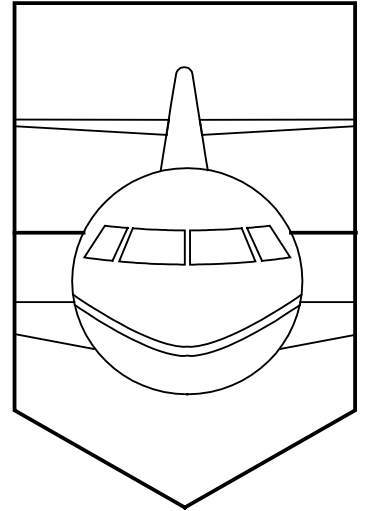
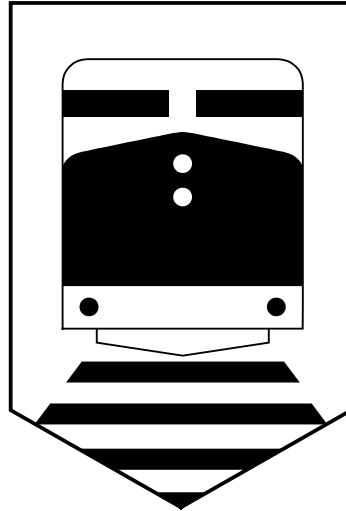
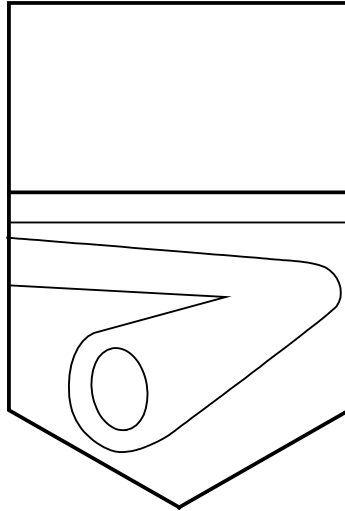
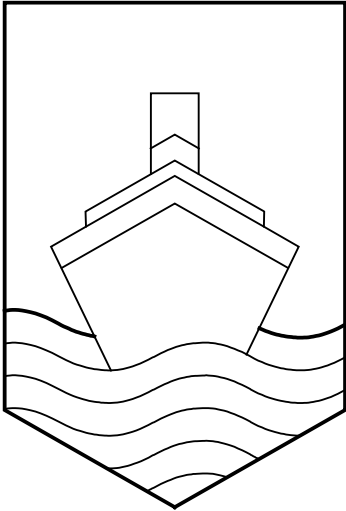




Bureau de la sécurité des transports
du Canada

Transportation Safety Board
of Canada



RAPPORT D'ENQUÊTE SUR ACCIDENT FERROVIAIRE

COLLISION

CANADIEN NATIONAL
DEUX VÉHICULES RAIL-ROUTE
POINT MILLIAIRE 8,2, SUBDIVISION ALLANWATER
PRÈS D'ARMSTRONG (ONTARIO)
11 JANVIER 1996

RAPPORT NUMÉRO R96T0008

Canada

Visitez le site Internet du BST

<http://bst-tsb.gc.ca/>

Les rapports d'enquête publiés par le BST depuis janvier 1995 y sont maintenant disponibles. Les rapports seront ajoutés au fur et à mesure qu'ils seront publiés.

MISSION DU BST

La *Loi sur le Bureau canadien d'enquête sur les accidents de transport et de la sécurité des transports* établit les paramètres juridiques qui régissent les activités du Bureau de la sécurité des transports du Canada.

La mission du BST consiste essentiellement à promouvoir la sécurité du transport maritime, ferroviaire et aérien, ainsi que du transport par productoduc :

- en procédant à des enquêtes indépendantes et, au besoin, à des enquêtes publiques sur les événements de transport, afin d'en dégager les causes et les facteurs;
- en publiant des rapports rendant compte de ses enquêtes, publiques ou non, et en présentant les conclusions qu'il en tire;
- en constatant les manquements à la sécurité mis en évidence par de tels événements;
- en formulant des recommandations sur les moyens d'éliminer ou de réduire ces manquements;
- en menant des enquêtes et des études spéciales sur des questions touchant la sécurité des transports.

Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

INDÉPENDANCE

Pour favoriser la confiance du public à l'endroit du processus d'enquête sur les accidents de transport, l'organisme d'enquête doit non seulement être objectif, indépendant et libre de tout conflit d'intérêts, mais aussi perçu comme tel. La principale caractéristique du BST est son indépendance. Le Bureau relève du Parlement par l'intermédiaire du président du Conseil privé de la Reine pour le Canada et il est indépendant des autres organismes gouvernementaux et des ministères. Son indépendance assure la parfaite objectivité de ses conclusions et de ses recommandations. Elle repose sur sa compétence, sa transparence et son intégrité, ainsi que sur l'équité de ses méthodes.



Bureau de la sécurité des transports
du Canada

Transportation Safety Board
of Canada

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet accident 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 sur accident ferroviaire

Collision

Canadien National

Deux véhicules rail-route

Point milliaire 8,2, subdivision Allanwater

Près d'Armstrong (Ontario)

11 janvier 1996

Rapport numéro R96T0008

Résumé

Le 11 janvier 1996, vers 9 h 15, heure normale du Centre, des véhicules rail-route du Canadien National (CN) qui circulaient en sens contraire sont entrés en collision dans une courbe au point milliaire 8,2 de la subdivision Allanwater, près d'Armstrong (Ontario). Le conducteur d'un des véhicules a été grièvement blessé. L'autre conducteur a subi des blessures mineures en sautant de son véhicule juste avant l'impact.

Le Bureau a déterminé que les véhicules rail-route circulaient en sens contraire dans une zone où la visibilité était réduite et les rails étaient couverts de givre, à une vitesse qui ne leur a pas permis de s'arrêter avant d'entrer en collision. Divers facteurs ont contribué à cet accident. D'abord, la puissance de freinage des véhicules rail-route diminue énormément sur des rails qui ne sont pas secs. Ensuite, le système de régulation du trafic permet d'autoriser par permis d'occuper la voie plusieurs véhicules à circuler dans une même zone ou dans des zones chevauchantes. Enfin, l'industrie estime qu'obliger les employés à observer une règle de limitation de vitesse est un moyen suffisant et efficace d'éviter les accidents de ce genre.

This report is also available in English.

1.0	Renseignements de base	1
1.1	L'accident	1
1.2	Victimes	2
1.3	Secours d'urgence	2
1.4	Renseignements sur le lieu de l'événement	2
1.5	Renseignements sur les véhicules	3
1.5.1	Véhicule rail-route en direction est	3
1.5.2	Véhicule rail-route en direction ouest	4
1.5.3	Renseignements généraux sur l'équipement rail-route	4
1.6	Dommages au matériel	5
1.7	Renseignements sur le personnel	5
1.8	Méthode de contrôle du mouvement des trains et protection des véhicules d'entretien et des travaux en voie	5
1.8.1	Méthode de contrôle du mouvement des trains	5
1.8.2	Protection des véhicules d'entretien et des travaux en voie	5
1.8.3	Vitesse des véhicules d'entretien	6
1.8.4	Vitesse maximale des véhicules d'entretien	6
1.9	Exigences de communications	7
1.10	Cours sur la sécurité des véhicules rail-route et des véhicules d'entretien, District du Manitoba	8
1.11	Vigilance	8
1.12	Conditions météorologiques	8
1.13	Renseignements consignés	9
1.14	Essais et recherches	9
1.14.1	Laboratoire technique du BST	9
1.14.2	Essais de freins	9
1.15	Système de freinage indépendant	11
1.16	Fréquence des accidents	11
2.0	Analyse	13
2.1	Introduction	13
2.1.1	Généralités	13
2.2	Variables d'exploitation et marge de sécurité	14
2.2.1	Anticipations des opérateurs	14
2.2.2	Communications	15
2.2.3	Formation	15
3.0	Conclusions	17
3.1	Faits établis	17
3.2	Causes	18
4.0	Mesures de sécurité	19
4.1	Mesures prises	19
4.1.1	Avis de sécurité ferroviaire du BST	19
4.1.2	Initiatives de l'industrie	19

1.0 Renseignements de base

1.1 L'accident

Vers 9 h 15, le 11 janvier 1996, un véhicule rail-route du Canadien National (CN) qui se dirige vers l'ouest entre en collision avec un véhicule rail-route du CN qui circule vers l'est dans une courbe de quatre degrés, au point milliaire 8,2 de la subdivision Allanwater du CN, près d'Armstrong (Ontario). Les deux véhicules sont définis comme des véhicules d'entretien lourds selon le Règlement pour la protection des véhicules d'entretien et des travaux en voie.

À 8 h 40, le contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) a transmis à l'opérateur du véhicule en direction est le permis d'occuper la voie (POV) n° 67, l'autorisant à occuper la voie principale entre le signal 217 au point milliaire 21,7 (extrémité ouest de Collins, point milliaire 21,1) et le signal 08 au point milliaire 0,8 (extrémité ouest d'Armstrong, point milliaire 0,0). Le POV n° 67 a été transmis directement à l'opérateur du véhicule en direction est à Collins. L'opérateur était accompagné d'un autre employé du CN.

Le véhicule en direction est doit se rendre à Armstrong en déneigeant les pointes d'aiguilles en cours de route. Les employés à bord n'ont aucune difficulté particulière à arrêter ou à ralentir aux aiguillages de voie d'évitement à Pascopee (point milliaire 15,4 et point milliaire 14,3). Ils remarquent cependant que les champignons de rail sont couverts de givre.

À 9 h 5, le CCF a transmis à l'opérateur et unique occupant du véhicule en direction ouest le POV n° 73, l'autorisant à occuper la voie principale entre le signal 08 au point milliaire 0,8 et le signal 143 au point milliaire 14,3 (aiguillage de voie d'évitement est à Pascopee). Le POV n° 73 a été transmis directement à l'opérateur du véhicule en direction ouest à Armstrong. L'opérateur entre dans la voie principale à un passage à niveau public, au point milliaire 1,1. Il doit se rendre à Jacobs (point milliaire 38,9) où il doit échanger son véhicule contre un autre pour que le sien se fasse entretenir à Winnipeg.

Ni l'un ni l'autre des opérateurs ne sait qu'un autre véhicule circule en sens contraire, et aucun n'entend des communications radio concernant l'autre mouvement.

Le mouvement en direction est entre dans la courbe au point milliaire 8,2, et le mouvement en direction ouest vient tout juste de sortir d'un talus rocheux à l'extrémité ouest de la courbe lorsque les véhicules rail-route se voient. Les deux opérateurs affirment qu'ils avançaient alors à une vitesse d'environ 15 mi/h.

Les opérateurs serrent tous deux immédiatement les freins, mais leurs véhicules ne ralentissent pas beaucoup. Juste avant la collision, les deux employés à bord du véhicule en direction est sautent, mais l'opérateur du véhicule en direction ouest, lui, ne sort pas de son véhicule.

Sous l'impact, les deux véhicules déraillent, mais ils restent sur leurs roues sur la plate-forme.

1.2 Victimes

¹ Toutes les heures sont exprimées en heure normale du Centre (temps universel coordonné (UTC) moins six heures), sauf indication contraire.

L'opérateur du véhicule en direction ouest a été grièvement blessé, même que certaines de ses blessures constituaient un danger de mort.

L'opérateur du véhicule en direction est a subi de légères ecchymoses et des lacérations au genou gauche. L'autre employé du CN n'a pas été blessé.

1.3 Secours d'urgence

Le conducteur du véhicule en direction ouest a été enveloppé dans des couvertures et installé dans le siège arrière du véhicule en direction est. Les autres employés ont réussi à transmettre une communication d'urgence au CCF grâce à la radio du véhicule en direction est. Le CCF a immédiatement appelé au secours. Il avait d'abord envisagé d'appeler une ambulance aérienne (hélicoptère), mais il s'est ravisé puisque l'hélicoptère n'aurait pas pu atterrir sur l'emprise (unique lieu d'atterrissage dans ce terrain accidenté) à cause des fils en bordure de la voie. Il a donc fait venir par véhicule rail-route une infirmière d'Armstrong, qui est arrivée sur les lieux vers 10 h 40. Des soins d'urgence ont été administrés sur les lieux mêmes, et les deux employés blessés ont ensuite été transportés par véhicule rail-route à Armstrong. De là, une ambulance aérienne les a transportés à un hôpital à Thunder Bay, où les blessés sont arrivés vers 14 h 20.

1.4 Renseignements sur le lieu de l'événement

Les lignes de visibilité étaient restreintes à environ 400 pieds. Les véhicules rail-route sont entrés en collision près de l'extrémité ouest de la courbe, à peu près à mi-chemin de la ligne de visibilité observée. Un talus rocheux longe en parallèle le côté sud de l'emprise. La voie à cet endroit suit une pente de 0,24 p. 100 en direction ouest.

Comme les deux véhicules avaient un poids semblable et que ni l'un ni l'autre n'a bougé après la collision, tout indique qu'ils avançaient à peu près à la même vitesse au moment de la collision. Les marques laissées dans la neige des deux côtés du véhicule en direction est indiquent que les employés ont sauté de leur véhicule à 15 pieds environ du point d'impact.

Le véhicule en direction est a subi des dommages visibles, par exemple la caisse à l'interface cabine/caisse était fléchi vers le bas et le toit de la cabine était déformé. L'unité rail-route frontale était arrachée et son toit était légèrement déformé, mais aucun autre dommage important n'a été causé à la partie avant du véhicule. Le pare-brise était fissuré à cause de la déformation de la cabine. Tous les dommages semblent avoir été causés par la collision.

Le pare-brise du véhicule en direction ouest était brisé, mais on n'a pas pu déterminer quel était son état avant l'accident. La caisse de camion s'était déplacée d'environ 24 cm vers l'avant sur le châssis. L'assemblage rail-route à l'avant était arraché et la partie frontale de la calandre et du radiateur était enfoncée. Les parties avant des poutres du châssis étaient repliées vers la gauche et vers l'arrière, environ 15 cm du côté gauche et 24 cm du côté droit. Les ressorts avant étaient fléchis, repoussant les roues avant vers l'arrière, et réduisant ainsi l'empattement d'environ 8 cm.

1.5 Renseignements sur les véhicules

1.5.1 Véhicule rail-route en direction est

Le véhicule rail-route en direction est était un camion d'une tonne GMC 1994 à cabine double, propulsion arrière et roues arrière jumelées. Les pneus radiaux Bridgestone à profil bas 225/70R19.5 étaient partiellement usés, mais en bon état; la bande de roulement en était une typique de pneus toutes saisons d'une sculpture à rainures longitudinales. Tous les pneus étaient gonflés à environ 80 livres au pouce carré (lb/po²), sauf le pneu avant droit qui était gonflé à 51 lb/po². Le véhicule était équipé de phares avant et de feux de signalisation/stationnement standards, ainsi que de cinq lumières jaunes sur la façade supérieure de la cabine et d'un phare stroboscopique jaune sur le dessus de la cabine à l'arrière. À l'arrière de la caisse hors série étaient installés une petite grue du côté droit et de l'équipement hydraulique du côté gauche.

L'équipement rail-route installé à bord de ce véhicule était de l'équipement à roues de guidage rail-route de type Fairmont Tamper HR2000 «A». L'unité avant est à commande hydraulique et comprend un dispositif d'attelage à crochet qui tient la suspension avant dans la position normale pour que les pneus avant du camion montent légèrement au-dessus du niveau des rails lorsque les roues de guidage s'abaissent. L'écartement des pneus avant est toujours supérieur à celui des rails pour éviter le contact. L'abaissement et l'élévation des roues arrière de l'équipement rail-route se font manuellement, à l'aide d'un levier portatif. Après avoir inséré l'extrémité du levier dans la fente, l'opérateur obtient un gain mécanique en appliquant de la force au bout du levier, ce qui transfère le poids des pneus du véhicule aux roues de l'équipement rail-route. D'après les indications du fabricant, les roues de guidage arrière doivent porter environ la moitié du poids à vide de l'essieu arrière du véhicule ou un minimum de 1 550 livres. Seuls les pneus intérieurs du camion sont en contact avec la surface de roulement pour assurer l'effort de traction et de freinage du véhicule.

1.5.2 Véhicule rail-route en direction ouest

Le véhicule rail-route en direction ouest du Groupe de la signalisation et des communications était un camion de trois quarts de tonne à quatre roues motrices de marque Ford 1990, modèle F250. L'arrière du véhicule était équipé d'un compartiment à outillages fermé. Le camion avait des phares standards, ainsi qu'un phare stroboscopique jaune fixé au centre de la façade arrière de la cabine. Les pneus radiaux de marque Goodyear 8R19.5MS avaient une bande de roulement à côtes. Les quatre pneus étaient en bon état. Ils étaient tous gonflés à 100 lb/po², sauf le pneu arrière droit qui était gonflé à 96 lb/po².

L'équipement rail-route installé à bord de ce véhicule était de l'équipement à roues de guidage rail-route de type Fairmont Tamper HR0307 «A». L'équipement rail-route à l'avant et à l'arrière du véhicule est commandé manuellement, de sorte que les roues de guidage s'abaissent sur la voie ferrée au moyen d'un levier en métal qui exerce suffisamment de pression pour transférer une partie du poids du véhicule des pneus du camion aux roues de guidage. Le fabricant recommande que les roues de guidage rail-route puissent porter entre 350 et 400 livres par essieu. La puissance de freinage est transférée aux rails par la partie des quatre pneus qui est en contact avec les champignons de rail. La même chose s'applique à la puissance de traction, sauf qu'en mode à deux roues motrices, seuls les pneus arrière assurent le transfert.

1.5.3 Renseignements généraux sur l'équipement rail-route

Il a été impossible de déterminer la charge réelle des roues de guidage rail-route sur la voie parce que les deux véhicules ont été trop endommagés. Les employés chargés de l'entretien et de l'installation de l'équipement rail-route à l'installation d'entretien ferroviaire connaissaient bien les indications du fabricant, et rien ne porte à croire que la charge des roues de guidage était autre que celle recommandée par le fabricant. Les opérateurs ne peuvent pas ajuster une charge préfixée, et les pièces rail-route sont soit déployées soit rétractées.

Dans le cas des deux véhicules, les roues de guidage rail-route n'avaient pas de système de freinage indépendant facultatif. Les deux véhicules étaient équipés de ceintures de sécurité, mais pas de sacs gonflables. Aucun des occupants ne portait sa ceinture. Les phares stroboscopiques des deux véhicules fonctionnaient avant l'accident, comme l'exige la compagnie. Les deux véhicules étaient munis d'un système automatique d'allumage des phares, et les opérateurs avaient en plus allumé les clignotants d'urgence pour être plus visibles.

En comparant les dossiers d'entretien des véhicules et le calendrier de réparation recommandé par le fabricant, on constate que tout l'équipement rail-route avait été entretenu dans les délais recommandés.

1.6 Dommages au matériel

Les deux véhicules rail-route ont été endommagés sans espoir de réparation.

1.7 Renseignements sur le personnel

L'opérateur du véhicule rail-route en direction est était un contremaître d'entretien de la voie ayant environ 29 ans de service. Il était accompagné d'un manoeuvre d'entretien de la voie comptant environ 14 ans de service. Les deux employés connaissaient bien les particularités physiques de la subdivision, et tous deux possédaient une expérience considérable de l'exploitation de véhicules rail-route sous la protection de POV. L'opérateur avait suivi le cours du district du Manitoba sur la sécurité des véhicules rail-route et des véhicules d'entretien en avril 1995.

L'opérateur du véhicule rail-route en direction ouest était un préposé à l'entretien des signaux comptant à son actif environ 17 années de service. Il était dans la région depuis un mois et avait conduit en compagnie d'un superviseur pendant environ une semaine pour se familiariser avec les véhicules rail-route. L'employé savait qu'il y avait un talus rocheux et une courbe au point milliaire 8,2. Le travail qu'il faisait auparavant n'exigeait pas qu'il connaisse à fond les véhicules rail-route et les POV. Avant l'accident, le cours du district du Manitoba sur la sécurité des véhicules rail-route et les véhicules d'entretien n'était pas offert aux employés chargés de la signalisation.

Tous les employés à bord des deux véhicules avaient commencé leur quart de travail à 8 h, après avoir terminé leur journée de travail à 18 h la veille.

1.8 Méthode de contrôle du mouvement des trains et protection des véhicules d'entretien et des travaux en voie

1.8.1 Méthode de contrôle du mouvement des trains

Dans la subdivision Allanwater, les mouvements de trains, les déplacements des véhicules d'entretien et les travaux en voie sont régis par commande centralisée de la circulation (CCC) en vertu du Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada (REF), sous la surveillance d'un CCF en poste à Edmonton.

1.8.2 Protection des véhicules d'entretien et des travaux en voie

Le mouvement des véhicules d'entretien et la protection des travaux en voie sont autorisés par le Règlement pour la protection des véhicules d'entretien et des travaux en voie, sanctionné par Transports Canada. La règle 803 de ce règlement prévoit ce qui suit :

Avant de pouvoir obstruer ou occuper une voie principale avec un véhicule d'entretien lourd, le contremaître doit respecter une des conditions suivantes :

...

b) y être autorisé par la règle 49 du REF.

La règle 49 du REF prévoit ce qui suit :

Lorsqu'ils sont autorisés par un POV, des véhicules d'entretien peuvent être utilisés et des travaux en voie exécutés sur la voie principale sans protection par signaleur.

Le CCF n'avise habituellement pas le contremaître qui reçoit un POV que d'autres contremaîtres ont obtenu l'autorisation d'occuper la voie principale dans la même zone ou dans des zones chevauchantes. Dans le cas à l'étude, le CCF n'a averti ni les occupants du véhicule en direction est ni l'opérateur du véhicule en direction ouest qu'un mouvement rail-route circulait en sens contraire.

1.8.3 Vitesse des véhicules d'entretien

Conformément au Règlement pour la protection des véhicules d'entretien et des travaux en voie, les véhicules d'entretien utilisant la voie principale dans une zone d'application d'un POV doivent circuler à une vitesse qui, à la fois :

- a) permet à un véhicule d'entretien de s'arrêter en deçà de la moitié de la distance de visibilité d'un matériel roulant ou d'un autre véhicule d'entretien;
- b) permet à un véhicule d'entretien de s'arrêter avant un aiguillage mal orienté ou avant tout obstacle ou tout défaut de voie qu'il pourrait être dangereux de franchir;
- c) ne dépasse pas la vitesse autorisée pour les trains de marchandises ou, le cas échéant, pour les trains de voyageurs, selon la moins élevée des deux;
- d) ne dépasse pas la vitesse maximale autorisée pour ce véhicule d'entretien.

1.8.4 Vitesse maximale des véhicules d'entretien

La vitesse maximale autorisée dans la subdivision Allanwater est de 45 mi/h pour les trains de marchandises et de 55 mi/h pour les trains de voyageurs. Pour les véhicules d'entretien, la vitesse maximale est établie dans une directive qui a été publiée par l'ingénieur de district le 28 février 1995. Cette directive prévoit que la vitesse maximale soit de 35 mi/h en voie (55 km/h), ou égale à la vitesse de subdivision si elle est inférieure, et de 5 mi/h (8 km/h) dans les branchements et les enclenchements pour :

- tous les véhicules rail-route d'inspection;
- tous les véhicules rail-route des manoeuvres;
- tous les véhicules rail-route des soudeurs;
- tous les véhicules rail-route du Groupe de la signalisation et des communications.

En outre, la directive stipule que la vitesse maximale soit de 25 mi/h en voie (40 km/h), ou égale à la vitesse de subdivision si elle est inférieure, et de 5 mi/h (8 km/h) dans les branchements et les enclenchements pour :

- tous les véhicules rail-route de type camion-grue à coeurs de croisement;
- tous les véhicules rail-route de type camion à flèche.

Tous les autres véhicules d'entretien doivent circuler à la «vitesse d'un véhicule d'entretien» définie dans le Règlement pour la protection des véhicules d'entretien et des travaux en voie (1990).

1.9 Exigences de communications

En matière d'exigences de communications, le cours offert par le district du Manitoba sur la sécurité des véhicules rail-route et des véhicules d'entretien prévoit qu'à tous les 5 milles environ dans les territoires où les courbes sont nombreuses ou la visibilité est réduite à cause de talus rocheux, et à toutes les gares dans les autres territoires, une communication doit être transmise par radio (et répétée une fois), selon les procédures établies, pour fournir le type de véhicule d'entretien, son emplacement et sa direction. En outre, la communication a pour but d'avertir les autres employés se trouvant dans la même zone qu'ils doivent être aux aguets. Cette mesure n'assure cependant aucune protection contre les autres véhicules rail-route ou véhicules d'entretien. Le conducteur ou l'opérateur doit donc toujours circuler à une vitesse qui lui permettra de s'arrêter en deçà de la moitié de la distance de visibilité.

Les employés à bord du véhicule en direction est ont déclaré avoir transmis une communication radio pour indiquer leur emplacement et direction en quittant l'aiguillage de la voie d'évitement est à Pascopee. Ils n'ont entendu aucune communication radio provenant du mouvement en direction ouest ou le concernant. L'opérateur du véhicule en direction ouest a cependant bel et bien transmis la communication radio requise lorsqu'il a quitté l'aiguillage de la voie d'évitement ouest à Onaping, point milliaire 8. Un employé de chemin de fer à Collins a d'ailleurs affirmé avoir entendu cette communication. L'opérateur du véhicule en direction ouest n'a pour sa part entendu aucune communication transmise ou reçue par le véhicule en direction est. Selon la réglementation actuelle, les véhicules d'entretien ne sont pas tenus de transmettre des communications de ce genre.

Dans le district du CN à l'est d'Armstrong, c'est-à-dire le district Ontario-Nord, cette procédure radio n'est pas appliquée. Selon le CN, le fait de savoir où se trouvent exactement tous les mouvements ferroviaires pourrait inciter les employés à circuler plus vite que la limite jugée en toute sécurité. Il serait impossible de transmettre l'information sur les obstructions de la voie, par exemple, ou même d'entendre les communications si le destinataire utilisait un autre canal de la radio.

1.10 Cours sur la sécurité des véhicules rail-route et des véhicules d'entretien, District du Manitoba

Le district du Manitoba offre aux employés d'entretien de la voie un cours sur la sécurité des véhicules rail-route et des véhicules d'entretien. Ce cours traite de diverses responsabilités opérationnelles : transmettre des communications radio dans les zones très sinueuses ou à visibilité réduite; effectuer de fréquents essais de freins en marche pour vérifier si les freins fonctionnent et déterminer les distances d'arrêt selon l'état de la voie; et ralentir dans les courbes et les zones à visibilité réduite. Tout au long du cours, on rappelle aux participants que tout véhicule doit être prêt à s'arrêter en deçà de la moitié de la distance de visibilité et à ralentir dans les zones à visibilité réduite. On ne semble cependant faire aucune mention du fait que la puissance de freinage des véhicules rail-route diminue énormément sur des rails mouillés, glacés ou givrés.

1.11 Vigilance

Pour utiliser un véhicule d'entretien en toute sécurité, l'opérateur doit en tout temps connaître son environnement opérationnel. Il doit être attentif à toute information provenant de cet environnement. C'est ce qu'on appelle la vigilance.

La recherche sur la vigilance démontre que divers facteurs peuvent empêcher un opérateur de demeurer

vigilant et de repérer comme il le devrait les indices environnementaux (état de la voie, présence d'autres matériaux de voie). Par exemple, un opérateur peut se montrer moins vigilant lorsqu'il anticipe un indice environnemental. Ses anticipations sont influencées par l'information qu'il reçoit, par ses expériences passées ou les deux. Si les anticipations de l'opérateur sont élevées, c'est-à-dire qu'il croit très probable qu'un tel événement se produira ou qu'une telle situation existe, son niveau de vigilance s'accroît. Par contre, si l'opérateur juge un événement ou une situation peu probable, son niveau de vigilance aura tendance à diminuer.

1.12 Conditions météorologiques

À Armstrong, il faisait moins 7,1 degrés Celsius à 9 h, le taux d'humidité relative étant de 93 p. 100. À 6 h, le mercure indiquait moins 8,2 degrés Celsius avec un taux d'humidité relative de 85 p. 100. La visibilité était bonne.

1.13 Renseignements consignés

Les transmissions radio du POV entre le CCF et les opérateurs des deux véhicules ont été enregistrés dans le bureau du CCF à Edmonton, de même que les répétitions et les accusés de réception. Les communications radio locales provenant de véhicules d'entretien et les communications entre opérateurs de véhicules d'entretien se font sans station-relais, et elles ne sont ni entendues ni enregistrées par les centres de CCF.

1.14 Essais et recherches

1.14.1 Laboratoire technique du BST

Les deux véhicules ont été transportés depuis le lieu de l'accident jusqu'à une installation d'entretien des véhicules à Winnipeg, pour que le Laboratoire technique du BST les examine. Le rapport du Laboratoire technique (LP 7/96) renferme les conclusions suivantes :

1. Ni l'un ni l'autre des véhicules ne présentaient des traces de travaux d'entretien récents ou de défauts non corrigés reliés à cet accident.
2. Rien ne semble avoir obstrué le champ de vision avant des conducteurs des véhicules.
3. Les deux véhicules étaient peints et équipés de manière à ce qu'il soit suffisamment facile de les voir.
4. Les pneus et les freins des deux véhicules étaient en bon état.
5. Les radios bidirectionnelles à bord des deux véhicules étaient en état de service au moment de l'accident.
6. Les systèmes rail-route des deux véhicules étaient en état de service et, fort probablement,

correctement ajustés au moment de l'accident.

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

1.14.2 Essais de freins

On a procédé à des exercices de simulation pour déterminer les distances d'arrêt qu'un opérateur de véhicule rail-route doit prévoir dans différentes circonstances (tableaux 1 à 4 ci-dessous). Ces exercices ont été effectués sur des rails secs, des rails mouillés, des rails givrés et, enfin, sur une chaussée sèche.

Pour les essais, on s'est servi d'un Chevrolet 1994 d'une tonne semblable au véhicule en direction est, équipé d'un système rail-route identique.

Tableau 1

ESSAIS SUR CHAUSSÉE SÈCHE	
VITESSE (mi/h)	DISTANCE DE P
20	1
30	4
35	7

Tableau 2

ESSAIS SUR RAILS SECS	
VITESSE (mi/h)	DISTANCE DE P
20	5
20	4
30	9
30	9
45	1
45	1

Tableau 3

ESSAIS SUR RAILS MOUILLÉS	
VITESSE (mi/h)	DISTANCE D
20	3
20	3

30	880
30	963
31	923
40	1 579
40	1 641

Tableau 4

ESSAIS SUR DES RAILS DONT LES CHAMPIGNONS ÉTAIENT DE GLACE SUR LES PREMIERS 800 PIEDS	
VITESSE (mi/h)	DISTANCE DE P
15	2
25	5
35	10

1.15 Système de freinage indépendant

On peut appliquer aux roues de guidage rail-route des systèmes de freinage indépendants qui sont complètement distincts des freins du véhicule routier. Ces systèmes ne sont normalement pas installés dans des véhicules rail-route légers, d'une part pour des raisons de garantie des fabricants et, d'autre part, parce qu'ils n'améliorent pas toujours la puissance de freinage. Les systèmes de freinage indépendants sont par contre souvent installés dans des véhicules lourds comme les camions à flèche et les grues rail-route.

1.16 Fréquence des accidents

Au total, sept collisions entre véhicules d'entretien ou d'inspection de la voie avaient été déclarées pour 1995, alors que dix l'ont été pour 1996. D'après les dossiers du CN, il se produit dix quasi-collisions pour chaque collision rail-route.

2.0 Analyse

2.1 Introduction

Aucun des véhicules ne circulait à une vitesse qui leur aurait permis de s'arrêter avant d'entrer en collision. Lorsque les mouvements en sens contraire sont entrés dans la zone de visibilité réduite, les véhicules étaient en bon état mécanique et l'équipement rail-route bien ajusté. Tous les systèmes d'éclairage susceptibles d'améliorer la visibilité des véhicules étaient allumés. Les opérateurs ont tous deux remarqué le mouvement opposé dès qu'il était visible et ont immédiatement commencé à freiner. Les deux véhicules ont ensuite parcouru à peu près la même distance à la même vitesse ou presque, les signes de freinage étant peu apparents jusqu'à l'impact. De nombreux facteurs autres que la vitesse ont cependant contribué à cet accident.

En 1996, dix accidents similaires ont été déclarés. D'après les dossiers du CN, il se produit environ dix quasi-collisions pour chaque collision réelle. C'est dire qu'il s'est peut-être produit 90 autres quasi-collisions cette année-là. Il semble donc que la circulation des véhicules rail-route ne se fait pas sans risques importants.

Cette analyse abordera plusieurs questions : variables d'exploitation, écarts dans les distances d'arrêt, chevauchement des POV, communications, et formation sur la sécurité des véhicules d'entretien.

2.1.1 Généralités

Lorsque le taux d'humidité est élevé et la température inférieure au niveau de congélation, et que la température monte mais demeure inférieure au niveau de congélation (comme dans le cas à l'étude), le rail reste plus froid que l'air et se couvre de condensation. La condensation gèle rapidement, et le rail se couvre de givre ou de glace.

En mode rail-route, une partie importante du poids du véhicule est transférée des pneus aux roues rail-route sur la voie ferrée. La puissance de freinage est donc réduite puisque la force de frottement qui la produit est directement proportionnelle à la force (poids) sur les roues. Dans le cas du véhicule rail-route en direction est, les roues avant se trouvaient à l'extérieur de l'écartement et étaient soulevées au-dessus du champignon de rail. La puissance de freinage en pareille situation serait d'environ 50 p. 100 inférieure à celle d'un véhicule similaire dont les quatre roues toucheraient le champignon de rail.

Comme l'indiquent les résultats des essais, le système rail-route ne diminue pas la puissance de freinage sur des rails secs, puisque les distances de freinage sont de deux à trois fois plus grandes que les distances requises sur la chaussée sèche (tableaux 1 et 2). Un employé bien formé ou expérimenté peut très bien composer avec cet écart. Cependant, la puissance de

freinage est nettement compromise sur des rails mouillés (tableau 3) et sur des rails glacés ou givrés (tableau 4). Par conséquent, un véhicule rail-route qui circule sur des rails autres que des rails secs doit réduire considérablement sa vitesse, et l'opérateur doit bien connaître les dangers associés aux différents environnements opérationnels.

2.2 Variables d'exploitation et marge de sécurité

Les collisions de véhicules d'entretien peuvent être évitées si les opérateurs font preuve de vigilance et s'ils observent la règle voulant que chaque véhicule circule à une vitesse lui permettant de s'arrêter en deçà de la moitié de la distance de visibilité (vitesse maximale autorisée pour les véhicules d'entretien). Cette règle a été établie parce que les véhicules d'entretien peuvent circuler en sens contraire sur la même voie sans que les opérateurs connaissent l'emplacement du mouvement opposé. Si deux véhicules circulant en sens contraire réussissent à éviter une collision de justesse, c'est qu'ils ont respecté la vitesse maximale autorisée pour les véhicules d'entretien. Cependant, si la vitesse optimale est maintenue, il ne reste aucune marge de sécurité. Or, sans marge de sécurité, un rendement de freinage variable peut rendre la circulation des véhicules d'entretien dangereuse, si les opérateurs observent uniquement l'exigence de la vitesse maximale. La baisse de rendement des freins pour ce type de véhicule d'entretien sur des rails mouillés ou glacés présente de grands dangers.

2.2.1 Anticipations des opérateurs

Bien que ni l'un ni l'autre des opérateurs ne s'attendait à rencontrer un autre véhicule, peut-être parce qu'ils n'avaient entendu aucune communication radio, il est peu probable que ce facteur les ait influencés. Comme les véhicules circulaient à 15 mi/h, on ne peut pas dire que les opérateurs ont négligemment passé outre aux règles d'exploitation. Ils n'ont plutôt pas réalisé que, sur des rails givrés, les distances d'arrêt sont beaucoup plus longues.

On pourrait prétendre qu'à cause de la mesure de sécurité s'appliquant à la subdivision Allanwater (obligation de transmettre des communications radio à l'approche d'une zone à visibilité réduite), les opérateurs des véhicules d'entretien ne s'attendaient pas du tout à rencontrer un mouvement opposé et qu'ils se sont montrés moins vigilants. Mais ce n'était probablement pas le cas. Comme les opérateurs ont immédiatement aperçu le mouvement opposé et qu'ils circulaient à une vitesse relativement lente, on doit conclure qu'ils conduisaient avec attention. On croit d'ailleurs que cette mesure de sécurité réduit effectivement les risques de collision entre les véhicules d'entretien.

2.2.2 Communications

Les opérateurs des deux véhicules d'entretien ont transmis les communications radio requises à l'approche de la zone de l'accident. Par contre, ni l'un ni l'autre n'a entendu les communications, même si l'équipement radio fonctionnait bien. Le terrain accidenté (talus rocheux) aurait bloqué les communications d'avertissement. Cette procédure bien intentionnée est donc compromise par les terrains accidentés, là où elle serait le plus utile.

Le CCF n'a pas informé les opérateurs des véhicules d'entretien que d'autres véhicules circulaient dans la zone POV. Cette information n'est habituellement pas fournie. En fait, ce type de communication est déconseillé puisque, dit-on, en l'absence d'un protocole formel, l'information risque d'être incohérente et trompeuse, ce qui pourrait compromettre la sécurité. L'industrie ferroviaire croit également que si les opérateurs de véhicules rail-route étaient avertis de l'emplacement des autres, ils seraient moins vigilants sur les routes sans obstruction. La situation deviendrait particulièrement dangereuse si la voie était obstruée par un rail rompu ou un glissement rocheux, par exemple. Il reste néanmoins qu'un employé de chemin de fer occupant un rôle clé était au courant de renseignements opérationnels importants qu'il n'était pas tenu de diffuser.

Il n'est pas très pratique pour un CCF de surveiller les allées et venues des véhicules d'entretien dans leurs zones POV respectives. Il serait très long aussi de devoir communiquer constamment avec une équipe travaillant sous une autorisation POV lorsqu'un nouveau POV est transmis pour la même zone ou une zone chevauchante. Il semble cependant que des politiques, procédures et protocoles pourraient être élaborés pour améliorer la sécurité des véhicules d'entretien grâce à l'intervention du CCF.

2.2.3 Formation

Dans le cours de formation sur la sécurité des véhicules rail-route qu'a suivi l'opérateur du véhicule en direction est, on explique clairement qu'il faut ralentir dans les zones à visibilité réduite et qu'il faut en tout temps pouvoir s'arrêter en deçà de la moitié de la distance de visibilité. Cependant, il aurait fallu également mentionner l'extrême baisse de rendement de freinage sur les rails mouillés, glacés ou givrés.

L'accident se serait peut-être produit même si l'opérateur du véhicule en direction ouest avait lui aussi suivi cette formation. Quoi qu'il en soit, il serait important qu'un cours de ce genre soit obligatoire pour tous les opérateurs de véhicules rail-route.

3.0 Conclusions

3.1 Faits établis

1. Les deux véhicules étaient en bon état mécanique, et leur équipement rail-route était bien ajusté. Tous les phares conçus pour améliorer la visibilité des véhicules étaient allumés. L'état des véhicules n'a joué aucun rôle dans l'accident.
2. Les opérateurs des deux véhicules étaient attentifs et tous deux ont commencé à freiner dès qu'ils ont aperçu le mouvement en sens contraire.
3. Les deux véhicules rail-route circulaient à une vitesse qui ne leur aurait pas permis de s'arrêter avant d'entrer en collision.
4. Ni l'un ni l'autre des véhicules ne circulait à la vitesse autorisée pour les véhicules d'entretien (c'est-à-dire une vitesse leur permettant de s'arrêter en deçà de la moitié de la distance de visibilité). Cependant, on ne peut pas dire que les opérateurs avaient négligemment passé outre à cette exigence.
5. Les systèmes de freinage des deux véhicules rail-route étaient inefficaces parce que les rails étaient couverts de givre.
6. Les procédures radio établies pour avertir les opérateurs de l'approche d'autres véhicules d'entretien dans la zone d'application d'un POV n'ont été d'aucune assistance aux opérateurs des véhicules mis en cause dans cet accident.
7. Selon la méthode établie, plusieurs mouvements de véhicules d'entretien peuvent être autorisés à circuler sur la voie principale dans la même zone ou dans des zones chevauchantes.
8. Les mouvements qui circulent ou qui reçoivent l'autorisation de circuler dans une même zone d'application d'un POV ou dans des zones chevauchantes ne sont pas informés de la présence des autres mouvements autorisés.
9. L'industrie ferroviaire croit que le fait de fournir aux opérateurs de véhicules rail-route de l'information sur l'emplacement et le mouvement d'autres véhicules rail-route pourrait réduire le niveau de vigilance des opérateurs.
10. La formation sur la sécurité des véhicules rail-route n'était pas destinée aux préposés à l'entretien des signaux. Elle n'avait pas été fournie à l'opérateur du véhicule en direction ouest, mais dans le cas à l'étude, il est peu probable que l'absence de formation ait été un facteur contributif.
11. Le cours de formation sur la sécurité des véhicules rail-route n'aborde pas la question des distances d'arrêt à prévoir vu l'inefficacité des systèmes de freinage sur les rails mouillés, glacés ou givrés.

3.2 Causes

Les véhicules rail-route circulaient en sens contraire dans une zone où la visibilité était réduite et les rails étaient couverts de givre, à une vitesse qui ne leur a pas permis de s'arrêter avant d'entrer en collision.

Divers facteurs ont contribué à cet accident. D'abord, la puissance de freinage des véhicules rail-route diminue énormément sur des rails qui ne sont pas secs. Ensuite, le système de régulation du trafic permet d'autoriser par permis d'occuper la voie plusieurs véhicules à circuler dans une même zone ou dans des zones chevauchantes. Enfin, l'industrie estime qu'obliger les employés à observer une règle de limitation de vitesse est un moyen suffisant et efficace d'éviter les accidents de ce genre.

4.0 *Mesures de sécurité*

4.1 *Mesures prises*

4.1.1 *Avis de sécurité ferroviaire du BST*

En juillet 1996, le BST a diffusé l'Avis de sécurité ferroviaire 03/96 sur les collision rail-route et plus précisément sur les distances de freinage et d'arrêt dans différentes circonstances (chaussée et voie ferrée, et rails secs, mouillés ou givrés) avec différents types de matériel rail-route.

4.1.2 *Initiatives de l'industrie*

Le nombre d'incidents mettant en cause de l'équipement rail-route a augmenté en 1996, si bien que le CN a lancé un nouveau cours intitulé «Sécurité des véhicules d'entretien». Ce cours comprend de longues discussions de groupe sur les facteurs cachés qui influent sur l'exploitation des véhicules rail-route et sur les causes fondamentales des incidents. Les participants abordent également des questions comme les qualifications des opérateurs, les types de protection de la voie (POV), les restrictions concernant la vitesse des véhicules d'entretien, et les calendriers d'inspection et d'entretien préventif.

Les résultats des essais de distances d'arrêt effectués dans le nord de la Colombie-Britannique ont été incorporés dans les documents de formation. Le programme inclut donc maintenant une section détaillée sur les rapports entre la vitesse d'un véhicule rail-route, la distance d'arrêt et l'état de la surface de roulement.

Par suite de cet accident, le CN a produit un film vidéo de formation intitulé *Impact au point milliaire 8*, qui traite lui aussi de la collision survenue dans la subdivision Allanwater. Le film vidéo décrit les circonstances entourant la collision et insiste sur l'importance de respecter la vitesse autorisée pour les véhicules d'entretien. L'ingénieur en chef du district de LaVerendrye du CN a donné des directives de limiter la vitesse maximale de tous les véhicules rail-route à 25 mi/h ou à la vitesse de subdivision si elle est inférieure.

Entre-temps, le CN étudie l'intégration dans les véhicules rail-route d'un appareil similaire à un consignateur d'événements de locomotive. Cet appareil enregistrera les caractéristiques de conduite et peut-être aussi réglera la vitesse maximale du véhicule pendant qu'il est sur les rails.

Les trains du Chemin de fer QNS&L sont pourvus de dispositifs de détection de proximité et d'engins d'entretien de la voie. Pendant les activités usuelles, le dispositif de détection de proximité fournit à l'opérateur une alarme sonore et visuelle lorsqu'un autre véhicule qui en est équipé se trouve à huit, cinq et trois milles de son véhicule. Le mécanicien doit accuser réception

de l'alarme dans un certain délai, sinon le dispositif de freinage automatique se déclenchera. Le Bureau considère que l'élaboration et la mise en oeuvre de technologies pour détecter la proximité et faciliter la prise de conscience de l'environnement de travail sont des étapes prometteuses pour réduire le risque de collision dans l'exploitation de chemin de fer.

Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. La publication de ce rapport a été autorisée le 17 mars 1998 par le Bureau qui est composé du Président Benoît Bouchard et des membres Maurice Harquail, Charles Simpson et W.A. Tadros.