

Bureau de la sécurité des transports  
du Canada



Transportation Safety Board  
of Canada

## **RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE R08W0058**



### **COLLISION ET DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE**

**DES TRAINS DE MARCHANDISES NOS 498, 497 ET 292  
EXPLOITÉS PAR LE CHEMIN DE FER CANADIEN PACIFIQUE  
AU POINT MILLIAIRE 97,5 DE LA SUBDIVISION WEYBURN  
À CENTENNIAL STATION, PRÈS DE RALPH  
(SASKATCHEWAN)  
LE 7 AVRIL 2008**

**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 ferroviaire

### Collision et déraillement en voie principale

des trains de marchandises n<sup>os</sup> 498, 497 et 292  
exploités par le Chemin de fer Canadien Pacifique  
au point milliaire 97,5 de la subdivision Weyburn  
à Centennial Station, près de Ralph (Saskatchewan)  
le 7 avril 2008

Rapport numéro R08W0058

### *Sommaire*

Le 7 avril 2008 vers 8 h 07, heure normale du Centre, le train de marchandises n<sup>o</sup> 498-07 sud du Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP) a heurté la queue du train n<sup>o</sup> 292-05 du CFCP, qui était immobilisé au point milliaire 97,5 de la subdivision Weyburn, à Centennial Station, près de Ralph (Saskatchewan). Sept des wagons du train n<sup>o</sup> 292-05 et deux des wagons du train n<sup>o</sup> 498-07 ont déraillé. De plus, deux wagons du train de marchandises n<sup>o</sup> 497-04 du CFCP, qui était arrêté à côté du train n<sup>o</sup> 292-05, sur la voie d'évitement de Centennial, ont aussi déraillé. Un incendie a éclaté et a touché deux wagons de glycol, un wagon de marchandises dangereuses chargé d'acétate de vinyle, un wagon-citerne contenant des résidus de gaz de pétrole liquéfié et un wagon plat vide à parois de bout. On a dû évacuer les résidents du secteur qui habitent dans un rayon d'un mille autour des lieux de l'accident. Personne n'a été blessé.

*This report is also available in English.*

## Autres renseignements de base

Le 7 avril 2008 à 2 h 45, heure normale du Centre<sup>1</sup>, on demande à l'équipe du train de marchandises n° 498-07 (train 498) du Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP) de prendre les commandes du train 498 à Moose Jaw (Saskatchewan) et de le conduire en direction sud dans la subdivision Weyburn, à destination de North Portal (Saskatchewan) (voir la figure 1).

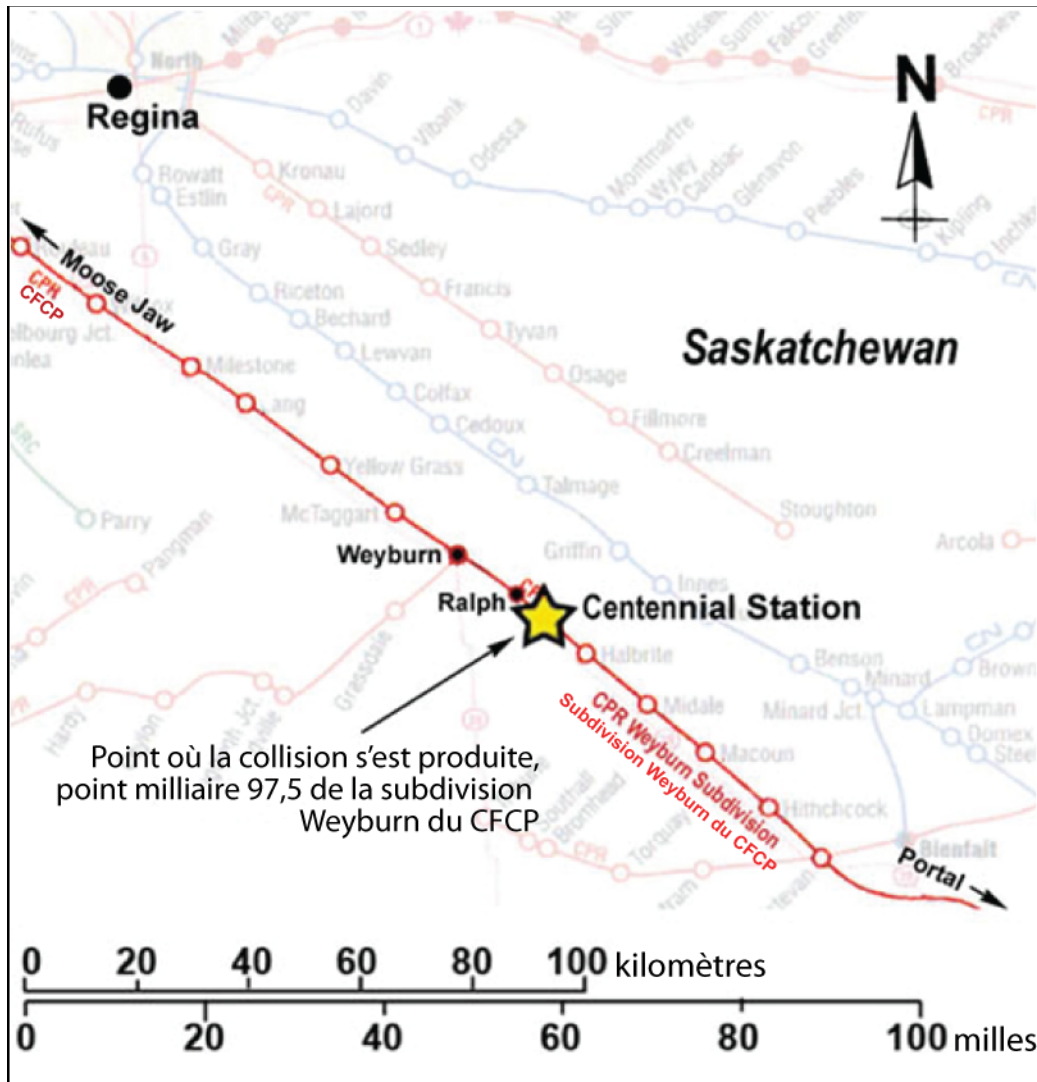


Figure 1. Carte montrant le lieu où le déraillement s'est produit (Source : Association des chemins de fer du Canada)

Le train 498 quitte Moose Jaw à 5 h 32. On donne à l'équipe une série d'autorisations par feuille de libération permettant au train de circuler entre des localités bien définies, avec une restriction disant de se protéger contre le train 292. Le train 292 roule aussi dans la subdivision Weyburn à

<sup>1</sup> Toutes les heures sont exprimées d'après l'HNC (Temps universel coordonné [UTC] moins six heures).

destination de North Portal, et il a environ 45 minutes d'avance sur le train 498. Avant d'arriver à Centennial, le train 498 est suffisamment loin derrière le train 292 pour que son parcours ne soit plus concerné par l'instruction quant à la protection contre l'autre mouvement.

À 7 h 35, le contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) émet une feuille de libération qui autorise le train 498 à circuler de l'aiguillage de voie d'évitement sud à Weyburn jusqu'à l'aiguillage de voie d'évitement sud à Centennial. Cette feuille de libération comprend une restriction disant de se protéger du train 292 à partir de l'aiguillage de voie d'évitement nord de Centennial.

Vers 8 h 01, après avoir dépassé Weyburn (point milliaire 85,1), l'équipe du train 498 communique avec le CCF pour demander qu'on l'autorise à dépasser Centennial. Le CCF lui répond que le train 292 est arrêté sur la voie principale entre les aiguillages nord et sud, à Centennial. À la suite de cette communication, l'équipe du train 498 réalise que son train et le train 292 vont croiser le train 497 nord à Centennial. Le train 292 est arrêté à Centennial depuis plus de 45 minutes.

Vers 8 h 02, le chef de train du train 498 communique aussi avec le CCF pour l'aviser que le train a dépassé le point milliaire 89. Peu après, soit vers 8 h 03, le train 498 reçoit un message « all clear » signifiant que tout est en ordre, en provenance du détecteur de boîtes chaudes (DBC) du point milliaire 94,7 (un message général du DBC a priorité sur les autres communications radio). Le chef de train du train 498 entre ensuite en contact avec le train 292 pour prendre des dispositions en vue du rapprochement<sup>2</sup>. On autorise le train 498 à se rapprocher.

Un peu avant d'arriver à Centennial, le chef de train se concentre sur l'exécution de diverses tâches secondaires, consistant notamment à écouter le message du DBC et les communications radio et à exécuter des travaux d'écritures.

À 8 h 06, le train 498, roulant à 36 milles à l'heure (mi/h), passe devant l'aiguillage nord de Centennial. Peu de temps après, l'équipe se rend compte que le train va entrer en collision avec le train 292, lequel est immobilisé un peu plus loin sur la voie principale. L'équipe commande un freinage d'urgence, mais la locomotive de tête du train 498 heurte la queue du train 292 une vingtaine de secondes plus tard. Sous la force de l'impact, sept wagons de l'arrière du train 292 déraillent, ainsi que deux wagons du train 498. En outre, deux wagons du train 497, qui est immobilisé sur la voie d'évitement de Centennial, déraillent après avoir été pris en écharpe par des wagons du train 292 (voir la figure 2).

---

<sup>2</sup> Quand on procède à un rapprochement, on donne au train suiveur la permission de se rapprocher jusqu'à ce qu'il soit tout près de l'arrière du train suivi. Le train suivi doit être à l'arrêt.

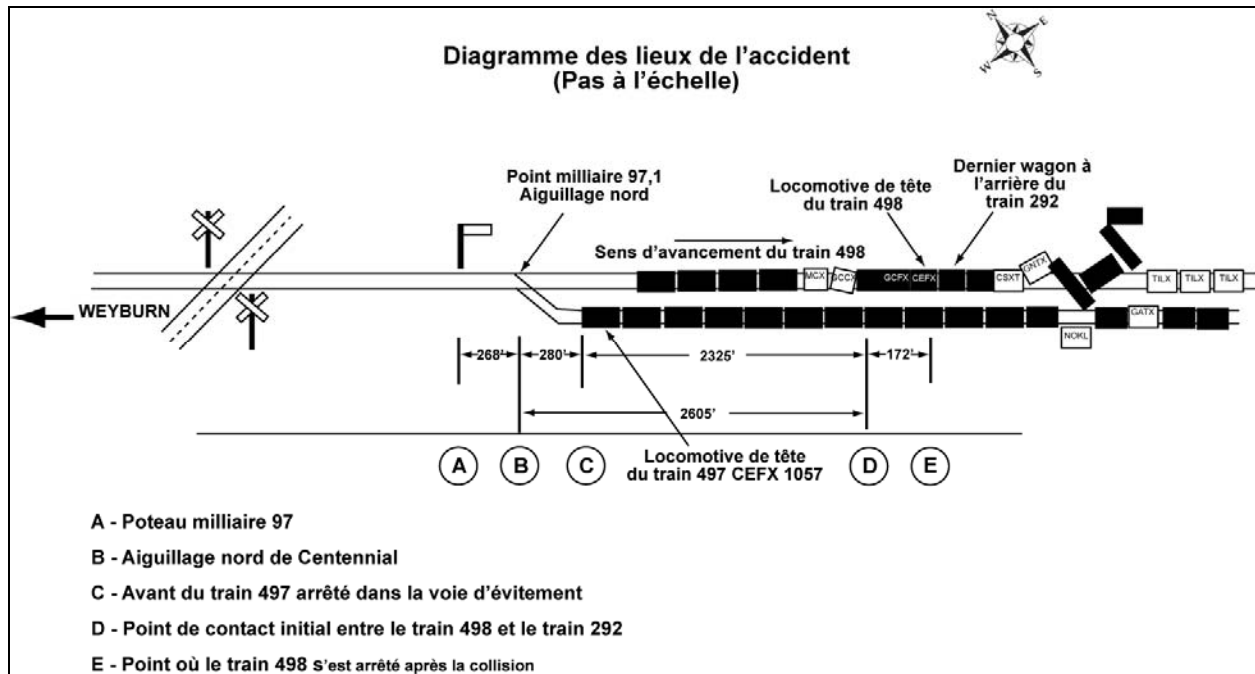


Figure 2. Diagramme des lieux du déraillement

Après le déraillement, le mécanicien du train 498 a transmis un appel d'urgence. En raison des dommages subis par les wagons au moment de l'impact, un incendie s'est déclaré à l'arrière du train 292 (voir la photo 1). Le feu a touché cinq wagons : deux wagons-citernes chargés de glycol (n° ONU 3082), un wagon-citerne contenant de l'acétate de vinyle (n° ONU 1301), un wagon-citerne contenant des résidus de gaz de pétrole liquéfié (n° ONU 1075) et un wagon plat à parois de bout. Les équipes du train 498 et du train 497 ont évacué le secteur immédiat du déraillement. Aucun des membres des équipes des trains n'a été blessé.



**Photo 1.** Un incendie s'est déclaré après la collision (Source : CFCP)

Lors de l'accident, le ciel était dégagé, les vents étaient calmes et la température était de 5°C.

Les premiers intervenants locaux de la ville de Weyburn sont arrivés sur les lieux un peu après le début de l'incendie. Le service des incendies de Weyburn a aussi été dépêché sur place et est arrivé peu après. Le détachement local de la Gendarmerie royale du Canada (GRC) est arrivé quelques minutes après l'appel de la compagnie de chemin de fer. La GRC a participé à l'évacuation de six maisons situées dans un rayon d'un mille autour du lieu de l'accident. Les personnes évacuées ont pu rentrer chez elles le lendemain.

### *Renseignements sur les équipes*

Les équipes du train 498 et du train 292 se composaient d'un mécanicien et d'un chef de train. Quant à l'équipe du train 497, elle comptait un mécanicien, un chef de train, et un chef de train stagiaire. Les membres des trois équipes étaient tous qualifiés pour occuper leurs postes respectifs, ils connaissaient bien le territoire et ils se conformaient aux normes en vigueur en matière de repos et de condition physique.

Le mécanicien et le chef de train du train 498 comptaient respectivement 30 et 15 années de service, et ils avaient souvent fait équipe. Ils ont tous deux été appelés au travail vers 2 h 45, le matin du 7 avril 2008. Ils devaient se présenter à la cour de triage de Moose Jaw pour 3 h 45 et prendre les commandes du train 498, qui devait partir à 5 h 30 au matin du 7 avril 2008. La compilation des heures de repos pour les deux nuits qui ont précédé l'accident a révélé que les deux membres de l'équipe avaient eu approximativement de 7,5 à 8,5 heures de repos le 5 avril 2008, et 6,5 heures le 6 avril 2008. Ces périodes de repos n'étaient pas constituées uniquement de périodes de sommeil.

## *Renseignements sur les trains*

Le train 498 était composé de deux locomotives et de 33 wagons. Il pesait approximativement 4 778 tonnes et mesurait 2 098 pieds. Avant de quitter Moose Jaw, le train avait fait l'objet d'un essai de frein n° 1 effectué par un inspecteur de wagons autorisé. Les dossiers d'entretien du matériel roulant indiquent que tous les wagons étaient en bon état de fonctionnement. Les locomotives du train 498 étaient équipées de freins rhéostatiques. L'essai des freins rhéostatiques qu'on a fait après l'accident a révélé qu'ils étaient en bon état de fonctionnement.

Le train 497 comptait quatre locomotives et 100 wagons. Il pesait 7 263 tonnes et mesurait 6 442 pieds.

Quant au train 292, il se composait de deux locomotives et de 102 wagons. Il pesait 8 947 tonnes et mesurait 6 507 pieds. Le dernier wagon du train 292 était équipé d'un feu à éclats, mais ce feu ne fonctionnait pas au moment de l'accident, étant donné qu'il avait été désactivé automatiquement par une cellule photosensible qui permettait d'économiser l'énergie durant les heures de clarté.

## *Renseignements consignés*

L'examen des données téléchargées du consignateur d'événements de locomotive (CEL) du train 498 a révélé les informations suivantes :

Heure	Point milliaire	Vitesse	Événements consignés par le CEL
0804:23	95,91	42 mi/h	Réduction des gaz, de la position 1 à la position 0.
0804:52	96,25	42 mi/h	Réglage de la commande du frein rhéostatique à la position 1,8.
0805:18	96,55	41 mi/h	Augmentation de l'effort de freinage rhéostatique, position 3,3.
0806:04	97,07	38 mi/h	Effort maximal de freinage rhéostatique.
0806:15	97,17	36 mi/h	La locomotive de tête dépasse l'aiguillage nord de la voie d'évitement de Centennial.
0806:33	97,36	34 mi/h	Serrage d'urgence des freins du train.
0806:51	97,50	22 mi/h	Collision entre le train 498 et le train 292.
0807:22	97,55	0 mi/h	Arrêt complet du train 498.

## *Subdivision Weyburn*

La subdivision Weyburn mesure 158 milles de longueur et va de Pasqua (Saskatchewan) à North Portal (Saskatchewan). Dans cette subdivision, la vitesse en voie varie entre 25 mi/h et 50 mi/h. Dans le secteur de la voie d'évitement de Centennial, la vitesse autorisée sur la voie principale est de 50 mi/h. Dans la subdivision, la circulation ferroviaire est régie grâce au système de régulation de l'occupation de la voie (ROV), en vertu du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REF), et elle est supervisée par un contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) posté à Calgary (Alberta). Pour assurer une circulation sûre et efficace des trains, le CCF émet des instructions d'exploitation qui comprennent des feuilles de libération, des permis d'occuper la voie (POV) et des bulletins de marche (BM).

De 12 à 20 trains circulent dans la subdivision Weyburn chaque jour, le trafic moyen étant de 18 trains par jour. La subdivision Weyburn est une ligne principale de 2<sup>e</sup> catégorie.

## *Renseignements sur la voie*

Dans le secteur où l'accident s'est produit, la voie principale était faite de longs rails soudés (LRS) de 115 livres, fabriqués par Algoma en 1982. Les traverses étaient des traverses de bois mou n° 1 munies de selles de rail standard à double épaulement. Les rails étaient fixés à chaque traverse par trois crampons. Le ballast était constitué de pierre concassée et avait des banquettes de 16 pouces. Avant l'accident, on n'avait relevé aucune anomalie importante de la voie dans le secteur de l'accident. À l'endroit où le déraillement s'est produit, l'entretien de la voie était conforme aux directives portant sur les voies de catégorie 4.

La voie d'évitement de Centennial était faite de LRS de 115 livres fabriqués en 1974. La voie d'évitement mesurait environ 8 900 pieds.

## *Règles applicables du REF*

Quand un train suit un autre train, les communications phoniques entre les membres de l'équipe et avec les équipes des autres trains doivent notamment être conformes aux règles ci-après :

A. Voici un extrait de l'Instruction spéciale pour le réseau qui porte sur la règle 90 du REF, relative à la communication entre les membres de l'équipe :

### *Liaison phonique – Exigences additionnelles*

1. Aux exigences de la règle 90 s'ajoute l'obligation d'établir une liaison phonique aux moments et aux points suivants:

a) Avant le départ des points où l'équipe reçoit une autorisation de circuler, en mentionnant :

- le nom de la gare de départ du train;
- le premier point d'application d'une restriction imposée soit par l'article 3 soit par l'article 4, 6, 7 ou 8 de la feuille de libération.



b) En ROV [Régulation de l'occupation de la voie], à moins d'indication contraire dans les directives particulières à la subdivision, avant de franchir en cours de route un panneau indicateur de gare à un mille, en mentionnant :

- le nom de la gare;
- le premier point d'application d'une restriction imposée soit par l'article 3 soit par l'article 4, 6, 7 ou 8 de la feuille de libération.

Quand tous les membres de l'équipe sont postés dans la cabine de la locomotive menante :

- un membre de l'équipe fait les annonces exigées sur le canal d'attente désigné dans l'indicateur.

B. Voici un extrait de la règle 142 du REF, portant sur l'entente entre les membres d'une équipe :

- (a) Tous les chefs, mécaniciens de locomotive, opérateurs de loco-commandes, pilotes et contremaîtres de chasse-neige doivent lire tous les BM, toutes les feuilles de libération et tous les bulletins quotidiens d'exploitation aussitôt que possible après leur réception, et bien en comprendre le contenu. Ils doivent aussi, le plus tôt possible, mettre ces documents à la disposition de tous les autres membres de l'équipe, en veillant à ce que chacun les lise et comprenne bien leur contenu. Ces exigences s'appliquent aussi aux ententes réalisées entre les équipes ou entre celles-ci et les contremaîtres pour assurer la sécurité.
- (b) Les membres d'une équipe à portée de voix les uns des autres doivent se rappeler mutuellement les restrictions contenues dans les BM, les feuilles de libération et les bulletins quotidiens d'exploitation suffisamment à l'avance pour en assurer l'observation.

C. Voici un extrait de la règle 303.1 du REF :

- (e) En cas d'arrêt du train ou du transfert suivi, les deux équipes peuvent prendre entente pour permettre au train ou au transfert suiveur de se rapprocher. Cette entente doit être prise par écrit par les équipes des deux trains ou des deux transferts. Lorsque le train ou le transfert suivi reprend sa marche, le train ou le transfert suiveur observe de nouveau les dispositions du paragraphe (c).

Le paragraphe (c) se lit comme suit :

Sous réserve du paragraphe (e), un train ou un transfert suiveur ne doit pas quitter le lieu nommé ni aucun point repérable avant que le train ou le transfert suivi n'ait signalé son propre départ d'un point repérable. Un tel rapport doit être consigné par écrit par un membre de l'équipe du train ou du transfert suiveur. Ces renseignements peuvent être obtenus du CCF.

**Remarque :** Il faut se servir des points repérables indiqués à la règle 49 (b).

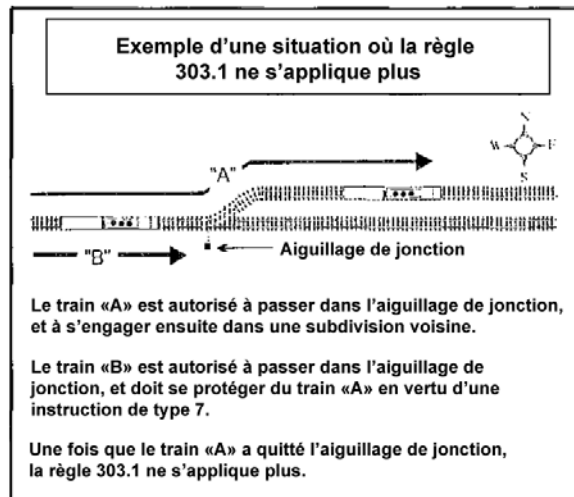
D. CFCP – Instruction spéciale pour le réseau du CFCP concernant la règle 303.1 :

En territoire ROV à l'extérieur d'un BA [Bloc automatique], la règle 303.1 s'applique, mais non la règle 303 (b).

Dans l'application de cette règle, les noms de gare (ex : Borden, Can tic, etc.) ne doivent pas être utilisés seuls, mais doivent être accompagnés d'un point repérable spécifique.

Exemples : On ne peut pas se servir du nom de gare « Borden » seul.

Il faut plutôt utiliser « panneau d'indication de gare à Borden », « aiguillage est de la voie d'évitement à Borden », etc. Le diagramme ci-après illustre l'application de la remarque de la règle 303.1. (traduction)



E. On trouvera ci-après un extrait de la règle 49 (b) du REF :

La zone d'application de cette autorisation (POV) doit être comprise entre deux points repérables, par exemple :

- (i) points milliaires entiers;
- (ii) aiguillages de voie d'évitement spécifiques;
- (iii) autres aiguillages de voie principale, dont sera indiqué le lieu ou le point miliaire;
- (iv) signaux spécifiques repérés par un numéro;
- (v) panneaux indicateurs de zone de triage ou de zone de marche prudente, dont sera indiqué le lieu ou le point miliaire;
- (vi) noms de gare.

## *Application des règles de ROV par les équipes*

Les membres des équipes impliquées dans l'accident connaissaient bien les règles du REF qui traitent des mouvements visés par les règles de ROV. Ils comprenaient que, pour obtenir la permission de se rapprocher, il fallait que le train donnant l'autorisation soit arrêté sur la voie devant le train suiveur. Ils savaient que les arrangements entre les deux trains concernant la permission de se rapprocher devaient être consignés par écrit.

Au cours de l'enquête, on a déterminé que les équipes des trains 498 et 292 n'ont pas appliqué de façon uniforme la partie de la règle 303.1 (e) du REF et de l'Instruction spéciale pour le réseau qui portait sur l'enregistrement par écrit des autorisations.

## *Système de commande intégrale des trains*

Le système de commande intégrale des trains (PTC) est un système électronique qui surveille et contrôle les mouvements des trains de façon à accroître la sécurité ferroviaire. On a mis le système au point dans le but de réduire le nombre de collisions de trains, de déraillements dus à des excès de vitesse, de dédoublements d'autorisations et d'autres accidents attribuables à des facteurs humains.

Essentiellement, le train signale sa position au centre de contrôle par l'entremise d'une liaison de transmission de données sans fil. Le système logique de verrouillage de sécurité du centre de contrôle utilise les données en provenance de tous les trains pour limiter les mouvements et la vitesse de chaque train, tout en maintenant une distance de séparation de sécurité entre les trains.

L'ordinateur de bord du train contrôle les données relatives à la position et à la vitesse véritables du train et détermine s'il y a un risque plus ou moins immédiat. Si le train approche de la limite de sa zone d'autorisation ou de la vitesse maximale autorisée, l'ordinateur de bord en avertit le mécanicien, lequel doit alors prendre des mesures appropriées. Si le mécanicien n'intervient pas, l'ordinateur de bord peut commander automatiquement un serrage du frein de sécurité pour immobiliser le train. De même, si le train excède la limite de vitesse, l'ordinateur peut commander un serrage des freins pour arrêter le train. L'ordinateur de bord fait aussi un suivi des différents systèmes des locomotives, p. ex., la commande des gaz et les freins, et transmet automatiquement des messages de diagnostic et d'alarme au centre de contrôle, le cas échéant.

Actuellement, neuf compagnies de transport de voyageurs et de marchandises des États-Unis (É.-U.) ont entrepris d'élaborer 11 projets différents de PTC ou en sont aux premières étapes de la mise en œuvre de ces systèmes. Quatre chemins de fer de 1<sup>re</sup> catégorie d'Amérique du Nord ont procédé à une mise en œuvre et à des essais limités de cette technologie dans certaines subdivisions particulières. Le Congrès des États-Unis a adopté une loi voulant que le système

PTC soit mis en œuvre dans tous les réseaux ferroviaires de transport de voyageurs et de marchandises de 1<sup>re</sup> catégorie au plus tard le 31 décembre 2015 sur les voies principales servant au transport de voyageurs<sup>3</sup>, et de marchandises dangereuses.

### *Examen par le BST du champ de vision qu'on avait à partir de la cabine de la locomotive*

Le lendemain de la collision, des enquêteurs du BST qui prenaient place à bord d'une locomotive du CFCP ont approché de Centennial à une vitesse de moins de 20 mi/h, à partir des environs du point milliaire 95. Cet essai a été fait vers 8 h, soit à peu près à la même heure que celle à laquelle la collision s'est produite, et dans des conditions météorologiques et des conditions d'éclairage comparables à celles du jour de l'accident.

1. Au point milliaire 95 (soit à environ 2,5 milles du point d'impact), l'équipe du train 498 aurait pu remarquer le phare en veilleuse du train 497. Toutefois, l'équipe aurait eu de la difficulté à discerner le train 497 (qui se trouvait sur la voie d'évitement de Centennial) du train 292 (qui était immobilisé sur la voie principale). Ce n'est qu'après s'être approchés davantage de Centennial que les membres de l'équipe ont pu distinguer plus facilement les deux trains.
2. Pour l'équipe du train 498, ce n'était pas tant de distinguer les deux trains qui était difficile, mais bien d'identifier le train qui était en mouvement. Vu que son train venait du nord et que la voie était en alignement droit dans le secteur de la voie d'évitement de Centennial, l'équipe du train 498 a dû voir la queue du train 292 et la tête du 497, mais n'a vu aucune autre partie de ces deux trains.
3. Lors de cet événement, le siège du mécanicien se trouvait à environ 4 pieds de la fenêtre avant de la cabine de la locomotive. Le mécanicien se servait d'un pare-soleil à sa gauche. Il avait placé le pare-soleil à cette position plus tôt le matin, lorsque le soleil était tout juste au-dessus de l'horizon et occupait le champ de vision du mécanicien. Toutefois, au moment de l'accident, le soleil se trouvait à environ 20 degrés au-dessus de l'horizon et il était à la position 11 heures dans son champ de vision. La position du soleil n'a pas affecté directement le champ de vision vers l'avant à partir de la cabine de la locomotive.

### *Indices visuels permettant de confirmer des modèles mentaux*

Les modèles mentaux constituent une représentation partielle 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 importants<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> U.S. Public Law 110-432, the *Federal Rail Safety Improvements Act*, enacted in October 2008. (en anglais seulement)

<sup>4</sup> International Journal of Human-Computer Studies, pages 60, 117-128 (2004), *When mental models go wrong, Co-occurrences in dynamic, critical systems*. D. Besnard & D. Greathead,

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 et d'indices visuels et sonores. Dès que le conducteur crée un modèle mental, il a tendance à rechercher des éléments de preuve qui renforcent ce modèle et à rejeter ceux qui le contredisent. Ce type de processus mental est connu sous le nom de raisonnement abductif à partir d'hypothèses confirmées<sup>5</sup>.

### *Phénomène de mouvement induit*

Le phénomène du mouvement induit s'observe lorsqu'on a l'impression que des objets stationnaires se déplacent quand on est en présence d'autres objets qui sont réellement en mouvement. Le phénomène de mouvement induit peut s'observer quand il y a un mouvement relatif entre des objets du point de vue de l'observateur.

On peut aussi expliquer le phénomène de mouvement induit à partir du phénomène dit de l'effet consécutif du mouvement<sup>6</sup>. On remarque l'effet consécutif du mouvement quand un observateur regarde un objet en mouvement pendant quelques secondes. Puis, pendant une brève période, si l'observateur regarde un objet stationnaire, ce dernier objet semble se déplacer, mais en direction opposée.

### *Positions relatives des trains*

La figure 3 indique les positions relatives des trois trains à différents moments de la période de quatre minutes qui a précédé la collision.

---

CS-TR 791, Department of Computing Science, University of Newcastle upon Tyne, 2003 (en anglais seulement).

<sup>5</sup> R.G. Green et al., *Human Factors for Pilots* (Aldershot, 1991), pages 61 et 62 (en anglais seulement).

<sup>6</sup> G. Mather, F. Verstraten and S. Antis (1998), *The Motion Aftereffect: A Modern Perspective*. Cambridge, Mass: MIT Press, pages 4-6 (en anglais seulement).

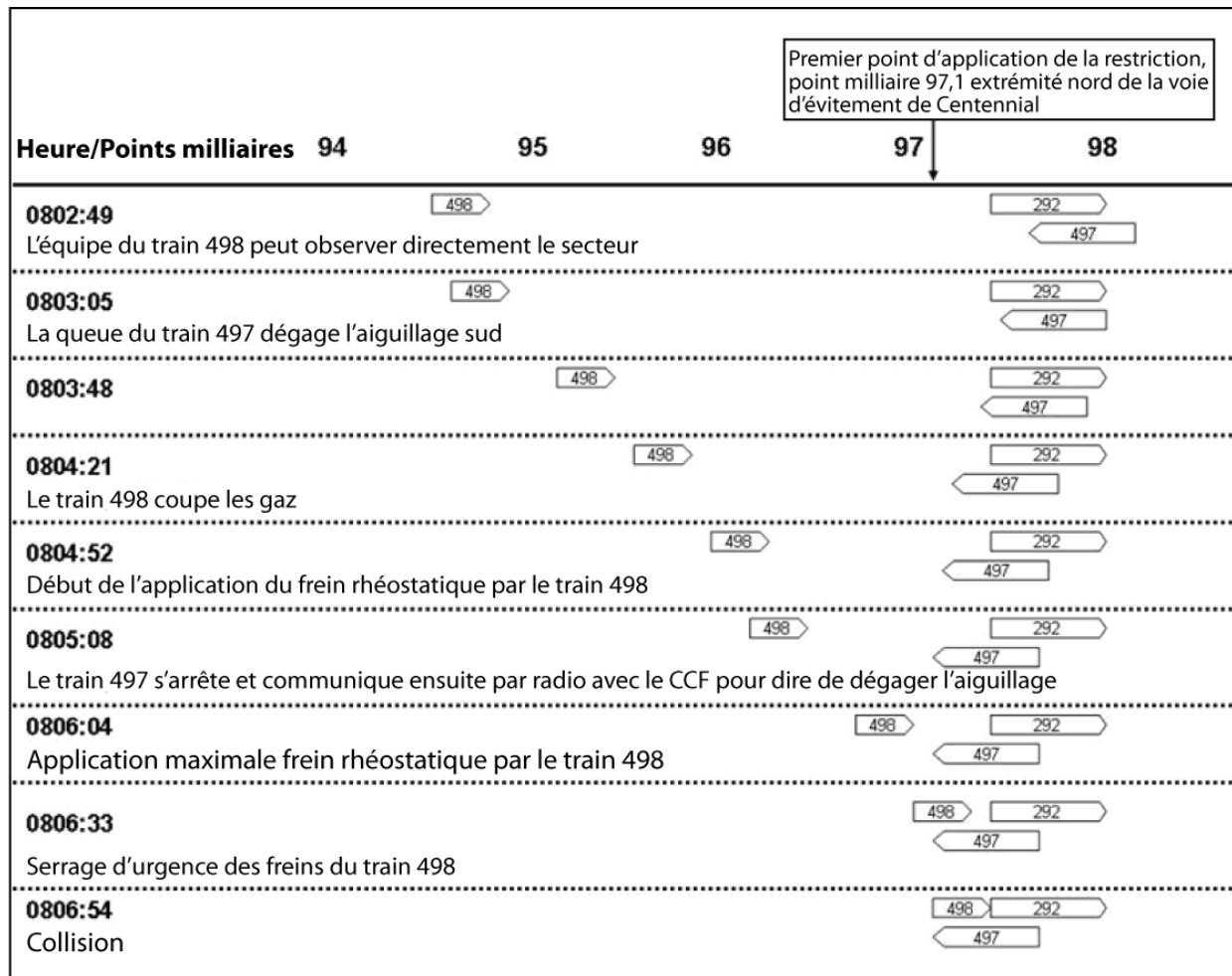


Figure 3. Positions relatives des trains

Au cours de l'enquête, on a déterminé que :

1. Quand l'équipe du train 498 a pu observer directement la voie d'évitement de Centennial, le train 497 avançait vers le nord (en direction du train 498) dans la voie d'évitement, et se déplaçait parallèlement au train 292, lequel était arrêté sur la voie principale.
2. Vu que son train venait du nord, l'équipe du train 498 pouvait voir la queue du train 292 et l'avant du train 497, mais ne voyait aucune autre partie de ces deux trains. Ce n'est qu'après avoir progressé davantage sur la voie que l'équipe a pu voir d'autres repères comme le poteau milliaire 96 à l'extrémité nord de la voie d'évitement de Centennial.
3. Quand le train 497 a fait un arrêt complet, l'avant du train 497 se trouvait à environ 2 500 pieds de la queue du train 292.
4. Avant l'accident, les positions relatives du train 498 et du train 497 par rapport au train 292 n'ont pas changé au même rythme. Le train 498 roulait vers le sud à une vitesse d'environ 40 mi/h, tandis que le train 497 roulait en direction nord à environ 16 mi/h.

5. Quand le train 498 s'est trouvé à environ un mille de la queue du train 292, le train 497 a communiqué par radio avec le CCF pour l'informer qu'il avait libéré l'aiguillage sud de la voie d'évitement de Centennial.
6. Le mécanicien du train 498 a pensé que le train 292 était en mouvement et qu'il allait bientôt libérer l'aiguillage sud, et ce, en dépit du message de restriction que le train 498 avait reçu concernant l'aiguillage nord à Centennial et des dispositions qui avaient été prises en vue du rapprochement.

### *Autres événements du même genre*

Les dossiers du BST indiquent que, depuis 1998, on a signalé qu'il y avait eu, au Canada, 14 collisions par l'arrière sur des voies principales de chemins de fer de compétence fédérale. De ces 14 collisions, 9 se sont produites dans un territoire régi par commande centralisée de la circulation (CCC), et 5 se sont produites dans un territoire où la circulation est régie par les règles de ROV.

Lors de deux de ces événements, l'équipe d'un train a mal cerné la situation après avoir fait des suppositions incorrectes. Voici un bref résumé des événements en question :

- Le 1<sup>er</sup> mars 1998, le train de marchandises n° A-447-51-01 du Canadien National (CN) a heurté l'arrière du train n° C-771-51-28 du CN, qui était immobilisé au point milliaire 165,4 de la subdivision Edson, près de Obed (Alberta). Le train 771 s'était arrêté sur la voie principale pour vérifier un frein coincé. L'équipe du train 447 a supposé que le train 771 était au moins 1,5 mille plus loin, se fondant sur l'interprétation d'un message transmis par l'automate vocal du système de détection en voie. Le fait que l'arrière du train 771 était peu visible a été un facteur contributif de l'accident (rapport n° R98C0022 du BST).
- Le 22 juillet 2004, le train de marchandises n° 387-150 ouest du CFCP a heurté l'arrière du train de marchandises n° 101-19 du CFCP au point milliaire 97,0 de la subdivision Maple Creek, près de Kincorth (Saskatchewan). Un peu avant l'accident, l'équipe du train 387 a observé un train roulant vers l'est qui était immobilisé sur la voie près de l'extrémité est de la voie d'évitement. Toutefois, l'équipe du train 387 ignorait que le train 101 était arrêté sur la voie principale, avec la queue du train dans la courbe. L'équipe a plutôt supposé que le train 101 au complet se trouvait dans la voie d'évitement. Quand l'équipe du train 357 a constaté que le train 101 était sur la voie principale, il était trop tard pour éviter la collision.

### *Analyse*

L'état de l'infrastructure de la voie et du matériel roulant n'a pas été un facteur contributif de cet accident. Rien n'indique non plus que la fatigue ait pu entrer en ligne de compte. L'analyse portera donc sur les actions et les communications des équipes des trains qui ont précédé la collision. L'analyse s'intéressera aussi aux règles applicables du REF, aux messages transmis par le détecteur de boîtes chaudes (DBC), au système de commande intégrale des trains (PTC) et à la perception de la situation.

## *L'accident*

À 7 h 35, le contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) a émis une feuille de libération qui autorisait le train 498 à rouler entre l'aiguillage de voie d'évitement sud à Weyburn et l'aiguillage de voie d'évitement sud à Centennial. Cette feuille de libération comportait une restriction disant de se protéger contre le train 292 à la hauteur de l'aiguillage de voie d'évitement nord, à Centennial. En approchant de Centennial, le mécanicien du train 498 a cru que le train 292 était en mouvement, étant donné qu'il en avait été ainsi pendant la plus grande partie du trajet du train 498. D'après son modèle mental, toutefois, le mécanicien comptait arrêter seulement après avoir amené le train à l'extrémité sud de la voie d'évitement. La voie d'évitement mesurait environ 8 900 pieds en tout. Néanmoins, comme le train 292 occupait la plus grande partie de la longueur de la voie d'évitement, la longueur disponible dans la voie d'évitement était d'environ 2 500 pieds.

Environ six minutes avant la collision, l'équipe du train 498 a appris que les trains 292 et 497 se trouvaient dans le secteur de la voie d'évitement de Centennial. Les équipes ont pris des dispositions en vue d'un rapprochement, de façon que le train 498 puisse dépasser l'aiguillage nord, mais le mécanicien s'attendait toujours à ce que le train 292 soit en mouvement. Le mouvement relatif apparent du train 292 (immobile), le mouvement lent du train 497 et le déplacement du train 498 qui approchait, ont pu renforcer le modèle mental du mécanicien. Le chef de train du train 498 était occupé à ce moment, mais il savait qu'on avait commandé un serrage des freins et il a supposé que le mécanicien se préparait à se rapprocher de l'autre train. Quand l'équipe du train 498 s'est aperçue que le train 292 était immobile, elle n'avait plus assez de temps pour immobiliser son train, même en commandant un freinage d'urgence. Le train 498 n'a pas pu s'arrêter à l'écart du train 292 pendant le rapprochement entre les deux trains et il a heurté l'arrière du train 292. La collision a ensuite provoqué un déraillement et d'autres collisions, et incendié des wagons du train 497.

Le matin de l'accident, le train 292 a été bien en avant du train 498 jusqu'à ce qu'il doive s'arrêter à Centennial. L'équipe du train 498 ignorait depuis combien de temps le train 292 était arrêté et elle ignorait aussi à quel moment le train 497 s'était engagé dans la voie d'évitement. En raison d'un manque de communications claires entre les membres des équipes, le mécanicien du train 498 a conduit son train en supposant que le train 292 partait de Centennial tandis que le train 498 approchait de l'aiguillage nord.

Pendant des manœuvres comme le rapprochement, le chef de train surveille normalement la façon dont le mécanicien conduit le train. Lors de l'accident, le chef de train se concentrait surtout sur l'accomplissement de diverses tâches d'exploitation, comme la rédaction des documents nécessaires à la libération de la voie au point milliaire 89 (la rédaction de ces documents n'est pas exigée par le règlement), les communications radio avec le train 292 en vue du rapprochement et l'écoute du rapport du DBC. Tandis que le train 498 approchait de l'aiguillage nord de Centennial, le chef de train ne concentrait pas son attention sur sa tâche principale, consistant à surveiller la façon dont le mécanicien conduisait le train. De plus, comme le mécanicien avait plus de 25 ans d'expérience et comme ils avaient travaillé ensemble par le passé, le chef de train faisait confiance au mécanicien et a vraisemblablement supposé que



le rapprochement se passait de la façon voulue. Le chef de train n'a pas surveillé le déroulement du rapprochement vu qu'il était occupé à d'autres tâches liées à l'exploitation avant que le train atteigne Centennial et qu'il faisait confiance au jugement du mécanicien.

Le train 498 était à environ deux milles de Centennial quand le mécanicien a pu distinguer pour la première fois la queue du train 292 et l'avant du train 497. À ce moment, seul le train 497 était en mouvement (il avançait lentement en direction du train 498), mais il était difficile d'identifier celui des deux qui était en mouvement.

Ayant détecté un mouvement et ayant en tête un modèle mental selon lequel le train 292 était censé partir, le mécanicien a peut-être cru que le train 292 s'éloignait, et non pas que le train 497 s'approchait. Un phénomène de mouvement induit s'est peut-être manifesté en raison du déplacement relatif du train 497 et du train 292. Le train 498 roulait en direction des deux trains, mais il se déplaçait beaucoup plus vite que le train 497. Du point de vue du mécanicien, l'avant du train 497 se rapprochait légèrement plus vite que la queue du train 292 ne semblait s'éloigner. Du fait qu'il avait deux trains devant lui, dont un train qui s'approchait et un autre qui était stationnaire, le mécanicien a pu être affecté par une perception visuelle erronée à la suite de laquelle il aurait mal identifié celui des deux trains qui était en mouvement.

Bien que le soleil n'ait pas été directement dans le champ de vision du mécanicien, il se peut qu'il ait affecté indirectement son acuité visuelle lorsque le mécanicien a essayé de déterminer la position précise de la queue du train 292. Avant 8 h 03, tandis que l'avant du train 497 s'approchait de la queue du train 292, la réduction de l'acuité visuelle causée par les ombres ne posait pas de problèmes. À mesure que le train 497 avançait sur la voie d'évitement et s'éloignait de la queue du train 292, il se peut qu'à un certain moment, il soit devenu difficile de bien distinguer la queue du train 292 en raison des ombres. Dans ce cas-ci, une mauvaise perception visuelle due au mouvement induit a dû occasionner une réduction de l'acuité visuelle.

### *Marche à suivre pour l'exécution d'une manœuvre de rapprochement*

Les limitations de vitesse influent sur presque tous les aspects des opérations ferroviaires. Par exemple, quand un train circule dans une « zone de marche prudente » ou à « vitesse réduite », il doit rouler à une vitesse permettant de s'arrêter en deçà de la moitié de la distance de visibilité d'un matériel roulant.

Toutefois, en vertu de la règle 303.1 (e) relative à l'exécution d'un « rapprochement », rien n'exige que le train immobile fournisse un rapport de position, et le train suiveur n'est assujéti à aucune limitation de vitesse. Par conséquent, le train suiveur peut rouler à n'importe quelle vitesse, jusqu'à la vitesse maximale autorisée pour la subdivision, pendant le rapprochement. L'absence de consignes d'exploitation spécifiques concernant l'exécution des manœuvres de rapprochement, et notamment l'absence de protocoles de communication et l'absence de limitations de vitesse, ont pour effet d'accroître le risque de collision par l'arrière.

## *Visibilité de la queue du train*

Plus la queue d'un train est visible, plus le train qui arrive derrière le voit tôt, ce qui laisse plus de temps pour réagir, le cas échéant. Le regard est normalement attiré par des objets de grande dimension, des objets de couleur, des objets brillants, des objets d'aspect changeant ou des feux clignotants.

Lors de cet événement, la queue du train 292 était équipée d'un feu à éclats et d'un marqueur réflectorisé standard de 3 pouces sur 5 pouces. Durant les heures de clarté, toutefois, ce feu est désactivé automatiquement par la cellule photosensible dont il est muni. Comme le marqueur réflectorisé était le seul moyen dont on disposait pendant le jour pour repérer la queue du train, l'aspect sombre de la queue du train 292 le rendait moins remarquable. Vu qu'on a souvent besoin d'indices visuels pour prendre pleinement conscience d'une situation, l'équipe du train 498 aurait peut-être repéré la position du train 292 plus tôt si l'arrière de ce dernier avait été davantage visible. Si l'on ne dispose pas d'un stimulus visuel additionnel pour repérer la queue d'un train immobile, il se peut que le marqueur réflectorisé existant ne soit pas suffisant pour attirer l'attention de l'équipe d'un train suiveur, d'où un risque accru de collision par l'arrière.

## *Communications entre les membres de l'équipe*

Une communication continue entre les membres de l'équipe est un des principaux moyens de défense dont on dispose pour se prémunir contre des manquements aux règles de sécurité ou des erreurs de conduite des trains. La règle 90 et la règle 142 (b) du REF énoncent en partie le protocole de communication auquel les membres de l'équipe doivent se conformer pendant la conduite d'un train. Ces consignes font en sorte que les intéressés comprennent bien les règles, les autorisations et les restrictions et qu'ils s'y conforment. De plus, cette communication fait en sorte que tous les membres de l'équipe comprennent la même chose et soient au courant des responsabilités de chacun. À défaut d'une exécution uniforme de ces consignes, on se prive de certains des moyens de défense disponibles.

Lors de l'événement, tout juste avant que le train atteigne l'aiguillage nord à Centennial, le chef de train se concentrait sur l'exécution de tâches secondaires : rédaction des documents nécessaires à la libération de la voie au point milliaire 89, communications radio avec le train 292 en vue du rapprochement et écoute du rapport du DBC. Tandis qu'il s'acquittait de ces tâches, le chef de train ne surveillait pas les actions du mécanicien et ne communiquait pas avec ce dernier pour s'assurer que le mécanicien comprenait bien l'exécution de la manœuvre de rapprochement. Il s'ensuit que le degré de conscience de la situation de l'équipe a diminué. Quand les membres de l'équipe ne communiquent pas adéquatement et ne confirment pas qu'ils ont bien compris les consignes (par exemple durant les manœuvres de rapprochement), on risque davantage de ne pas relever les erreurs de communications et de perception qui pourraient entraîner des collisions.

### *Manque d'uniformité quant à l'enregistrement des autorisations concernant la protection contre d'autres mouvements et les manœuvres de rapprochement*

Un autre moyen de défense important contre les risques d'erreurs d'exploitation consiste à s'assurer que tous les membres de l'équipe comprennent bien ce qu'on attend d'eux. Les règles 303.1 (c) et 303.1 (e) du REF et les Instructions spéciales pour le réseau du CFCP précisent que les équipes des trains doivent bien comprendre leurs mouvements respectifs avant de prendre des mesures. Les ententes entre les équipes des trains doivent être prises par écrit. Le fait de consigner par écrit les instructions permet d'avoir un relevé des dispositions qui ont été prises, et donne aux intéressés la possibilité de se faire une idée claire de la façon dont ils doivent s'y prendre pour exécuter la tâche. Le fait de prendre les renseignements par écrit donne aussi l'occasion de poser des questions et de communiquer avec les autres membres de l'équipe ou avec l'équipe d'autres trains, quand on ne comprend pas bien certains éléments.

Lors de cet événement, les membres des équipes du train 498 et du train 292 n'ont pas appliqué de façon uniforme la partie des règles qui portait sur l'enregistrement par écrit des instructions. Le fait que les équipes des deux trains ne consignent pas par écrit la totalité des ententes prises par les deux trains entraîne un risque accru d'erreurs d'exploitation.

### *Interruption des communications pendant la diffusion des messages des DBC*

Quand un train approche d'une voie d'évitement où il doit croiser un autre train, le personnel doit s'acquitter d'un surcroît de travail de nature cognitive afin d'assurer la sécurité ferroviaire. À ces endroits, il est préférable que l'équipe soit dérangée le moins possible par des distractions extérieures.

Lors de l'événement, le train 498 sud est passé au-dessus d'un DBC au point milliaire 94,7, soit approximativement 2,4 milles avant d'arriver à l'aiguillage nord de la voie d'évitement de Centennial. Peu de temps après que le train 498 eut dépassé cette position, le DBC a diffusé un message « all clear » indiquant que tout était en ordre. Bien qu'elle ne soit pas en cause dans cet accident, l'interruption des communications attribuable à ces messages aurait pu être une cause de distraction. La réception d'un message émis par le DBC à cet endroit peut être une cause de distraction et gêner les communications avec l'équipe d'autres trains. Par conséquent, les équipes des trains qui roulent en direction sud dans le secteur de la voie d'évitement de Centennial, en l'occurrence au point milliaire 94,7, doivent procéder à une planification préalable et anticiper les événements, étant donné que les messages diffusés par le DBC ont priorité sur les autres communications radio à cet endroit.

## *Utilisation de systèmes de surveillance des trains destinés à réduire au minimum les risques de collision*

Le système de commande intégrale des trains (PTC) est un système électronique qui surveille et contrôle les mouvements des trains dans le but d'accroître la sécurité ferroviaire. On a mis le système au point afin de réduire le nombre de collisions de trains, de déraillements dus à des excès de vitesse, de dédoublements d'autorisations et d'autres accidents attribuables à des facteurs humains.

Aux fins du fonctionnement du PTC, l'ordinateur de bord d'un train surveille les données relatives à la position et à la vitesse véritables du train et détermine s'il y a un risque plus ou moins immédiat. Si le train approche de la limite de sa zone d'autorisation ou de la vitesse maximale autorisée, l'ordinateur de bord en avertit le mécanicien, lequel est alors censé prendre des mesures appropriées. Si le mécanicien n'intervient pas, l'ordinateur de bord peut commander automatiquement un serrage du frein de sécurité pour immobiliser le train.

## *Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs*

1. Le train 498 n'ayant pas pu s'arrêter à l'écart du train 292 pendant le rapprochement entre les deux trains, est entré en collision avec la queue du train 292.
2. En raison d'un manque de communications claires entre les membres des équipes, le mécanicien du train 498 a conduit son train en supposant que le train 292 partait de Centennial tandis que le train 498 approchait de l'aiguillage nord.
3. Le chef de train se concentrait sur des tâches secondaires liées à l'exploitation et n'a pas surveillé l'exécution de la manœuvre de rapprochement.
4. Du fait qu'il avait deux trains devant lui, dont un train qui s'approchait et un autre qui était stationnaire, le mécanicien a pu être affecté par une mauvaise perception visuelle à la suite de laquelle il aurait mal identifié celui des deux trains qui était en mouvement.

## *Faits établis quant aux risques*

1. L'absence de consignes d'exploitation spécifiques concernant l'exécution des manœuvres de rapprochement, et notamment l'absence de protocoles de communication et l'absence de limitations de vitesse, ont pour effet d'accroître le risque de collision par l'arrière.
2. Si l'on ne dispose pas d'un stimulus visuel additionnel pour repérer la queue d'un train immobile, il se peut que le marqueur réflectorisé existant ne soit pas suffisant pour attirer l'attention de l'équipe d'un train suiveur, d'où un risque accru de collision par l'arrière.

3. Quand les membres de l'équipe ne communiquent pas adéquatement et ne confirment pas qu'ils ont bien compris les consignes (par exemple durant les manœuvres de rapprochement), on risque davantage de ne pas relever les erreurs de communications et de perception qui pourraient entraîner des collisions.
4. Le fait que les équipes des deux trains ne consignent pas par écrit la totalité des ententes prises par les deux trains entraîne un risque accru d'erreurs d'exploitation.

### *Autres faits établis*

1. Le système de commande intégrale des trains (PTC) a le potentiel de réduire considérablement le nombre de collisions entre des trains.
2. Les équipes des trains qui roulent en direction sud dans le secteur de la voie d'évitement de Centennial, en l'occurrence au point milliaire 94,7, doivent procéder à une planification préalable et anticiper les événements, étant donné que les messages diffusés par le DBC ont priorité sur les autres communications radio à cet endroit.

### *Mesures de sécurité prises*

Par suite de cet accident, le Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP) a entrepris différentes initiatives locales, par exemple des campagnes-éclair de sécurité, des vérifications relatives aux communications et l'examen des circonstances de l'incident par le comité local de santé et de sécurité au travail. Le CFCP a modifié la formulation des règles nos 303.1 (c) et (e) du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REF) de façon à améliorer les protocoles applicables en matière de communication et à l'enregistrement par écrit des renseignements pertinents. On a introduit des limitations de vitesse qui interdisent au train suiveur d'entrer dans le secteur de l'autre train à une vitesse supérieure à 15 milles à l'heure et qui obligent le train suiveur à être prêt à s'arrêter à l'écart du train ou du transfert qui le précède.

Transports Canada note qu'on a ajouté la Règle générale K à la nouvelle version du REF qui a été mise en œuvre le 26 mai 2008. Cette règle précise que, lorsqu'on utilise le terme « par écrit » dans des règles, des instructions spéciales et les instructions générales d'exploitation, et que l'employé ne reçoit pas les instructions personnellement, l'employé qui reçoit les instructions doit les copier et les répéter pour s'assurer que la permission, l'autorisation ou l'instruction écrite a été reçue correctement.

*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 14 janvier 2009.*

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

## *Annexe A – Règle 303.1 révisée du Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada (REF) – Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP)*

### 303.1 PROTECTION RADIO ENTRE TRAINS ET TRANSFERTS QUI SE SUIVENT

(Ne s'applique pas aux trains ni aux transferts en possession d'une feuille de libération autorisant à travailler.)

(a) Lorsque spécifiée dans des instructions spéciales, la protection contre les trains et les transferts suiveurs sera assurée comme suit :

La règle 303.1 s'applique à la conduite de trains régis par les ROV [Règles de régulation de l'occupation de la voie] sans BA [Bloc automatique].

(b) Le CCF [contrôleur de la circulation ferroviaire] ne doit pas autoriser un train ou un transfert à en suivre un autre avant d'avoir imposé à l'équipe du train ou du transfert suiveur la restriction suivante par sa feuille de libération :

« Pour (train ou transfert suiveur) se protéger contre (train ou transfert suivi) à partir de (endroit). »

(c) Sous réserve du paragraphe (e), un train ou un transfert suiveur ne doit pas quitter le lieu nommé ni aucun point repérable avant que le train ou le transfert suivi n'ait signalé son propre départ d'un point repérable. Un tel rapport doit être consigné par écrit par un membre de l'équipe du train ou du transfert suiveur. Ces renseignements peuvent être obtenus du CCF.

Nota : Il faut se servir des points repérables indiqués à la règle 82.

(d) Un train ou un transfert suiveur ne doit pas dépasser le train ou le transfert suivi.

(e) En cas d'arrêt du train ou du transfert suivi, les deux équipes peuvent prendre entente pour permettre au train ou au transfert suiveur de se rapprocher. Cette entente doit être prise par écrit par les équipes des deux trains ou des deux transferts.

Entre ces deux points repérables, le train ou le transfert suiveur ne doit pas excéder une vitesse de 15 mi/h et doit être prêt à s'arrêter à l'écart du train ou du transfert suivi.

Quand le train ou le transfert suivi se remet en mouvement, le train ou le transfert suiveur doit se conformer au paragraphe (c).

Remarque : Lorsque le train ou le transfert suivi a quitté l'endroit jusqu'au train ou le transfert suiveur a été autorisé à se rendre, la règle 303.1 ne s'applique plus.

Avant de transmettre un rapport à un train ou un transfert suiveur, le chef de train doit en confirmer l'exactitude avec les autres membres de l'équipe. Le responsable de la conduite de la locomotive doit confirmer l'exactitude des renseignements à l'intention du train ou du transfert suiveur. (traduction)