

Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

**RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE
R12V0008**



**COLLISION ENTRE UN TRAIN ET UN VÉHICULE
D'ENTRETIEN**

**TRAIN N° A41651 13 ET
VÉHICULE D'ENTRETIEN N° 075765
DU CHEMIN DE FER CANADIEN NATIONAL
AU POINT MILLIAIRE 14,5 DE LA SUBDIVISION
CLEARWATER
MESSITER (COLOMBIE-BRITANNIQUE)
LE 14 JANVIER 2012**

Canada

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le but d'améliorer 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 entre un train et un véhicule d'entretien

Train n° A41651 13 et
véhicule d'entretien n° 075765
du Chemin de fer Canadien National
au point milliaire 14,5 de la subdivision
Clearwater
Messiter (Colombie-Britannique)
le 14 janvier 2012

Rapport numéro R12V0008

Résumé

Le 14 janvier 2012, vers 4 h 13 (heure normale du Pacifique), le train de marchandises n° A41651 13 du Canadien National, circulant vers l'est en provenance de Kamloops (Colombie-Britannique) et se dirigeant vers Edmonton (Alberta), a percuté un véhicule d'entretien au point milliaire 14,5 de la subdivision Clearwater du Canadien National. Il n'y a eu ni blessures ni déraillement. Le véhicule d'entretien a été détruit. La locomotive de tête du train n'a pas été endommagée.

Autres renseignements de base

Le 14 janvier 2012, à environ 2 h 30¹, un agent d'entretien des signaux (le contremaître) a été appelé pour réparer un signal défectueux au point milliaire 13,3 de la subdivision Clearwater, près de Messiter (Colombie-Britannique) (figure 1). Pour effectuer les travaux, le contremaître devait accéder à la guérite de signalisation située près du point milliaire 14,5.

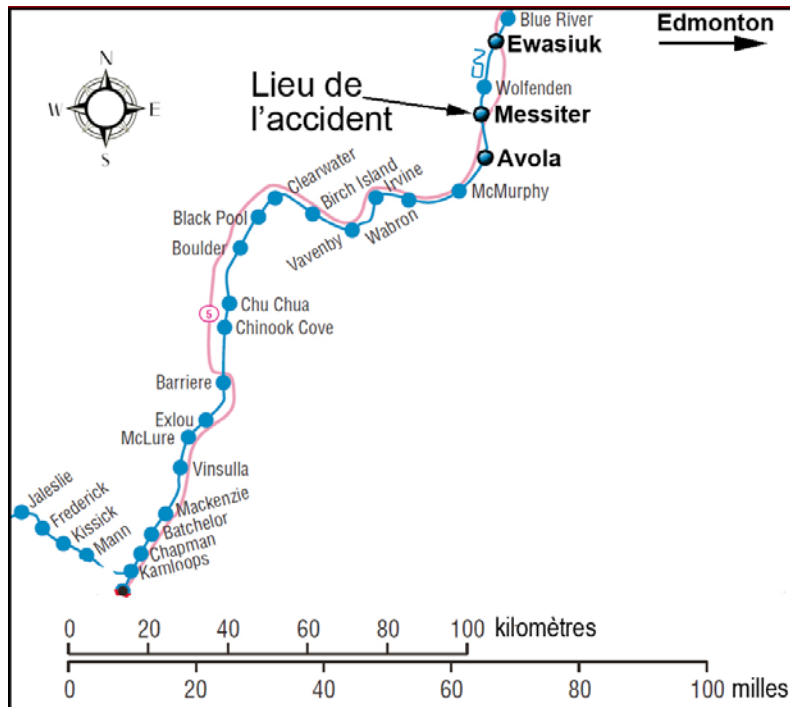


Figure 1. Lieu de l'accident

(Source : Association des chemins de fer du Canada, *Atlas des chemins de fer canadiens*)

Vers 3 h 30, le contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) a accordé un permis d'occuper la voie² (POV) qui comptait 2 segments³ (annexe A). Le premier segment était un POV de suivi⁴, qui permettait au contremaître de suivre derrière le train n° Q10131-11 (train n° 101). Ce segment a été donné pour la voie sud et les voies principales, entre le signal 25S au point milliaire 2,5 (Ewasiuk [Colombie-Britannique]) et le signal 134N au point milliaire 13,4 (Messiter East) (figure 2). Le deuxième segment a été donné pour la voie nord,

- ¹ Les heures sont exprimées en heure normale du Pacifique (temps universel coordonné moins 8 heures).
- ² Le POV est une autorisation écrite accordée à un contremaître de la voie, transmise et protégée par un CCF, pour assurer une protection adéquate des véhicules d'entretien ou des travaux en voie.
- ³ Le segment est une partie du formulaire de POV qui accorde une autorisation d'occuper la voie principale. Plusieurs segments peuvent être inclus dans 1 numéro de POV. Par conséquent, plutôt que de devoir annuler le POV en entier, les segments peuvent être annulés un à un à mesure que les zones d'application données sont libérées. Les autorisations segmentées ne sont possibles qu'avec le système RTC II du CN.
- ⁴ Un POV de suivi permet à un véhicule d'entretien de suivre derrière un train dans un même canton.

du signal 134N au signal 159N au point milliaire 15,9 (Messiter West). Le POV a été transmis par radio, et le contremaître a écrit les instructions sur le formulaire approprié. Le contremaître a répété correctement les instructions au CCF, y compris l'exigence d'emprunter la voie nord à Messiter East. Aucune heure de rappel n'a été convenue entre le CCF et le contremaître. Dans le cadre des communications, aucune indication n'a été donnée quant à la position de l'aiguillage à Messiter East.

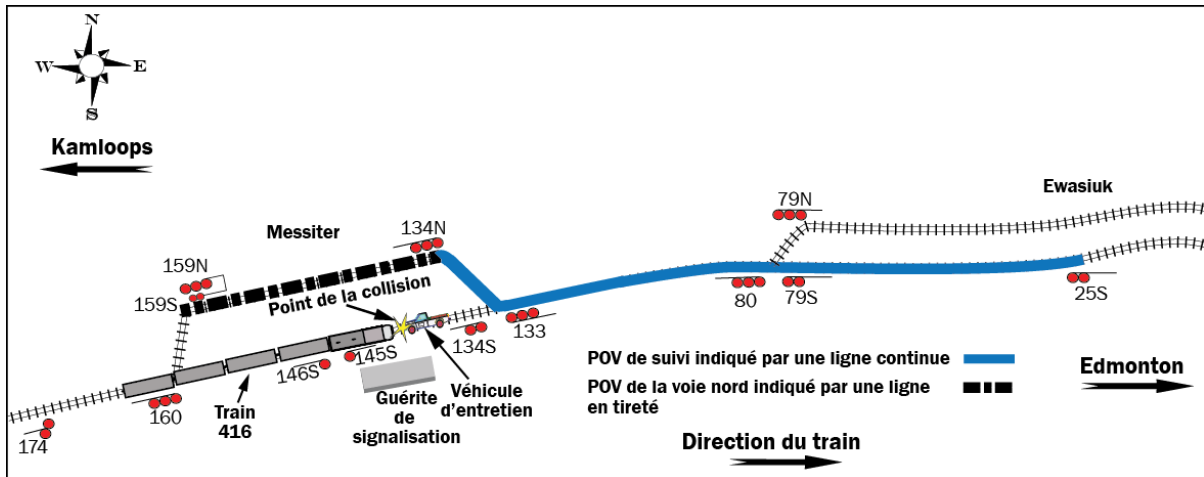


Figure 2. Schéma du site

Après avoir rempli le POV, le contremaître est parti pour Messiter en suivant le train n° 101. Vers 3 h 53, le contremaître a franchi l'aiguillage à Messiter East, qui avait été orienté auparavant pour la voie sud pour la circulation du train n° 101. Le contremaître a poursuivi sa route jusqu'au point miliare 14,5, où il a quitté le véhicule d'entretien⁵ pour travailler dans la guérite de signalisation située au sud de la voie.

Environ 5 heures auparavant (à 22 h 39 le 13 janvier 2012), le train de marchandises n° A41651 13 du Canadien National (CN) (train n° 416) est parti de Kamloops (Colombie-Britannique) (point miliare 139,4 de la subdivision Clearwater) en direction est à destination d'Edmonton (Alberta). Le train était formé de 2 locomotives, de 25 wagons chargés, de 88 wagons vides et de 29 wagons de résidus. Il pesait quelque 7180 tonnes et mesurait environ 9515 pieds de longueur. Le train n° 416 était exploité avec un mécanicien de locomotive et un chef de train. Les 2 membres de l'équipe étaient qualifiés pour leurs postes respectifs, connaissaient le territoire et répondaient aux normes de la compagnie et aux normes réglementaires en matière de condition physique et de repos.

À l'approche de Messiter, l'équipe du train n° 416 a annoncé par radio les signaux avancés. Lorsqu'il était arrêté à la guérite de signalisation, le contremaître avait syntonisé le poste radio extérieur du véhicule d'entretien sur le canal d'attente. L'équipe de train avait également syntonisé son poste radio sur le canal d'attente. Le contremaître n'a entendu aucun des messages radio de l'équipe de train. L'équipe de train n'a entendu aucun des messages radio du contremaître.

⁵ Le véhicule d'entretien est un véhicule ou une machine qui peut circuler sur une voie ferrée et qui est normalement utilisé(e) pour l'inspection de la voie, des travaux en voie et d'autres activités ferroviaires.

Vers 4 h 13, alors que le train n° 416 sortait d'une courbe à droite sur la voie sud (point milliaire 14,65) à 33 mi/h, tout en respectant un signal de vitesse normale à arrêt⁶, l'équipe a remarqué le véhicule d'entretien du contremaître sur la voie environ 800 pieds devant. Le train a procédé à un freinage d'urgence. Lorsque le contremaître, qui sortait de l'équipement de l'arrière du véhicule d'entretien, s'est rendu compte du train qui approchait, il a quitté l'emprise du côté sud. Le train n° 416 a ralenti à environ 10 mi/h avant de heurter le véhicule d'entretien. Le train s'est immobilisé à environ 235 pieds à l'est du lieu de l'accident. L'équipe de train a ensuite diffusé un message radio d'urgence et a informé le CCF de l'accident. Il n'y a eu ni blessures ni déraillement. Le véhicule d'entretien a été détruit, mais la locomotive de tête du train n'a pas été endommagée.

Au moment de l'événement, il faisait -8 °C, et les vents étaient légers, soufflant à quelque 8 km/h. Le ciel était sombre, mais la visibilité était bonne.

Renseignements sur la subdivision

La subdivision Clearwater est constituée de tronçons de voie double et d'une voie principale simple. Elle s'étend vers l'ouest du point milliaire 0,0 (Blue River [Colombie-Britannique]) jusqu'au point milliaire 139,4 (Kamloops). Cette subdivision est un important corridor est-ouest pour les trains de voyageurs ainsi que les trains de marchandises du CN. Dans le voisinage du lieu de l'accident, la vitesse maximale permise est de 30 mi/h pour les trains de marchandises et de 35 mi/h pour les trains de voyageurs.

Les mouvements de train dans cette subdivision sont régis par le système de commande centralisée de la circulation (CCC), comme autorisé par le *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REF), et sous la supervision d'un CCF en poste à Edmonton.

Le contrôleur de la circulation ferroviaire

Au moment de l'accident, le CCF supervisait un CCF en formation qui commandait le système de contrôle de la circulation ferroviaire. Le CCF était qualifié pour le poste et connaissait le territoire. Le CCF en formation avait suivi la formation en classe requise et travaillait au bureau d'Edmonton depuis environ 1 mois. Pour la majeure partie de cette période, le CCF en formation travaillait dans la subdivision Clearwater. Le CCF et le CCF en formation répondaient aux normes de la compagnie et aux normes réglementaires en matière de condition physique et de repos.

Le contremaître

Le contremaître travaillait régulièrement un quart de jour normal de 7 h à 17 h, du lundi au vendredi. Il participait aussi à un programme sur appel selon lequel il devait retourner au travail lorsqu'il était appelé. Le jour avant l'accident, il avait travaillé son quart normal. Ce soir-là, en raison d'un rhume dont il souffrait, il ne s'est endormi que vers 0 h. À 2 h 30, il a

⁶ Un signal de vitesse normale à arrêt signifie qu'un train peut poursuivre sa route, mais qu'il doit être prêt à s'arrêter au signal suivant.

reçu un appel de la compagnie de chemin de fer lui demandant de retourner au travail pour réparer un signal défectueux.

Vigilance et rythmes circadiens

Les rythmes circadiens du corps humain sont synchronisés pour que l'on reste éveillé le jour et que l'on dorme la nuit. Au cours du cycle de 24 heures, il y a 2 périodes de creux circadien (entre 3 h et 5 h et entre 15 h et 17 h), où on peut ressentir une somnolence accrue et une baisse du niveau de vigilance. Ces périodes de vigilance réduite peuvent entraîner une diminution du rendement dans l'exécution de certaines tâches.

Modèles mentaux

Des études cognitives ont montré que les gens utilisent des modèles mentaux comme représentations partielles de situations complexes. Les gens se créent des modèles mentaux afin d'atteindre des objectifs précis, ce qui les amène à filtrer les éléments d'entrée et à utiliser les éléments d'information qu'ils perçoivent comme étant les plus importants⁷.

Dans le cas de tâches dynamiques (par exemple, la conduite d'un véhicule ou d'un train), la création des modèles mentaux des personnes chargées de la conduite tient compte de l'expérience, des attentes, de l'anticipation ainsi que d'indices visuels et sonores. Dès que le modèle mental est créé, ces personnes ont tendance à rechercher des éléments qui renforcent ce modèle et à rejeter ceux qui le contredisent. Ce type de processus mental est connu sous le nom de préjugé de confirmation à partir d'hypothèses confirmées⁸.

Permis d'occuper la voie et systèmes de contrôle ferroviaire

De 1990 jusqu'à environ 2006, le CN utilisait RTC I comme système logiciel de contrôle de la circulation ferroviaire. Ce système, régi par le REF et exploité par un CCF, permettait d'assurer la protection des trains et d'autres mouvements (p. ex., véhicules d'entretien) en territoire CCC. La protection était assurée en accordant ou en restreignant l'autorisation d'occuper un tronçon de voie. L'autorisation était accordée au moyen de signaux permissifs pour les trains et de POV pour les véhicules d'entretien. Les contremaîtres travaillent dans des véhicules d'entretien, dont certains sont munis d'organes de roulement isolés (c.-à-d. roues, essieux) et n'actionnent pas les systèmes de signalisation ferroviaire. Une autorisation était accordée, habituellement pour chaque tronçon (canton) de voie qui devait être occupé. Ainsi, le contremaître avait besoin de nombreux POV, chacun avec un numéro d'autorisation, pour traverser le territoire. Le contremaître annulait le POV pour chaque canton lorsqu'il entra dans le canton suivant. Dans le système RTC I, la couverture du POV était affichée graphiquement à l'écran du CCF.

⁷ Denis Besnard et David Greathead, « When mental models go wrong, Co-occurrences in dynamic, critical systems », *International Journal of Human-Computer Studies*, Department of Computing Science, University of Newcastle upon Tyne, CS-TR 791, pages 60, 117-128 (2004) (en anglais seulement).

⁸ R.G. Green et al., *Human Factors for Pilots* (Aldershot, 1991), pages 61 et 62 (en anglais seulement).

Vers la fin de cette période, le système RTC I a été modifié de façon à permettre à un véhicule d'entretien de suivre un train dans le même canton, au moyen d'un POV assurant une protection contre le train (POV de suivi). Des techniques de vérification étaient utilisées pour s'assurer que le train avait franchi un endroit précis avant que le véhicule d'entretien obtienne l'autorisation de s'engager sur la voie principale. Le POV de suivi était accordé jusqu'au prochain emplacement contrôlé⁹, à l'exception des signaux de sortie¹⁰ associés aux points de liaison. Dans les situations comportant des signaux de sortie, le système RTC I empêchait le CCF de procéder avec le POV de suivi si l'itinéraire déviait de celui du train suivi.

En 2006, le système RTC II, une version mise à jour du système de contrôle ferroviaire du CN pour la CCC, a été lancé. Ce système donne davantage de souplesse aux CCF pour contrôler les trains et les autres mouvements en territoire CCC. Par exemple, les POV à segments multiples ont été introduits. En outre, d'autres formes d'autorisation ou de restriction pouvaient être émises sur un document sous un numéro d'autorisation. À mesure qu'un contremaître traverse le territoire, il peut annuler des segments de POV sans avoir à obtenir d'autres POV. Cette fonction réduit la charge de travail à la fois du contremaître et du CCF.

Cependant, dans le cas des POV de suivi, le RTC II (contrairement au RTC I) n'empêche pas le CCF de choisir un itinéraire différent du mouvement du train précédent. Même si cette pratique est interdite par les procédures de la compagnie, le système RTC II ne donne pas d'avertissement au CCF. On s'attend à ce que le CCF comprenne les exigences des procédures de CCF et le fonctionnement du système RTC II. Dans certains cas, il est possible qu'un contremaître occupe la voie devant un train qu'il est censé suivre.

Pour les systèmes RTC I et RTC II, les POV sont émis « par écrit »¹¹ en utilisation la radio. Lorsqu'il émet le POV, le CCF doit en lire le contenu au contremaître, y compris le numéro d'autorisation et une description des signaux limitant la portée de l'autorisation. Le contremaître doit faire une copie écrite du contenu du POV et le répéter au CCF afin de s'assurer de l'exactitude de la transmission et de la transcription. Le CCF doit vérifier l'information à mesure qu'elle est répétée, après quoi une heure de POV « complété » est émise, et l'autorisation entre en vigueur.

Lorsqu'un POV doit être annulé, tous les employés sous la protection du POV doivent tout d'abord libérer la voie. Le contremaître en informe ensuite le CCF en mentionnant son nom, le numéro de POV et la zone d'application du POV à annuler. Le CCF doit vérifier la zone d'application du POV à annuler. Le CCF annulera le POV en donnant au contremaître le numéro de POV, l'heure de l'annulation et les initiales du CCF. Le contremaître doit ensuite répéter ces renseignements et en accuser réception.

⁹ Un emplacement contrôlé est un emplacement en territoire CCC dont la zone est définie par des signaux contrôlés de sens contraire.

¹⁰ Un signal de sortie à un emplacement contrôlé en territoire CCC est le signal régissant les mouvements hors de l'emplacement contrôlé dans le sens de marche.

¹¹ Règle 132 (b) du REF - « Pour transmettre et répéter par liaison phonique, il faut prononcer distinctement tous les mots et numéros. Lorsque la communication doit être prise par écrit, il faut prononcer les numéros au complet, puis les répéter en énumérant chaque chiffre. Enfin, les numéros exprimés par un seul chiffre doivent être prononcés, puis épelés. »

Manuel du CCF du CN

Le CN a élaboré un *Manuel des CCF*¹² qui donne des instructions de travail aux CCF. L'article 779 du Manuel (Émission d'un POV) indique (en partie) ce qui suit :

[Traduction] Aiguillages à double commande [...] pour l'itinéraire requis doivent être orientés par le CCF. Lorsque cela n'est pas possible en raison d'un POV incompatible dans la même zone ou dans des zones qui se chevauchent, le CCF doit se conformer à la règle 815 du REF¹³.

Le *Manuel des CCF* indique aussi ce qui suit :

[Traduction] Chaque POV doit inclure une heure ou un emplacement de rappel. (Exception : Il n'est pas nécessaire de convenir d'une heure de rappel si le CCF et le contremaître peuvent convenir de comment et quand le contremaître va libérer [applicable aux terminaux et aux déplacements courts].)

L'avis à l'intention des CCF 2011-007, un ajout à l'article 781 du Manuel (POV derrière un train), indique en partie ce qui suit :

[Traduction] Les CCF doivent s'assurer que la zone d'application du POV ne dépasse pas la zone de l'autorisation du mouvement. Si le contremaître désire continuer sur un itinéraire différent du mouvement, il faut émettre un nouveau POV à partir de ce point. Chaque fois qu'un mouvement quitte la zone d'application d'un POV de suivi, il faut émettre un nouveau POV en retirant la partie « derrière le train ».

Pratiques courantes des contrôleurs de la circulation ferroviaire concernant les permis d'occuper la voie

Lors de discussions avec les CCF¹⁴, on a déterminé ce qui suit :

- Même si la procédure de la compagnie l'exige, il arrive souvent que les CCF ne donnent pas d'heure de rappel aux contremaîtres qui effectuent une tournée d'inspection de la voie. En raison de la fréquence des communications, un rappel est considéré comme redondant.
- Bien que cela soit contraire au Manuel du CCF, certains CCF fournissent des zones de POV de suivi qui bifurquent sur une voie principale adjacente pouvant se

¹² Canadien National, *CN RTC Manual*, 2008.

¹³ La règle 815 du REF indique en partie ce qui suit : « Lorsqu'il faut faire passer un véhicule d'entretien sur un aiguillage à double commande : l'aiguillage doit être orienté par le CCF, sauf quand ce dernier permet au contremaître de le manœuvrer à la main [...] »

¹⁴ Des discussions ont eu lieu avec 7 CCF du CN au sujet de l'émission de POV.

prolonger jusqu'à un signal plus loin dans le sens de marche que l'autorisation du train suivi.

- Les CCF fournissent couramment de l'information sur la position de l'aiguillage aux contremaîtres si l'aiguillage est orienté pour un itinéraire « autre que l'itinéraire prévu ».

Préavertissement de trains qui approchent

Il arrive souvent que les contremaîtres travaillent seuls sur une voie. En cas de distraction, il n'y a pas de mécanisme de défense secondaire en place pour empêcher un contremaître seul de circuler par erreur hors de la zone d'autorisation donnée. Il existe effectivement des systèmes de préavertissement, et ceux-ci peuvent offrir des mesures de sécurité supplémentaires pour les contremaîtres. Ces systèmes ne sont pas habituellement utilisés au Canada.

Aux États-Unis, certains chemins de fer (p. ex. Union Pacific Railroad) utilisent un système appelé Track Watch (figure 3) pour donner aux employés travaillant sur la voie un signal les avertissant de l'approche de trains. Le système emploie un détecteur optique de proximité monté en voie pour détecter le passage d'un train. Le système transmet ensuite un signal à un répéteur portatif, qui retransmet le signal aux récepteurs personnels portés par chaque travailleur de la voie. Lorsqu'un train est détecté, le récepteur personnel émet une puissante alarme sonore et une alerte par vibration, en plus d'un signal visuel clignotant. Il y a aussi l'option d'installer en bordure de la voie un système d'avertissement comportant des sirènes d'alarme doubles et un feu stroboscopique. Un répéteur de signaux peut être utilisé pour accroître la portée du système en terrain difficile.




<p>MICRO TPASS Repeater - A Small, Light Weight, Portable, Signal Repeating Device That Operates Interactively With Train Detector Extending the Range of the Track-Watch System.</p>  <p>Features:</p> <ul style="list-style-type: none">• Enhances Two-Way Signaling Effectiveness with Track-Watch Train Detector• Visual / Audio Activity Indicators Show Unit Is ON and Operational• High Performance Radio Signal Repeating with No License Required• Certifications: Intrinsically Safe per ANSI/UL-913 For use in Class 1, Division 1, Groups A, B, C and D Hazardous Locations; CSA C22.2 No. 157-92.• Meets FCC part 15 and Industry Canada requirements	<p>Track-Side Warning Alarm - Receives Warning Signals from the Train Detector and Activates Loud Sirens, a Bright Flashing Strobe Light, and Notifies Personnel of an Emergency Situation</p>  <p>Optional</p> <p>Features:</p> <ul style="list-style-type: none">• Advanced Warning of Oncoming Rail Traffic• Invaluable to All Personnel Working On Railways• Extremely Loud Dual Warning Siren and Bright Strobe Light• Smart-Signal Intelligent Repeating Action• Self-Contained in a Weather Resistant Enclosure• On/Off Key Switch for Security• Rechargeable Long Life Battery with Low-Battery Indicator• Easily Charges with 12VDC or 120VAC	<p>MAINTENANCE-OF-WAY SAFETY SYSTEM Track-Watch Providing Advanced Warning Of Oncoming Rail Traffic</p>  <p>GRACE INDUSTRIES, INC. Solutions for Life Safety MADE IN USA</p> <p>© Grace Industries, Inc. Printed in U.S.A. TRACK-WATCH 11-4-10</p>
---	--	--

Figure 3. Préavertissement du trafic ferroviaire qui approche

<p>Traduction</p> <p>Répéteur MICRO TPASS – Petit dispositif léger et portatif de répétition de signaux qui fonctionne de façon interactive avec le détecteur de trains, augmentant ainsi la portée du système Track-Watch</p> <p>Caractéristiques :</p> <ul style="list-style-type: none">• Améliore l'efficacité de la signalisation bidirectionnelle du détecteur de trains Track-Watch• Des indicateurs visuels et audio de l'activité indiquent que l'unité est en marche et fonctionnelle• Répète en haute performance les signaux radio; Aucun permis nécessaire• Certifications : Sécurité intégrée selon la norme ANSI/UL-913. Pour utilisation en atmosphères gazeuses dangereuses de la classe 1, division 1, groupes A, B, C et D; CSA C22.2 N° 157-92• Conforme aux exigences de la FCC partie 115 et d'Industrie Canada	<p>Traduction</p> <p>Alarme d'avertissement en voie – Reçoit les signaux d'avertissement du détecteur de trains et active de puissantes sirènes ainsi qu'un feu stroboscopique clignotant brillant et informe le personnel d'une situation d'urgence</p> <p>Caractéristiques : (en option)</p> <ul style="list-style-type: none">• Préavertissement du trafic ferroviaire qui approche• Extrêmement précieux pour tout le personnel travaillant sur des chemins de fer• Double sirène d'avertissement extrêmement puissante et feu stroboscopique brillant• Répétition intelligente des signaux• Système autonome logé dans un boîtier résistant aux intempéries• Interrupteur à clé marche/arrêt pour plus de sûreté• Batterie rechargeable de longue durée avec indicateur de batterie faible• Se recharge facilement sur une prise de 12 V c.c. ou de 120 V c.a	<p>Traduction</p> <p>SYSTÈME DE SÉCURITÉ POUR L'ENTRETIEN DE LA VOIE</p> <p>Track-Watch Fournit un préavertissement du trafic ferroviaire qui approche</p>
---	---	--

Détection de proximité

Un détecteur de proximité a été développé et mis en service après la collision, en 1996, d'un train de la Compagnie de chemin de fer du littoral nord de Québec et du Labrador (rapport n° R96Q0050 du BST). Le détecteur de proximité peut déclencher un freinage de contrôle lorsque l'équipe d'un train ou un conducteur de véhicule d'entretien n'accuse pas réception de l'état du signal d'alerte lorsqu'il atteint une distance prédéterminée d'autres mouvements. Alors que ce dispositif est actuellement utilisé en voie simple, il est possible d'entrer des coordonnées supplémentaires dans la base de données pour l'adapter aux territoires où la voie est double. Cependant, aucun système semblable n'a été mis en œuvre sur les chemins de fer canadiens, sauf pour des essais limités.

Exigences relatives à la diffusion et à l'écoute des messages radio

La règle 119 du REF, « Écoute permanente », spécifie (en partie) ce qui suit :

- (c) Les contremaîtres nommés dans [...] un POV [...] doivent régler leur radio en « mode balayage » lorsqu'elle n'est pas utilisée pour communiquer avec un autre employé, autrement leur radio doit être réglée pour l'écoute du canal d'attente désigné applicable.

La règle 578 du REF, « Exigences relatives aux messages radio », spécifie (en partie) ce qui suit :

- (a) En voie simple, un membre de l'équipe de chaque train et transfert doit transmettre un message radio sur les ondes du canal d'attente

désigné précisant l'indication donnée par le signal avancé du prochain emplacement contrôlé, point contrôlé ou enclenchement.

L'article 10.11 des Instructions générales de l'Ingénierie du CN spécifie (en partie) ce qui suit :

Le conducteur d'un véhicule d'entretien doit émettre à intervalles réguliers des messages radio sur le canal désigné. Les messages doivent comprendre les renseignements suivants :

- la désignation du véhicule d'entretien,
- sa position actuelle et
- le sens de son déplacement¹⁵.

Examen des feux stroboscopiques rail-route et des communications radio

Des discussions avec des employés de la compagnie ferroviaire ont fait ressortir que le fonctionnement des feux stroboscopiques d'un véhicule rail-route pouvait avoir une incidence sur la qualité sonore des transmissions radio. L'interférence peut être suffisamment grave pour qu'il soit nécessaire d'éteindre le feu stroboscopique afin de pouvoir poursuivre la communication radio. Cependant, les rapports d'employés au sujet d'interférence radio causée par les feux stroboscopiques n'ont pas été consignés et n'ont pas fait l'objet d'enquêtes approfondies par la compagnie de chemin de fer.

Le feu stroboscopique et la radio du véhicule d'entretien en cause ont été récupérés et envoyés au laboratoire du BST. On a fait les constatations suivantes :

- Durant les essais effectués avec la radio récupérée du véhicule d'entretien, le fonctionnement du feu stroboscopique n'avait aucune incidence sur la communication radio.
- Durant les essais effectués avec des radios semblables, le fonctionnement des feux stroboscopiques avait une incidence sur la réception radio à différentes fréquences.

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

- LP 018/2012 – *Strobe Light Interference* (Interférence des feux stroboscopiques)

Analyse

L'analyse portera principalement sur les raisons pour lesquelles le contremaître est sorti de la zone d'application du POV ainsi que celles pour lesquelles le contremaître n'a pas été alerté de la présence du train qui approchait.

¹⁵ Canadien National, *Instructions générales de l'Ingénierie*, Edmonton, 2006, 10.11.

L'accident

Le train n° 416 a heurté le véhicule d'entretien après que le contremaître a dépassé la zone d'application du POV. Le contremaître était sorti du véhicule pour effectuer des activités d'entretien des signaux.

Vers 3 h 30 le 14 janvier 2012, le contremaître a reçu un POV de 2 segments du CCF, lui donnant l'autorisation premièrement de circuler derrière le train n° 101 le long de la voie principale entre les points milliaires 2,5 et 13,4, puis d'emprunter la voie principale nord, où il avait l'autorisation de circuler jusqu'au point milliaire 15,9. Le contremaître a copié le POV sur le formulaire réglementaire et l'a répété au CCF. Le CCF a vérifié l'information répétée avant de finaliser les autorisations en émettant une heure de POV complété.

L'exigence du REF selon laquelle les POV doivent être « par écrit » a pour but de garantir l'exactitude de la communication et de la compréhension de l'autorisation accordée. Malgré cette procédure, lorsque le contremaître est arrivé au signal 134S, environ 30 minutes plus tard, il ne s'est pas rappelé que la voie désignée pour le deuxième segment du POV était différente de celle du premier segment. Il a poursuivi sa marche sur la voie principale sud au lieu de passer à la voie principale nord, se plaçant directement en conflit avec le train n° 416 qui approchait, ce dont il n'était pas au courant.

Le contremaître répondait aux normes réglementaires en matière de condition physique et de repos. Cependant, puisqu'il effectuait habituellement le quart de jour, il dormait généralement la nuit. Avant d'être rappelé au travail la nuit de l'accident, le contremaître avait eu de la difficulté à dormir à cause d'un rhume. De plus, le rythme circadien du contremaître n'était pas synchronisé pour le travail de nuit. Il y a 2 périodes où la somnolence est à son maximum durant une période de 24 heures, et une de celles-ci se produit entre 3 h et 5 h. Durant cette période de somnolence maximale, il y a une diminution de la vigilance.

Étant donné que le rythme circadien du contremaître était orienté en fonction d'une période d'éveil et d'activité diurne, il est vraisemblable que son rendement était réduit, puisque son rythme circadien correspondait à une période de baisse de rendement. Il était, par conséquent, susceptible de commettre des erreurs liées au rendement.

Cette nuit-là, la tâche principale du contremaître était de réparer le signal au point milliaire 13,3. Il connaissait la subdivision Clearwater et savait où se trouvait la guérite de signalisation. Parce qu'il était concentré sur son travail à la guérite, qui se trouvait au sud des voies, son modèle mental était fondé sur la circulation sur la voie sud. En raison de ce modèle mental, il n'a pas accordé toute son attention au POV, plus particulièrement au deuxième segment (visant la voie nord). L'état de vigilance réduite du contremaître et sa concentration sur la portion sud de l'emprise ont vraisemblablement contribué à sa formulation d'un modèle mental erroné, qui l'a incité à emprunter la voie sud au lieu de la voie nord comme il devait au point milliaire 13,4.

Dans le cas de déplacements avec l'autorisation d'un POV, les aiguillages sont habituellement orientés pour l'itinéraire voulu. Si les aiguillages ne sont pas orientés pour l'employé sur un mouvement de suivi, l'employé est normalement informé par le CCF ou il

doit communiquer avec le CCF pour orienter l'aiguillage. Le contremaître n'avait pas été informé par le CCF que l'aiguillage au point milliaire 13,4 était orienté dans le mauvais sens. Lorsque le contremaître est arrivé à l'aiguillage et qu'il l'a trouvé orienté pour la voie sud, plutôt que de lui rappeler qu'il devait emprunter la voie nord, cela a renforcé son modèle mental erroné.

Établissement d'une heure de rappel

Certains CCF ont élaboré différentes pratiques pour les aider à gérer leur charge de travail. Un exemple d'une telle pratique de travail est de ne pas toujours établir une heure de rappel lorsqu'un POV est émis, même si les procédures de la compagnie l'exigent. Dans le présent cas, le contremaître était sur un tronçon de voie et à un moment où très peu de trains étaient prévus. Même s'il n'était pas en tournée d'inspection à ce moment, il n'a pas reçu d'heure de rappel puisqu'on prévoyait vraisemblablement qu'il y aurait des communications fréquentes. Bien que cela puisse être sans conséquence dans certains cas, lors de cet accident, le contremaître a circulé par inadvertance hors de la zone autorisée, et le système de contrôle des trains ne permettait pas au CCF de détecter la présence de son véhicule. Lorsqu'une heure de rappel n'est pas établie, il se peut que les communications soient retardées, et ainsi que le CCF et le contremaître manquent des occasions de relever des erreurs possibles, augmentant le risque de collision avec un autre mouvement sur la voie.

Protection d'un contremaître travaillant seul

Il n'est pas inhabituel pour les contremaîtres de circuler et de travailler seuls avec l'autorisation d'un POV. Pour réduire au minimum le risque associé à ce type d'activité en voie, il existe des technologies qui peuvent donner un signal avertissant de l'approche de trains. Le système Track Watch utilisé par Union Pacific Railroad et les détecteurs de proximité employés par la Compagnie de chemin de fer du littoral nord de Québec et du Labrador sont des exemples de ces technologies.

Au Canada, cependant, il n'y a généralement pas d'autres moyens de défense pour le contremaître travaillant seul. Dans de telles situations, étant donné qu'il n'est pas toujours possible pour le CCF d'orienter tous les aiguillages lorsqu'il émet un POV, un contremaître seul peut par inadvertance dépasser la zone de circulation autorisée. En outre, parce que le véhicule d'entretien n'est pas normalement détectable par le système de contrôle des trains, le CCF ne serait pas conscient que le contremaître a dépassé sa zone de circulation autorisée. De plus, même lorsque le CCF communique avec le contremaître pendant un rappel, rien n'oblige le contremaître à dire où il se trouve. Même s'il y a des procédures en place pour prévenir les erreurs lorsque des POV sont émis, il y a des risques accrus pour la sécurité des contremaîtres travaillant seuls, puisque des erreurs critiques peuvent passer inaperçues lorsqu'il n'y a pas d'autres lignes de défense pour déclencher un rappel.

La détection de proximité est un exemple de technologie qui pourrait avertir les trains et les CCF de la présence de véhicules d'entretien.

Système de contrôle ferroviaire RTC II

La principale fonction d'un CCF est de faire circuler le trafic ferroviaire dans tout le territoire de la façon la plus sécuritaire et la plus productive. Comme pour tous les employés de compagnies ferroviaires qui occupent un poste essentiel à la sécurité, le CCF doit souvent jongler avec de nombreuses responsabilités, ce qui le rend vulnérable aux distractions et aux erreurs possibles. Pour aider le CCF dans ses fonctions, des systèmes logiciels ont été élaborés et mis en œuvre. Un système logiciel bien conçu devrait être en mesure d'éliminer ou de limiter au minimum les renseignements erronés et ainsi de réduire les possibilités d'erreur.

Le système de contrôle ferroviaire RTC II, mis en œuvre par le CN en 2006, comporte de nombreuses améliorations importantes de conception comparativement au système précédent (RTC I). Cependant, la possibilité d'émettre un POV de suivi dont les zones d'application sont différentes de celles du train suivi est une caractéristique de conception du RTC II qui peut nuire à la sécurité. Cette pratique est contraire aux instructions du CN. Certains CCF ont donné des zones d'application de POV de suivi différentes de celles des trains suivis parce qu'ils ne comprenaient pas les risques liés à cette pratique.

Faits établis

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Le train n° 416 a heurté le véhicule d'entretien après que le contremaître a dépassé la zone d'application du permis d'occuper la voie.
2. Même s'il a suivi les procédures de vérification lorsque le permis d'occuper la voie a été émis, le contremaître a emprunté la voie principale sud au lieu de la voie principale nord quand il est arrivé au signal 134S.
3. L'état de vigilance réduite du contremaître et le fait qu'il était concentré sur la partie sud de l'emprise ont vraisemblablement contribué à la formulation d'un modèle mental erroné. Par conséquent, il a emprunté la voie sud.
4. Le contremaître n'avait pas été informé par le contrôleur de la circulation ferroviaire que l'aiguillage au point milliaire 13,4 était orienté dans le mauvais sens. Lorsque le contremaître est arrivé à l'aiguillage et qu'il l'a trouvé orienté pour la voie sud, plutôt que de lui rappeler qu'il devait emprunter la voie nord, cela a renforcé son modèle mental erroné.

Faits établis quant aux risques

1. Lorsqu'une heure de rappel n'est pas établie, il se peut que les communications soient retardées, et que le contrôleur de la circulation ferroviaire et le contremaître manquent des occasions de relever des erreurs possibles, augmentant le risque de collision avec un autre mouvement sur la voie.

2. Il y a des risques accrus pour la sécurité des contremaîtres travaillant seuls, parce que des erreurs critiques peuvent passer inaperçues lorsqu'il n'y a pas d'autres lignes de défense.

Autres faits établis

1. Il existe des technologies qui peuvent donner un signal avertissant de l'approche de trains afin de diminuer les risques liés à l'erreur humaine.
2. Certains contrôleurs de la circulation ferroviaire ont fourni des zones d'application du permis d'occuper la voie de suivi qui étaient différentes de celles des trains suivis parce qu'ils ne comprenaient pas les risques liés à cette pratique.

Mesures de sécurité

En janvier 2012, les employés de l'Ingénierie du CN ont reçu un bulletin de sécurité traitant de cet accident, avec un rappel des exigences appropriées d'un POV.

En mars 2012, le CN a effectué 18 contrôles d'efficacité des contrôleurs de la circulation ferroviaire (CCF) portant sur des permis d'occuper la voie (POV) de suivi afin de s'assurer que les bonnes procédures étaient suivies.

Au cours des mois de juin et de juillet 2012, l'avis à l'intention des CCF 2011-007, un ajout à l'article 781 du *Manuel des CCF* (« POV derrière un train »), a été passé en revue avec les CCF au bureau d'Edmonton afin de s'assurer qu'ils comprenaient bien les procédures pour les POV de suivi.

Le CN met en œuvre une nouvelle technologie (E-TOP) pour l'émission de POV par voie électronique. Celle-ci doit être utilisée conjointement avec le système de contrôle RTC II. La technologie E-TOP a été introduite au centre de contrôle de la circulation ferroviaire d'Edmonton en avril 2012. On s'attend à ce que cette technologie soit mise en œuvre à l'échelle du réseau. Les points suivants donnent des détails sur certaines des fonctions prévues et des caractéristiques d'exploitation du système :

- destiné aux employés de l'Ingénierie du CN;
- une couverture cellulaire est nécessaire pour se connecter au réseau local du CN;
- les contremaîtres du CN pourront sélectionner les zones d'application à partir d'un affichage de trajectoires en direct;
- le CCF peut accepter ou rejeter des demandes;
- les contremaîtres du CN pourront communiquer avec le CCF par « messagerie instantanée »;
- les POV de suivi (derrière 1 train seulement) sont permis, mais pas sur des signaux libérés;
- un contremaître qui suit un train ne sera pas autorisé à s'engager sur un itinéraire différent.

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 9 janvier 2013. Il est paru officiellement le 23 janvier 2013.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits, visitez son site Web (www.bst-tsb.gc.ca). Vous y trouverez également la Liste de surveillance qui décrit les problèmes de sécurité dans les transports présentant les plus grands risques pour les Canadiens. Dans chaque cas, le BST a établi que les mesures prises jusqu'à présent sont inadéquates, et que tant l'industrie que les organismes de réglementation doivent prendre de nouvelles mesures concrètes pour éliminer ces risques.

Annexe A – Permis d’occuper la voie avec segments (en anglais seulement)

		PERMIS D'OCCUPER LA VOIE					
Zones qui se chevauchent							
A	Chevauchement avec ctm	sur voie _____					
		entre _____ et _____					
B	Chevauchement avec ctm	sur voie _____					
		entre _____ et _____					
1	No: _____ au ctm _____		2	Autorisation No _____ est remplacée			
6	Cette autorisation est un POV exclusif		(inscrire OUI ou laissé en blanc pour NON)				
9	Travailler entre _____ et _____ sur voie _____. Instructions _____						
10	Travailler entre _____ et _____ sur voie _____. Instructions _____						
11	Travailler entre _____ et _____ sur voie _____. Instructions _____						
12	Derrière _____ qui a quitté _____ à _____						
13	Derrière _____ qui a quitté _____ à _____						
Appeler le CCF: _____		26	Complété à _____ CCF _____ pris par écrit par _____				
30	Article(s) No.(s) _____ de l'autorisation No. _____ annulé(s) à _____ CCF _____						
31	Article(s) No.(s) _____ de l'autorisation No. _____ annulé(s) à _____ CCF _____						
32	Autorisation No. _____ annulée à _____ CCF _____						
GROUPE DE TRAVAIL SÉPARÉ							
Groupe de travail 1 ctm			a répété l'autorisation à _____		a libéré à _____		
Groupe de travail 2 ctm			a répété l'autorisation à _____		a libéré à _____		
Groupe de travail 3 ctm			a répété l'autorisation à _____		a libéré à _____		
Groupe de travail 4 ctm			a répété l'autorisation à _____		a libéré à _____		
REGISTRE DE LIBÉRATION DES LIMITES							
No. de locomotive et direction	Groupe de travail 1 a libéré à	Groupe de travail 2 a libéré à	Groupe de travail 3 a libéré à	Groupe de travail 4 a libéré à	Train autorisé à	Itinéraire	Train libéré les limites à