

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR ACCIDENT FERROVIAIRE
R95W0291

DÉRAILLEMENT / COLLISION

CANADIEN NATIONAL
MANOEUVRE DE TRIAGE À BUTTE DE 23 h ET
MANOEUVRE DE TRIAGE À BUTTE DE 23 h 55
POINT MILLIAIRE 145,2, SUBDIVISION SPRAGUE
SYMINGTON (MANITOBA)
5 NOVEMBRE 1995



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

Déraillement / Collision

Canadien National

Manoeuvre de triage à butte de 23 h et

Manoeuvre de triage à butte de 23 h 55

Point milliaire 145,2, subdivision Sprague

Symington (Manitoba)

5 novembre 1995

Rapport numéro R95W0291

Résumé

Le 5 novembre 1995 vers 2 h 40, heure normale du Centre, pendant qu'une manoeuvre télécommandée de triage à butte poussait 85 wagons vers le triage à butte du triage Symington du Canadien National, à Winnipeg, la rupture d'un étrier d'attelage a causé une séparation non détectée du train, ce qui a entraîné le déraillement d'une locomotive et de douze wagons sur la voie de refoulement nord. Les wagons déraillés ont obstrué la voie de refoulement sud adjacente et ont été heurtés par une autre manoeuvre télécommandée de triage à butte, dont deux locomotives, deux auxiliaires de traction et six wagons ont déraillé. Personne n'a été blessé dans l'accident.

Le Bureau a déterminé que, dans les deux accidents, le dispositif de télécommande n'a pas fourni aux opérateurs les mesures de protection et la technologie qui leur auraient permis d'assurer l'acheminement de leurs manoeuvres respectives en toute sécurité.

This report is also available in English.

1.0	Renseignements de base.....	1
1.1	L'accident.....	1
1.1.1	Contexte	1
1.1.1.1	Triage Symington.....	1
1.1.1.2	Système de télécommande des locomotives.....	1
1.1.2	Mesures prises par les opérateurs.....	3
1.1.3	Renseignements sur le lieu de l'événement	5
1.1.3.1	Secteur du déraillement	5
1.1.3.2	Domages au wagon OTTX 90999.....	6
1.2	Victimes	6
1.3	Domages au matériel	6
1.4	Autres dommages.....	6
1.5	Renseignements sur le personnel	6
1.6	Renseignements sur les trains.....	7
1.7	Conditions météorologiques.....	7
1.8	Renseignements consignés	7
1.9	Autres renseignements	9
1.9.1	Expériences récentes avec la technologie LCS.....	9
1.9.2	Avis du district du Manitoba	9
1.9.3	Détection de pièces traînantes	9
1.9.4	Surveillance de l'emploi du LCS.....	10
1.9.5	Prise de décisions	10
2.0	Analyse.....	11
2.1	Introduction.....	11
2.2	Examen des faits	11
2.2.1	Compétence des opérateurs.....	11
2.2.2	Le déraillement initial.....	11
2.2.3	Le second déraillement.....	12
2.2.4	Conscience de la situation	12
2.2.5	Dispositifs de sécurité	12
2.2.5.1	Dispositifs de sécurité en voie	13
2.2.5.2	Dispositifs de sécurité du LCS.....	13
2.2.6	Visibilité	14
2.2.7	Normes de sécurité du gouvernement.....	15

3.0	Conclusions	17
3.1	Faits établis.....	17
3.2	Cause.....	17
4.0	Mesures de sécurité.....	19
4.1	Mesures prises.....	19

1.0 *Renseignements de base*

1.1 *L'accident*

1.1.1 *Contexte*

1.1.1.1 *Triage Symington*

Le triage Symington du Canadien National (CN), situé dans l'est de Winnipeg au point milliaire 145,2 de la subdivision Sprague, est une grande installation de triage à butte où le système de télécommande des locomotives de manoeuvre (LCS) est employé depuis 1989. La butte de triage double et les voies associées se trouvent dans le secteur sud-est du triage Symington. Le sommet de la butte est orienté de façon que les wagons venant des voies de refoulement nord et sud franchissent la butte d'est en ouest en direction des voies de classement. Chacune des deux voies de refoulement mesure environ 8 300 pieds de longueur et est parallèle à des voies adjacentes qui sont reliées entre elles par une série de liaisons et d'aiguillages. L'éclairage des voies de refoulement illumine aussi le passage supérieur à quatre voies de la route transcanadienne qui enjambe la partie est du triage, à quelque 2 000 pieds à l'est du sommet de la butte. À cause du passage supérieur, les opérateurs des LCS ne peuvent pas voir la portion est des voies de refoulement quand ils se tiennent au sommet de la butte.

1.1.1.2 *Système de télécommande des locomotives*

Le LCS est un système de télécommande des locomotives qui se compose de trois éléments principaux :

1. *Matériel embarqué de locomotive*

Une locomotive de manoeuvre standard est équipée pour pouvoir être commandée à distance. Les commandes sont captées par l'équipement radio de la locomotive et traitées par un ordinateur de bord qui fait faire les manoeuvres voulues à la locomotive. Les rapports de situation concernant les locomotives sont transmis à une loco-commande.

2. *La loco-commande*

La loco-commande transmet les commandes de l'opérateur au groupe de traction. Le LCS se compose d'un automate vocal électronique qui, lorsqu'il est activé par l'opérateur, émet un signal sonore indiquant l'état ou les déficiences de la locomotive à un moment donné. La loco-commande est munie de dispositifs de sécurité, dont un dispositif d'inclinaison qui commande le serrage des freins du train. Si la loco-commande est inclinée de plus de 45 degrés pendant plus d'une seconde, une alarme aiguë retentit pendant trois secondes. Si la loco-commande n'est pas redressée dans un délai de trois secondes, l'ordinateur déclenche un freinage d'urgence. (L'opérateur peut allonger le délai jusqu'à 60 secondes pour faciliter l'attelage de wagons.) De plus, un dispositif de veille automatique serre les freins de la locomotive si la loco-commande n'est pas manipulée pendant 60 secondes (une alarme

sonore retentit d'abord, et l'opérateur doit y répondre en appuyant sur un bouton de réenclenchement ou en actionnant une commande).

Au moment de l'événement, dès que le système détectait une perte de communication entre la locomotive et l'appareil de commande, il déclenchait automatiquement un freinage d'urgence de la locomotive.

3. *Matériel au sol*

(a) Protection d'arrêt sur les voies de refoulement

Ce système a priorité sur les commandes de vitesse données par l'opérateur et peut faire ralentir le mouvement ou l'arrêter complètement. Il se compose de trois sous-systèmes : le répondeur, la tonalité de retenue et le circuit de voie.

(i) Répondeur

Les répondeurs sont encastrés dans les traverses des voies de refoulement. Ils réduisent progressivement la vitesse du mouvement le long de la voie, de façon que celui-ci s'arrête avant le bout des voies de refoulement. Un interrogateur monté à bord de la locomotive lit le signal de chaque répondeur. Au passage de la locomotive, l'information est transmise à l'ordinateur de la locomotive, qui règle la vitesse au besoin.

(ii) Tonalité de retenue

Ce sous-système se compose d'une ligne de transmission installée le long des voies de refoulement, et d'un récepteur installé dans la locomotive. La ligne de transmission émet une paire de tonalités spécifiques que la locomotive doit capter quand elle passe dans une direction ou dans l'autre sur les voies de refoulement. Si la locomotive dépasse la portée limite de la ligne de transmission, un freinage d'urgence se déclenche.

(iii) Circuit de voie

Les circuits de voie vérifient l'exclusivité de l'occupation de la voie ainsi que la vitesse du mouvement. Ils arrêtent les locomotives si la voie n'est pas occupée en exclusivité ou s'ils détectent une vitesse dangereuse.

(b) Station de relais radio

Un émetteur-récepteur placé dans un endroit stratégique capte et retransmet les messages entre la locomotive et la loco-commande. Cet émetteur-récepteur a une portée de 2,5 milles. Dans certaines conditions (c'est-à-dire à proximité de la locomotive ou en cas de panne de l'émetteur-récepteur), on peut modifier le système pour qu'il puisse fonctionner sans l'émetteur-récepteur, mais la portée est alors considérablement réduite (1 mille).

(c) Détecteurs de pièces traînantes

Les détecteurs de pièces traînantes sont désignés et situés comme il suit :

- 1 est - environ 5 longueurs de wagons à l'est du sommet de la butte sur la voie de refoulement sud;
- 1 ouest - environ 5 longueurs de wagons à l'est du sommet de la butte sur la voie de refoulement nord;
- 2 est - un peu à l'est du passage supérieur qui enjambe la voie de refoulement sud;
- 3 est - environ 10 longueurs de wagons à l'est du passage supérieur qui enjambe la voie de refoulement sud;
- 3 ouest - environ 10 longueurs de wagons à l'est du passage supérieur qui enjambe la voie de refoulement nord;
- 4 est - environ 1 400 pieds à l'est du passage supérieur qui enjambe la voie de refoulement sud;
- 4 ouest - environ 1 400 pieds à l'est du passage supérieur qui enjambe la voie de refoulement nord;
- RX3 - un peu à l'est du raccordement de la voie de circulation RX3 sur la voie RX3.

1.1.2 Mesures prises par les opérateurs

Le 4 novembre 1995, l'opérateur (opérateur A) affecté à la manoeuvre télécommandée de triage à butte de 23 h (manoeuvre A) a commencé son travail de triage un peu après 23 h. L'opérateur A a tiré des wagons qui étaient sur la voie de réception ouest n° 08 pour les faire passer sur la voie de refoulement nord, avant de les faire passer sur la butte. Se tenant au sommet de la butte, l'opérateur A a poussé les wagons vers l'ouest en direction de la butte. Le mouvement des wagons s'est fait en sa direction comme prévu; puis, vers 2 h 30, la

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

manoeuvre a semblé ralentir et s'arrêter même si l'opérateur donnait plusieurs commandes de vitesse. Après l'arrêt du mouvement, et après avoir essayé à plusieurs reprises de moduler la vitesse, l'opérateur a demandé un rapport de situation et s'est rappelé avoir entendu un message de l'automate vocal disant «*recover from beltpack*» («récupération à partir de la loco-commande»). Il a exécuté le processus de récupération et, après avoir reçu un message de l'automate disant que la récupération était complétée, a commandé la poursuite du lancement des wagons. Les wagons ne repartant pas vers l'ouest comme prévu, il a modifié plusieurs fois les réglages de vitesse avant de commander un arrêt (commande «stop») et de demander un autre rapport de situation, lequel a indiqué que le fonctionnement était normal. Il a alors essayé de faire bouger les wagons et, après plusieurs tentatives, a remarqué un mouvement vers l'ouest. Il a alors fait passer environ 20 wagons sur la butte sans difficulté apparente. Peu après 3 h, le train a cessé de rouler vers la butte, après quoi l'opérateur A a essayé de recouvrer la maîtrise de sa manoeuvre pendant 45 minutes. Vers 3 h 45, le chef de triage l'a prévenu qu'un déraillement s'était produit dans le secteur de la voie de refoulement, ce qui a mis un terme aux manoeuvres de triage à butte.

La manoeuvre télécommandée de triage à butte de 23 h 55 (manoeuvre B) a commencé ses activités de triage vers 23 h 55. Aux alentours de 2 h 50, l'opérateur de la manoeuvre B (opérateur B) se tenait du côté nord de la voie de refoulement sud, près de l'aiguillage de liaison de la voie de refoulement sud, à environ 2 000 pieds à l'est du sommet de la butte. Il tirait des wagons vers la voie de refoulement sud à partir du faisceau de réception ouest, quand le mouvement s'est arrêté. L'opérateur B a demandé un rapport de situation et a reçu de l'automate vocal un message disant que son mouvement était arrêté à cause d'une interruption des communications. L'opérateur B a ensuite effectué une récupération d'urgence à partir de la loco-commande comme il le fallait et, avant de continuer son mouvement, a appelé la tour pour demander qu'une inspection soit effectuée. Environ 4 à 6 minutes plus tard, la tour l'a avisé que l'inspection n'avait rien révélé d'anormal, et la manoeuvre B a obtenu la permission de continuer. L'opérateur B ignorait que le chef de triage avait reçu une alarme du détecteur de pièces traînantes. L'opérateur B a tenté à plusieurs reprises, mais en vain, de faire avancer le train et a encore appelé le chef de triage pour lui demander qu'une autre inspection soit effectuée. C'est à ce moment-là que l'opérateur B a été mis au courant du déraillement.

Vers 2 h 50, la tour de triage à butte a reçu une alarme du détecteur de pièces traînantes 4 est, et le chef de triage a interrompu le triage sur la voie de refoulement sud conformément aux instructions. Il a ensuite avisé le Service du matériel roulant, qui a envoyé un préposé aux wagons inspecter la manoeuvre sur la voie de refoulement sud. Le préposé aux wagons s'est rendu en camion du côté sud de la voie de refoulement sud, après quoi il est parti à pied vers

l'est, du secteur de la butte vers le passage supérieur. N'ayant rien observé d'inhabituel (par exemple des marques sur la plate-forme de la voie ou sur la neige), il a transmis l'information par radio au Service du matériel roulant. Il est retourné à son camion et s'est rendu du côté nord de la voie, où il a découvert les wagons qui s'étaient tamponnés.

1.1.3 Renseignements sur le lieu de l'événement

1.1.3.1 Secteur du déraillement

On a relevé des marques sur les traverses et le ballast de la voie de refoulement nord sur une distance d'environ 5 300 pieds à partir du sommet de la butte. Des ressorts de bogie et d'autres pièces de bogie se trouvaient entre les rails et sur le ballast du côté sud, un peu à l'ouest des marques. Puis, des marques évidentes ont été relevées sur le ballast, au sud de la voie de refoulement nord, entre ce dernier point et l'endroit où l'on a retrouvé un essieu monté qui gisait sur le ballast, à environ 5 100 pieds à l'est du sommet de la butte. Un bogie, dont on a déterminé qu'il venait du wagon plat OTTX 93318, le 9^e wagon à partir du groupe de traction de la manoeuvre A, a été retrouvé du côté sud de la voie de refoulement nord, à quelque 4 700 pieds à l'est du sommet de la butte.

L'amoncellement principal des wagons des deux manoeuvres, qui couvrait les voies de refoulement nord et sud ainsi que deux voies adjacentes, a été localisé à quelque 3 500 pieds du sommet de la butte, ou à 1 500 pieds à l'est du passage supérieur de la route transcanadienne. Quatre wagons plats de la manoeuvre A avaient été poussés le long du premier wagon non déraillé de la partie ouest de la manoeuvre, en l'occurrence le wagon CGTX 65064, un wagon chargé de propane, UN 1978, un gaz de pétrole liquéfié. Deux autres wagons plats avaient été poussés contre le wagon CGTX 65064. Le wagon CGTX 65064 n'avait subi qu'un enfoncement de l'enveloppe, et on a eu tôt fait de constater qu'il n'y avait aucun risque de déversement de marchandise dangereuse. Le groupe de wagons tamponnés le plus à l'ouest s'est arrêté à environ 100 pieds à l'est du détecteur de pièces traînantes le plus à l'est sur la voie de refoulement nord.

Le wagon CGTX 65064 était le premier d'un groupe de six wagons-citernes chargés de gaz de pétrole liquéfié qui avaient été placés en bloc dans cette portion de la manoeuvre.

La locomotive de tête de la manoeuvre B était restée sur ses roues après avoir déraillé et faisait face au sud. Le bogie avant avait laissé des marques sur le ballast au sud de la voie de refoulement sud, sur une distance d'environ 200 pieds à partir d'un secteur presque adjacent aux wagons tamponnés de la manoeuvre A. L'autre locomotive et deux auxiliaires de traction avaient déraillé et étaient restés sur leurs roues, mais étaient près des rails, de même que les deux premiers wagons déraillés. Les quatre wagons suivants étaient renversés sur le côté, au sud de la voie de refoulement sud.

1.1.3.2 Dommages au wagon OTTX 90999

L'examen du matériel roulant déraillé a révélé que le bout ouest du wagon OTTX 90999 (le 11^e wagon à partir du groupe de traction de la manoeuvre A) avait un étrier d'attelage brisé et avait perdu son mécanisme

d'attelage. L'étrier d'attelage se trouve dans la caisse du wagon et fait partie de la longrine centrale. Un examen plus poussé a révélé qu'environ 50 p. 100 des plans de rupture de la plaque supérieure de l'étrier d'attelage étaient couverts de rouille et que les surfaces de contact semblaient lisses. La plaque inférieure n'était pas rouillée et les surfaces de contact semblaient rugueuses.

Le wagon OTTX 90999 avait fait l'objet d'une inspection périodique le 4 novembre 1995 au triage Symington, inspection qui n'avait révélé aucune défaillance. La plus grande partie de l'étrier d'attelage est cachée à la vue, de sorte que la rupture n'a pas dû être visible pour l'inspecteur de wagons.

1.2 Victimes

Personne n'a été blessé dans l'accident.

1.3 Dommages au matériel

La manoeuvre A a subi les dommages suivants : douze wagons ont été détruits, et une locomotive ainsi qu'un wagon ont subi des dommages mineurs.

La manoeuvre B a subi les dommages suivants : un wagon a été endommagé sans espoir de réparation, et deux locomotives, deux auxiliaires de traction ainsi que cinq wagons ont subi des dommages mineurs.

1.4 Autres dommages

L'accident a causé des dommages mineurs à la voie de refoulement nord sur une distance d'environ 200 pieds, et à la voie de refoulement sud, sur environ 400 pieds.

1.5 Renseignements sur le personnel

L'opérateur A était un employé du service de triage qui possédait les compétences d'agent de train depuis 1989 et avait obtenu en 1993 les compétences relatives aux opérations LCS. Depuis l'obtention des compétences LCS, il avait complété au moins 50 quarts de relève en utilisant le LCS. À la fin d'octobre 1995, il avait obtenu une affectation régulière comportant les opérations LCS. Il avait pris ses fonctions dans le cadre de cette affectation trois jours avant l'accident.

L'opérateur B était un employé du service de triage qui avait obtenu les compétences d'agent de train en 1980 et avait obtenu en 1988 les compétences relatives aux opérations LCS. Depuis l'obtention des compétences LCS, il avait complété au moins 500 quarts de travail. Il occupait un poste LCS régulier depuis 1992.

1.6 Renseignements sur les trains

La manoeuvre A, dont le groupe de traction comptait 2 locomotives et 2 auxiliaires de traction, poussait 64 wagons chargés et 21 wagons vides et comptait 10 wagons-citernes chargés de marchandises dangereuses

ainsi que 4 wagons-citernes de résidus de marchandises dangereuses. Elle mesurait environ 5 550 pieds et pesait quelque 8 150 tonnes.

La manoeuvre B, ayant un groupe de traction formé de 2 locomotives et de 2 auxiliaires de traction, tirait 41 wagons chargés et 39 wagons vides. Elle mesurait environ 5 600 pieds de longueur et pesait environ 6 950 tonnes.

1.7 Conditions météorologiques

La température était de moins neuf degrés Celsius, et les vents étaient légers.

1.8 Renseignements consignés

On a téléchargé la mémoire informatique du LCS de chaque locomotive de tête. Les tableaux qui suivent décrivent les principaux événements consignés qui ont précédé et suivi l'accident.

Manoeuvre A - Locomotive CN 7530

Heure	Mode d'exploitation	Réglage de vitesse (mi/h)	Vitesse réelle (mi/h)	Événement
0229:48	Freinage d'urgence	15	9,6	Perte de la liaison radio descendante
0230:00	Freinage d'urgence	15	0	Locomotive arrêtée
0234:20	Freinage d'urgence	8	0	Demande de rapport de situation par l'opérateur : communications interrompues, récupération d'urgence à partir de la loco-commande, protection ponctuelle hors circuit
0235:02	Service (arrêt)	Arrêt	0	Fin de l'urgence
0236:49	Service	Attelage	0	Commande de l'opérateur : manette des gaz à la position d'arrêt
0236:50	Normal	Arrêt	7,9	Demande de rapport de situation par l'opérateur : protection ponctuelle hors circuit
0239:09	Normal	8	7,1	Événement de changement de vitesse
0239:16 à 0301:10	Fluctuation entre normal et service	7	de 0 à 9	5 événements différents (rencontre du répéteur, changement de vitesse et de direction, locomotive arrêtée, et demande de rapport de situation par l'opérateur)
0301:10	Freinage d'urgence	Arrêt	0	Perte du verrouillage du répéteur, urgence locomotive
0345:01	Normal (Arrêt)	Arrêt	0	Commande de l'opérateur : arrêt du mouvement vers l'ouest

Manoeuvre B - Locomotive CN 7522

Heure	Mode d'exploitation	Réglage de vitesse (mi/h)	Vitesse réelle (mi/h)	Événement
0251:08	Normal (arrêt)	8	7,7	Entrée dans la voie de refoulement sud
0253:00	Normal (arrêt)	15	11,3	Patinage
0253:02	Freinage d'urgence	15	10,6	Perte du lien direct, perte de la communication radio
0253:28	Freinage d'urgence	15	0	Locomotive arrêtée
0256:42	Freinage d'urgence	Arrêt	0	Demande de rapport de situation par l'opérateur
0257:13	Service	Arrêt	0	Récupération d'urgence complétée
0302:34 à 0315:56	Fluctuation entre normal et service	Sélection de 6 réglages	de 0 à 1,4	Réception de messages de défektivité de vitesse, d'arrêt et de messages d'urgence locomotive
0337:01	Service	Arrêt	0	Arrêt demandé par l'opérateur

1.9 Autres renseignements

1.9.1 Expériences récentes avec la technologie LCS

Du 23 octobre 1995 au 5 novembre 1995, des manoeuvres de triage à butte ont connu des pertes de communication en huit occasions au triage Symington. Pour corriger la situation, on a notamment remplacé des batteries et des antennes, accordé ou remplacé des récepteurs, et remplacé des émetteurs. Le 4 novembre 1995, trois manoeuvres de triage à butte avaient éprouvé entre 9 h et 22 h 40 des difficultés intermittentes de communication qui avaient gêné les activités normales de triage à butte. Les serrages d'urgence des freins qui avaient découlé de ces pertes de communication ont souvent rendu nécessaire l'inspection du matériel roulant touché. De ces inspections, les employés ont retenu que les pertes de communication étaient attribuables à des défauts techniques de l'équipement LCS, et non à des défauts du matériel roulant.

1.9.2 Avis du district du Manitoba

Le 26 août 1994, un avis de district (MD 4066/94) a été adressé à tous les employés du CN au sujet du LCS. L'avis stipulait que, si un serrage d'urgence des freins se produit pendant un mouvement dirigé par LCS (c'est-à-dire en cas de perte de communication), et que l'opérateur a sélectionné une vitesse de 4 mi/h ou plus à l'aide de la loco-commande, on ne doit pas remettre le train en marche avant d'avoir inspecté le mouvement pour s'assurer que le matériel roulant ou le chargement n'ont pas été endommagés.

1.9.3 Détection de pièces traînantes

Le manuel d'exploitation du terminus de Winnipeg énonce les instructions relatives à la détection de pièces traînantes et aux opérations LCS. Il stipule que des détecteurs de pièces traînantes sont situés à l'est du sommet de la butte de la voie RX-3, de la voie de refoulement nord et de la voie de refoulement sud. Si le HPCS (système de contrôle de triage à butte) se déclenche, il interrompt le triage à butte, et les signaux à la butte et dans la cabine indiquent «STOP». À cela s'ajoutent un avertissement sonore et une indication sur les tableaux d'affichage au sommet de la butte et à l'écran vidéo du chef de triage. L'écran vidéo du chef de triage indique l'emplacement des pièces traînantes. Le chef de triage réenclenche le détecteur de pièces traînantes et avise le préposé aux wagons, qui veille alors à ce que le matériel roulant soit inspecté. Après l'inspection du matériel roulant, le préposé aux wagons redonne le contrôle de la voie au chef de triage, qui reprend alors le triage à butte.

De plus, le manuel dit que, si le triage à butte est interrompu à cause de la présence de pièces traînantes, il ne doit pas recommencer tant que le chef de triage posté dans la tour «C» n'en a pas donné l'autorisation.

1.9.4 Surveillance de l'emploi du LCS

L'emploi du LCS n'est pas régi par des exigences de sécurité du gouvernement ni par des pratiques d'exploitation de l'industrie et des normes en matière de matériel; toutefois, le Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada et les bulletins d'exploitation et les instructions des compagnies s'appliquent à l'exploitation par LCS.

1.9.5 Prise de décisions

Les gens qui exécutent un travail complexe, comme la conduite d'un train à l'aide du LCS, doivent avoir un niveau adéquat de conscience de la situation lorsqu'ils mettent des plans en oeuvre et prennent des décisions relatives au mouvement des trains en toute sécurité. On peut définir la conscience de la situation comme étant simplement le fait de savoir ce qui se passe autour de soi. L'atteinte et le maintien de la conscience de la situation supposent les étapes suivantes:

1. La perception des éléments de la situation provenant de différentes sources, comme les signaux visuels et sonores du LCS, et le mouvement du train proprement dit.
2. L'intégration de cette information, compte tenu de l'expérience et des connaissances de la personne.
3. La projection de cette information dans l'avenir, afin de faire et de modifier les plans selon les besoins.

Souvent, les décisions ne sont pas prises à partir de ce qu'on considère comme étant les étapes préparatoires idéales de la prise de décisions, c'est-à-dire la formation des choix, l'examen des solutions de rechange, l'évaluation des résultats possibles de chaque choix et l'évaluation de l'utilité relative de chaque résultat. Plutôt, la personne qui prend la décision peut, en se fondant sur ses expériences passées, reconnaître une situation qu'elle croit familière et choisir de procéder d'une façon qu'elle a déjà utilisée par le passé. Si cette façon de procéder a déjà donné de bons résultats, on a encore plus de chances d'y recourir. Cette méthode de prise de décisions peut s'avérer problématique lorsque l'évaluation de la situation est inexacte et amène à choisir une façon de procéder inefficace ou incorrecte.

² N.B. Sarter et D.D. Woods, "Situation awareness: A critical but ill-defined phenomenon," *The International Journal of Aviation Psychology*, 1, 1 (1991): 45-57.

³ G.A. Klein, "Recognition-primed decisions," *Advances in Man-Machine Systems Research*, vol. 5 (1989): 47-92.

2.0 *Analyse*

2.1 *Introduction*

Cet accident démontre que, malgré la prudence et les dispositifs électroniques de protection, le triage à butte télécommandé n'est pas sans risque. On croit que la façon dont le déraillement s'est produit, à savoir un groupe de traction qui a été involontairement utilisé pour pousser des wagons dans un tamponnement, a présenté un risque considérable de rupture de wagons de marchandises dangereuses et, à cet égard, a constitué un danger pour la sécurité et l'environnement. L'analyse s'intéressera à la cause immédiate de l'accident et aux faiblesses du système qui ont fait en sorte que les événements se déroulent de la sorte.

2.2 *Examen des faits*

2.2.1 *Compétence des opérateurs*

Les deux opérateurs étaient des opérateurs LCS compétents et avaient une expérience considérable du travail faisant appel au LCS. Un manque de connaissances de la marche à suivre ou de l'équipement du système n'est donc pas en cause.

2.2.2 *Le déraillement initial*

À 2 h 29 min 48 s, heure consignée par les données téléchargées du LCS, un serrage des freins d'urgence de la manoeuvre A, qui roulait vers l'ouest à 9,6 mi/h, s'est déclenché automatiquement lorsque la communication entre le répéteur radio et la locomotive s'est interrompue. L'étrier d'attelage partiellement rompu du 11^e wagon s'est complètement rompu par suite des efforts intenses imposés par le freinage d'urgence de la locomotive. Cet incident aurait dû être sans gravité, car les locomotives et les 11 wagons se sont arrêtés relativement vite, et le reste des wagons ont ralenti puis se sont arrêtés. Toutefois, l'opérateur de la loco-commande ignorait au départ qu'un freinage d'urgence s'était produit et ne pouvait pas se douter que des wagons s'étaient séparés du train. Il a commandé une série de manoeuvres à l'aide de la loco-commande et a déterminé qu'il y avait eu une interruption des communications et un freinage d'urgence; il a donc recouvré la maîtrise de sa manoeuvre en se servant de la loco-commande. À 2 h 35 min 24 s, il a commandé un mouvement vers l'ouest, mais les wagons qu'il voyait n'ont pas bougé. Après avoir exécuté une nouvelle série de manoeuvres à l'aide de la loco-commande, dont une commande d'arrêt et une vérification du fonctionnement du système à l'aide de l'automate vocal, il a commandé la reprise du triage. À 2 h 39 min 9 s, comme l'indique un événement de changement de vitesse, il a causé un impact violent entre la portion séparée de sa manoeuvre immobile et le wagon le plus à l'est (12^e), à 5 300 pieds du sommet de la butte, ce qui a fait dérailler un bogie du 11^e ou du 12^e wagon. La manoeuvre déraillée a ensuite été poussée vers l'ouest, et le 9^e wagon a déraillé 200 pieds plus à l'ouest.

L'opérateur A a continué de pousser les wagons jusqu'à 3 h 1 min 10 s; dans l'intervalle, le mouvement avait continué vers l'ouest sur une distance additionnelle de 400 pieds et les wagons avaient commencé à quitter la voie et à se tamponner.

2.2.3 Le second déraillement

À 2 h 53 min 0 s, heure consignée par les données téléchargées du LCS, la manoeuvre B a subi un patinage de roues pendant qu'elle roulait à une vitesse consignée de 11,3 mi/h. Le patinage a été suivi immédiatement d'un freinage d'urgence et d'une perte de communication radio. Ces événements correspondent à l'accident survenu lorsque la manoeuvre B a pris en écharpe les wagons de la manoeuvre A et a déraillé. Ces wagons devaient obstruer partiellement la voie de refoulement sud. À ce moment, l'opérateur B était posté à environ 1 500 pieds du lieu où le déraillement s'était produit et n'avait aucun moyen de savoir que des wagons se tamponnaient sur la voie de refoulement non éclairée pendant qu'il guidait sa manoeuvre vers la voie de refoulement sud. L'opérateur B a continué de manipuler les commandes de la loco-commande jusqu'à 3 h 15 min 23 s, soit 22 minutes et 23 secondes après qu'il a perdu la maîtrise de sa manoeuvre à la suite du déraillement.

2.2.4 Conscience de la situation

Le fait que le bout ouest de la manoeuvre A ait poursuivi sa route vers l'ouest (après le serrage d'urgence consécutif à l'interruption de communication) était une situation inédite et inattendue pour l'opérateur A. Les séparations de trains se produisent rarement et surviennent le plus souvent pendant qu'on tire des wagons. Pendant le délai entre la séparation du train et l'arrêt de la partie séparée, l'opérateur A a donné une série de commandes de vitesse. Même s'il avait réglé la commande de vitesse à 15 mi/h, il ne s'est pas souvenu qu'il était possible que le freinage d'urgence se soit produit alors que le réglage de vitesse était à 4 mi/h ou plus (ce qui exigeait qu'on inspecte le mouvement). La décision d'essayer de relancer le mouvement semblait raisonnable, étant donné que les circonstances du moment étaient similaires à celles de récents événements de perte de communication avec les locomotives, consécutives à des pannes du répéteur. Ces événements précédents n'avaient pas donné lieu à des situations dangereuses.

2.2.5 Dispositifs de sécurité

Malgré les dispositifs de sécurité intégrés à la structure de la voie et l'apparente sécurité absolue assurée par le système LCS, deux manoeuvres télécommandées de triage à butte sont entrées en collision et ont déraillé. L'examen des deux systèmes s'impose.

2.2.5.1 Dispositifs de sécurité en voie

Même si la portion est de la voie de refoulement n'était pas éclairée, et même si elle était partiellement cachée de la butte même le jour, les dispositifs de sécurité en voie comprenaient des systèmes destinés à protéger le matériel roulant télécommandé en l'empêchant de s'engager sur une voie déjà occupée, de tirer des wagons au-delà des limites de la voie de refoulement, de rouler à des vitesses dangereuses et de franchir les limites de fonctionnement du LCS, et en signalant la présence de pièces traînantes. Le système semblait être conçu pour faire face à toutes les situations dangereuses susceptibles de se présenter pendant les opérations courantes de triage à butte, et semblait pouvoir parer à toutes les éventualités dans la voie de refoulement est, laquelle est invisible et ne fait pas l'objet d'une surveillance visuelle.

Les détecteurs de pièces traînantes étaient placés dans des endroits stratégiques où ils étaient exposés aux wagons qui passaient sur les liaisons des voies de refoulement, étant donné que des wagons déraillent parfois à ces endroits. Même si le détecteur de pièces traînantes situé le plus à l'est sur la voie de refoulement sud a été activé, fort probablement à la suite du déraillement des derniers wagons de la manoeuvre B, lesquels s'étaient renversés sur le côté à l'ouest des wagons tamponnés dans le secteur du détecteur de pièces traînantes, les extrémités est des voies de refoulement n'étaient pas munies de tels détecteurs et ne disposaient pas de dispositifs électroniques de détection des déraillements. La sécurité serait améliorée si un système de détection électronique du matériel déraillé était installé dans la portion est de ces voies.

Les wagons déraillés de la manoeuvre A ont obstrué la voie de refoulement sud et ont peut-être été en contact avec les rails. Quoi qu'il en soit, ils n'ont pas activé le sous-système de circuit de voie, qui ne s'active que si le matériel roulant est en contact avec les deux rails. Il n'y avait pas de système installé au sol pour détecter la présence d'un obstacle bloquant partiellement la voie, et les locomotives n'étaient pas non plus dotées d'appareils permettant de détecter les obstacles sur la voie.

On note qu'un système électronique installé sur les voies de classement signale les séparations de train de façon à assurer l'attelage des wagons après leur passage sur la butte. Ce système accroît l'efficacité des manoeuvres de triage à butte et, dans le contexte de l'accident dont il est question, semble offrir des avantages du point de vue de la sécurité.

2.2.5.2 Dispositifs de sécurité du LCS

On pourrait dire que l'opérateur A ne s'est pas conformé à l'exigence d'inspecter son mouvement après que le freinage d'urgence a été déclenché à la suite d'une commande de vitesse de 4 mi/h ou plus, et que cette inspection aurait permis de découvrir la séparation du train, ce qui aurait évité l'accident. Dans ce cas-ci, toutefois, plusieurs minutes se sont écoulées entre le moment où l'opérateur A a mis le mouvement en route et celui où le train s'est arrêté de façon inattendue. Dans cet intervalle, l'opérateur avait fait plusieurs réglages de vitesse, commandant des vitesses de plus en plus élevées pour compenser le ralentissement du mouvement (comme les derniers réglages de vitesse ont été commandés après le freinage d'urgence et, par conséquent, n'ont pas été reconnus par le LCS, ils ne sont pas directement en cause dans ce cas-ci). Il semble que cet

accident ait mis en évidence une lacune dans les instructions relatives à la façon dont l'opérateur doit procéder à la suite d'un freinage d'urgence non commandé.

Le freinage d'urgence consécutif à une interruption de la communication ne déclenche pas d'alarme sonore ou d'indication visuelle sur la loco-commande. Même si un tel événement (freinage d'urgence) est évident, puisque le mouvement s'arrête rapidement, cet accident, lors duquel la portion observable du mouvement a continué sa route, démontre que la présence d'un dispositif d'avertissement serait souhaitable. À vrai dire, si l'opérateur entendait un signal d'alarme de freinage d'urgence alors qu'il est évident que le mouvement poursuit sa route, il saurait immédiatement que le train s'est séparé.

Les données téléchargées du LCS indiquent que l'opérateur A a continué de manipuler les commandes de son LCS, obtenant une réaction limitée, jusqu'à 3 h 43 min 19 s. La manoeuvre B s'était arrêtée et avait cessé de répondre aux commandes radio à 2 h 57 min 13 s, mais les données consignées indiquent que l'opérateur B a continué de manipuler sa loco-commande jusqu'à 3 h 15 min 56 s, pour essayer de reprendre la maîtrise de sa manoeuvre.

Il est préoccupant de constater le nombre de commandes données à l'aide de la loco-commande après l'arrêt des deux manoeuvres. En l'absence de rétroaction (c'est-à-dire en l'absence de mouvement de leur manoeuvre respective en réaction à leurs commandes), les deux opérateurs ont essayé à plusieurs reprises au cours d'une période prolongée de recouvrer la maîtrise de leurs trains. Il semble bien que les opérateurs, étant habitués aux interruptions des communications, et ayant l'habitude de régler ces problèmes seuls, aient eu tendance à traiter l'absence apparente de réponse des locomotives comme un problème de communication radio. Comme il supposait que cette absence de réaction était attribuable à un problème de communication radio, chaque opérateur a essayé de régler le problème en utilisant des techniques de manipulation des commandes. Il semblerait qu'une telle activité ne soit pas appropriée et que, dans les circonstances qu'a connues la manoeuvre A, elle puisse constituer un risque pour la sécurité et avoir des incidences au point de vue de la formation du personnel.

2.2.6 Visibilité

Les opérateurs des manoeuvres de triage à butte ne peuvent pas voir entièrement les portions est de leurs mouvements. Pendant le jour, leur distance de visibilité est limitée par le passage supérieur de la route transcanadienne, alors que le secteur n'est pas éclairé pendant la nuit, ce qui limite alors encore davantage la visibilité. Il est fort probable que l'opérateur A aurait pu voir la séparation du train et le déraillement initial si les voies de refoulement avaient été éclairées jusqu'à leurs extrémités est. Si le secteur avait été éclairé, l'opérateur B aurait probablement remarqué les wagons déraillés de la manoeuvre A, et aurait arrêté son mouvement; l'inspecteur de wagons envoyé sur place pour examiner la voie de refoulement sud aurait vu le déraillement; et l'événement aurait été visible à partir de la tour de triage. L'éclairage du secteur, combiné à une certaine forme de surveillance vidéo, améliorerait la sécurité.

2.2.7 Normes de sécurité du gouvernement

Le CN et le Chemin de fer Canadien Pacifique emploient le LCS dans leurs activités de triage à butte et de triage en palier. Ce système a permis aux compagnies de retrancher une personne par équipe de triage, autant pour les opérations de triage en palier (de trois personnes à deux personnes) que pour celles de triage à butte (de deux personnes à une personne). Le membre d'équipe éliminé est le mécanicien. À l'heure actuelle, on n'emploie le LCS que dans les cours de triage moyennes et grandes, mais son emploi se généralisera sans doute. Le LCS est aussi employé de façon limitée sur les voies principales, aux fins du triage local, et devrait aussi connaître une généralisation de son emploi.

Comme cet accident et d'autres accidents (rapports n^{os} R96T0080 et R96W0246 du BST) l'ont démontré, l'emploi du LCS engendre des risques qui sont propres à ce mode de contrôle du triage. Une certaine surveillance réglementaire ou l'élaboration pour toute l'industrie de normes relatives à l'exploitation et au matériel s'imposeraient peut-être.

3.0 *Conclusions*

3.1 *Faits établis*

1. Des wagons se sont séparés de la manoeuvre A sans être détectés, par suite de la rupture d'un étrier d'attelage du 11^e wagon à partir du groupe de traction.
2. L'opérateur A a causé un impact avec la portion séparée de sa manoeuvre, ce qui a entraîné le déraillement d'un wagon.
3. La manoeuvre déraillée a été poussée sur une distance d'environ 600 pieds avant que se produise un tamponnement général des wagons.
4. En manoeuvrant les locomotives, on a fait dérailler les wagons par inadvertance et on les a faits se tamponner.
5. La manoeuvre B a déraillé quand elle a heurté les wagons déraillés de la manoeuvre A.
6. La méthodologie, les dispositifs de sécurité et la technologie du LCS n'étaient pas suffisamment au point pour prévenir les collisions et les déraillements dans toutes les circonstances.
7. Le LCS ne fait pas l'objet d'une surveillance réglementaire ni de normes connexes de l'industrie relativement à l'exploitation et au matériel.

3.2 *Cause*

Dans les deux accidents, le dispositif de télécommande n'a pas fourni aux opérateurs les mesures de protection et la technologie qui leur auraient permis d'assurer l'acheminement de leurs manoeuvres respectives en toute sécurité.

4.0 *Mesures de sécurité*

4.1 *Mesures prises*

En octobre 1996, le BST a envoyé un Avis de sécurité ferroviaire à Transports Canada (TC), avec copies adressées au Canadien National, au Chemin de fer Canadien Pacifique et à l'Association des chemins de fer du Canada. Cet avis portait sur des problèmes de sécurité liés à l'utilisation des systèmes de télécommande des locomotives de manœuvre (LCS). Lors de l'accident, ces problèmes étaient tous présents : la surveillance réduite des mouvements lorsque le LCS est utilisé par une seule personne, le risque que le rapport de situation indiquant une «perte de communication» dissimule d'autres problèmes qui affectent le mouvement, et l'utilisation à distance de la commande de «récupération après freinage» sans avoir procédé à une inspection sur place pour confirmer l'état du mouvement après le freinage d'urgence. Le BST a proposé que TC, de concert avec les compagnies ferroviaires, revoie les méthodes de télécommande des locomotives afin d'assurer une surveillance adéquate des mouvements dirigés par LCS.

En réponse, TC a indiqué qu'il n'existait pas de règles ni de règlements fédéraux régissant la méthode de récupération ou tout autre aspect du LCS. La seule exigence est que les employés qui se servent de l'équipement LCS se conforment aux règles pertinentes du Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada et à tous les autres règlements fédéraux pertinents.

Le Canadien National a fait savoir qu'il y avait eu une diminution de 95 p. 100 du nombre de pertes de communication depuis cet accident grâce à l'introduction de matériel amélioré.

En outre, le système a été modifié de sorte qu'il commande automatiquement un arrêt commandé de la locomotive lorsqu'il y a une perte de communication entre la locomotive et le dispositif de commande.

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 26 août 1998 par le Bureau qui est composé du Président Benoît Bouchard et des membres Maurice Harquail, Charles Simpson et W.A. Tadros.