



**RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE**  
**R09V0230**



**COLLISION EN VOIE PRINCIPALE**

**ENTRE LE TRAIN N° 355-429 DU CHEMIN DE FER CANADIEN  
PACIFIQUE ET  
LE TRAIN N° 110-30 DU CHEMIN DE FER CANADIEN PACIFIQUE  
AU POINT MILLIAIRE 58,10 DE LA SUBDIVISION MOUNTAIN  
À REDGRAVE (COLOMBIE-BRITANNIQUE)  
LE 30 OCTOBRE 2009**

Le bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le seul but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

## Rapport d'enquête ferroviaire

### Collision en voie principale

entre le train n° 355-429 du Chemin de fer Canadien Pacifique et le train n° 110-30 du Chemin de fer Canadien Pacifique  
au point milliaire 58,10 de la subdivision Mountain à Redgrave (Colombie-Britannique)  
le 30 octobre 2009

Rapport numéro R09V0230

### *Résumé*

Le 30 octobre 2009 vers 22 h 25, heure normale du Pacifique, le train n° 355-429 du Chemin de fer Canadien Pacifique, qui roulait en direction ouest sur la voie d'évitement signalisée à Redgrave (Colombie-Britannique), dans la subdivision Mountain, a heurté latéralement le train n° 110-30 du Chemin de fer Canadien Pacifique qui était immobilisé sur la voie principale. La collision a provoqué le déraillement de deux locomotives et de six wagons. Il n'y a pas eu de blessures graves. Environ 3000 gallons de carburant diesel se sont déversés.

*This report is also available in English.*

## Autres renseignements de base

Le 30 octobre 2009, le train n° 355-429 (train 355) du Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP), qui roulait en direction ouest et le train n° 110-30 (train 110) du CFCP, qui roulait en direction est, devaient se rencontrer à la voie d'évitement du point milliaire 57,3 de la subdivision Mountain à Redgrave (Colombie-Britannique) (voir la figure 1).

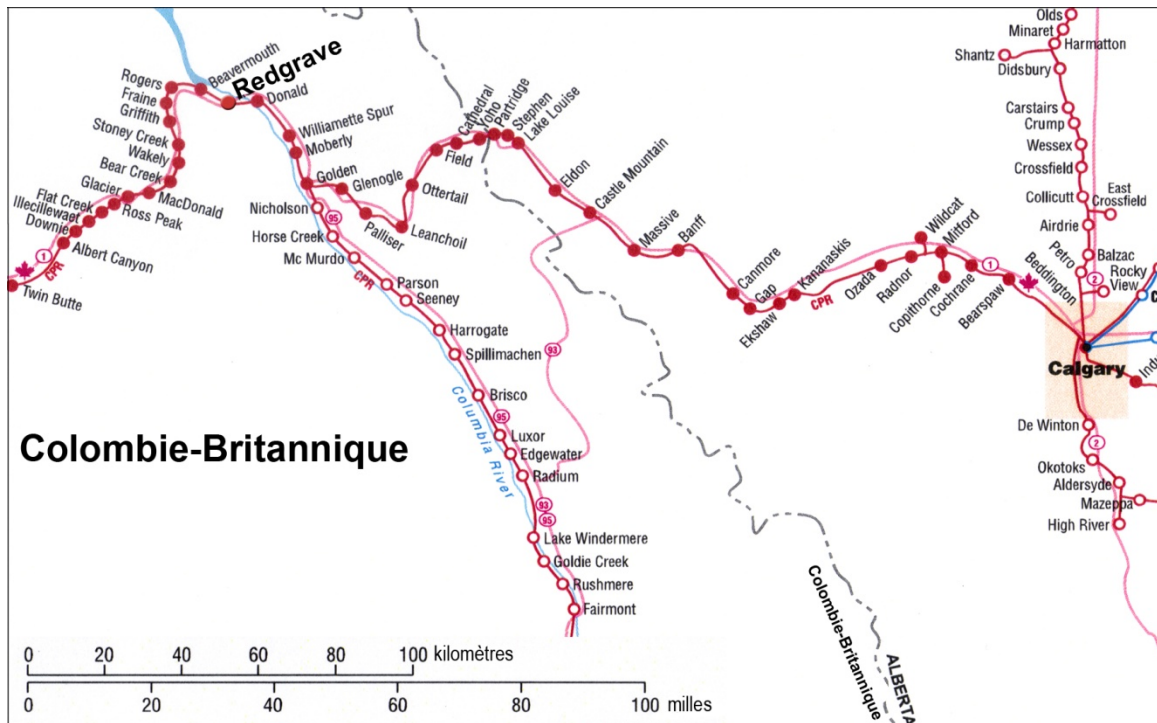


Figure 1. Lieu de l'accident

À 22 h 18<sup>1</sup>, le train 110 s'immobilise sur la voie principale sans encombrer le signal à l'aiguille de voie d'évitement est de Redgrave East, attendant l'arrivée du train 355 voyageant en direction opposée. Comme le train 110 est plus long que la voie d'évitement, l'arrière du train se prolonge au-delà de l'aiguille de voie d'évitement ouest de Redgrave West. Le train 355 est aligné dans la voie d'évitement.

À 22 h 20, avec le signal 565 (le signal contrôlé<sup>2</sup> à Redgrave East) maintenant en vue, le train 355 reçoit un message sonore par radio du détecteur de boîtes chaudes et de pièces traînantes (DBC)<sup>3</sup> au point milliaire 54,5. Le message sonore du DBC pour le train 355 indique un nombre d'essieux qui ne correspond pas aux renseignements sur le train que détient l'équipe. Conformément aux instructions spéciales du CFCP à la règle générale C (i) du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada (REF)*, les

1 Toutes les heures sont exprimées en heure avancée du Pacifique.

2 Le REF définit un signal contrôlé comme suit : « En commande centralisée de la circulation (CCC) signal de canton qui peut donner l'indication Arrêt absolu jusqu'à ce que le contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) lui fasse présenter une indication moins restrictive ».

3 Un DBC est un système de détection en voie qui examine les trains qui circulent pour voir si les roues et les paliers surchauffent et s'il y a des pièces traînantes. Les résultats de l'inspection peuvent être transmis à l'équipe par radio ou à une installation centrale de traitement des données pour décision.

membres de l'équipe discutent alors de ces renseignements entre eux. Après une brève discussion, conformément à la section 5 des Instructions générales d'exploitation (IGE) du CFCP, l'équipe tente de clarifier la situation en vérifiant sa documentation et en téléphonant au contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) et à l'équipe du train 110.

Le train 355 a déjà passé deux DBC qui fournissaient le même nombre d'essieux que celui du point milliaire 54,5. L'équipe n'a pas réagi aux renseignements fournis par les détecteurs précédents. Les trois détecteurs signalaient un total de 458 essieux. Les renseignements que l'équipe du train 355 a obtenus à Field (Colombie-Britannique) au moment du transfert d'équipe signalaient 478 essieux. Les renseignements sur la composition du train dont disposait l'équipe révélaient un total de 458 essieux.

Malgré une pluie et un brouillard de faible intensité à ce moment, rien n'indique que les conditions météorologiques ont nui à la visibilité de l'équipe. À 22 h 22, le train 355 passe le signal 565 et bifurque sur la voie d'évitement de Redgrave East à une vitesse d'environ 29 mi/h (voir la figure 2). Cette vitesse a été maintenue sur la voie d'évitement. Le chef de train n'a pas remis en question cette décision du mécanicien de locomotive pendant la bifurcation. À 22 h 25, le train 355 sort du virage à gauche (dans son sens d'avancement) en approche du Signal 581D, à Redgrave West. La vue du signal était limitée à environ 400 pieds en raison de la présence du train 110 sur la voie principale adjacente. L'équipe voit le signal d'arrêt, elle remarque que l'arrière du train 110 dépasse l'aiguillage à l'ouest sur la voie principale et elle active le frein d'urgence. Le train 355 poursuit sa route au-delà du signal et de l'aiguillage, heurtant à une vitesse d'environ 22 mi/h le côté du train 110 immobilisé.

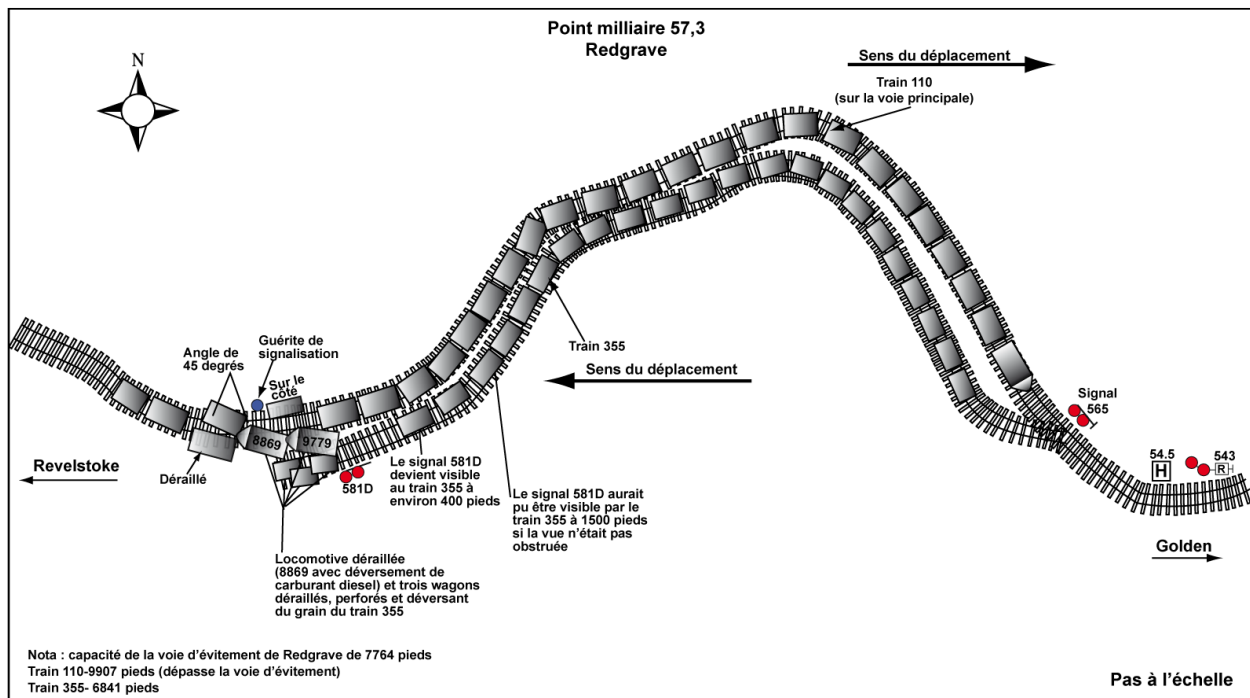


Figure 2. Disposition des voies et du signal à la voie d'évitement de Redgrave

La locomotive de tête du train 355, CFCP 8869, s'est immobilisée à un angle de 45 degrés au nord. La deuxième locomotive, CFCP 9779, a déraillé, mais elle est restée sur ses roues, tout comme les trois wagons-trémies suivants (du troisième au cinquième) qui étaient chargés. Trois wagons du train 110 ont déraillé (du 78<sup>e</sup> au 80<sup>e</sup>) : deux wagons du côté nord de la voie principale, et un du côté sud. Les wagons déraillés du train 110 étaient des wagons porte-automobiles multiétages (voir la photo 1). Les deux membres de l'équipe du train 355 ont été transportés à l'hôpital de Golden (Colombie-Britannique), d'où ils ont reçu leur congé tôt le lendemain.



**Photo 1.** Dommages causés par le déraillement aux wagons porte-automobiles du train 110 et aux locomotives du Train 355

Du carburant diesel s'est déversé et du grain s'est renversé sur les lieux de l'accident. Une entreprise d'experts-conseils dans le domaine de l'environnement a été envoyée sur place. Le carburant diesel et les autres fluides de la locomotive ont été nettoyés et la majorité du grain a été ramassé. L'impact sur l'environnement est minime.

### *Renseignements sur les conditions météorologiques*

Au moment de l'accident, il pleuvait, un brouillard s'était formé et un vent du sud soufflait à 7 km/h. Il faisait 2 °C.

## *Renseignements sur les trains*

Le train 355 était composé de deux locomotives de tête et d'une locomotive télécommandée en queue de train tirant 110 wagons-trémies chargés de grain. Il pesait 13 994 tonnes et mesurait 6841 pieds.

Le train 110 était composé de deux locomotives de tête et d'une locomotive télécommandée en milieu de train tirant 97 wagons chargés de marchandises diverses. Il pesait 8605 tonnes et mesurait 9907 pieds.

## *Renseignements sur les équipes*

L'équipe du train 355, un mécanicien de locomotive et un chef de train, avait commencé sa nuit de travail à 19 h le 30 octobre 2009 à Field (Colombie-Britannique), au point milliaire 0,0 de la subdivision Mountain. L'équipe du train 110, un mécanicien de locomotive et un chef de train, avait commencé sa nuit de travail à 16 h 40 le 30 octobre 2009 à Revelstoke (Colombie-Britannique), au point milliaire 125,7 de la subdivision Mountain.

Tous les membres des équipes étaient qualifiés pour leur poste respectif et satisfaisaient aux exigences en matière de condition physique et de repos.

## *Surveillance des trains qui passent*

La règle 110 du REF « Surveillance des trains et des transferts qui passent » précise ce qui suit :

Lorsque leurs obligations et le terrain le permettent, au moins deux membres de l'équipe d'un train [...] doivent se poster au sol des deux côtés de la voie pour surveiller l'état du matériel roulant des trains [...] qui passent.

L'équipe du train 110 a procédé à l'inspection du train 355 à partir de la cabine de sa locomotive. Ils n'ont pas vérifié les deux côtés du train 355 à partir du sol bien que leurs obligations et le terrain le permettaient.

## *Renseignements enregistrés*

Une caméra orientée vers l'avant avait été installée sur l'extérieur de la locomotive de tête du train 355. Un examen de la séquence vidéo de la caméra a confirmé les indications du signal (figure 3) comme suit :

1. Un signal de vitesse normale à vitesse moyenne (jaune sur vert) était affiché sur le signal 543 (c'est-à-dire le signal avancé pour Redgrave East);
2. Un signal de vitesse moyenne à arrêt (rouge sur jaune sur rouge) était affiché sur le signal 565 à Redgrave East;
3. Un signal d'arrêt (rouge sur rouge) était affiché sur le signal 581D, le signal contrôlant les déplacements en direction ouest de la voie d'évitement à la voie principale, à Redgrave West.

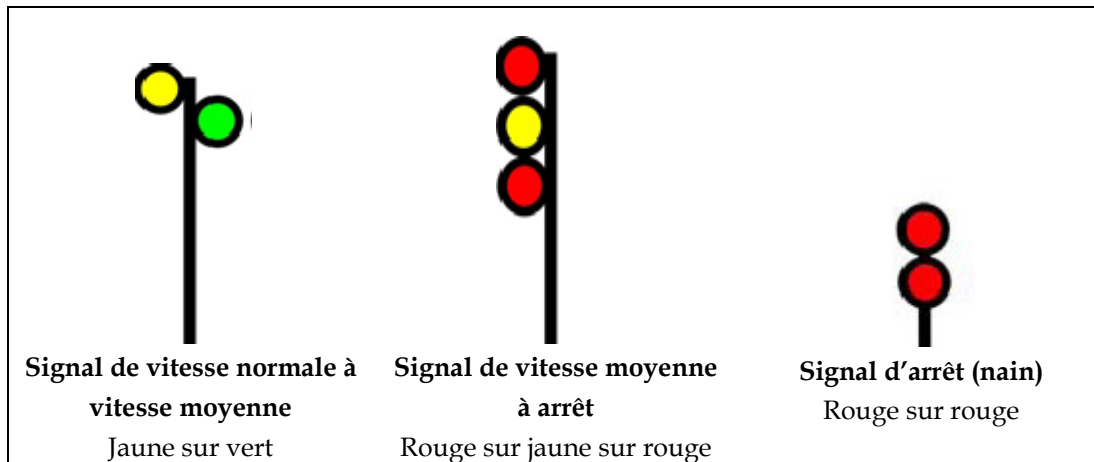


Figure 3. Aspects des signaux

Les journaux de signalisation ferroviaire ont également été examinés. Ils confirment la progression adéquate des signaux et confirment qu'il n'y avait aucune anomalie dans le fonctionnement du système de signalisation.

### *Règles du Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada et de la compagnie relatives aux signaux*

Les paragraphes a) et b) de la règle 34 du REF, « Reconnaissance et observation des signaux fixes », précisent ce qui suit :

- a) L'équipe d'une locomotive de commande de tout mouvement et le contremaître d'un chasse-neige doivent, avant de franchir un signal fixe, en connaître l'indication.
- b) Les membres de l'équipe qui sont à portée de voix les uns des autres se communiqueront d'une manière claire et audible le nom de chaque signal fixe qu'ils sont tenus d'annoncer. Tout signal influant sur un mouvement doit être nommé à haute voix dès l'instant où il est reconnu formellement; cependant, les membres de l'équipe doivent surveiller les changements d'indication et, le cas échéant, s'en faire part rapidement et agir en conséquence.

La règle 427 du REF, « De vitesse moyenne à arrêt » précise ce qui suit :

Avancer, vitesse MOYENNE au franchissement du signal et des branchements, et être prêt à s'arrêter au signal suivant.

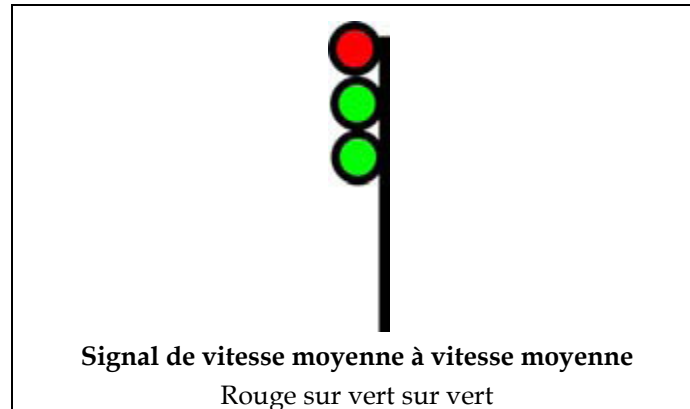
Le *BC Interior Service Area Revelstoke Summary Bulletin* No. RSB : 04-09 précise ce qui suit :

Dans les subdivisions Shuswap et Mountain, les renseignements concernant tous les signaux de canton contrôlé et leurs signaux avancés doivent être transmis sur le canal radio d'attente. Le message doit inclure :

- la désignation du train et le nom du signal avancé de la position contrôlée;

- la désignation du train et le nom du signal à chaque position contrôlée.

Dans le cas présent, les renseignements concernant le signal avancé<sup>4</sup> pour Redgrave East, le signal 543, ont été communiqués dans la cabine de la locomotive par le truchement de la radio. Les renseignements concernant le signal de canton contrôlé de Redgrave East, le signal 565, n'ont pas été communiqués par radio. L'équipe croyait qu'il s'agissait d'un signal de vitesse moyenne à vitesse moyenne (voir la figure 4).



**Figure 4.** Signal de vitesse moyenne à vitesse moyenne.

La règle 424 du REF, « De vitesse moyenne à vitesse moyenne » précise ce qui suit :

Avancer, vitesse MOYENNE (ne dépassant pas trente milles à l'heure) au franchissement du signal et des branchements, et à l'approche du signal suivant.

### *Renseignements sur la subdivision et la voie*

La subdivision Mountain est composée d'une voie principale simple et double qui va de Field (Colombie-Britannique) à Revelstoke (Colombie-Britannique). Le mouvement des trains est contrôlé par la méthode de contrôle du trafic de commande centralisée de la circulation (CCC), conformément à l'autorisation du REF, et est supervisé par un CCF situé à Calgary (Alberta).

À proximité de la voie d'évitement de Redgrave, la voie est désignée comme une voie de classe 3 selon le *Règlement sur la sécurité ferroviaire*. La vitesse maximale autorisée par l'indicateur est de 35 mi/h pour les trains de marchandises sur la voie principale et de 30 mi/h sur la voie d'évitement. Au moment de l'accident, aucun ordre temporaire de vitesse réduite n'était en vigueur dans le secteur immédiat.

La voie est composée d'une voie principale simple orientée en direction est-ouest et présente une pente de 0,8 % qui monte vers l'ouest. Le rail est un long rail soudé et son ballast est composé principalement de pierre concassée à une profondeur d'environ 8 pouces. Les cases sont pleines et les épaulements dépassent l'extrémité des traverses d'environ 18 pouces. Aucun défaut majeur n'a été relevé sur la voie lors de la dernière inspection réalisée en octobre 2009. La voie est considérée en bonne condition.

---

<sup>4</sup> Le REF définit un signal avancé comme suit : « Signal fixe relié à un ou plusieurs signaux dont il règle l'approche par un mouvement. »



## *Commande centralisée de la circulation*

La CCC utilise des circuits et des signaux de voie reliés entre eux sur le terrain. Un ordinateur et des commandes sont installés dans le bureau du CCF. La signalisation est actionnée par la présence d'un train. Les indications de signal fournissent des renseignements aux équipes de train en précisant à quelle vitesse le train peut rouler et jusqu'où il peut se rendre. De plus, les indications de signal protègent contre d'autres situations, notamment (par exemple) si le canton<sup>5</sup> suivant est occupé, qu'un rail est brisé ou qu'un aiguillage est resté ouvert.

Les équipes doivent bien connaître les indications de signal précisées dans le REF. Les équipes sont formées, testées et qualifiées à des intervalles périodiques selon les règles de l'industrie et les exigences de Transports Canada. Elles doivent être en mesure de contrôler leurs trains conformément à ces règles. Si une équipe ne répond pas adéquatement à un signal d'arrêt ou à un autre point de restriction, la CCC n'offre aucune forme d'exécution automatique pour ralentir ou immobiliser un train avant qu'il ne dépasse le signal.

Dans le bureau du CCF, les voies occupées sont affichées à l'écran de l'ordinateur du CCF. L'écran affiche généralement les voies occupées par un train, mais il peut également indiquer les voies où l'occupation est non autorisée, ou un circuit de voie interrompu (par exemple, un rail brisé ou un aiguillage demeuré ouvert). Le CCF peut contrôler certains signaux; il peut les régler sur Arrêt ou demander qu'ils affichent des indications permissives. Quand un CCF demande les signaux pour des trains, le système de signalisation détermine la permissivité des signaux en fonction des autres voies occupées.

## *Système de commande intégrale des trains*

Le « système de commande intégrale des trains » (PTC) est une technologie de commande des trains en développement qui peut empêcher certaines collisions de trains en appliquant directement les consignes fournies aux points de restriction. Par exemple, une équipe de train est prévenue d'une situation potentiellement dangereuse comme l'approche trop rapide d'un signal d'arrêt. Si l'équipe ne répond pas adéquatement à ce signal, le système PTC procède automatiquement au ralentissement ou à l'immobilisation du train.

Aux États-Unis, le système PTC figure sur la liste des améliorations prioritaires à la sécurité du National Transportation Safety Board depuis 1990. Le problème a été souligné en 2002 quand un train de marchandises et un train de banlieue sont entrés en collision frontale à Placentia (Californie). Le 12 septembre 2008, une collision entre un train de voyageurs de Metrolink et un train de marchandises de la Union Pacific en Californie a fait 25 morts et plus de 135 blessés graves. Ce dernier accident a entraîné l'adoption de la *Rail Safety Improvement Act of 2008* qui oblige, d'ici 2015, l'installation de systèmes PTC sur tous les couloirs où des passagers ou des marchandises dangereuses sont transportés dans ce pays.

Le BST a signalé les avantages du renforcement positif associé au système PTC dans quelques enquêtes récentes (R07E0129 et R08W0058).

---

<sup>5</sup> Un canton est défini comme une partie de voie, d'une longueur déterminée, dont l'occupation par un mouvement est commandée par des signaux de canton ou d'abri ou les deux.

Au Canada, on a créé un dispositif de détection de proximité qui a été mis en œuvre à la suite de la collision de 1996 sur le Chemin de fer du littoral nord du Québec et du Labrador (Rapport R96Q0050 du BST). Cet appareil peut freiner de force si une équipe de train ou un conducteur de véhicule d'entretien n'accuse pas réception de l'état du signal d'alerte lorsqu'il ou elle parvient à une distance prédéterminée d'autres trains en mouvement. Toutefois, aucun système similaire, à l'exception d'essais limités, n'a été mis en œuvre sur les chemins de fer canadiens.

### *Recommandations pertinentes du BST*

Pendant une enquête sur une collision entre deux trains du CFCP près de Notch Hill en Colombie-Britannique (rapport n° R98V0148 du BST), le Bureau a déterminé que les mécanismes de sécurité d'urgence pour les indications de signal sont inadéquats et que la distraction causée par le bruit a une incidence importante sur la communication de renseignements essentiels relatifs à la sécurité entre les membres de l'équipe et la cabine de la locomotive. Le Bureau a recommandé que :

Le ministère des Transports et l'industrie ferroviaire mettent en œuvre des mesures de sécurité supplémentaires afin de s'assurer que les membres des équipes identifient les signaux et s'y conforment de façon uniforme.  
(R00-04)

Transports Canada (TC) a d'abord appuyé l'esprit des recommandations et augmenté ses activités de surveillance de la conformité relativement à la reconnaissance des signaux. TC évalue actuellement les résultats de ses activités de surveillance afin de déterminer si d'autres mesures s'imposent. Toutefois, les mesures prises à ce jour ne prévoient pas de mécanisme de sécurité d'urgence pour assurer la reconnaissance uniforme des indications de signal, et la réponse à la recommandation du BST est présentement jugée insatisfaisante.

Dans une autre enquête du BST (R99T0017), le Bureau précise qu'au-delà de l'obligation d'équiper les locomotives de trains de voyageurs et de trains de marchandises de consigneurs d'événements capables de survivre aux accidents, il fallait établir des normes nationales exhaustives en matière de rendement des consigneurs d'événements, normes qui précisent les exigences de rendement (quant au fonctionnement et aux données à enregistrer), les caractéristiques techniques (y compris les capacités d'enregistrement audio) et les méthodes d'essai. Par conséquent, le Bureau recommande que :

Le ministère des Transports, en collaboration avec l'industrie ferroviaire, établisse des normes nationales exhaustives en matière d'enregistrement des données des locomotives qui exigent que les enregistreurs soient dotés d'un dispositif d'enregistrement des conversations de cabine couplé aux systèmes de communication de bord.  
(R03-02)

TC a mis en œuvre certaines exigences de performance pour la collecte de données. Le Bureau demeure toutefois inquiet du fait que la notion d'enregistrement de la parole comme outil de sécurité important n'a pas été mise en application sur le plan de l'harmonisation transfrontalière. TC a réexaminé la question en compagnie des autorités de l'industrie et des autorités réglementaires des États-Unis pour promouvoir un résultat plus positif. Malheureusement, il y a eu très peu de changement. Le Bureau a donc réévalué la réponse à cette recommandation comme dénotant une intention satisfaisante.

## *Ligne visuelle du signal nain 581D*

Pour les trains qui circulent vers l'ouest en passant par la voie d'évitement de Redgrave, la ligne visuelle du signal nain 581D est d'environ 400 pieds quand un autre train occupe la voie principale. Quand la voie principale est libre, cette ligne visuelle passe à environ 1500 pieds.

## *Conduite de trains plus longs que les voies d'évitement*

L'équipe du train 355 avait une liste de trains de sens contraire avec des renseignements sur la longueur des trains. Elle a noté le passage de chaque train en sens inverse de la liste en traçant une ligne sur chaque train. L'équipe n'a pas prêté attention à la longueur du train 110. L'équipe du train 355 n'a pas été autrement informée du fait que la longueur du train 110 dépassait celle de la voie d'évitement. Rien n'oblige le CCF ou les équipes de train conduisant des trains plus longs que les voies d'évitement à informer les autres équipes de train de ce détail.

## *Renseignements sur le détecteur de boîtes chaudes*

Les renseignements typiques d'un DBC fournis par le truchement d'une diffusion automatisée sur le canal d'attente approprié du train comprennent les éléments suivants :

- le point milliaire et la subdivision du détecteur;
- la température;
- le nombre total d'essieux sur le train;
- le signalement de toute alarme déclenchée.

La transmission est ensuite répétée et se termine par « *message complete, detector out* » (message terminé; le détecteur est fermé). La diffusion de chaque rapport peut durer jusqu'à 36 secondes. Pendant la diffusion, toutes les autres transmissions radio sont interrompues.

CFCP installe généralement les systèmes DBC près des voies d'évitement désignées ou des gares où d'autres voies sont désignées comme points de garage des DBC. Le matériel roulant endommagé ou défectueux déterminé par les vérifications du DBC peut alors être acheminé vers ces endroits pour réparation. Les voies d'évitement désignées sont souvent utilisées pour les trains qui se croisent ou les trains qui passent.

## *Connaissance de la situation et modèles mentaux pendant les manœuvres ferroviaires*

Lorsqu'il s'agit de questions opérationnelles, on entend par connaissance de la situation (CS) le fait que le chef de train sait ce qui se passe dans l'environnement immédiat. On compte trois niveaux de CS<sup>6</sup>:

- « Perception » correspond à la reconnaissance de l'existence de nouveaux signaux. Certains signaux sont clairs, d'autres sont ambigus.

---

<sup>6</sup> M. R. Endsley et D. J. Garland, *Situation Awareness Analysis and Measurement*, Mahwah, N. J., Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 2000.

- « Compréhension » correspond au fait de comprendre l'ordre d'importance des nouveaux signaux.
- « Projection » correspond à la capacité de prévoir les événements à venir en fonction des renseignements obtenus. La CS d'une équipe de train peut venir de diverses sources d'information. Il peut s'agir de transmissions radio (par exemple, des conversations entre deux équipes, des messages reçus des systèmes de détection en voie). Les éléments suivants peuvent constituer d'autres sources d'information :
  - indications de signal;
  - constructions du CCF transmises par radio;
  - écrans affichés dans la cabine;
  - observation de la voie;
  - conditions environnementales;
  - sons dans l'environnement (par exemple, le bruit causé par les autres trains ou la circulation);
  - renseignements écrits (par exemple, les autorisations de circuler, les indicateurs, les listes de train et les bulletins d'exploitation).

Les règles et les instructions d'exploitation du chemin de fer influent également sur la CS. Par exemple, le FER et les IGE précisent des renseignements que les équipes sont autorisées à utiliser ou obligées à le faire.

Pendant la manœuvre d'un train, les décisions et les actions dépendent en grande partie de l'évaluation et de la compréhension du fonctionnement du train par l'équipe et de sa capacité à choisir le bon plan d'action en fonction de la CS. La compréhension globale d'une situation est fondée sur l'expérience et sur la connaissance du fonctionnement des éléments, ce qui donne un modèle mental. Si les signaux ne sont pas clairs, des efforts supplémentaires sont nécessaires pour évaluer une situation avec précision.

Il est difficile de modifier un modèle mental une fois qu'il est créé, particulièrement dans un court laps de temps. Pour modifier sa façon de penser, il faut remplacer son modèle mental par un autre modèle dont les nouveaux renseignements sont assez convaincants pour donner lieu à une mise à jour du modèle mental.

### *Distraction pendant un croisement de trains*

À l'approche d'une voie d'évitement pour un croisement de trains, la charge de travail cognitif qui est nécessaire pour exécuter la manœuvre ferroviaire de façon sécuritaire augmente. Il est préférable que d'éventuelles distractions extérieures pour l'équipe de train soient réduites au maximum à ces endroits. La réception d'un message du DBC peut potentiellement agir comme une distraction et par conséquent causer un délai dans la communication avec les autres équipes de train (rapport R08W0058 du BST).

Garland et Endsley (2000)<sup>7</sup> ont établi que le seul facteur causal le plus fréquent relatif aux erreurs de CS dans les situations où tous les renseignements nécessaires étaient disponibles est le fait qu'une personne aux commandes ne prête pas attention à tous les renseignements (dans 35 % de toutes les

---

<sup>7</sup> M. R. Endsley et D. J. Garland, *Situation Awareness Analysis and Measurement*, Mahwah, N. J., Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 2000.

erreurs de CS). Cette inattention est généralement attribuée à la distraction causée par d'autres tâches. Établir la liste de priorité des renseignements dans un environnement dynamique demeure un aspect compliqué de la CS.

## *Analyse*

Aucun défaut du matériel ou de la voie n'est en cause dans le présent accident. La présente analyse porte sur la conduite du train pendant le croisement avec le train en sens opposé et traite de la distraction, de la CS, du positionnement des systèmes DBC et des mécanismes de sécurité de la CCC.

### *L'accident*

La collision s'est produite quand le train 355 a dépassé le signal d'arrêt à l'extrémité ouest de la voie d'évitement de Redgrave, qu'il a traversé l'aiguillage et qu'il a heurté latéralement le train 110 immobilisé.

Le train 355 a croisé un DBC au point milliaire 54,5, environ à 2 milles avant d'arriver à Redgrave East. Après avoir croisé le DBC et en approche de Redgrave East, le train reçoit par radio les résultats de l'inspection du DBC. Immédiatement après la diffusion, l'équipe remarque une divergence entre le nombre d'essieux annoncé par le DBC et celui qui figure sur la feuille de transfert. La discussion qui s'ensuit au sujet des renseignements sur le nombre d'essieux a distrait l'équipe. À l'approche du Signal 565, cette dernière a mal identifié l'indication en pensant qu'elle affichait de vitesse moyenne à vitesse moyenne plutôt que de vitesse moyenne à arrêt malgré la différence évidente entre les deux signaux.

En pensant disposer d'une indication de signal plus permissive, l'équipe voyait dans son modèle mental le passage du train 355 par la voie d'évitement suivi de la réintégration de la voie principale. De plus, l'équipe du train 355 n'a pas remarqué sur sa liste de trains que la longueur du train 110 dépassait la longueur de la voie d'évitement et cette information ne lui a pas autrement été communiquée.

L'équipe n'a pas annoncé l'indication du signal 565 par radio avant de croiser son emplacement. Les instructions d'exploitation du chemin de fer exigent que les équipes annoncent l'indication des signaux de canton contrôlé sur le canal radio d'attente. Cette exigence constitue un mécanisme administratif de défense important visant à aider la correction des erreurs de reconnaissance des signaux. Parce que l'équipe a omis d'annoncer l'indication du signal 565 par radio, personne dans la portée de radio n'a eu l'occasion de remarquer l'erreur et d'agir de façon à la corriger. L'équipe du train 355 n'a donc pas réalisé le danger imminent avant d'apercevoir l'indication d'arrêt du signal 581D et l'arrière du train 110, et n'a pu activer les freins d'urgence qu'à ce moment.

### *Mécanismes de défense de la CCC*

Il y a plusieurs mécanismes de défense en place sur la subdivision Mountain pour prévenir les accidents de ce genre. Certains de ces mécanismes sont associés au système de contrôle ferroviaire (c'est-à-dire à la CCC) et d'autres sont associés au REF et aux IGE du chemin de fer. Ces mécanismes sont considérés de nature administrative. Par exemple, les signaux en voie comprennent une installation de signal physique combinée à une exigence administrative de respecter l'indication du signal. Ce mécanisme de sécurité exige que l'équipe observe le signal, qu'elle en reconnaisse l'intention et qu'elle prenne les mesures appropriées.

Tous les membres de l'équipe doivent se conformer aux règles du REF et des IGE, en fonction desquelles ils sont formés et qualifiés. Comme mécanisme administratif de défense, le REF et les IGE ne proposent aucune mesure d'urgence dans le cas où une équipe de train ne respecte pas les consignes. Les mécanismes de défense du système de CCC ne sont pas conçus pour assurer la sécurité quand une équipe de train interprète les indications de signal comme étant plus permissives qu'elles ne le sont.

Le système PTC offre, quant à lui, des mécanismes de défense supplémentaires dans certaines circonstances. Si une équipe ne réagit pas correctement à un signal ou à une autre restriction, le système PTC peut prévenir l'équipe qu'elle n'a pas la réaction prévue et, en dernier recours, intervenir pour procéder au ralentissement ou à l'immobilisation du train en serrant les freins. L'intervention d'un système comme le PTC peut compenser pour les erreurs d'identification des signaux et prévenir des collisions.

### *Distraction provoquée par les diffusions du détecteur de boîtes chaudes*

En terrain montagneux, il est particulièrement avantageux de positionner les DBC près d'une voie d'évitement signalisée de manière à pouvoir retirer tout matériel potentiellement défectueux des trains. Toutefois, la double diffusion du message du DBC prend environ 36 secondes, même quand il s'agit du message « *no alarms* » (« aucune alarme »). Écouter le message exige un temps important pendant lequel l'équipe de train doit également être attentive à d'autres tâches essentielles à la sécurité, notamment pour l'approche d'une voie d'évitement pour un croisement de trains, et elle doit veiller à établir la liste de priorité appropriée.

Avant de s'engager sur la voie d'évitement de Redgrave, l'équipe du train 355 devait concentrer son attention sur le signal 565 de Redgrave East. Toutefois, à l'approche de cet emplacement, le message du DBC a été diffusé, ce qui a provoqué une discussion entre les membres de l'équipe. Pendant cette période de distraction, l'équipe a mal interprété l'indication du signal. Quand des messages sont reçus du DBC, ils accaparent une bonne partie de l'attention de l'équipe, ainsi qu'une période de temps importante à des emplacements où une distraction peut provoquer l'identification erronée de signaux ou empêcher l'équipe d'annoncer les signaux. Par conséquent, il existe un risque d'erreur de reconnaissance des signaux impossible à corriger qui cause des mouvements non autorisés.

### *Surveillance des trains qui passent*

La règle 110 du REF exige qu'au moins deux membres de l'équipe d'un train se postent au sol des deux côtés de la voie pour surveiller l'état du matériel roulant des trains qui passent.

Bien qu'elle n'avait aucune tâche cruciale à exécuter et que le terrain le permettait, l'équipe du train 110 a procédé à la vérification du train 355 à partir de la cabine de sa locomotive. Elle n'a pas inspecté les deux côtés du train 355 à partir du sol. Il y a plusieurs raisons justifiant qu'il est préférable de procéder à l'inspection des trains qui passent à partir de l'extérieur et des deux côtés de la voie. En procédant à la vérification à partir de l'extérieur, il est possible de remarquer des éléments qui ne sont pas immédiatement évidents autrement. Par exemple, si les freins étaient serrés sur le train 355, le bruit des semelles de frein contre les tables de roulement et l'odeur des matériaux des semelles de frein serait perceptible. Si la surveillance au passage avait été faite à partir du sol pendant que le train 355 s'engageait sur la voie d'évitement, peut-être y aurait-il eu discussion entre les équipes au sujet de la nécessité d'immobiliser le train à Redgrave West.

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

1. La collision s'est produite quand le train 355 a dépassé le signal d'arrêt à l'extrémité ouest de la voie d'évitement de Redgrave, qu'il a traversé l'aiguillage et qu'il a heurté latéralement le train 110 immobilisé.
2. L'équipe de train était distraite pendant l'exécution d'autres tâches opérationnelles, ce qui a provoqué l'identification erronée de l'indication du signal 565.
3. En pensant disposer d'une indication de signal plus permissive, les membres de l'équipe ont développé un modèle mental dans lequel ils voyaient le passage du train 355 par la voie d'évitement, suivi de la réintégration de la voie principale.
4. L'équipe du train 355 n'a pas remarqué sur sa liste de trains que la longueur du train 110 dépassait la longueur de la voie d'évitement et cette information ne lui a pas été autrement communiquée.
5. L'équipe de train n'a pas identifié correctement ni annoncé par radio l'indication du signal 565, empêchant ainsi toute occasion pour les autres personnes dans la portée de radio de remarquer l'erreur et d'agir de façon à la corriger.

## *Fait établi quant aux risques*

1. Quand des messages du détecteur de boîtes chaudes (DBC) sont reçus, ils accaparent l'attention de l'équipe à des endroits où une distraction peut provoquer l'identification erronée des signaux ou empêcher l'équipe d'annoncer les signaux. Par conséquent, il existe un risque d'erreur de reconnaissance des signaux impossible à corriger qui cause des mouvements non autorisés.

## *Autres faits établis*

1. Les mécanismes de défense du système de commande centralisée de la circulation (CCC) ne sont pas conçus pour assurer la sécurité quand une équipe de train interprète les indications de signal comme étant plus permissives qu'elles ne le sont.
2. L'intervention d'un système comme le système de commande intégrale des trains (PTC) peut compenser pour les erreurs d'identification des signaux et prévenir des collisions.
3. Si la surveillance au passage avait été faite à partir du sol pendant que le train 355 s'engageait sur la voie d'évitement, peut-être y aurait-il eu discussion entre les équipes au sujet de la nécessité d'immobiliser le train à Redgrave West.

## Mesures de sécurité prises

Le Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP) a pris les mesures de sécurité suivantes :

- Une liste de vérification des dossiers de signaux en commande centralisée de la circulation (CCC) a été établie comme procédure normale d'exploitation afin d'aider à la détection, à l'identification, à la communication et à la documentation des signaux. La liste de vérification vise à assurer la conformité aux règles et à réduire les occasions de distraction des membres d'équipe.
- La règle 34 du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REF) a été modifiée pour inclure ce qui suit : « tout signal influant sur un mouvement doit être nommé à haute voix *par le chef de train et doit être reconnu par la personne aux commandes de la locomotive* dès l'instant où il est reconnu formellement; cependant, les membres de l'équipe doivent surveiller les changements d'indication et, le cas échéant, s'en faire part rapidement et agir en conséquence. »
- Une instruction spéciale du réseau à la règle 34 b) a été rédigée et stipule qu'en territoire CCC (ou à tout autre signal qui est un signal avancé d'un signal en CCC), à moins d'indication contraire dans l'instruction spéciale, le chef de train doit remplir les parties applicables du formulaire du dossier de signal en CCC immédiatement après que la queue du mouvement ait dépassé chaque signal. La liste de vérification doit contenir les éléments suivants :
  - L'emplacement du signal, le nom du signal, l'heure, la vérification des restrictions autres qu'un signal, la confirmation de la diffusion radio et la confirmation de l'exposé avant le travail.
  - La détection et l'identification du signal.
  - Les communications dans la cabine.
  - Les communications entre les cabines.
- D'autres principes de gestion des ressources des équipes ont été mis en place pour améliorer les communications dans la cabine. De nouvelles exigences dans le règlement ont été intégrées et communiquées aux équipes afin de permettre à la personne aux commandes de la locomotive de se concentrer et de faire rouler le train en toute sécurité.
- Une liste de vérification à bord a été mise en œuvre. Cette liste exige entre autres que les chefs de train enregistrent le nombre d'essieux communiqué à l'équipe par un détecteur de boîtes chaudes après chaque emplacement de détecteur de boîtes chaudes. Ce processus vise à fournir au chef de train un dossier écrit du nombre d'essieux sur le train et toute lacune qui pourrait être communiquée par le détecteur.
- L'instruction spéciale du système à la règle 142 b) du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REF) a été modifiée pour ajouter que « les membres de l'équipe qui sont assez près l'un de l'autre pour s'entendre doivent se rappeler mutuellement des restrictions contenues dans le bulletin de marche et les autorisations suffisamment d'avance afin de veiller à ce qu'ils soient conformes. *Cette communication doit être faite par le chef de train et doit être reconnue par la personne aux commandes de la locomotive.* »



- La règle 121 du REF, Identification formelle, a été modifiée pour inclure « Dans une communication radio, l'appelant et l'appelé doivent s'identifier de façon formelle. La communication initiale doit commencer par les initiales de la compagnie de chemin de fer de l'appelé. *Lorsqu'on appelle un mouvement, autre que lorsque la règle le stipule spécifiquement, la communication initiale doit être dirigée par le chef de train du mouvement.* »

*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 12 août 2010.*