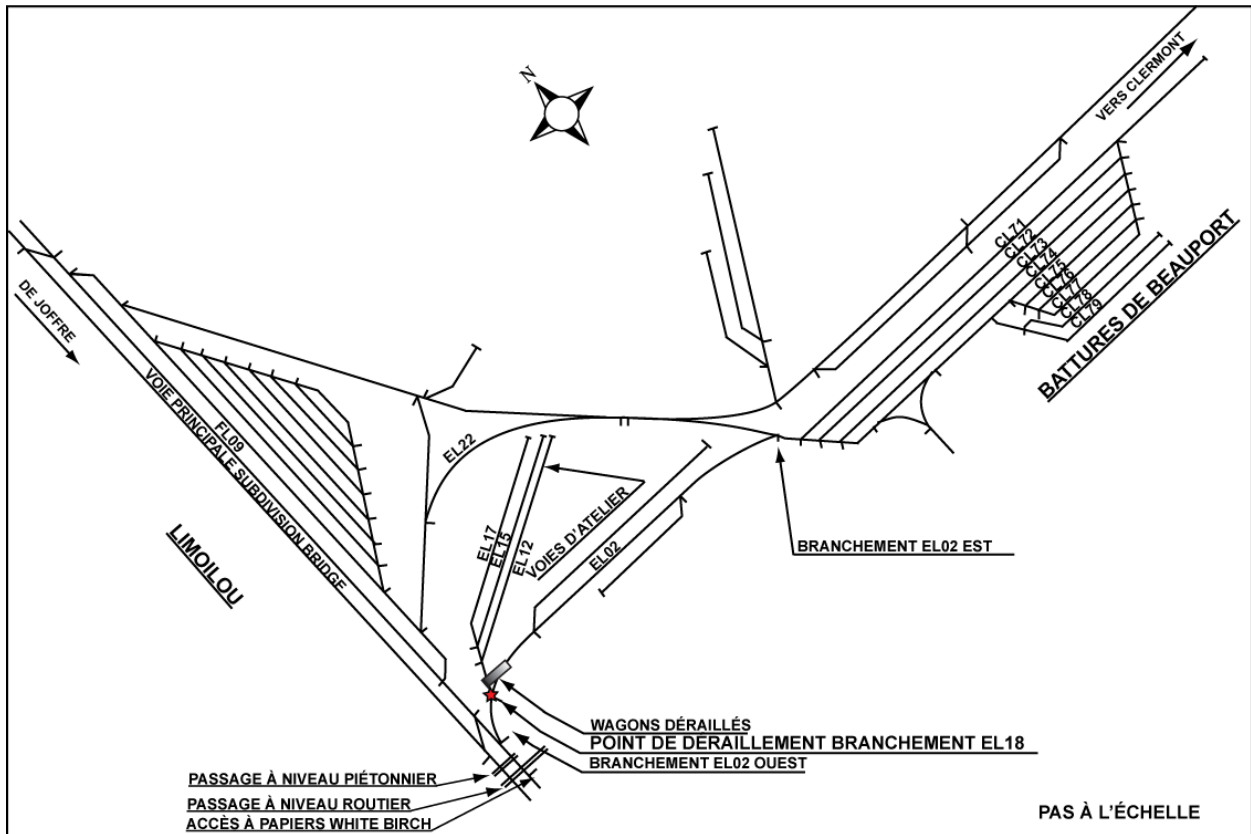


Figure 2. Plan du triage Limoilou

Exploitation de la manœuvre de triage

Les membres de l'équipe ont débuté leur quart de travail vers 16 h. Ils ont pris possession de quatre locomotives stationnées dans les voies d'atelier pour effectuer des manœuvres de triage dans la cour et procéder à la formation d'une manœuvre. Vers 16 h 30, les locomotives ont emprunté le branchement EL18 donnant accès à la voie EL02 et ont quitté les voies d'atelier. L'aiguillage a été laissé orienté en position renversée et cadennassé. La manœuvre est partie à destination des voies des Battures de Beauport en passant par le triangle de virage (voie EL22).

Vers 18 h 30, après avoir terminé les manœuvres de triage sur les voies CL71 à CL78 des Battures de Beauport, les locomotives se sont attelées aux 36 wagons-citernes stationnés sur la voie CL79 et se sont engagées en direction ouest sur la voie EL02 pour aller vers la voie FL09. Les barrières du passage à niveau piétonnier se sont abaissées, mais plusieurs personnes continuaient à traverser la voie malgré l'approche de la manœuvre. Les barrières du passage à niveau routier étaient encore levées. L'aide a actionné le sifflet de la locomotive pour alerter le gardien de la compagnie Papiers White Birch afin qu'il abaisse manuellement les barrières. Au moment de franchir le branchement EL18, situé sous la structure de l'autoroute, l'aide posté dans la locomotive de tête n'a pas remarqué la cible d'aiguillage et n'a pas vérifié, comme l'exige la règle 114 du REF, que l'aiguillage était correctement orienté. Il concentrait toute son attention visuelle et mentale sur l'activité aux passages à niveau et n'accordait pas d'attention particulière à l'aiguillage, puisqu'il l'a toujours vu ou placé en position normale et cadennassé. Après avoir été avisé par le contremaître, l'aide a arrêté la manœuvre. Le contrôle de la

manœuvre a alors été relayé au contremaître qui a inversé le mouvement et l'a déplacé vers l'est à une vitesse de 6 mi/h. La manœuvre s'est arrêtée brusquement à la suite du serrage intempestif des freins d'urgence provenant de la conduite générale.

Distances de visibilité et de freinage

Le BST a procédé à une simulation effectuée dans des conditions semblables à celles prévalant le jour de l'accident pour déterminer les distances de visibilité de la cible jaune du mât de l'appareil de manœuvre. On a observé qu'à partir de la position occupée par l'aide de triage, pour un mouvement circulant vers l'ouest sur la voie EL02 et s'approchant du branchement EL18, la cible du mât de l'appareil de manœuvre demeure cachée par un pilier de la structure du viaduc de l'autoroute Dufferin-Montmorency sur presque l'ensemble du trajet (voir la photo 1). Elle ne devient visible qu'à une distance de 100 pieds.



Photo 1. Vue vers l'ouest de l'approche du branchement E18

Les calculs de distances de freinage⁵ montrent que la distance requise pour immobiliser la manœuvre roulant à une vitesse de 6 mi/h est de 140 pieds lorsque le freinage de service est actionné à partir d'une loco-commande. Ce résultat a été obtenu en utilisant un temps de réaction de deux secondes, un délai de réponse de la loco-commande de quatre secondes et des critères géométriques de la voie et de l'équipement similaires à ceux de la manœuvre en cause dans cet événement. Par conséquent, pour arrêter la manœuvre sur une distance inférieure à 100 pieds, la vitesse maximale ne doit pas dépasser 4 mi/h.

Analyse

On considère que ni l'état du matériel roulant, ni l'état de la voie n'ont été des facteurs contributifs à cet accident. L'analyse portera sur les procédures relatives aux manœuvres de triage et à la visibilité des cibles d'aiguillage.

L'accident

Les marques de boudin de roue qui débutaient au talon d'aiguille droit ainsi que la position des bogies du wagon-citerne CGTX 30585, l'un déraillé du côté des voies d'atelier et l'autre sur la voie EL02, indiquent que la manœuvre a déraillé à l'aiguillage du branchement EL18. L'aiguillage était en position renversée et a été talonné lorsque la manœuvre l'a franchi en allant vers la voie FL09 car la pointe d'aiguille gauche montrait des indices de prise en pointe et son extrémité était rompue. De plus, le mât exhibait une cible jaune et l'arbre de l'appareil de manœuvre était endommagé alors que la tringle de manœuvre reliant les aiguilles n'a pas été tordue.

Contrairement au branchement EL02 ouest qui est un branchement muni d'un appareil de manœuvre semi-automatique, le branchement EL18 était muni d'un appareil de manœuvre manuelle. Il n'était donc pas conçu pour permettre au matériel roulant d'effectuer des mouvements de talonnage en restant orienté pour l'itinéraire suivi. Par conséquent, il a été endommagé lors du talonnage par la manœuvre; ses aiguilles n'étaient plus assujetties, ne permettant donc plus de mouvement de renverse. Lorsque la manœuvre a été inversée, le bogie menant du wagon-citerne CGTX 30585 s'est engagé sur la voie déviée alors que le bogie arrière est resté sur la voie EL02. Comme la manœuvre s'est trouvée poussée simultanément sur la voie EL02 et la voie déviée, le rail de raccord droit du branchement s'est renversé sous les efforts latéraux exercés par les roues du wagon-citerne, entraînant le déraillement.

Orientation des aiguillages

Selon la règle 104 du REF et le document du CN *Informations générales triage Limoilou*, l'aiguillage EL18 doit être remis en position normale et cadenassé. Cependant, l'indicateur permet de le laisser orienté et cadenassé en position renversée.

Cette ambiguïté entre les différents documents disponibles aux membres des équipes, concernant l'exploitation des aiguillages du triage Limoilou, peut engendrer des pratiques différentes et par conséquent augmenter les risques d'accident. Certains employés suivent l'indicateur et laissent l'aiguillage en position renversée tandis que d'autres, comme par exemple l'aide, placent toujours l'aiguillage EL18 en position normale et cadenassé. Les attentes de ces derniers peuvent donc être différentes et, par conséquent, leur attention peut être moins concentrée sur la position des aiguillages, surtout lorsque d'autres événements exigent aussi leur attention.

Le passage à niveau piétonnier, emprunté par environ 800 personnes à l'heure en périodes de pointe, est équipé de feux de signalisation, de cloches et de barrières. Quand les membres des équipes approchent de ce passage, ils savent, du fait de leur connaissance de l'environnement du triage Limoilou, qu'il n'est pas hors du commun que des personnes traversent ce passage malgré l'approche d'un mouvement et le fonctionnement du système d'avertissement. Ceci a probablement incité l'aide à porter son attention visuelle et mentale au-delà de l'aiguillage,

étant donné les risques d'accident accrus en raison de la présence de ces personnes. Pour l'aide, il était plus important d'être attentif à la situation bien au-delà du branchement, car l'orientation de cet aiguillage ne nécessitait pas une attention particulière, puisqu'il le voyait habituellement en position normale et cadencé. Il croyait donc qu'il n'y avait aucun risque et s'est approché du branchement EL18, sans confirmer la position de l'aiguillage.

Distances de visibilité et de freinage

Au moment de franchir le branchement EL18, l'aide n'a pas remarqué la cible du branchement. La cible jaune de l'aiguillage EL18 a certainement été dans le champ visuel de l'aide pendant plusieurs secondes (une dizaine de secondes) mais n'a pas attiré son attention. Il est fort probable que l'aiguillage était dans sa vue périphérique car son attention était portée au-delà de la cible jaune. Le champ visuel inclut la vue fovéale et la vue périphérique. La vue fovéale se situe au centre du champ de vision et est relativement petite; cependant, c'est avec elle que l'acuité visuelle est la plus élevée. La vue périphérique se caractérise principalement par la capacité de détecter des mouvements et des changements de luminosité et non pas la distinction de détails.

L'attention visuelle implique une sélectivité de l'information. Cette attention sélective d'un stimulus visuel implique un mouvement des yeux vers le stimulus perçu comme étant prioritaire. La cible jaune aurait dû déclencher une réponse quasi-automatique de la part de l'aide; c'est-à-dire qu'il aurait dû reconnaître que le signal indiquait que le branchement n'était pas orienté en position normale. Cependant, ce stimulus statique observé en périphérie n'a pas été suffisant pour déclencher une réaction de la part de l'aide car sa sélectivité visuelle des stimuli était focalisée sur la voie ferrée en avant et non pas sur l'aiguillage. L'attention visuelle et l'attention mentale de l'aide étaient probablement portées sur les deux passages à niveau car l'aide a remarqué que des personnes traversaient l'un des passages à niveau et que les barrières n'étaient pas abaissées pour l'autre.

Selon la simulation effectuée dans des conditions semblables à celles prévalant le jour de l'accident, on a observé qu'à partir de la position occupée par l'aide, la cible du mât de l'appareil de manœuvre ne devenait visible qu'à une distance de 100 pieds car elle demeurait cachée par un pilier du viaduc sur presque l'ensemble du trajet. Comme la distance de freinage à une vitesse de 6 mi/h est de 140 pieds, la manœuvre ne pouvait pas être immobilisée avant le branchement et aurait talonné l'aiguillage, même si l'aide avait remarqué la cible et serré les freins.

L'enquête a donné lieu au rapport de laboratoire suivant :

LP 122/2009 – *Braking Distance Calculations* (Calculs des distances de freinage)

On peut obtenir ce rapport en s'adressant au Bureau de la sécurité des transports du Canada.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Lors du mouvement de renverse sur l'aiguillage, le rail de raccord droit du branchement s'est renversé sous les efforts latéraux exercés par les roues du wagon-citerne, entraînant le déraillement.
2. Lors du mouvement de tire, la manœuvre a talonné l'aiguillage. Comme ce dernier n'était pas muni d'un appareil de manœuvre semi-automatique, il a été endommagé et ne permettait donc plus de mouvement de renverse.
3. Comme l'aide voyait habituellement l'aiguillage en position normale et cadencé et qu'il concentrait probablement son attention sur l'activité aux passages à niveau, il n'a pas remarqué la cible d'aiguillage et ne s'est pas rendu compte que la manœuvre a talonné l'aiguillage et l'a endommagé.

Faits établis quant aux risques

1. L'ambiguïté entre les différents documents disponibles aux membres des équipes, concernant l'exploitation des aiguillages, peut engendrer des pratiques différentes et par conséquent augmenter les risques d'accident.
2. Comme la cible du mât de l'appareil de manœuvre ne devenait visible qu'à une distance de 100 pieds et que la distance de freinage, à la vitesse à laquelle le mouvement roulait, était de 140 pieds, la manœuvre ne pouvait pas être immobilisée avant le branchement même si l'aide avait remarqué la cible.

Autre fait établi

1. Étant donné que le flot d'usagers empruntant le passage piétonnier est élevé et que des personnes traversent ce passage malgré l'approche des mouvements et le fonctionnement du système d'avertissement, les risques d'accident y sont accrus.

Mesures de sécurité prises

Le Canadien National (CN) a procédé au remplacement de l'appareil de manœuvre de l'aiguillage EL18 par un appareil de manœuvre semi-automatique qui permet au matériel roulant d'effectuer un mouvement de talonnage sur les aiguilles.

Le CN a émis un bulletin pour retirer l'article portant sur les aiguillages du document *Informations générales triage Limoilou*. À ce titre, l'instruction de l'indicateur permettant que les aiguillages soient orientés et cadencés en position renversée s'applique maintenant de façon claire.

Le CN et la Ville de Québec planifient retirer le passage à niveau piétonnier et le remplacer par un saut-de-mouton. Le CN a révisé les plans préliminaires du saut-de-mouton alors que les plans finaux sont en cours d'achèvement par la Ville de Québec.

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 18 février 2010.

Visitez le site Web du BST (www.bst-tsb.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.