



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada



RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT FERROVIAIRE R24C0020

COLLISION DE TRAINS EN VOIE PRINCIPALE

Compagnie de chemin de fer Canadien Pacifique (faisant affaire sous le nom de CPKC)

Trains de marchandises 805-339 et 301-230

Point milliaire 116,8, subdivision de Mountain

Près de Greely (Colombie-Britannique)

16 février 2024

Canada 

À PROPOS DE CE RAPPORT D'ENQUÊTE

Ce rapport est le résultat d'une enquête sur un événement de catégorie 3. Pour de plus amples renseignements, se référer à la Politique de classification des événements au www.bst.gc.ca

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

CONDITIONS D'UTILISATION

Utilisation dans le cadre d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre

La *Loi sur le Bureau canadien d'enquête sur les accidents de transport et de la sécurité des transports* stipule que :

- 7(3) Les conclusions du Bureau ne peuvent s'interpréter comme attribuant ou déterminant les responsabilités civiles ou pénales.
- 7(4) Les conclusions du Bureau ne lient pas les parties à une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.

Par conséquent, les enquêtes du BST et les rapports qui en découlent ne sont pas créés pour être utilisés dans le contexte d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.

Avisez le BST par écrit si le présent rapport d'enquête est utilisé ou pourrait être utilisé dans le cadre d'une telle procédure.

Reproduction non commerciale

À moins d'avis contraire, vous pouvez reproduire le contenu du présent rapport d'enquête en totalité ou en partie à des fins non commerciales, dans un format quelconque, sans frais ni autre permission, à condition :

- de faire preuve de diligence raisonnable quant à la précision du contenu reproduit;
- de préciser le titre complet du contenu reproduit, ainsi que de stipuler que le Bureau de la sécurité des transports du Canada est l'auteur;
- de préciser qu'il s'agit d'une reproduction de la version disponible au [URL où le document original se trouve].

Reproduction commerciale

À moins d'avis contraire, il est interdit de reproduire le contenu du présent rapport d'enquête, en totalité ou en partie, à des fins de diffusion commerciale sans avoir obtenu au préalable la permission écrite du BST.

Contenu faisant l'objet du droit d'auteur d'une tierce partie

Une partie du contenu du présent rapport d'enquête (notamment les images pour lesquelles une source autre que le BST est citée) fait l'objet du droit d'auteur d'une tierce partie et est protégé par la Loi sur le droit d'auteur et des ententes internationales. Pour des renseignements sur la propriété et les restrictions en matière des droits d'auteurs, veuillez communiquer avec le BST.

Citation

Bureau de la sécurité des transports du Canada, *Rapport d'enquête sur la sécurité du transport ferroviaire R24C0020* (publié le 31 mars 2025).

Bureau de la sécurité des transports du Canada
200, promenade du Portage, 4^e étage
Gatineau QC K1A 1K8
819-994-3741; 1-800-387-3557
www.bst.gc.ca
communications@bst.gc.ca

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2025

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport ferroviaire R24C0020

N° de cat. TU3-11/24-0020F-PDF
ISBN 978-0-660-76351-4

Le présent rapport se trouve sur le site Web du Bureau de la sécurité des transports du Canada à l'adresse www.bst.gc.ca

This report is also available in English.

Table des matières

1.0 Renseignements de base	5
1.1 L'événement	6
1.2 Renseignements sur l'équipe	10
1.3 Renseignements sur la subdivision et sur la voie	10
1.4 Renseignements consignés	11
1.5 Indications de signal	11
1.5.1 Système de commande centralisée de la circulation	11
1.5.2 Indications de signal et règles correspondantes dans le présent événement	12
1.5.3 Reconnaissance et respect des signaux	13
1.6 Calcul de la distance d'arrêt	15
1.7 Conscience situationnelle et modèles mentaux	15
1.8 Attention et performance humaine	16
1.9 Mémoire prospective	16
1.10 Détection de la température des roues et signalement	17
1.10.1 Utilisation de détecteurs de température de roues pour le signalement automatisé de l'efficacité des freins d'un train	17
1.10.2 Exigences visant les wagons aux freins non fonctionnels	18
1.10.3 Signalement de roues froides dans la subdivision de Mountain	19
1.10.4 Renseignements sur les roues froides pour le train 805	19
1.11 Responsabilité de l'équipe	20
1.12 Communications radio	20
1.13 Zone de vigilance absolue	21
1.13.1 Procédures de VIA Rail Canada Inc.	21
1.13.2 Procédures de la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada	22
1.13.3 Procédures du CPKC	22
1.14 Moyens de défense physiques à sécurité intrinsèque pour les trains en territoire signalisé	23
1.14.1 Système de commande intégrale des trains aux États-Unis	24
1.14.2 Recommandations du BST liées aux systèmes physiques de commande des trains à sécurité intégrée	25
1.14.3 Lettre adressée au ministre des Transports	26
1.14.4 Appareils de détection de proximité	27
1.15 Liste de surveillance du BST	27
2.0 Analyse	28
2.1 La collision	28
2.2 Gravité du déraillement	29
2.3 Attention partagée de l'équipe du train 805 à l'approche du signal 1149N	29
2.4 Modèle mental de l'indication au signal 1167N	30
2.5 Communication de renseignements non urgents	31
3.0 Faits établis	35
3.1 Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs	35

3.2	Faits établis quant aux risques	35
3.3	Autres faits établis.....	36
4.0	Mesures de sécurité	37
4.1	Mesures de sécurité prises	37
4.1.1	Bureau de la sécurité des transports du Canada.....	37
4.1.2	CPKC.....	38
Annexes		40
	Annexe A – Déroulement des événements	40

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT FERROVIAIRE R24C0020

COLLISION DE TRAINS EN VOIE PRINCIPALE

Compagnie de chemin de fer Canadien Pacifique (faisant affaire sous le nom de CPKC)
Trains de marchandises 805-339 et 301-230
Point milliaire 116,8, subdivision de Mountain
Près de Greely (Colombie-Britannique)
16 février 2024

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales. **Le présent rapport n'est pas créé pour être utilisé dans le contexte d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.** Voir Conditions d'utilisation à la page 2.

Résumé

Le 16 février 2024, vers 22 h, heure normale du Pacifique, le train-bloc de charbon chargé 805-339 de la Compagnie de chemin de fer Canadien Pacifique, faisant affaire sous le nom de CPKC, circulait vers l'ouest à 22,3 mi/h sur la voie principale nord de la subdivision de Mountain lorsqu'il est entré en collision avec le wagon de queue du train-bloc de céréales 301-230, qui était immobilisé au point milliaire 116,8, près de Greely (Colombie-Britannique). Les 4 locomotives de tête du train 805-339 ont déraillé, et l'une d'entre elles a pris feu. Quatre wagons du train 301-230 ont déraillé, et l'un d'entre eux a également pris feu. Les 2 membres de l'équipe du train 805-339 ont été transportés à un hôpital local, l'un avec des blessures graves; les membres de l'équipe du train 301-230 n'ont subi aucune blessure. Environ 17 500 litres de carburant diesel se sont échappés des locomotives déraillées, dont une quantité indéterminée a brûlé. Environ 400 tonnes de céréales se sont déversées du train 301-230.

1.0

RENSEIGNEMENTS DE BASE

Le 16 février 2024, une équipe de train de la Compagnie de chemin de fer Canadien Pacifique, faisant affaire sous le nom de CPKC, a reçu l'ordre de se rendre à Field¹ à 10 h 20² pour conduire le train de marchandises 301-230 (train 301) en direction ouest, de Field à Revelstoke, en passant par la subdivision de Mountain du CPKC. Le train 301 se composait de 3 locomotives à traction répartie (2 en tête de train et 1 à peu près au milieu du train) et

¹ Tous les emplacements se trouvent dans la province de la Colombie-Britannique, sauf indication contraire.

² Les heures sont exprimées en heure normale du Pacifique.

de 122 wagons de céréales chargés. Il mesurait 7087 pieds de longueur et pesait 17 923 tonnes.

Le même jour, une autre équipe de train du CPKC a reçu l'ordre de se rendre à Golden à 16 h pour conduire le train-bloc de charbon 805-339 (train 805) de Golden à Revelstoke, en passant par la subdivision de Mountain du CPKC. Le train 805 se composait de 4 locomotives à traction répartie (2 en tête de train, 1 à peu près au milieu du train et 1 en queue de train), de 2 locomotives remorquées derrière les 2 locomotives de tête, et de 152 wagons de charbon chargés. Il mesurait 8508 pieds de longueur et pesait 22 235 tonnes.

1.1 L'événement

En vertu de l'article 28 de la *Loi sur le Bureau canadien d'enquête sur les accidents de transport et de la sécurité des transports*, les enregistrements de bord sont protégés. Cependant, le BST peut utiliser tout enregistrement de bord lorsque la sécurité des transports l'exige. Pour cette raison, le Bureau peut faire référence à un enregistrement de bord, lorsque nécessaire, pour étayer un fait établi et cerner une lacune de sécurité importante, mais d'autres parties ne pourront pas utiliser les enregistrements de bord protégés ni y avoir accès.

La raison pour laquelle les enregistrements de bord sont protégés se fonde sur le principe que le privilège d'un enregistrement respecte la vie privée du personnel exploitant dont les paroles et actions sont consignées dans cet enregistrement, et aide aussi à s'assurer que ce matériel essentiel est disponible aux fins d'enquêtes sur la sécurité.

Ce rapport fait référence au contenu d'un enregistreur audio-vidéo de locomotive (EAVL), un type d'enregistrement de bord dans le secteur du transport ferroviaire. Pour chaque référence à cet enregistrement, le BST utilise le contenu de l'EAVL comme justification pour certains de ses faits établis et dans le but de cerner les lacunes de sécurité importantes. Dans chaque cas, le matériel a été examiné soigneusement afin de s'assurer que les extraits utilisés sont nécessaires pour déterminer les causes ou les facteurs contributifs de l'événement ou pour cerner des lacunes de sécurité.

Le train 805 a quitté Golden vers 16 h 30 et s'est dirigé vers l'ouest sur la voie principale nord de la subdivision de Mountain. Le train 301 avait déjà dépassé Golden en se rendant vers Revelstoke et se trouvait plus loin devant le train 805, également sur la voie principale nord de la subdivision de Mountain.

Vers 20 h 49, le contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) a communiqué avec l'équipe du train 301 pour l'informer d'un délai prévu à Greely, indiquant que son train devra attendre pour laisser passer plusieurs trains se dirigeant vers l'est. Au moment de mettre fin à sa conversation avec l'équipe du train 301, le CCF a reçu un appel de l'équipe du train 805. L'équipe du train 805 n'a pas entendu la conversation entre le train 301 et le CCF, ni les conversations du CCF avec les autres trains en direction est qui approchaient. Le CCF n'a pas mentionné le retard du train 301 au train 805, et il n'était pas tenu de le faire.

Vers 21 h 50, le chef du train 805 a communiqué l'indication de vitesse normale au signal 1131N à l'approche de Twin Butte et a émis un message radio selon lequel il a reçu l'autorisation de se rendre à Greely.

Vers 21 h 53³, le CCF a appelé le train 805 pour lui faire part de renseignements sur les roues froides⁴, comme l'exigeaient les procédures de la compagnie⁵. Le chef de train a noté les numéros des wagons, et il y a eu plusieurs échanges entre lui et le CCF afin de répéter et clarifier certains numéros. La conversation sur les roues froides a duré 2 minutes et 50 secondes, au cours de laquelle le train a parcouru une distance d'environ 8800 pieds.

Pendant que le CCF effectuait le signalement de roues froides, le train 805 s'approchait du signal suivant (1149N) et a dépassé un train en direction qui se dirigeait vers l'est. Alors que le train en sens contraire s'approchait, à environ 0,75 mille du signal 1149N, le mécanicien de locomotive (ML) a effectué un serrage minimal des freins à air (réduction de 8 lb/po² de la pression dans la conduite générale) et a réduit momentanément l'intensité des phares avant. Pendant ce temps, le ML a entendu la conversation entre le chef de train et le CCF et a reconnu que le wagon DTTX 767871, qu'on a signalé être en position 2, ne pouvait pas être sur le train⁶. Il a ensuite consulté sa copie de la feuille de train pour en comparer le contenu avec les numéros de wagon fournis par le CCF. Il a tenté notamment de comparer l'information fournie par le CCF selon laquelle le wagon DTTX 767871 se trouvait à la position 2 et le contenu de la feuille de train, qui montrait que la position 2 était occupée par la 2^e locomotive de tête du train⁷.

À 21 h 54 min 24 s, le signal 1149N est devenu visible. Il affichait une indication de vitesse normale à arrêt⁸. Le chef de train, qui était toujours en train de noter les numéros transmis par le CCF, n'a pas vu l'indication. Le ML a vu l'indication de vitesse normale à arrêt, mais ne

³ Le CCF a appelé moins de 10 minutes avant son changement de quart, qui se fait à la même heure chaque jour. Les changements de quart sont des périodes particulièrement occupées pour les CCF.

⁴ Des roues froides de wagon peuvent indiquer que le circuit de freinage à air du wagon est inefficace.

⁵ Lorsqu'un contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) reçoit un signalement de roues froides provenant d'un détecteur de température des roues dans la subdivision de Mountain, le CCF doit fournir à l'équipe de train le numéro de chaque wagon aux roues froides. [Source : CPKC, *Summary Bulletin 002/23* pour la subdivision du Pacifique, section H : Additional Operating Bulletins in Effect, bulletin d'exploitation BCO-056/12 (Crew Responsibilities for ATBE Trains), p. 42 et 43].

⁶ L'enquête a par la suite permis de déterminer que le wagon DTTX 767871 se trouvait dans le train 148-15 qui se dirigeait vers l'est. Ce train circulait sur la voie sud au point milliaire 104,8 à quelques minutes de distance du train 805, qui se trouvait sur la voie nord. Le détecteur de température des roues a signalé par erreur que le wagon DTTX du train 805 avait des roues froides.

⁷ La marque de wagon DTTX est utilisée pour les wagons intermodaux. Puisque le train 805 était un train-bloc de charbon, il n'y aurait pas eu de wagon DTTX sur la feuille de train.

⁸ Une indication de vitesse normale à arrêt permet à un train d'avancer, mais l'équipe de train doit être prête à s'arrêter au signal suivant. Les mouvements doivent ralentir à une vitesse maximale de 30 mi/h (40 mi/h pour les trains de voyageurs). La réduction de vitesse doit commencer avant de franchir le signal. [Source : Compagnie de chemin de fer Canadien Pacifique, *Livre des règles pour employés du T&L* (28 octobre 2021), section 19.3 : Aspects, noms et signification, règle 411, p. 58.]

l'a pas annoncée, car il ne voulait pas interrompre la communication entre le chef de train et le CCF. Après avoir franchi le signal, le ML a continué d'examiner la documentation du train et a réduit de 2 lb/po² supplémentaires la pression dans la conduite générale (soit une réduction totale de 10 lb/po²).

À 21 h 56 min 21 s, alors que le CCF mettait fin à la communication avec le chef de train, le ML a décroché son combiné⁹ et a demandé au CCF de confirmer le numéro de wagon DTTX 767871, mais la transmission radio avait déjà été coupée, et le CCF n'a pas répondu.

À 21 h 56 min 44 s, aux environs du point milliaire 116,0, alors que le train circulait à 29,3 mi/h, le ML a desserré les freins à air. Environ 30 secondes plus tard, la vitesse est passée à 30,4 mi/h, et le ML a serré les freins à nouveau (réduction de 10 lb/po² de la pression dans la conduite générale)^{10,11}; toutefois, la vitesse du train a continué d'augmenter graduellement.

À 21 h 57 min 52 s, alors que le train 805 circulait à 32,7 mi/h, le signal 1167N est devenu visible environ 523 pieds devant. Voyant apparaître ce signal, le chef de train a annoncé l'indication de marche à vue¹² au ML. À peu près au même moment, le feu clignotant du signal de queue d'un train immobile est devenu visible devant; il s'agissait du train 301, qui était arrêté dans une courbe en attendant de passer à la voie sud, ses freins à air serrés, environ 439 pieds au-delà du signal. Le ML a déclenché un freinage d'urgence à 21 h 57 min 55 s. À ce moment, le train circulait à 32,7 mi/h, le frein rhéostatique à la position 5, et était à environ 818 pieds de la queue du train 301. Le ML a serré à fond le frein rhéostatique.

À 21 h 58 min 14 s, environ 11 secondes après avoir franchi le signal 1167N, le train 805 est entré en collision avec le wagon de queue du train 301 à une vitesse de 22,3 mi/h. La

⁹ Dans la cabine d'une locomotive, le mécanicien de locomotive et le chef de train ont chacun un combiné radio.

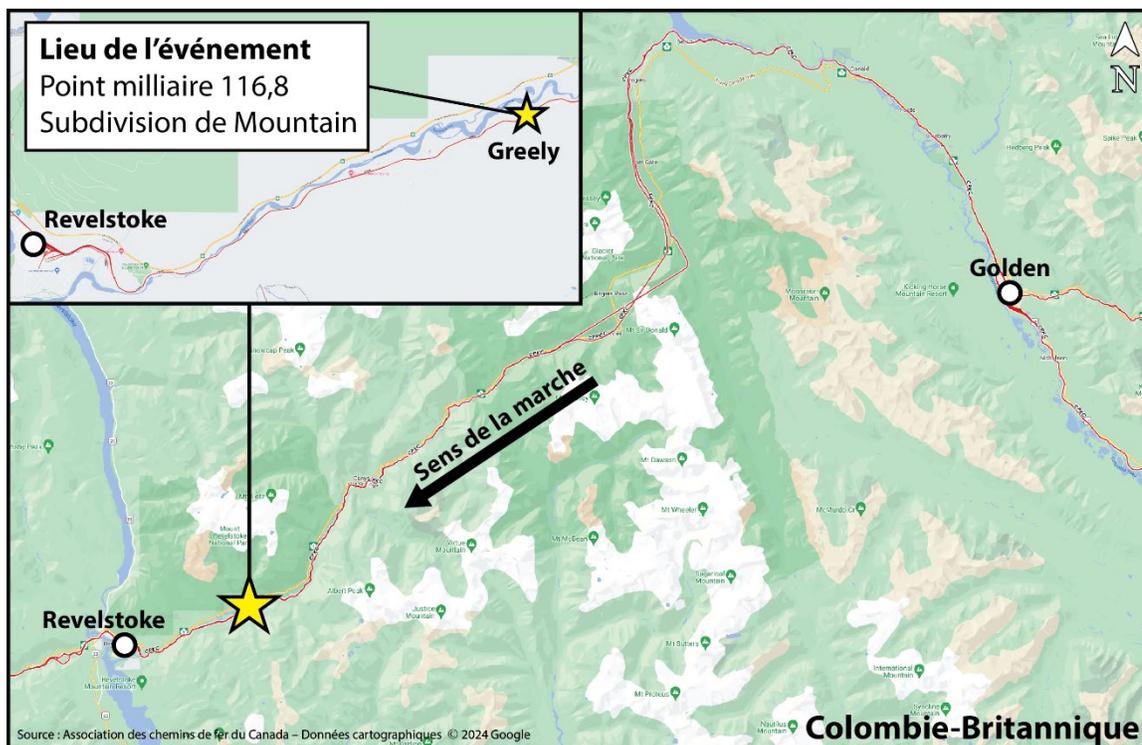
¹⁰ Le ML a serré les freins à nouveau avant que le circuit de freinage à air ne soit complètement rechargé; dans de tels cas, l'effort décélérateur de freinage est moins grand.

¹¹ Pendant un serrage normal des freins sur des trains à traction répartie équipés d'une locomotive télécommandée en queue de train, si le circuit de freinage à air du train n'est pas complètement rechargé, les ML doivent utiliser le manomètre du réservoir d'égalisation pour mesurer une baisse de pression dans la conduite générale d'au moins 7 lb/po² à partir du point où l'échappement de serrage normal commence à se produire, ou encore déterminer la valeur du faux gradient (s'il y a lieu) et réduire la pression dans le réservoir d'égalisation de 7 lb/po² plus la valeur du faux gradient. [Source : Compagnie de chemin de fer Canadien Pacifique, *Instructions générales d'exploitation* (dernière mise à jour le 28 octobre 2021), section 1, item 34.2, p. 20 et 21.]

¹² Un signal affichant une indication de marche à vue autorise un train à circuler au-delà du signal à vitesse de marche à vue. La vitesse de marche à vue est définie comme une vitesse qui permet l'arrêt en deçà de la moitié de la distance de visibilité d'un matériel roulant (les équipes de train doivent également être prêtes à arrêter le train avant un aiguillage mal orienté et porter attention aux ruptures de rail) et qui ne doit jamais dépasser 15 mi/h. [Source : Compagnie de chemin de fer Canadien Pacifique, *Livre des règles pour employés du T&L* (28 octobre 2021), section 19.3 : Aspects, noms et signification, règle 436, p. 60, et Définitions, p. 9.]

collision s'est produite au point milliaire 116,8 près de Greely (figure 1). Le mouvement s'est arrêté 155 pieds après le point de collision.

Figure 1. Carte montrant le lieu de l'événement, et carte en médaillon montrant la proximité des lieux par rapport à Greely (Source : Association des chemins de fer du Canada, *Atlas du rail canadien*, avec annotations du BST)



À la suite de la collision, les 4 locomotives de tête du train 805 (locomotives CP 8910, CP 8775, CP 8014, et CP 8776) ont déraillé, et l'une d'entre elles (CP 8775) a pris feu. Environ 17 500 litres de diesel se sont échappés des locomotives qui ont déraillé. Sur le train 301, 4 wagons ont déraillé, et l'un d'entre eux (CP 650381) a pris feu. Environ 400 tonnes de céréales se sont déversées du train (figure 2).

Rien n'indique que l'équipe du train 805 aurait diffusé le message d'urgence exigé par le *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REF) sur le canal d'attente du train, mais elle a communiqué avec l'équipe du train 301, qui a alors informé le CCF de la situation. Elle a indiqué au CCF que la queue de son train avait été heurtée par le train 805 et que certaines locomotives du train 805 avaient déraillé et étaient en feu. Elle a demandé au CCF d'envoyer les services d'ambulance et d'incendie dès que possible. Les 2 membres de l'équipe du train 805 ont été transportés à un hôpital local, l'un ayant subi des blessures graves; les membres de l'équipe du train 301 n'ont subi aucune blessure.

Le service local d'incendie, après avoir reçu des détails sur le matériel roulant en feu et avoir été informé que son aide ne serait pas nécessaire pour extraire des personnes dans le secteur, a choisi de ne pas se rendre sur place, indiquant qu'il réévaluerait cette décision en fonction des besoins. Les feux ont fini par s'éteindre d'eux-mêmes.

La voie aux environs du lieu de l'événement est composée de 2 voies principales. Il s'agit d'une voie de catégorie 3 selon le *Règlement concernant la sécurité de la voie*. La vitesse maximale autorisée est de 35 mi/h pour les trains de marchandises.

Le signal 1167N se trouve au point milliaire 116,8 de la subdivision, dans une courbe à droite de 5,92°. Il s'agit d'un haut mât à aspect unique équipé d'une plaque représentant la lettre « R »¹³. Il est situé à droite de la voie nord du point de vue d'un train se dirigeant vers l'ouest qui s'en approche. Les trains se dirigeant vers l'ouest qui s'approchent de cet endroit descendent une pente ondulée de 1 % sur 0,216 mille avant le signal. La ligne de visibilité jusqu'au signal est de 523 pieds (environ 0,1 mille).

1.4 Renseignements consignés

La séquence des événements a été établie à partir d'un examen des renseignements disponibles : entre autres, les enregistrements des caméras vidéo orientées vers l'avant, les enregistrements de communication radio, les registres des signaux en bordure de voie, les données du consignateur d'événements de locomotive et de l'enregistreur audio-vidéo de locomotive, ainsi que les entrevues. Certains événements sont présentés à l'annexe A.

1.5 Indications de signal

1.5.1 Système de commande centralisée de la circulation

Le système CCC assure la sécurité durant la marche des trains, et durant les travaux en voie, sur une ou plusieurs voies principales. Il utilise des circuits de voie interconnectés avec les signaux affichés sur le terrain pour contrôler les mouvements des trains.

Les indications de signal sont utilisées pour contrôler la circulation des trains en transmettant visuellement aux équipes de train des renseignements précoces sur l'état de la voie, la vitesse autorisée dans le canton et les limites immédiates à l'intérieur desquelles le train peut circuler, c'est-à-dire habituellement 1 ou 2 cantons consécutifs dans le sens de la marche.

Les indications de signal indiquent également si le prochain canton est occupé par un autre mouvement et elles offrent une protection contre certaines conditions, comme un rail brisé ou un aiguillage laissé ouvert. Les indications de signal sont progressives : le signal précédent indique ce qui pourrait être affiché sur le signal suivant.

¹³ La plaque représentant la lettre « R » modifie l'indication de ce signal, d'arrêt permissif (règle 437 du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* – REF) à marche à vue (règle 436 du REF) lorsque le signal lumineux est rouge. L'utilisation de flèches ou de plaques sur les signaux est autorisée par la règle 403(b) du REF.

1.5.2 Indications de signal et règles correspondantes dans le présent événement

Les règles 405 à 439 du REF régissent les signaux utilisés en territoire CCC. Au CPKC, les règles sont également contenues dans les instructions de la compagnie destinées aux employés du train et des locomotives (T&L), le *Livre des règles pour employés du T&L*, et certaines d'elles peuvent prévoir des exigences plus contraignantes.

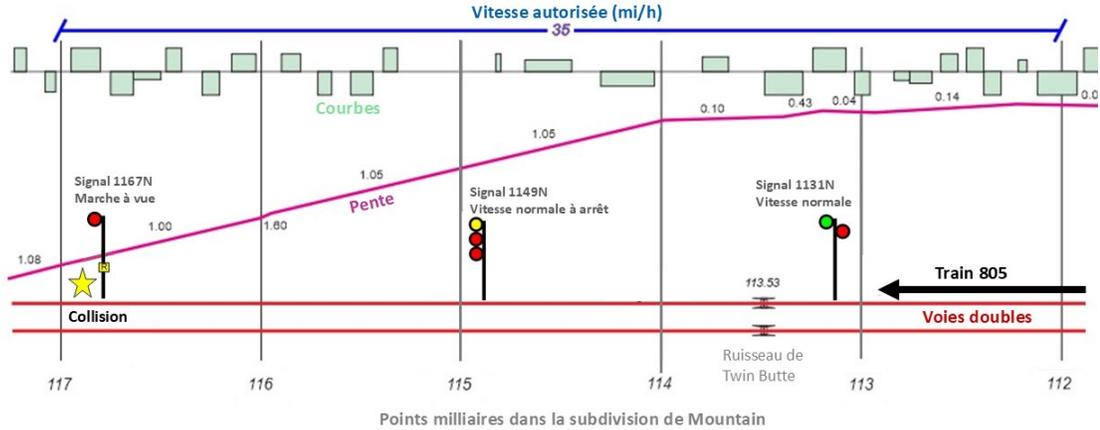
Les équipes de train doivent respecter toutes les indications des signaux et sont tenues de régler la marche de leur train en conséquence.

Dans l'événement à l'étude, le train 805 circulant vers l'ouest a croisé une succession d'indications de signal régissant l'approche vers Greely (figure 3) :

- Le 1^{er} signal, 1131N, affichait une indication de vitesse normale, signifiant que le train pouvait poursuivre sa route.
- Le signal suivant, 1149N, affichait une indication de vitesse normale à arrêt, signifiant que le train pouvait poursuivre sa route, mais qu'il devait être prêt à s'arrêter au signal suivant. Le *Livre des règles pour employés du T&L* du CPKC stipule également qu'en cas d'indication de vitesse normale à arrêt, les mouvements doivent ralentir à une vitesse maximale de 30 mi/h (40 mi/h pour les trains de voyageurs)¹⁴.
- Le 3^e signal, 1167N, affichait une indication de marche à vue, annonçant que le train pouvait poursuivre sa route à la vitesse de marche à vue.

¹⁴ Compagnie de chemin de fer Canadien Pacifique, *Livre des règles pour employés du T&L* (28 octobre 2021), section 19.3 : Aspects, noms et signification, p. 58.

Figure 3. Schéma de la progression des signaux durant l'événement (Source : CPKC, avec annotations du BST)



1.5.3 Reconnaissance et respect des signaux

La reconnaissance et le respect des signaux sont régis par la règle 34 du REF (Reconnaissance et observation des signaux fixes). La section 6.5 du *Livre des règles pour employés du T&L* du CPKC contient également des dispositions relatives à la reconnaissance et au respect des signaux. La règle 34 et la section 6.5 stipulent toutes deux que les membres d'équipe qui sont à portée de voix les uns des autres doivent se communiquer clairement le nom de chaque signal fixe qu'ils sont tenus d'annoncer^{15,16}. Ces instructions sont suivies d'une liste de signaux qui doivent être communiqués, dont les signaux de canton¹⁷, les signaux d'enclenchement¹⁸ et les signaux d'arrêt.

¹⁵ *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (1^{er} octobre 2022, approuvé par Transports Canada le 9 mai 2022), règle 34, p. 32.

¹⁶ Compagnie de chemin de fer Canadien Pacifique, *Livre des règles pour employés du T&L* (28 octobre 2021), section 6.5 : Reconnaissance et observations des signaux fixes, p. 23.

¹⁷ Un signal de canton est un signal fixe affiché à l'entrée d'un canton (c.-à-d., une partie de voie, d'une longueur déterminée, dont l'occupation par un mouvement est commandée par des signaux de canton) et réglant la marche d'un mouvement à l'entrée ou à l'intérieur de ce canton. [Source : Ibid., section 1 – Définitions, p. 8]

¹⁸ Un signal d'enclenchement est un « [s]ignal fixe situé à l'entrée ou à l'intérieur d'une zone enclenchée et réglant la circulation sur les itinéraires. » (Source : Ibid., section 1 – Définitions, p. 8)

En plus de s'annoncer les signaux dans la cabine de la locomotive, les équipes de train sont également tenues de diffuser certains signaux par radio. La section 4.5 du *Livre des règles pour employés du T&L* du CPKC stipule, en partie, ce qui suit :

[...]

Sauf indication contraire dans des instructions spéciales, un message radio doit être transmis sur les ondes du canal d'attente désigné :

(a) à chaque emplacement ou point contrôlé, et au signal avancé du prochain emplacement ou point contrôlé ou du prochain enclenchement, indiquer :

(i) la désignation;

(ii) le nom de l'indication de signal affichée; et

(iii) le nom de l'emplacement ou du point contrôlé ou de l'emplacement de l'enclenchement. [...] ¹⁹

La détection et la perception visuelles sont nécessaires afin que les équipes de train prennent conscience des indications de signal affichées sur le terrain. La perception visuelle exacte et en temps opportun des signaux est essentielle au respect des indications. Quand la visibilité est bonne et que les lignes de visibilité sont dégagées, il est possible de percevoir les signaux rapidement et d'assez loin. Toutefois, l'aptitude au travail de l'équipe, les distractions, les modèles mentaux et les attentes peuvent influencer sur la perception et le temps de réaction.

Dans le cas de l'événement à l'étude :

- Les membres de l'équipe du train 805 se sont communiqué l'indication de vitesse normale au signal 1131N, et le chef de train a diffusé un message radio à cet effet.
- Le ML a vu l'indication de vitesse normale à arrêt au signal 1149N, mais ne l'a pas communiquée et ne l'a pas diffusée à la radio; le ML a décroché son combiné, mais n'a pas annoncé l'indication, voulant éviter de distraire le chef de train et d'interrompre sur les ondes la conversation qui était en cours entre le CCF et le chef de train.
- Le chef de train n'a pas vu le signal parce qu'il était en train de noter les numéros de wagons que lui donnait le CCF et les comparer avec le contenu de la feuille de train.
- Dans les dernières secondes, les 2 membres de l'équipe du train 805 ont vu l'indication de marche à vue au signal 1167N, et le chef de train a annoncé l'indication dans la cabine. À ce moment-là, le train circulait à une vitesse de 32,7 mi/h.

¹⁹ Ibid., section 4.5 : Exigences relatives aux messages radio en CCC, p. 19.

1.6 Calcul de la distance d'arrêt

Les enquêteurs ont cherché à déterminer la distance théorique nécessaire pour immobiliser le train 805 après que le ML eut effectué un serrage d'urgence des freins du train, mais en l'absence de tout matériel immobilisé sur sa trajectoire.

Les calculs effectués à partir des données du consignateur d'événements de locomotive, comme le taux de décélération pendant le serrage d'urgence des freins du train, ont permis de déterminer que la distance d'arrêt théorique était d'environ 1426 pieds (environ 608 pieds au-delà du point de collision).

Les calculs ont pris en compte les éléments suivants :

- À 21 h 57 min 55 s, lorsque le ML a effectué le serrage d'urgence, le train circulait à 32,7 mi/h. Le train se trouvait alors au point milliaire 116,57, sur une pente descendante de 1 %.
- À 21 h 58 min 14 s, tout juste avant la collision, la vitesse du train avait diminué à 22,3 mi/h à la suite du serrage d'urgence des freins du train. À ce moment, le train était au point milliaire 116,73, le frein rhéostatique de la locomotive en tête de train réglé à la position 8, et la pression du cylindre de frein des locomotives télécommandées à 45 lb/po².

1.7 Conscience situationnelle et modèles mentaux

On définit la conscience situationnelle comme étant la perception des éléments dans l'environnement, la compréhension de leur signification et la projection de leur état dans l'avenir proche²⁰. Dans un environnement dynamique, la conscience situationnelle requiert d'extraire continuellement de l'information de l'environnement, d'intégrer cette information avec les connaissances internes pertinentes pour se faire un modèle mental cohérent de la situation actuelle, et d'utiliser ce modèle mental pour prévoir les événements futurs. Des problèmes peuvent survenir au cours de n'importe laquelle de ces 3 étapes de la conscience situationnelle, si des éléments critiques passent inaperçus, leur importance n'est pas perçue ou leurs conséquences ne sont pas prévues. Les communications sont indispensables pour qu'une équipe établisse une conscience situationnelle commune.

Un modèle mental est une structure interne qui permet aux personnes de décrire, d'expliquer et de prédire des événements et des situations dans leur environnement²¹.

Quand un modèle mental est adopté, il est résistant au changement. De nouveaux renseignements convaincants doivent être assimilés pour modifier un modèle mental. Un

²⁰ M. R. Endsley, « Toward a theory of situation awareness in dynamic systems », dans *Human Factors*, volume 37, numéro 1 (1995), p. 32 à 64.

²¹ E. Salas, F. Jentsch et D. Maurino, *Human Factors in Aviation*, 2^e édition (Academic Press, 2010), p. 66.

modèle mental inexact nuira à la conscience situationnelle, notamment à la perception des éléments critiques ou à la compréhension de leur importance²².

1.8 Attention et performance humaine

L'attention est un état dans lequel les ressources cognitives d'une personne sont concentrées sur certains aspects de l'environnement de travail plutôt que sur d'autres. On parle d'attention partagée lorsque l'attention d'une personne se porte simultanément sur 2 canaux d'information ou plus pour s'occuper de plus de 2 tâches²³. La Federal Railroad Administration des États-Unis décrit l'attention comme étant le comportement d'une personne qui se concentre sur l'information essentielle à l'intérieur et à l'extérieur de la cabine de locomotive.

Les ressources attentionnelles d'une personne sont limitées; par conséquent, l'attention portée à de l'information qui n'est pas essentielle à un moment donné devient une distraction. Les distractions peuvent prendre le dessus sur d'autres tâches, accroître les demandes attentionnelles et détourner l'attention des tâches plus importantes. Cependant, lorsque l'attention est partagée entre 2 aspects de l'environnement de travail, cela peut entraîner une réduction du rendement, ce qui peut conduire à un incident ou à un accident²⁴.

Depuis 2005, le BST a produit 16 faits établis liés aux distractions ou à l'attention partagée des employés des chemins de fer dans 13 rapports d'enquête²⁵.

1.9 Mémoire prospective

La mémoire prospective est une forme de mémoire qui permet à quelqu'un de se souvenir d'exécuter une action planifiée ou de se rappeler une tâche prévue dans l'avenir. Elle nécessite que la personne forme d'abord l'intention d'exécuter une tâche, puis qu'elle conserve cette intention tout en exécutant d'autres tâches. Étant donné que ces autres tâches peuvent occuper la capacité d'attention limitée à court terme, l'intention d'exécuter la tâche est stockée dans la mémoire à long terme. L'encodage de la mémoire est un processus par lequel l'information sensorielle est modifiée et stockée dans le cerveau.

²² M. R. Endsley, « Situation Awareness in Aviation Systems », dans J. A. Wise, V. D. Hopkin et D. J. Garland, *Handbook of Aviation Human Factors*, 2^e édition (Boca Raton [Floride] : CRC Press, 2010), partie II : Human Capabilities and Performance, chapitre 12, p. 12.

²³ American Psychological Association, *APA Dictionary of Psychology*, « Attention », à l'adresse <https://dictionary.apa.org/attention> (dernière consultation le 13 mars 2025).

²⁴ Federal Railroad Administration, « Attention : Definition and Examples », à l'adresse <https://railroads.dot.gov/human-factors/elearning-attention/attention-definition-and-examples> (dernière consultation le 13 mars 2025).

²⁵ Rapports d'enquête sur la sécurité du transport ferroviaire R23H0006, R22D0106, R18H0105, R15V0183, R14D0011, R12T0038, R12D0063, R10E0080, R10V0038, R09V0230, R07C0040, R07W0042 et R06H0013 du BST.

L'encodage de la mémoire se fait notamment à l'aide de l'encodage visuel, acoustique et/ou sémantique. Une combinaison de ces éléments peut renforcer l'encodage et la récupération en temps opportun. Certains paramètres clés de la mémoire prospective sont que l'exécution de la tâche prévue n'est pas immédiate et qu'elle est intégrée à une activité en cours. L'augmentation des demandes attentionnelles de tâches autres que la surveillance de la tâche en cours peut compromettre la récupération et l'exécution de la tâche prévue de la mémoire prospective²⁶.

1.10 Détection de la température des roues et signalement

Les roues des wagons qui ne contribuent pas à l'effort de freinage du wagon restent froides lorsque les freins du train sont serrés; à l'inverse, les roues qui présentent une température élevée lorsque les freins ne sont pas serrés indiquent généralement un problème de freinage, tel qu'un frein à air coincé ou un frein à main qui n'est pas desserré. La température des roues d'un wagon peut donc servir à évaluer l'efficacité des freins d'un train.

1.10.1 Utilisation de détecteurs de température de roues pour le signalement automatisé de l'efficacité des freins d'un train

En 2008, le CPKC a entamé une étude visant à examiner la possibilité d'utiliser les données des détecteurs de température de roues (WTD) pour identifier les wagons présentant des problèmes liés aux freins à air, une initiative qui a été désignée sous le nom d'essai automatisé de l'efficacité des freins de train (ATBE). À l'époque, cette approche était inédite dans l'industrie.

Au cours de l'étude d'ATBE, le CPKC a adapté plusieurs WTD dans la subdivision de Mountain afin qu'ils puissent générer des rapports sur les roues froides. Les détecteurs se sont avérés efficaces pour fournir des rapports automatisés sur l'efficacité des freins, y compris des renseignements concernant les roues froides sur les wagons. En 2011, TC a accordé au CPKC une exemption²⁷ de l'obligation d'effectuer des essais de freins à air n° 1²⁸ sur les trains de charbon à Golden, mais l'exemption exigeait que les trains exemptés soient assujettis à une inspection par WTD en cours de route. Depuis lors, les rapports que le CPKC soumet à TC, comme l'exige l'exemption, indiquent que le processus d'utilisation des WTD pour signaler les wagons aux roues froides, qui remplace les essais des freins à air sur les

²⁶ M. A. McDaniel et G. O. Einstein, *Prospective Memory: An Overview and Synthesis of an Emerging Field* (Sage Publications Inc, 2007), p. 1 à 29.

²⁷ Ministre des Transports, Avis d'exemption en vertu de l'article 22 de la *Loi sur la sécurité ferroviaire*, chapitre R-42 [L.R.C. (1985), ch. 32 (4e suppl.)] (17 juin 2011).

²⁸ Un essai de frein n° 1, effectué par un inspecteur accrédité de matériel remorqué, permet de vérifier l'intégrité et la continuité de la conduite générale, l'état de la timonerie de frein, le serrage et le desserrage des freins à air et la course du piston sur chaque wagon. Après un essai de frein n° 1, un train peut quitter un lieu désigné pour les inspections de sécurité avec 95 % de ses freins fonctionnels.

trains exemptés, fonctionne comme prévu²⁹. Le CPKC continue d'analyser les données et d'améliorer le processus, lorsque nécessaire.

Les WTD utilisent une technologie à capteurs infrarouges pour évaluer la température des roues de trains qui passent. Les sites munis de WTD sont connectés à un réseau de communication, afin de permettre aux données d'inspection d'un train qui passe d'être transmises automatiquement et stockées électroniquement à un emplacement centralisé où elles pourront être analysées à l'aide d'algorithmes automatisés. Dans la subdivision de Mountain, le rapport sommaire sur les roues froides est généré une fois que les trains en direction ouest ont passé le WTD au point milliaire 104,8.

Les WTD sont étalonnés tous les 180 jours, conformément aux spécifications du fabricant, et font l'objet d'une inspection visuelle sur une base mensuelle. Les préposés à l'entretien de la signalisation du CPKC examinent les données tous les mois.

1.10.2 Exigences visant les wagons aux freins non fonctionnels

Selon l'exemption pour les trains de charbon, si un WTD équipé pour le signalement automatisé de l'efficacité des freins détermine que les roues d'un wagon de charbon sont froides, ce wagon doit être considéré comme ayant un frein non fonctionnel.

Les exigences visant les wagons aux freins non fonctionnels sont énoncées dans le *Règlement relatif à l'inspection et à la sécurité des freins sur les trains de marchandises et de voyageurs*. L'article 7 stipule que les trains de marchandises ne peuvent pas circuler avec moins de 85 % de leurs freins en état de service³⁰. (L'exemption pour les trains de charbon stipule des exigences plus strictes qui s'appliquent expressément aux trains se dirigeant vers l'ouest au départ de Revelstoke; ces trains ne peuvent pas partir avec moins de 95 % de leurs freins en état de service).

En ce qui concerne les wagons dont les freins deviennent non fonctionnels en cours de route, l'article 8 indique que ces wagons peuvent demeurer attelés à un train de marchandises jusqu'à leur destination, selon les conditions suivantes :

- il n'y a pas plus de 2 distributeurs consécutifs inutilisables sur le train;
- il y a au moins 3 wagons en queue de train dont les freins sont en état de service³¹.

²⁹ En 2023, un total de 1508 trains de charbon a franchi les détecteurs de température de roues, et 99,6 % de ces trains avaient des freins efficaces. Dans les rares cas où l'efficacité des freins à air ne peut pas être déterminée par un rapport sur les roues froides (généralement lorsque les circonstances font en sorte que les freins ne puissent pas être serrés assez longtemps pour générer une chaleur suffisante qui permettrait aux roues d'atteindre la température moyenne nécessaire), un essai de freins à air n° 1 doit être effectué sur le train avant qu'il parte pour le prochain lieu d'inspection.

³⁰ *Règlement relatif à l'inspection et à la sécurité des freins sur les trains de marchandises et de voyageurs* (1^{er} mai 2023, approuvé par Transports Canada le 30 janvier 2023), section 7 : Conditions de circulation, p. 8.

³¹ Ibid., section 8 : Exceptions, p. 11.

Si le train circule avec moins de 85 % de ses freins en état de service, ou si l'une des 2 conditions ci-dessus n'est pas remplie, des mesures correctives doivent être prises.

Dans l'événement à l'étude, les renseignements sur les roues froides que le CCF a transmis à l'équipe du train 805 étaient nécessaires pour permettre à l'équipe de déterminer si le train pouvait poursuivre sa route jusqu'à sa destination. Les renseignements fournis par le CCF ont permis à l'équipe de déterminer que le train répondait aux exigences minimales relatives aux freins en état de service et qu'il pouvait poursuivre sa route jusqu'à Revelstoke.

1.10.3 Signalement de roues froides dans la subdivision de Mountain

L'exemption pour les trains de charbon stipule comment les renseignements sur les roues froides provenant des WTD doivent être traités; notamment :

- Le CCF doit informer l'équipe du train se dirigeant vers l'ouest une fois que le train a franchi l'emplacement du WTD, et l'équipe du train doit consigner les renseignements, qui doivent être conservés sur le train jusqu'à son arrivée à Golden, pour le voyage de retour.
- L'équipe du train se dirigeant vers l'ouest doit être informée des résultats des essais automatisés de l'efficacité des freins avant de quitter Revelstoke.

Le CPKC n'a pas d'instructions précises concernant le délai à l'intérieur duquel le CCF doit communiquer les renseignements sur les roues froides à l'équipe du train après que celui-ci eut franchi l'emplacement des WTD. Toutefois, selon les termes de l'exemption, les renseignements doivent être communiqués à l'équipe de train en temps opportun.

Les communications entre les CCF et les équipes de train concernant les problèmes de température des roues relevés par le processus ATBE sont fréquentes. Par exemple, au cours des 4 trimestres précédant l'événement à l'étude, parmi les 1508 trains de charbon qui sont passés sur un WTD, des problèmes de température des roues ont été relevés sur 987 wagons.

1.10.4 Renseignements sur les roues froides pour le train 805

À 21 h 31, le train 805 est passé sur le WTD au point milliaire 104,8. L'alerte qui s'est affichée à l'écran du CCF indiquait qu'il y avait 5 wagons aux roues froides : CP 963963 (position 28), CEFX 41349 (position 80), CP 965420 (position 82), TIMX 40520 (position 130) et DTTX 767871 (position 2). En fait, il n'y avait qu'un seul wagon aux roues froides : TIMX 40520³².

³² D'après l'examen que le BST a mené après l'événement en consultant les données du WTD au point milliaire 104,8 pour le train 805, seuls 4 wagons sur 5 étaient sur la feuille de train du train 805 : CP 963963, CEFX 41349, CP 965420 et TIMX 40520 (le seul wagon aux roues froides). L'enquête n'a pas permis de déterminer pourquoi certains wagons avaient été signalés comme ayant des roues froides alors que ce n'était pas le cas.

Les wagons portant la marque DTTX ne sont pas utilisés pour le transport de charbon; par conséquent, le wagon DTTX 767871 ne pouvait donc pas se trouver sur le train 805. Toutefois, certains CCF ne connaissent pas bien toutes les marques des wagons et les types de wagons connexes; dans l'événement à l'étude, le CCF ne s'est pas rendu compte que le rapport contenait une erreur. Après avoir reçu le rapport, le CCF a communiqué avec l'équipe du train 805 et a fourni les numéros des 5 wagons au chef de train. Le CCF a transmis les renseignements à l'équipe immédiatement après avoir reçu le rapport du WTD, 22 minutes après que le train eut dépassé le détecteur au point milliaire 104,8. Le ML était conscient qu'un wagon portant la marque DTTX ne pouvait pas être sur un train de charbon et a consulté la feuille de train pour tenter de comparer son contenu avec les renseignements fournis par le CCF.

Pour déterminer la fréquence des signalements erronés des WTD dans la subdivision de Mountain, les données des 30 jours précédant l'événement ont été examinées dans le cadre de l'enquête. Les résultats indiquent que, pendant cette période, 1 % de tous les trains transportant du charbon, du soufre, de la potasse et des céréales qui étaient assujettis à l'exemption sont passés sur un WTD au même endroit, mais sur l'autre voie dans les minutes suivant un autre train; dans ces cas-ci, le WTD peut signaler des numéros de wagons erronés. Dans l'événement à l'étude, le wagon DTTX 767871 se trouvait sur le train 148-15 en direction est; ce train avait franchi le point milliaire 104,8 quelques minutes après le train 805, mais sur la voie sud.

Fait établi : Autre

Les renseignements sur les roues froides transmis aux CCF à partir des WTD dans la subdivision de Mountain peuvent contenir des erreurs lorsque 2 trains franchissent le même WTD à quelques minutes d'intervalle sur des voies adjacentes.

1.11 Responsabilité de l'équipe

Les équipes de train sont directement responsables de la sécurité des mouvements de train. La règle 106 du REF prévoit notamment ce qui suit :

Tous les membres de l'équipe sont responsables de la circulation sécuritaire des mouvements, du matériel roulant qui leur est confié, et de l'application du règlement. Dans les circonstances non prévues par le règlement, ils doivent prendre toutes les mesures voulues pour assurer la protection³³. [...]

1.12 Communications radio

Les instructions de communication radio contiennent les termes normalisés à utiliser et les protocoles à suivre pour communiquer par radio. Par exemple :

³³ *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (1^{er} octobre 2022, approuvé par Transports Canada le 9 mai 2022), règle 106 : Responsabilités de l'équipe, p. 55.

- La règle 120 du REF définit certains termes relatifs aux communications radio. Elle indique notamment que le terme « restez à l'écoute » peut être utilisé pour indiquer que l'appelant doit être à l'écoute en attendant la prochaine transmission³⁴. Il n'y a pas d'instructions ou d'exemples qui précisent quand ce terme doit être employé. Le *Livre des règles pour employés du T&L* du CPKC ne contient pas de définition du terme « restez à l'écoute », ni d'instructions sur le bon usage de ce terme.
- La règle 122 du REF indique que les communications radio doivent être brèves et directes et ne contenir que des instructions ou informations essentielles³⁵.

Ni le *Livre des règles pour employés du T&L* du CPKC ni le REF ne fournissent de directives sur le report de communications radio dans les moments critiques pour la sécurité.

1.13 Zone de vigilance absolue

Pour réduire au minimum le risque de distraction des équipes de train, VIA Rail Canada Inc. (VIA) et la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada (CN) ont mis en place un moyen de défense administratif supplémentaire : la zone de vigilance absolue (ZVA). La ZVA doit être appliquée aux moments où la vigilance de l'équipe du train est la plus importante, et pour empêcher que l'attention ne soit détournée à des moments critiques pour la sécurité.

1.13.1 Procédures de VIA Rail Canada Inc.

Par suite de l'enquête sur le déraillement et la collision du train VIA 92 survenus en mars 2012 près de Burlington (Ontario) dans la subdivision d'Oakville du CN³⁶, dans lesquels 3 membres de l'équipe d'exploitation ont perdu la vie et 45 personnes ont subi diverses blessures, VIA a instauré des directives particulières connues sous le nom de zone de vigilance absolue (ZVA). À VIA, la ZVA est décrite comme « l'environnement dans la cabine de la locomotive pendant des périodes critiques, en particulier lorsque les membres d'équipe doivent effectuer plusieurs tâches simultanément. Le but est de maintenir une conscience situationnelle optimale afin d'assurer la sécurité du mouvement³⁷. » Elle est considérée comme un moment critique dans la cabine en présence de tâches à être exécutées simultanément (p. ex., consigner une autorisation à l'approche d'une limitation de vitesse, ou en circulant en fonction de signaux qui exigent que le train se prépare à arrêter au prochain signal). Lorsque le train circule pendant qu'une ZVA est en vigueur, les communications dans la cabine, y compris les communications radio, sont limitées aux responsabilités nécessaires à la manœuvre du train. En outre, lorsque le train est arrêté à

³⁴ Ibid., règle 120 : Termes relatifs aux communications radio, p. 66.

³⁵ Ibid., règle 122 : Contenu des messages radio, p. 66.

³⁶ Rapport d'enquête ferroviaire R12T0038 du BST.

³⁷ VIA Rail Canada Inc., *Instructions train voyageurs*, section 8 : Instructions spéciales VIA Rail, paragraphe 8.8 : Zone de vigilance absolue (ZVA) (1^{er} mai 2019), p. 8-5.

une gare ou à l'intérieur d'un canton contrôlé, le ML responsable doit consigner l'indication du dernier signal reçu avant l'arrêt³⁸. Avant que le train se mette en marche, tous les employés dans la cabine doivent confirmer entre eux l'indication du dernier signal dans le sens du mouvement. Une fois le train en marche, la ZVA doit demeurer en vigueur jusqu'à ce que le train atteigne le prochain signal. Ces directives s'ajoutent aux exigences de la règle 34 du REF.

Les directives particulières de VIA sur la ZVA indiquent que la ZVA n'est pas la solution à tout. Par conséquent, il incombe aux équipes de train d'appliquer la ZVA dans toute circonstance jugée critique pour le mouvement.

1.13.2 Procédures de la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada

Le 23 août 2022, le CN a publié le Bulletin d'exploitation réseau n° 007, qui introduisait une nouvelle instruction spéciale en vertu de la règle 34 du REF pour la mise en œuvre des ZVA.

Au CN, la ZVA correspond à un ensemble de procédures spéciales à appliquer lorsque la vigilance de l'équipe est de la plus haute importance. Par exemple, lorsqu'une ZVA est en vigueur, les employés qui se trouvent dans la cabine d'une locomotive de commande doivent cesser toute communication ou toute autre tâche ne se rapportant pas à l'exploitation immédiate du train. Si les membres d'une équipe de train sont joints par d'autres employés au sujet d'une question non liée à la sécurité de leur mouvement, ils doivent répondre en indiquant qu'ils se trouvent dans une ZVA et dire à l'autre employé d'attendre.

Une ZVA commence à 3 milles avant un signal d'arrêt absolu ou au moment où le signal avancé est observé (s'il se trouve à moins de 3 milles), et elle reste en vigueur jusqu'à ce que le mouvement se soit arrêté pour le signal d'arrêt absolu ou jusqu'à ce que l'on détermine que le signal suivant est permissif. Lorsqu'une ZVA est en vigueur, tous les membres d'équipe présents dans la cabine doivent se communiquer entre eux les restrictions à venir, telles que les indications de signal d'arrêt absolu.

1.13.3 Procédures du CPKC

Le CPKC n'a pas mis en œuvre d'instructions similaires à la ZVA. La compagnie s'appuie strictement sur le respect de son *Livre des règles pour employés du T&L*, qui est renforcé dans le cadre de son programme de formation. En ce qui concerne la prévention du détournement de l'attention à des moments critiques pour la sécurité, les procédures suivantes s'appliquent en particulier; elles respectent ou dépassent les exigences du REF :

³⁸ Conformément aux directives particulières de la zone de vigilance absolue, avant de s'arrêter à une gare de VIA Rail Canada Inc., le mécanicien de locomotive responsable consigne par écrit l'indication du dernier signal reçu.

- La section 2.2(a) stipule que « la sécurité et le respect du règlement sont essentiels dans l'accomplissement des fonctions. Dans le doute, il faut suivre la voie de la prudence³⁹ ».
- La section 2.2(c)(vi) stipule que les équipes de train doivent « aider par tous les moyens possibles à l'observation de chaque règle et instruction, communiquer avec l'autorité compétente en cas de doute et rapporter promptement toute infraction⁴⁰ ».
- La section 4.5 stipule, en partie, qu'« un message radio doit être transmis sur les ondes du canal d'attente désigné [...] à chaque emplacement ou point contrôlé, et au signal avancé du prochain emplacement ou point contrôlé [...]»⁴¹.
- La section 6.5 stipule notamment que « [l]es membres d'équipe qui sont à portée de voix les uns des autres se communiqueront d'une manière claire et audible le nom de l'indication de chaque signal fixe qu'ils sont tenus d'annoncer dès que cette indication est reconnue⁴² ».

1.14 Moyens de défense physiques à sécurité intrinsèque pour les trains en territoire signalisé

Depuis 1995, le BST souligne dans ses rapports d'enquête l'absence de moyens de défense physiques à sécurité intrinsèque pouvant ralentir ou arrêter un train lorsqu'il circule en territoire CCC, de même que l'absence d'un système d'avertissement passif pouvant alerter les membres d'équipe lorsqu'ils s'approchent de leurs limites d'autorisation. Des moyens de défense inadéquats en cas d'indications de signal mal appliquées ou mal interprétées ont été cités comme une cause ou un facteur contributif dans de nombreuses enquêtes menées par le BST⁴³, et cet enjeu figure sur la Liste de surveillance du BST depuis 2012⁴⁴.

L'introduction de moyens de défense administratifs supplémentaires, tels que la ZVA, peut soutenir les moyens de défense existants; toutefois, pour que la ZVA soit efficace, les membres de l'équipe doivent reconnaître qu'ils s'y trouvent. La ZVA est donc soumise aux mêmes limites que les autres moyens de défense administratifs en place. Un exemple récent de ces limites est la collision évitée de justesse entre un train de marchandises du CN

³⁹ Compagnie de chemin de fer Canadien Pacifique, *Livre des règles pour employés du T&L* (28 octobre 2021), section 2.2 : Durant le service, sous-section (a), p. 11.

⁴⁰ Ibid., section 2.2 : Durant le service, sous-section (c), paragraphe (vi), p. 11.

⁴¹ Ibid., section 4.5 : Exigences relatives aux messages radio en CCC, p. 19.

⁴² Ibid., section 6.5 : Reconnaissance et observations des signaux fixes, p. 23.

⁴³ Rapports d'enquête sur la sécurité du transport ferroviaire R23Q0022, R23H0006, R19W0002, R18D0096, R16T0162, R16E0051, R15D0118, R15V0183, R14T0294, R13C0049, R12T0038, R11E0063, R10Q0011, R10V0038, R09V0230, R07E0129, R99T0017, R98V0148 et R95V0174 du BST.

⁴⁴ Liste de surveillance du BST, « Respect des indications des signaux ferroviaires », à l'adresse <https://www.tsb.gc.ca/fra/surveillance-watchlist/rail/2022/rail-01.html> (dernière consultation le 17 mars 2025).

circulant vers l'est sur la voie sud dans la subdivision de Kingston et un train de voyageurs de VIA circulant vers l'ouest sur la voie sud qui s'approchait de Wesco (Ontario), où il serait aiguillé pour passer à la voie nord⁴⁵. L'équipe du CN a manqué l'indication de vitesse normale à arrêt alors qu'elle circulait dans une ZVA, car elle s'attardait à la préparation d'une tâche future sans rapport avec l'exploitation immédiate du train. L'équipe n'était donc pas prête à s'arrêter au prochain signal affichant une indication d'arrêt. Le train du CN s'est arrêté à environ 1786 pieds après le signal d'arrêt et à environ 1100 pieds du train de voyageurs de VIA immobilisé.

1.14.1 Système de commande intégrale des trains aux États-Unis

Après une collision frontale survenue en 2008 entre un train de marchandises et un train de voyageurs à Chatsworth (Californie), causant des pertes massives, les législateurs des États-Unis ont exigé le développement et la mise en œuvre de systèmes physiques de commande des trains à sécurité intégrée, appelés « Positive Train Control » (c.-à-d. la commande intégrale des trains [CIT]). Depuis le 29 décembre 2020, la technologie CIT est en service sur l'ensemble des 57 536 milles de voies ferrées pour trains de marchandises et pour trains de voyageurs sur lesquels cette obligation est en vigueur aux États-Unis⁴⁶.

Les systèmes CIT sont conçus pour prévenir les collisions entre trains, les déraillements dus à un excès de vitesse, les incursions dans les zones de travaux et le franchissement d'aiguillages mal orientés.

Les systèmes CIT visent à parer le risque qu'un train dépasse un signal d'arrêt. La distance d'arrêt est calculée automatiquement en fonction de la vitesse réelle du train et d'algorithmes liés à l'effort de freinage. Si un train a dépassé la distance d'arrêt calculée et qu'aucune mesure n'a été prise ou que les mesures prises sont insuffisantes, le système déclenche un freinage de contrôle⁴⁷ pour immobiliser le train avant le point de restriction. La distance d'arrêt du train lors d'un freinage de contrôle est évaluée par le système et, si elle est considérée insuffisante pour effectuer un arrêt avant le point de restriction, un freinage d'urgence est déclenché. Un freinage d'urgence peut entraîner une augmentation de la pression au cylindre de frein d'environ 20 % pour chaque wagon du train.

Alors que les systèmes physiques de commande des trains à sécurité intégrée sous forme de CIT ont été mis en œuvre aux États-Unis, l'infrastructure nécessaire pour soutenir

⁴⁵ Rapport d'enquête sur la sécurité du transport ferroviaire R23H0006 du BST.

⁴⁶ Département des Transports des États-Unis, Federal Railroad Administration, *Information Guide on Positive Train Control in 49 CFR Part 236, Subpart I* (12 décembre 2022), à l'adresse https://railroads.dot.gov/sites/fra.dot.gov/files/2022-12/2022_12%20PTC%20FAQs_final.pdf (dernière consultation le 17 mars 2025).

⁴⁷ Sur une locomotive munie d'un système CIT, lorsqu'un freinage de contrôle est déclenché automatiquement, le système de freins à air électronique réduit la pression de la conduite générale entre 55 et 62 lb/po²; cela permet de réduire davantage la pression dans la conduite générale jusqu'à 0 lb/po² en cas de freinage d'urgence.

pleinement un système similaire à la CIT n'a pas encore été mise en œuvre au Canada. En outre, sa mise en œuvre n'est pas encore imposée par la *Loi sur la sécurité ferroviaire*.

1.14.2 Recommandations du BST liées aux systèmes physiques de commande des trains à sécurité intégrée

Le BST a formulé trois recommandations demandant des mesures de sécurité supplémentaires (c.-à-d. des systèmes physiques de commande des trains à sécurité intégrée) en territoire signalisé :

- En février 2001, à la suite d'une collision par l'arrière entre 2 trains de la Compagnie de chemin de fer Canadien Pacifique survenue le 11 août 1998 près de Notch Hill (Colombie-Britannique)⁴⁸, le BST a émis la recommandation R00-04 au ministère des Transports, demandant la mise en œuvre de mesures de sécurité supplémentaires afin de s'assurer que les membres des équipes identifient les signaux et s'y conforment de façon uniforme. La dernière réponse de Transports Canada (TC) a été évaluée en mars 2021 comme dénotant une **attention en partie satisfaisante**. Le dossier a été attribué l'état en veilleuse. Elle est liée à la recommandation R13-01 du BST et sera réévaluée selon le statut de cette recommandation.
- En juin 2013, à la suite d'un déraillement en voie principale d'un train de voyageurs de VIA survenu le 26 février 2012 à Aldershot (Ontario)⁴⁹ et au cours duquel les membres de l'équipe d'exploitation ont subi des blessures mortelles et 45 personnes ont subi diverses blessures, le BST a formulé la recommandation R13-01 au ministère des Transports. Dans cette recommandation, il demandait la mise en œuvre de méthodes de contrôle des trains à sécurité intrinsèque pour les principales voies ferrées canadiennes de transport de voyageurs et de marchandises, à commencer par les corridors ferroviaires à grande vitesse du Canada. La réponse de TC a été évaluée en mars 2023 comme dénotant une **attention en partie satisfaisante**. Le dossier a été attribué l'état en veilleuse. Elle est liée à la recommandation R22-04 et sera réévaluée selon le statut de cette recommandation.
- En août 2022, à la suite d'une collision en voie principale et d'un déraillement de 2 trains du CN survenus le 3 janvier 2019 à Portage la Prairie (Manitoba)⁵⁰, le BST a formulé la recommandation R22-04 au ministère des Transports. Il y demandait que les grands transporteurs ferroviaires canadiens accélèrent la mise en œuvre de méthodes physiques de commande des trains à sécurité intégrée dans les corridors ferroviaires à grande vitesse du Canada et sur tous les itinéraires clés. Dans sa

⁴⁸ Rapport d'enquête ferroviaire R98V0148 du BST.

⁴⁹ Rapport d'enquête ferroviaire R12T0038 du BST.

⁵⁰ Rapport d'enquête sur la sécurité du transport ferroviaire R19W0002 du BST.

réponse à la recommandation R22-04 en décembre 2024, TC a indiqué continuer à collaborer avec l'industrie et d'autres intervenants pour progresser dans l'élaboration de sa méthode d'évaluation des risques dans les corridors qui orientera la mise en œuvre de la commande des trains améliorée (CTA) (le terme retenu pour décrire ces systèmes⁵¹). TC prévoit aussi rédiger un règlement en 2025 et publier dans la Partie I de la *Gazette du Canada* en 2026. L'échéancier pour la mise en œuvre sera établi au fur et à mesure que le règlement sera élaboré. L'évaluation la plus récente de la réponse de TC a été effectuée en mars 2025. Même si le Bureau juge que la réponse dénote une **intention satisfaisante**, si la mise en œuvre de la recommandation continue d'être retardée, l'évaluation pourrait être révisée à la baisse dans le futur.

1.14.3 Lettre adressée au ministre des Transports

Le 17 avril 2024, à la lumière de 3 autres enquêtes en cours à ce moment-là⁵², le BST a envoyé au ministre des Transports une lettre concernant l'absence de moyens de défense physiques à sécurité intrinsèque pour les trains circulant au Canada. La lettre indiquait que, malgré les appels par le BST à des moyens de défense physiques à sécurité intrinsèque supplémentaires en territoire signalisé depuis 2000 et la mise en œuvre d'une telle solution aux États-Unis depuis 2020, sous la forme du PTC, la sécurité du réseau ferroviaire canadien continue de dépendre de moyens de défense administratifs centrés sur le respect des règles par les équipes de train. Depuis 2013, TC et l'industrie ferroviaire discutent du cadre nécessaire pour résoudre le problème, et bien que TC ait pris des mesures positives en vue de cerner une solution pour les moyens de défense physiques à sécurité intrinsèque sous forme de CTA, le rythme du développement demeure lent. En l'absence de moyens de défense physiques à sécurité intrinsèque pour protéger les équipes de train et le public voyageur, il existe un important risque de collisions, voire d'un événement causant des pertes massives, sur les chemins de fer canadiens. Compte tenu des risques encourus par les équipes de train et le public voyageur, le BST a pressé le ministère des Transports et l'industrie ferroviaire d'accélérer la mise en œuvre des méthodes de commande des trains à sécurité intégrée dans les corridors ferroviaires à grande vitesse du Canada et sur tous les itinéraires clés du pays. Au moment de rédiger le présent rapport, le BST n'avait pas reçu de réponse.

⁵¹ La commande des trains améliorée, telle qu'elle est envisagée par Transports Canada, comprend 2 niveaux. Le niveau supérieur est censé correspondre à la commande intégrale des trains aux États-Unis. Le second niveau est censé être un système d'avertissement passif destiné à alerter l'équipe, mais on ne s'attend pas à ce qu'il assure un contrôle automatisé pour prévenir les collisions entre trains, les déraillements dus à un excès de vitesse, les incursions dans les zones de travaux et le passage d'un train sur un aiguillage mal orienté.

⁵² Enquêtes R23H0006, R23E0079 et R23V0205 du BST.

1.14.4 Appareils de détection de proximité

Au Canada, le Chemin de fer QNS&L (QNS&L) a mis en place, en 1997, un moyen de défense physique connu sous le nom d'appareil de détection de proximité (ADP). Les ADP sont munis d'un GPS qui permet de déterminer la position, la direction et la vitesse des véhicules ferroviaires équipés de ces appareils. Les ADP sont installés dans toutes les locomotives et sur tous les véhicules d'entretien du QNS&L et peuvent recevoir des alarmes de mouvements qui s'approchent, à une certaine distance. Lorsqu'une alarme est reçue, il faut en accuser réception sur un écran d'affichage principal, et les conducteurs des deux mouvements doivent communiquer par radio pour confirmer leur position. Si, pour une raison quelconque, on n'accuse pas réception des alarmes, un freinage de contrôle est déclenché sur la locomotive qui ne répond pas.

Toutefois, un ADP n'empêchera pas une collision si le conducteur accuse réception d'une alarme sans toutefois réduire la vitesse ou arrêter le mouvement à temps. Le QNS&L est le seul chemin de fer sous réglementation fédérale au Canada qui utilise ce type de moyen de défense physique.

1.15 Liste de surveillance du BST

La Liste de surveillance du BST énumère les principaux enjeux de sécurité qu'il faut s'employer à régler pour rendre le système de transport canadien encore plus sûr.

Le non-respect des indications de signal – la nécessité d'éviter que des équipes de train ne reconnaissent pas une indication de signal ou n'y réagissent pas, faisant que le signal n'est pas respecté et qu'un train dépasse ses limites d'autorisation – **est un enjeu figurant sur la Liste de surveillance 2022**. Cet enjeu de sécurité figure sur la Liste de surveillance depuis 2012. Même si la probabilité est faible qu'un signal raté mène à une collision ou un déraillement de train, les conséquences d'un tel accident peuvent être catastrophiques pour les personnes, les biens et l'environnement.

MESURES À PRENDRE

L'enjeu du respect des indications des signaux ferroviaires demeurera sur la Liste de surveillance du BST jusqu'à ce que TC exige des compagnies de chemin de fer qu'elles mettent en place des moyens de défense physiques supplémentaires pour veiller à ce que les signaux ferroviaires gouvernant la vitesse et les limites de fonctionnement des trains soient reconnus et respectés de façon uniforme.

2.0 ANALYSE

L'analyse portera sur l'attention partagée de l'équipe du train de marchandises 805-339 (train 805) de la Compagnie du chemin de fer Canadien Pacifique (CPKC) à l'approche du signal 1149N, qui affichait une indication de vitesse normale à arrêt, ainsi que sur la conscience situationnelle et le modèle mental de l'équipe à l'approche du signal suivant, 1167N, qui affichait une indication de marche à vue.

L'analyse portera également sur un moyen de garantir la concentration de l'équipe dans les moments critiques pour la sécurité, la communication des renseignements non urgents, de même que l'échec des moyens de défense administratifs existants lors de cet événement et l'absence, au Canada, de moyens de défense physiques à sécurité intrinsèque pouvant intervenir en ralentissant ou en arrêtant un train.

2.1 La collision

Le train 805 se dirigeant vers l'ouest circulait sur la voie principale nord dans la subdivision de Mountain du CPKC en suivant une indication de vitesse normale à arrêt, qu'il avait reçue au signal 1149N, lorsqu'il s'est approché du signal 1167N (point milliaire 116,8 à Greely). Le signal 1167N affichait une indication de marche à vue pour protéger le train de marchandises 301-230 (train 301) se dirigeant vers l'ouest qui s'était immobilisé sur la voie principale nord, son wagon de queue se trouvant à environ 439 pieds au-delà du signal et dans une courbe; le train 301 attendait de passer sur la voie sud.

L'équipe du train 805 a remarqué l'indication de marche à vue et, à peu près au même moment, le feu clignotant du signal de queue du train 301 est devenu visible. Le train 805 se situait à environ 523 pieds du signal, à 962 pieds de la queue du train 301, et circulait à une vitesse de 32,7 mi/h.

Le mécanicien de locomotive (ML) de l'équipe du train 805 s'est rendu compte que le train allait trop vite et a effectué immédiatement un serrage d'urgence des freins du train, tout en serrant à fond le frein rhéostatique. Malgré ces efforts, la distance était insuffisante pour arrêter le train à temps et éviter une collision, étant donné qu'à ce moment-là, la distance d'arrêt d'urgence théorique du train 805 était, selon les calculs du BST, d'environ 1426 pieds, soit 464 pieds au-delà de la queue du train 301. Le train 805 avait ralenti à environ 22,3 mi/h lorsqu'il a heurté le wagon de queue du train 301.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

Le train 805 a dépassé une indication de marche à vue à 30,4 mi/h et a heurté la queue du train 301 stationnaire à environ 22 mi/h.

Avant de franchir l'indication de marche à vue, l'équipe du train 805 était assujettie à une indication de vitesse normale à arrêt, mais elle n'était pas prête à s'arrêter au signal de

marche à vue. L'équipe n'était également pas prête à s'arrêter en deçà de la moitié de la distance de visibilité du matériel situé juste au-delà du signal de marche à vue.

Lorsque le serrage d'urgence des freins du train 805 a été effectué, la distance était insuffisante pour que le train s'arrête avant de heurter la queue du train 301.

2.2 Gravité du déraillement

L'impact de la collision a entraîné le déraillement des 4 locomotives en tête du train 805 et de 4 wagons du train 301. De plus, environ 17 500 litres de carburant diesel se sont échappés des locomotives déraillées et 400 tonnes de céréales se sont déversées. Deux membres d'équipe ont été transportés à l'hôpital, dont 1 était grièvement blessé.

Plusieurs facteurs ont contribué à la gravité du déraillement :

- Aux environs du point milliaire 116,0 (à environ 0,75 mille du signal 1167N), alors que le train circulait à 29,3 mi/h, le ML a relâché les freins du train, qui avaient été serrés à la suite de réductions de la conduite générale totalisant 10 lb/po². Environ 0,2 mille et 30 secondes plus tard, la vitesse est passée à 30,4 mi/h et le ML a resserré les freins en effectuant une réduction de 10 lb/po² de la pression dans la conduite générale; toutefois, la vitesse du train a continué d'augmenter graduellement. La pratique courante en vigueur dans l'industrie exige que tout serrage subséquent des freins alors que le circuit de freins à air n'est pas encore complètement rechargé à la suite du desserrage de freins précédent s'accompagne d'une réduction de la pression dans la conduite générale beaucoup plus importante que lors du serrage précédent, l'objectif étant de garantir le serrage des freins. Par conséquent, le train accélérât à un moment critique où sa vitesse devait être réduite pour respecter les exigences de la l'indication de marche à vue suivante. La vitesse d'impact a donc été supérieure à ce qu'elle aurait été si les freins à air n'avaient pas été desserrés et resserrés à l'approche du signal 1167N.
- Au moment de la collision, le train 301 était stationnaire et ses freins à air étaient serrés. Même si le serrage des freins était normal dans les circonstances et sans rapport avec cet événement, il a néanmoins empêché les wagons de queue du train 301 de se déplacer librement au moment de l'impact.

2.3 Attention partagée de l'équipe du train 805 à l'approche du signal 1149N

Alors que le train 805 s'approchait du signal 1149N, l'équipe a reçu du contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) un appel indiquant qu'un détecteur de température des roues (WTD) avait détecté des wagons aux roues froides (c.-à-d. des freins inefficaces) sur le train.

Le chef de train a commencé à écrire les numéros des wagons, et il y a eu plusieurs échanges entre lui et le CCF pour répéter et clarifier certains d'entre eux. Il était encore en train de noter les numéros des wagons lorsque le train s'est approché du signal 1149N et l'a franchi, et il a manqué le signal.

Le ML actionnait les commandes de la locomotive tout en écoutant la conversation entre le chef de train et le CCF, ce qui a partagé son attention. La mention du wagon DTTX 767871, tout particulièrement, a attiré son attention parce qu'il savait que les wagons portant la marque DTTX sont des wagons intermodaux et qu'ils ne pouvaient donc pas se trouver sur le train 805, qui était un train-bloc de charbon. Ces renseignements contradictoires ont détourné son attention vers les détails de la feuille de train, ce qui l'a incité à consulter la feuille de train à plusieurs reprises pour aider le chef de train. Même si le ML surveillait la voie devant lui et avait vu l'indication de vitesse normale à arrêt au signal 1149N, il a repris sa lecture de la feuille de train.

L'équipe a continué à discuter des renseignements sur les roues froides après l'appel du CCF, et leur attention est restée fixée sur ces renseignements.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

Alors qu'elle s'approchait de l'indication de vitesse normale à arrêt, l'équipe du train 805 a reçu du CCF un appel lui fournissant des renseignements exacts et des renseignements erronés sur les roues froides de son train; l'appel a fait en sorte que l'attention de l'équipe était partagée et a détourné son attention du signal suivant.

2.4 **Modèle mental de l'indication au signal 1167N**

Après avoir franchi le signal 1149N, le train 805 circulait selon une indication de vitesse normale à arrêt. Selon le *Livre des règles pour employés du T&L* du CPKC, un train de marchandises circulant selon une indication de vitesse normale à arrêt doit réduire sa vitesse à 30 mi/h ou moins et être prêt à s'arrêter au signal suivant.

Des communications efficaces sont essentielles pour qu'une équipe établisse une conscience situationnelle commune. Conformément à la règle 34 du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REF) et au *Livre des règles pour employés du T&L* du CPKC, les membres d'équipe qui sont à portée de voix les uns des autres doivent se communiquer clairement le nom de chaque signal fixe qu'ils sont tenus d'annoncer.

Le chef de train communiquait avec le CCF et n'a pas vu le signal; selon son modèle mental, le train circulait toujours selon l'indication de vitesse normale affichée au signal précédent (1131N).

Le ML a vu l'indication de vitesse normale à arrêt au signal 1149N mais, ne voulant pas interrompre la conversation entre le chef de train et le CCF, il a reporté l'annonce de l'indication de vitesse normale à arrêt lorsqu'il l'a vue et ne l'a pas diffusée à la radio.

La communication des indications des signaux permet à la fois de reconnaître et de confirmer à l'équipe tout changement d'état des signaux et permet de renforcer dans la mémoire une action qui devra être exécutée dans l'avenir (mémoire prospective).

Une fois la conversation entre le chef de train et le CCF conclue, les actions de conduite du train posées par le ML donnent à penser que, dans son esprit (son modèle mental), il était

toujours en présence d'une indication de vitesse normale au moment de desserrer les freins du train.

Par conséquent, aucun des membres de l'équipe n'a anticipé l'indication de marche à vue au signal 1167N, laquelle exigeait, entre autres, que le train soit capable de s'arrêter en deçà de la moitié de la distance de visibilité du matériel roulant et qu'il ne dépasse en aucun cas une vitesse de 15 mi/h.

Lorsque l'indication de marche à vue est devenue visible, le train circulait à environ 32,7 mi/h. En raison de la ligne de visibilité relativement courte (environ 0,1 mille) jusqu'au signal 1167N, et vu la vitesse du train, il n'a pas été possible d'immobiliser le train à l'intérieur de la distance disponible pour éviter la collision avec la queue du train 301.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

L'équipe du train 805 s'est formé un modèle mental inexact, selon lequel elle circulait toujours selon l'indication précédente de vitesse normale plutôt que selon l'indication de vitesse normale à arrêt. Par conséquent, elle n'était pas prête à immobiliser le train lorsque la queue du train 301 est devenue visible.

2.5 Communication de renseignements non urgents

Le rapport sur les roues froides que le CCF a reçu du WTD au point milliaire 104,8 ne plaçait pas le train 805 en deçà des exigences minimales relatives aux freins en état de service; par conséquent, les renseignements sur les roues froides n'auraient pas pu influencer l'exploitation immédiate du train. Toutefois, le CCF n'en était pas au courant; il savait plutôt que le chef de train aurait besoin des renseignements sur les roues froides pour déterminer si le train répondait toujours aux exigences minimales relatives aux freins en état de service. Il a donc appelé l'équipe de train par radio. En outre, l'équipe au départ de Revelstoke aurait eu besoin de ces renseignements pour déterminer si le train respectait les conditions d'une exemption accordée au CPKC par Transports Canada pour les trains de charbon qui stipule qu'un train en direction ouest ne peut pas partir de Revelstoke avec moins de 95 % de ses freins en état de service.

Les instructions du CPKC concernant les roues froides détectées par les WTD dans la subdivision de Mountain exigent que les CCF communiquent les renseignements sur les roues froides aux équipes de train. Toutefois, les instructions ne précisent pas quand et comment les CCF doivent transmettre ces renseignements.

Ni les instructions du REF ni celles du CPKC ne donnent de directives sur le moment où il faut communiquer les renseignements sur les roues froides aux équipes de train. Plus précisément, elles ne stipulent pas non plus que la communication de ces renseignements peut être reportée à un moment où l'équipe ne se livre pas à des tâches critiques dans la conduite du train.

Les CCF ne connaissent pas la position exacte des trains à l'intérieur d'un canton, ni leur proximité par rapport aux signaux. Au moment de l'événement à l'étude, le CCF ne savait

pas qu'il faisait un appel à un moment inopportun pour l'équipe de train. Il incombait donc à l'équipe d'informer le CCF qu'elle devait se concentrer sur des tâches plus urgentes.

Toutefois, vu l'autorité perçue des CCF, il est peu probable que les équipes diffèrent de tels appels, à moins qu'un danger imminent ne soit manifeste. D'autres facteurs ont également fait en sorte que l'équipe était moins encline à le faire : l'équipe savait que, si elle ne prenait pas l'appel du CCF tout de suite, elle pouvait attendre longtemps avant que le CCF soit de nouveau disponible; elle était également au courant que le changement de quart du CCF approchait, une période qui est particulièrement occupée pour les CCF.

En temps normal, les CCF transmettent ces renseignements dès leur réception, ce que le CCF a fait dans l'événement à l'étude. Toutefois, l'appel du CCF a détourné l'attention de l'équipe de tâches critiques de commande du train à un moment et à un lieu où une mesure décisive s'imposait. Étant donné que les ressources attentionnelles sont limitées, l'attention portée à des renseignements non urgents à un moment inopportun devient une source de distraction. Ces sources de distraction peuvent rivaliser avec d'autres tâches, ce qui entraîne souvent une baisse de performance et peut conduire à un accident.

Depuis 2005, le BST a formulé 16 faits établis liés aux distractions ou à l'attention partagée des employés des chemins de fer dans 13 rapports d'enquête.

Fait établi quant aux risques

Si l'attention des employés des chemins de fer est détournée de l'exploitation du train à des moments où leur concentration est nécessaire pour assurer la sécurité, leur performance peut en subir des effets négatifs, augmentant ainsi le risque d'accident.

2.6 Moyens de défense physiques à sécurité intrinsèque afin que les indications de signal soient systématiquement reconnues et respectées

La méthode de commande centralisée de la circulation (CCC) pour la commande des trains est utilisée au Canada depuis de nombreuses décennies. Bien que des circuits de signalisation plus récents aient été intégrés au système de CCC au fil des ans, la sécurité des opérations ferroviaires en CCC repose sur des moyens de défense administratifs. Autrement dit, les équipes de train observent les indications de signaux sur le terrain, les identifient avec précision et satisfont avec succès l'exigence administrative associée à l'indication de signal précisée dans le REF. Les moyens de défense administratifs, s'ils ne sont pas accompagnés de moyens de défense physiques à sécurité intrinsèque, entraînent une dépendance excessive vis-à-vis le respect par les employés de règles et de procédures; celles-ci ne tiennent pas compte du fait que l'erreur fait partie du comportement humain normal.

Pour aider les équipes à prévenir les distractions lorsque leur attention et concentration sont de la plus haute importance, VIA Rail Canada Inc. (VIA) et la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada (CN) ont mis en place un moyen de défense administratif supplémentaire, soit la zone de vigilance absolue (ZVA). Lorsque ces zones sont en vigueur, les équipes qui se trouvent dans la cabine d'une locomotive de commande doivent cesser

toute communication et toute autre tâche sans rapport avec l'exploitation immédiate du train. Si elles sont jointes par un autre employé, comme un CCF, au sujet d'une question sans rapport avec la sécurité de leur mouvement, elles doivent répondre en indiquant qu'elles se trouvent dans une ZVA et dire à l'autre employé d'attendre.

Le CPKC n'a pas mis en œuvre d'instructions similaires à la ZVA de VIA ou du CN. Au lieu de cela, la compagnie s'appuie strictement sur le respect de son *Livre des règles pour employés du T&L* et de son programme de formation. Toutefois, ce livre de règles ne mentionne pas le terme « restez à l'écoute » et ne fournit pas non plus de directives sur le report des communications radio non urgentes lorsque les membres de l'équipe se livrent à des tâches critiques pour la sécurité qui exigent toute leur attention. De même, le REF ne contient pas d'instructions ou d'exemples qui précisent quand le terme « restez à l'écoute » doit être employé.

Les moyens de défense administratifs ne se sont pas révélés pleinement efficaces pour garantir que les indications de signal sont systématiquement reconnues et respectées, et l'enjeu du non-respect des indications de signal figure sur la Liste de surveillance du BST depuis 2012. Bien que l'introduction de moyens de défense administratifs supplémentaires, tels que la ZVA, puisse renforcer les autres moyens de défense administratifs, ils peuvent échouer malgré tout et ils nécessitent que les membres de l'équipe reconnaissent qu'ils se trouvent dans une ZVA. Depuis 1995, le BST souligne dans ses rapports d'enquête l'absence de moyens de défense physiques à sécurité intrinsèque pouvant ralentir ou arrêter un train lorsqu'il circule en territoire CCC, de même que l'absence d'un système d'avertissement passif pouvant alerter une équipe lorsqu'elle s'approche de ses limites d'autorisation.

Des moyens de défense physiques à sécurité intrinsèque, sous la forme d'un système de commande intégrale des trains (PTC), ont été mis en œuvre sur l'ensemble des 57 536 milles de voies ferrées de marchandises et de passagers, soit environ 41 % des près de 140 000 milles de parcours du réseau ferroviaire américain depuis le 31 décembre 2020. La PTC est conçue de manière à agir automatiquement pour ralentir ou arrêter un train si une équipe d'exploitation ne réagit pas correctement à un signal affiché sur le terrain. En février 2022, Transports Canada a publié un avis d'intention indiquant qu'il entendait exiger que les corridors les plus à risque du Canada soient dotés d'un système de protection automatique des trains à sécurité intrinsèque (appelé commande des trains améliorée, ou CTA) d'ici 2030. Dans sa réponse à la recommandation R22-04 de décembre 2024, TC a indiqué continuer à collaborer avec l'industrie et d'autres intervenants pour progresser dans l'élaboration de sa méthode d'évaluation des risques dans les corridors qui orientera la mise en œuvre de la CTA. TC prévoit aussi rédiger un règlement en 2025 et publier dans la Partie I de la *Gazette du Canada* en 2026. Cependant, les détails concernant les itinéraires particuliers qui nécessiteraient une CTA et quelle serait la forme finale de la CTA n'ont pas été déterminés. Aucune mesure provisoire visant à mettre en place des moyens de défense physiques supplémentaires n'a été mise en œuvre face au risque actuel.

Fait établi quant aux risques

En raison de l'absence soutenue de moyens de défense physiques de commande des trains à sécurité intégrée, et en l'absence de mesures provisoires efficaces pour assurer le succès des moyens de défense administratifs, il existe un risque soutenu de collisions et de déraillements en territoire signalisé au Canada.

3.0 FAITS ÉTABLIS

3.1 Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

Il s'agit des conditions, actes ou lacunes de sécurité qui ont causé l'événement ou y ont contribué.

1. Le train 805 a dépassé une indication de marche à vue à 30,4 mi/h et a heurté la queue du train 301 stationnaire à environ 22 mi/h.
2. Avant de franchir l'indication de marche à vue, l'équipe du train 805 était assujettie à une indication de vitesse normale à arrêt, mais elle n'était pas prête à s'arrêter au signal de marche à vue. L'équipe n'était également pas prête à s'arrêter en deçà de la moitié de la distance de visibilité du matériel situé juste au-delà du signal de marche à vue.
3. Lorsque le serrage d'urgence des freins du train 805 a été effectué, la distance était insuffisante pour que le train s'arrête avant de heurter la queue du train 301.
4. Alors qu'elle s'approchait de l'indication de vitesse normale à arrêt, l'équipe du train 805 a reçu du CCF un appel lui fournissant des renseignements exacts et des renseignements erronés sur les roues froides de son train; l'appel a fait en sorte que l'attention de l'équipe était partagée et a détourné son attention du signal suivant.
5. L'équipe du train 805 s'est formé un modèle mental inexact, selon lequel elle circulait toujours selon l'indication précédente de vitesse normale plutôt que selon l'indication de vitesse normale à arrêt. Par conséquent, elle n'était pas prête à immobiliser le train lorsque la queue du train 301 est devenue visible.

3.2 Faits établis quant aux risques

Il s'agit des conditions, des actes dangereux, ou des lacunes de sécurité qui n'ont pas été un facteur dans cet événement, mais qui pourraient avoir des conséquences néfastes lors de futurs événements.

1. Si l'attention des employés des chemins de fer est détournée de l'exploitation du train à des moments où leur concentration est nécessaire pour assurer la sécurité, leur performance peut en subir des effets négatifs, augmentant ainsi le risque d'accident.
2. En raison de l'absence soutenue de moyens de défense physiques de commande des trains à sécurité intégrée, et en l'absence de mesures provisoires efficaces pour assurer le succès des moyens de défense administratifs, il existe un risque soutenu de collisions et de déraillements en territoire signalisé au Canada.

3.3 **Autres faits établis**

Ces éléments pourraient permettre d'améliorer la sécurité, de régler une controverse ou de fournir un point de données pour de futures études sur la sécurité.

1. Les renseignements sur les roues froides transmis aux contrôleurs de la circulation ferroviaire à partir des détecteurs de température de roues dans la subdivision de Mountain peuvent contenir des erreurs lorsque 2 trains franchissent le même détecteur de température de roues à quelques minutes d'intervalle sur des voies adjacentes.

4.0 MESURES DE SÉCURITÉ

4.1 Mesures de sécurité prises

4.1.1 Bureau de la sécurité des transports du Canada

4.1.1.1 Avis de sécurité du transport ferroviaire 01/24

Le 27 février 2024, à la suite de cet événement et d'autres collisions récentes de trains circulant selon en vertu de signaux de marche à vue en territoire de commande centralisée de la circulation⁵³, le BST a envoyé à Transports Canada (TC) l'Avis sur la sécurité du transport ferroviaire 01/24. Le BST a suggéré que TC travaille avec l'industrie ferroviaire, en priorité, pour remédier aux limites des moyens de défense administratifs existants afin de réduire la probabilité de collisions lorsque les trains circulent en vertu de signaux de marche à vue en territoire de commande centralisée de la circulation ainsi que de réduire les risques auxquels sont exposés les équipes de trains et le public voyageur.

Le 14 mai 2024, TC a répondu qu'il a effectué des inspections de conformité sans tarder après avoir été informé de chacun des événements. TC a indiqué que, dans chaque cas, une infraction à la règle 436 du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* avait été relevée, et des lettres de non-conformité ont été émises.

4.1.1.2 Avis de sécurité du transport ferroviaire 02/24

Le 15 avril 2024, à la suite de cette collision avec la queue d'un train, le BST a envoyé l'Avis sur la sécurité du transport ferroviaire 02/24 au CPKC. L'avis indiquait que l'attention de l'équipe avait été détournée des tâches essentielles de commande du train à un moment et à un lieu où une mesure décisive s'imposait pour réduire la vitesse du train à l'approche du signal suivant. L'avis précisait également qu'en l'absence de moyens de défense physiques supplémentaires pour prévenir les collisions lorsqu'une indication de signal est mal interprétée ou mal respectée, ou lorsque la réaction de l'équipe est insuffisante pour assurer la sécurité, le CPKC voudrait peut-être revoir ses procédures pour garantir que :

- les communications non urgentes avec les équipes de train sont réduites au minimum pendant les périodes où l'attention et la concentration sur les tâches critiques sont absolument nécessaires;
- les équipes de train ne sont pas contraintes d'exécuter des tâches non urgentes lorsqu'elles s'approchent de points de restriction.

Le 17 juin 2024, le CPKC a répondu qu'il avait pris en considération les différences dans les actions et l'attention de chaque employé. Le CPKC a indiqué qu'au cours de leur formation, les employés apprennent les exigences en matière de communication qui s'appliquent durant la conduite d'un train, de même que la responsabilité de tous les employés de se

⁵³ Enquêtes R23T0205 et R23V0137 du BST.

conformer à toutes les règles d'exploitation et de sécurité. Le CPKC croit aussi que [traduction] « les équipes de train sont en mesure de réduire au minimum les distractions et d'interrompre; de reporter et de cesser les communications non urgentes lorsque l'attention et la concentration sur les tâches critiques sont absolument nécessaires, et elles sont formées en conséquence ».

4.1.2 CPKC

Après l'événement, le CPKC a pris les mesures de sécurité suivantes :

- En février 2024, la compagnie a ajouté un module sur la conscience situationnelle à la formation de chef de train. Le module mise sur les concepts de la gestion des ressources en équipe et est conçu pour les besoins particuliers de l'industrie ferroviaire. La formation rappelle avec insistance aux employés qu'il incombe à chaque membre d'équipe d'établir et de conserver une conscience situationnelle afin que leur environnement de travail soit sécuritaire.
- Le 8 mars 2024, CPKC a installé un logiciel qui fournit un message au personnel de soutien mécanique lorsqu'un rapport provenant d'un détecteur de température des roues (WTD) dans la subdivision de Mountain comprend un wagon qui ne serait pas sur un train-bloc assujetti à l'inspection par WTD.
- Le 21 mars 2024, le personnel de soutien mécanique a commencé à créer une liste maîtresse pour vérifier si les numéros de wagon relevés dans les rapports de wagons aux roues froides sont exacts dans le cas des trains-blocs assujettis aux exemptions accordées par TC pour les trains transportant du charbon, du soufre, de la potasse et des céréales.
- Le 17 mai 2024, la compagnie a créé un aide-mémoire à l'intention du personnel de soutien mécanique, renfermant des instructions à suivre pour vérifier si les wagons aux roues froides énumérés dans les rapports de WTD correspondent à la bonne série. Si le rapport contient un numéro de wagon erroné d'un autre train, le numéro de wagon ne doit pas être communiqué à l'équipe du train-bloc concernée par le rapport. Ce processus permet de réduire le temps qu'il faut à une équipe de train pour obtenir des renseignements précis sur les wagons aux roues froides.
- En octobre 2024, la compagnie a ajouté un module sur le respect des indications de signal à son programme de formation. Le module souligne l'importance de reconnaître et de respecter les signaux. Il traite de la nécessité de reconnaître formellement les signaux et de vérifier si une indication de signal annoncée est correcte avant de la répéter. Le module fournit également des directives pour éviter les distractions, comme cesser toute conversation, maintenir le regard vers l'avant et ne pas s'adonner à des activités non urgentes pendant des tâches critiques.
- Du 16 septembre au 16 octobre 2024, la compagnie a mené une campagne éclair pour s'assurer que tous les employés des trains et locomotives ont regardé une nouvelle vidéo intitulée *Respect the Signal* (« Respectez le signal ») et qu'ils ont

discuté de son contenu. La vidéo de 5 minutes montre ce qui peut arriver si des employés perdent leur conscience situationnelle et qu'ils ne parviennent pas à respecter les signaux.

Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 12 mars 2025. Le rapport a été officiellement publié le 31 mars 2025.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports du Canada (www.bst.gc.ca) pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également la Liste de surveillance, qui énumère les principaux enjeux de sécurité auxquels il faut remédier pour rendre le système de transport canadien encore plus sécuritaire. Dans chaque cas, le BST a constaté que les mesures prises à ce jour sont inadéquates, et que le secteur et les organismes de réglementation doivent adopter d'autres mesures concrètes pour éliminer ces risques.

ANNEXES

Annexe A – Déroulement des événements

Le tableau A1 résume les événements à partir de l'examen des renseignements disponibles, y compris les données tirées du consignateur d'événements de locomotive, les données de l'enregistreur audio-vidéo de locomotive, les enregistrements des caméras vidéo orientées vers l'avant, les communications radio consignées, les entrevues et les registres des signaux.

Sauf indication contraire, les événements et les actions se rapportent au train 805 et son équipe.

Tableau A1. Déroulement des événements

Heure	Point milliaire	Événement
21 h 50 min 52 s	112,75	Le chef de train a diffusé par radio une indication de vitesse normale à l'approche de Greely (il voulait dire Twin Butte) sur la voie nord (signal 1131N).
21 h 51 min 12 s	112,92	La tête du train a franchi le signal 1131N, qui affichait une indication de vitesse normale.
21 h 53 min 23 s	114,05	Le contrôleur de la circulation ferroviaire (CCF) a communiqué avec l'équipe du train pour discuter d'un rapport de roues froides. Le chef de train a commencé à prendre en note les numéros de wagon.
21 h 53 min 53 s	114,33	Le mécanicien (ML) a effectué un serrage minimal des freins à air (réduction de 7 lb/po ² de la pression dans la conduite générale).
21 h 54 min 01 s	114,41	Le phare avant du train 100-16 se dirigeant vers l'est est devenu visible sur la voie sud.
21 h 54 min 05 s	114,45	Le ML a consulté la feuille de train sur son bureau.
21 h 54 min 09 s	114,49	Le ML a éteint le phare pour le train de sens contraire se dirigeant vers l'est.
21 h 54 min 14 s	114,54	Le ML a consulté la feuille de train sur son bureau.
21 h 54 min 19 s	114,59	Le ML a allumé 2 fois la lumière de lecture au plafond au passage du train 100-16.
21 h 54 min 22 s	114,62	Le ML a allumé le phare avant à pleine puissance.
21 h 54 min 24 s	114,64	Le signal 1149N est devenu visible après que le train eut traversé une courbe à gauche.
21 h 54 min 43 s	114,83	La locomotive de tête, qui circulait à 36,6 mi/h, a franchi le signal 1149N, qui affichait une indication de vitesse normale à arrêt.
21 h 54 min 49 s	114,89	Le ML a décroché le combiné radio.
21 h 54 min 53 s	114,93	Le ML a effectué une autre réduction de 2 lb/po ² de la pression dans la conduite générale.
21 h 54 min 58 s	114,98	Le ML a consulté la feuille de train sur son bureau.
21 h 55 min 06 s	115,07	Le ML a consulté la feuille de train sur son bureau.
21 h 55 min 14 s	115,15	Le ML a consulté la feuille de train sur son bureau.
21 h 56 min 00 s	115,59	Le CCF a déclaré au chef de train que tous les numéros de wagon notés étaient exacts.

Heure	Point milliaire	Événement
21 h 56 min 02 s	115,61	Le ML a regardé sa montre-bracelet afin de confirmer l'heure indiquée par le CCF pour les membres de l'équipe de relève qui étaient en service à 23 h 30.
21 h 56 min 14 s	115,71	Le chef de train a terminé sa conversation avec le CCF.
21 h 56 min 15 s	115,72	La queue du train 100-16 est passée.
21 h 56 min 16 s	115,73	Le chef de train a rangé son combiné radio et a levé les yeux.
21 h 56 min 21 s	115,77	Le ML a questionné le CCF par rapport au numéro de wagon DTTX par radio.
21 h 56 min 22 s	115,78	Le ML a abaissé son combiné radio et l'a posé sur le bureau.
21 h 56 min 26 s	115,82	Le ML a déclaré au chef de train que le CCF avait déjà mis fin à l'appel radio.
21 h 56 min 27 s	115,83	Le ML a remis son combiné radio sur son support et a entamé une conversation avec le chef de train au sujet de l'appel du CCF.
21 h 56 min 37 s	115,91	Le ML a dit au chef de train que le wagon DTTX n'était pas sur le train.
21 h 56 min 44 s	115,97	Le ML a desserré les freins à air; la vitesse du train était de 29,3 mi/h.
21 h 57 min 17 s	116,23	Le ML a amorcé une réduction de 10 lb/po ² de la pression dans la conduite générale pour contrôler la vitesse : la vitesse du train était de 30,4 mi/h.
21 h 57 min 52 s	116,55	Le signal 1167N est devenu visible dans la courbe et le chef de train a annoncé l'indication de marche à vue; la vitesse du train était de 32,7 mi/h.
21 h 57 min 53 s	116,55	Le feu clignotant du signal de queue du dernier wagon du train 301 est devenu visible.
21 h 57 min 55 s	116,57	Alors que le train circulait à 32,7 mi/h, le ML a serré d'urgence les freins du train et a serré à fond le frein rhéostatique; le train se trouvait à 379 pieds de l'indication de marche à vue à Greely.
21 h 58 min 03 s	116,64	La locomotive de tête, qui circulait à 30,4 mi/h, a franchi le signal 1167N, qui affichait une indication de marche à vue.
21 h 58 min 14 s	116,73	Alors qu'elle circulait à 22,3 mi/h, la locomotive de tête est entrée en collision avec le wagon de queue du train 301; le train a parcouru environ 818 pieds après un serrage d'urgence des freins.
21 h 58 min 23 s	116,76	La locomotive de tête s'est immobilisée.
22 h 22 min 55 s	S.O.	Le service de police local a dépêché une ambulance sur les lieux pour intervenir à la suite de la collision. Le service local d'incendie a été informé de la situation.
23 h 02 min	S.O.	L'ambulance a reçu une mise à jour selon laquelle il y avait 1 patient.
00 h 50 min	S.O.	Le véhicule rail-route transportant le chef de train a atteint l'ambulance.
01 h 00 min	S.O.	Les ambulanciers ont évalué et soigné le chef de train dans l'ambulance.
01 h 43 min	S.O.	L'ambulance transportant le chef de train à bord est arrivée à l'hôpital de Revelstoke.