



RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE

R03T0047



COLLISION DANS UN TRIAGE

METTANT EN CAUSE LE WAGON-CITERNE PROX 77811
EXPLOITÉ PAR LE CANADIEN NATIONAL
AU POINT MILLIAIRE 25,0 DE LA SUBDIVISION YORK
À TORONTO (ONTARIO)
LE 22 JANVIER 2003

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

Rapport d'enquête ferroviaire

Collision dans un triage

mettant en cause le wagon-citerne PROX 77811
exploité par le Canadien National
au point milliaire 25,0 de la subdivision York
à Toronto (Ontario)
le 22 janvier 2003

Rapport numéro R03T0047

Sommaire

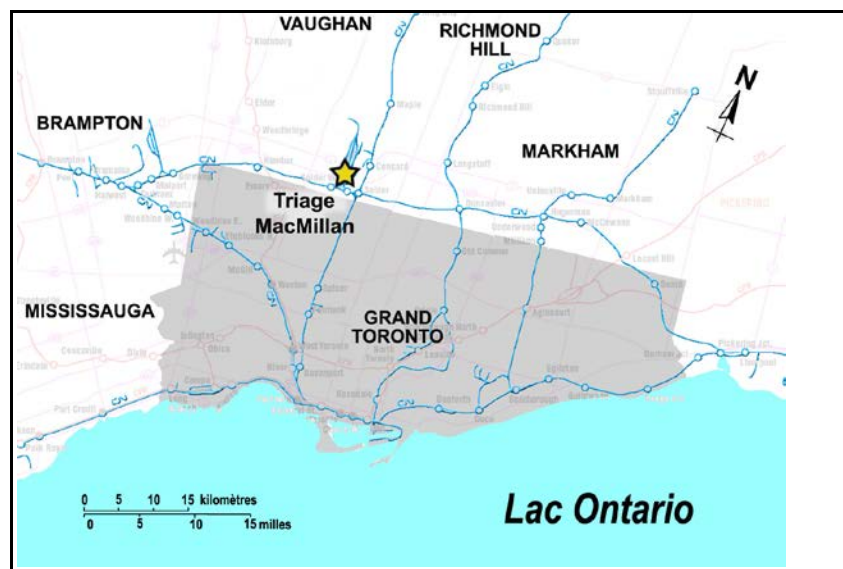
Le 4 février 2003, vers 18 h 30, heure normale de l'Est, des inspecteurs ferroviaires qui procédaient à l'inspection d'un train à l'arrivée ont remarqué que le wagon-citerne PROX 77811, contenant des résidus d'huile à diesel (ONU 1202), montrait une saturation de produit sur la paroi de la citerne et le bogie du bout A. Le produit semblait fuir par une large fissure dans la paroi de la citerne. Personne n'a été blessé. Une quantité de 630 litres de mazout s'est déversée.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Le 18 janvier 2003, le wagon PROX 77811, un wagon-citerne de classe 111A60W-1 construit en 1969, est échangé du réseau de l'Ontario Northland Railway à celui du Canadien National (CN) à Cochrane (Ontario). Le wagon-citerne arrive le 19 janvier 2003 au triage MacMillan (voir la figure 1), à Toronto (Ontario). Pendant l'inspection autorisée du wagon à l'arrivée, on détecte un défaut de la table de roulement, de sorte que le wagon-citerne est déclaré comme étant réformé. En cours de route vers l'atelier de réparation, le wagon-citerne passe sur la butte de triage double (voir la figure 2). Au moment du passage du wagon sur la balance, on détermine qu'il contient 1240 livres (environ 630 litres) d'huile à diesel (ONU 1202). Comme ce wagon-citerne est affecté au transport d'un produit réglementé, on lui appose une plaque-étiquette. Le mouvement des wagons portant une plaque-étiquette doit se faire conformément au *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses*.

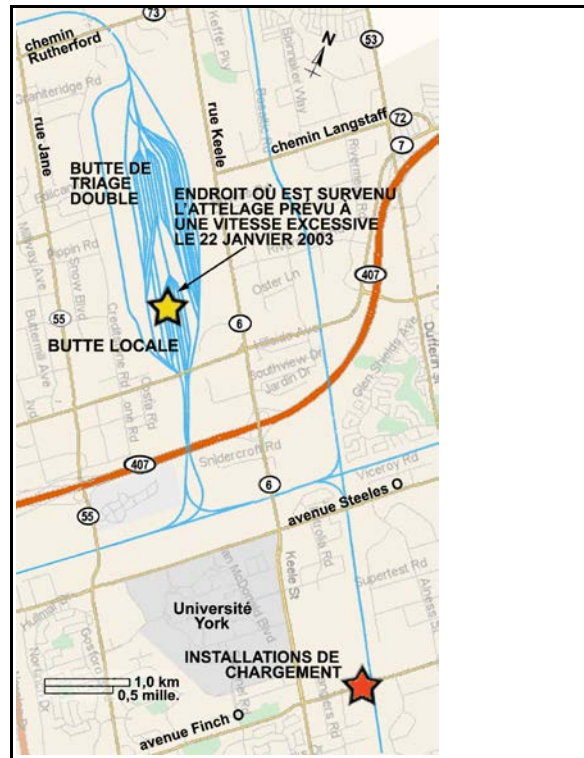
Pendant le remplacement des roues et l'inspection mécanique ultérieure, le 20 janvier 2003, on n'observe pas de dommages ni de fuites sur le wagon-citerne. Après avoir quitté l'atelier de réparation, le wagon-citerne passe à la butte¹ quatre autre fois; lors du dernier passage, le wagon passe par la butte locale et fait partie d'une rame de deux wagons, le wagon-citerne PROX 46132 étant derrière lui. Les wagons sont poussés vers la voie L3 à une vitesse d'attelage prévue de 13,5 mi/h (21,7 km/h). Le wagon-citerne est ensuite placé dans un train. Au cours de l'inspection autorisée du wagon, le train fait l'objet d'un essai de freins n° 1, lequel ne révèle aucune anomalie. Le train quitte le triage MacMillan le 22 janvier 2003 à 13 h 25, heure normale de l'Est². Peu après, le train laisse le wagon PROX 77811 sur une voie d'évitement située à environ 1,5 mille du triage.



¹ Certains faisceaux de triage ont un coteau artificiel, appelé « butte », sur lequel on fait passer le matériel roulant pour ensuite le laisser rouler, par gravité, vers des voies désignées (source : traduction de la définition figurant dans le *Dictionary of Railway Track Terms*, Christopher F. Schulte, 1990).

² Toutes les heures sont exprimées en heure normale de l'Est (temps universel coordonné moins cinq heures).

Le 4 février 2003, on fait rouler le wagon-citerne jusqu'à des installations de chargement de carburant situées à quelque 2,5 milles plus au sud (voir la figure 2). Après avoir chargé le wagon-citerne d'environ 3200 litres de carburant diesel, on constate que le produit s'échappe près de la longrine, au bout A du wagon. On interrompt le chargement et on recueille le produit sur place à l'aide d'un système de récupération. On utilise une pompe pour vider le wagon-citerne du reste de produit. Le propriétaire du wagon, la Procor LP, est avisé du défaut. Après avoir marqué le wagon-citerne pour indiquer le défaut qui l'affecte, l'expéditeur remet le wagon-citerne au CN pour qu'il le dirige vers les installations de réparation de la Procor, à Sarnia (Ontario).



Bien qu'il soit obligatoire d'obtenir l'approbation de Transports Canada pour le transport de wagons affectés par des dommages de ce genre, l'expéditeur n'a pas signalé l'avarie à Transports Canada, et n'a pas non plus donné au CN des instructions spéciales quant à la circulation du wagon PROX 77811. Par le passé, l'expéditeur n'a jamais dû composer avec une telle situation, à savoir des dommages à la paroi d'une citerne qui affectent l'intégrité de la structure d'un wagon-citerne.

Le wagon PROX 77811 revient au triage MacMillan à 18 h 30, le 4 février 2003. Au cours de l'inspection autorisée du wagon à l'arrivée, on observe une fuite de produit sur le côté du wagon. On isole alors le wagon-citerne et on signale une fuite de marchandises dangereuses à 19 h 39 le même jour.

Dommmages causés au wagon-citerne PROX 77811

L'examen qu'on a fait du wagon-citerne après l'incident a permis de découvrir une fissure de 20 pouces dans la paroi de la citerne au bout A du wagon, près de la longrine tronquée (voir la photo 1). De plus, on a trouvé de nombreux dispositifs de sécurité brisés au bout A.



On a découpé une portion de la paroi de la citerne qui comprenait la fissure, et on l'a envoyée pour analyse au Laboratoire technique du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST). L'examen de la pièce (rapport LP 048/2003) a permis de découvrir dans la paroi de la citerne une fissure préexistante qui était présente depuis longtemps et qui remontait vraisemblablement au soudage des pièces. Au cours de sa durée de vie utile, le wagon-citerne avait été soumis à des charges de service normales, sans montrer aucune signe de défaillance.

Opérations de triage à butte au triage MacMillan

Le triage MacMillan est le centre du réseau du CN pour l'est, où les wagons sont triés et redistribués. Les trains à l'arrivée sont dirigés vers un faisceau de réception où l'on dételle les locomotives et inspecte les wagons.

Pendant le triage à butte, on extrait des blocs de wagons du faisceau de réception et on les pousse pour les faire passer sur une des deux buttes pour les séparer en fonction de leur destination. La butte de triage double compte deux voies qui permettent de former simultanément des trains devant rouler en direction est et des trains devant rouler en direction ouest. La butte de triage double distribue les wagons vers le faisceau de classement « C », lequel est constitué de 79 voies réparties en neuf groupes. Le triage MacMillan dispose aussi d'une butte locale qui distribue les wagons vers le faisceau de classement « L » comptant 54 voies réparties en six groupes. On

utilise la butte de triage double chaque fois que cela est possible, afin d'obtenir une productivité maximale. L'objectif de productivité établi pour le triage à butte du triage MacMillan est de 125 wagons à l'heure.

Le triage à butte est contrôlé grâce au système de contrôle de triage à butte, qui détermine l'acheminement des wagons dans le triage ainsi que leur vitesse pendant leur parcours vers la voie de classement désignée. Les wagons sont déplacés vers la butte par des locomotives télécommandées qui roulent à 1,75 mi/h quand elles déplacent des wagons désignés comme étant visés par des consignes particulières de circulation³, et jusqu'à 2,5 mi/h quand elles déplacent d'autres wagons. On dételle les wagons manuellement quand ces derniers passent sur la butte. Quand le wagon roule dans la pente, des détecteurs de roues recueillent des données qui permettront au système de contrôle de triage à butte de calculer le coefficient de roulement du wagon⁴. Puis, le wagon passe sur une balance, qui pèse chacun des wagons.

La figure 3 montre l'emplacement des différentes installations d'un triage à butte. Initialement, la vitesse du wagon est contrôlée par le frein de voie principal, lequel applique une pression de freinage sur les roues au moyen de quatre sections à fonctionnement hydraulique. La force de freinage est calculée en fonction du coefficient de roulement du wagon, de la vitesse et de la direction du vent, de la température, ainsi que du type et du poids du wagon. Après que le wagon a quitté le frein de voie principal, sa vitesse est mesurée par un radar et par des capteurs de roues. La vitesse est rajustée une fois de plus par le frein de voie secondaire. Une fois que le wagon a quitté le frein de voie secondaire, il est impossible de modifier sa vitesse avant qu'il atteigne le point où il est censé s'atteler à un autre matériel roulant.



Le système de contrôle de triage à butte ne peut pas vérifier la vitesse à laquelle l'attelage se fait, mais il calcule la vitesse d'attelage estimative à partir de la dernière vitesse mesurée et de la distance avant attelage. La distance avant attelage, qui peut être supérieure à un kilomètre, est la distance qu'un wagon doit parcourir sur la voie de classement avant de s'atteler à un autre wagon. On calcule la distance avant attelage en surveillant

³ Les wagons visés par des consignes particulières de circulation comprennent les wagons porte-automobiles et les wagons-citernes.

⁴ On calcule le coefficient de roulement en mesurant le temps qu'il faut à un wagon pour parcourir une distance donnée, comparativement à d'autre matériel roulant.

l'écart de fréquence d'un courant (circuit) électrique pendant que le wagon roule le long de la voie de classement. En établissant l'emplacement du wagon, et sachant la longueur de la voie ainsi que le nombre de wagons qui sont déjà arrêtés sur la voie, il est possible de déterminer la distance avant attelage. Toutefois, l'exactitude du calcul de la distance avant attelage peut varier lorsque certaines conditions, par exemple la contamination de la voie, altèrent la conductivité du rail.

Le système de contrôle de triage à butte est conçu pour tenir compte des situations particulières suivantes :

- Les wagons-citernes portant des plaques-étiquettes, dont la vitesse d'attelage devrait être de 4 mi/h.
- Si un wagon-citerne portant une plaque-étiquette est envoyé vers une voie de classement vide, la vitesse cible est réduite à 2,0 mi/h.
- Le triage à butte de rames de plusieurs wagons visés par des consignes particulières de circulation est interdit. Si des wagons visés par des consignes particulières de circulation sont inclus à une rame de plusieurs wagons, l'ordinateur du système de contrôle de triage à butte est censé immobiliser les wagons au frein de voie principal.
- La vitesse d'attelage des wagons non visés par des consignes particulières de circulation qui ont un coefficient de roulement faible peut être augmentée de 1,0 mi/h.
- Le système de contrôle de triage à butte essaie d'identifier les situations où la vitesse d'attelage pourrait être excessive. Le système de contrôle de triage à butte signale les situations où le wagon quitte le frein de voie principal à une vitesse qui excède de 2,0 mi/h la vitesse de sortie voulue (en supposant que toutes les sections du frein de voie fonctionnent), ou les situations où le wagon quitte le frein de voie secondaire à une vitesse qui excède de 2,0 mi/h la vitesse de sortie voulue. Si cela est possible, le système de contrôle de triage à butte achemine vers une voie libre les wagons dont la vitesse est excessive, de façon qu'ils perdent leur vitesse et finissent par s'immobiliser.

Le logiciel du système de contrôle de triage à butte a fait l'objet de nombreuses modifications depuis son installation en 1992. Lors d'une mise à niveau du logiciel, en août 2002, on a effacé par inadvertance un code qui servait à désigner les wagons-citernes vides et les wagons-citernes contenant des résidus comme étant des wagons visés par des consignes particulières de circulation. À la suite de l'effacement de ce code, les wagons-citernes vides et les wagons-citernes contenant des résidus ont été classés comme étant des wagons vides ordinaires et ils ont fait l'objet des mêmes consignes de triage à butte que ces derniers. La vitesse d'attelage de ces wagons-citernes a été fixée à 7 mi/h, alors qu'elle est de 6 mi/h pour les wagons-citernes vides et les wagons-citernes contenant des résidus qui font l'objet de consignes particulières de circulation.

Dossiers de triage à butte du wagon-citerne PROX 77811

Les dossiers du système de contrôle de triage à butte concernant le triage à butte du wagon-citerne PROX 77811 indiquaient les données suivantes :

- Les données sur le coefficient de roulement du wagon PROX 77811 pendant le triage à butte du 22 janvier 2003 avaient été recueillies pendant un triage à butte antérieur qui avait eu lieu le 20 janvier 2003.
- À 9 h 44 le 22 janvier 2003, le wagon PROX 77811 et le wagon PROX 46132 sont passés ensemble sur la butte double, formant une rame de deux wagons, et ont été dirigés vers la voie de classement C44. Le wagon PROX 77811 était à la tête du mouvement. Le système de contrôle de triage à butte avait classé ces deux wagons-citernes vides comme étant des wagons « légers ». La température ambiante était de -16,1 °C. Comme il y avait environ 10 longueurs de wagon avant le point d'attelage, la vitesse était de 8,7 mi/h. L'attelage des wagons s'est vraisemblablement fait à une vitesse proche de la dernière vitesse mesurée.
- À 11 h 32 le 22 janvier 2003, le wagon PROX 77811 et le wagon PROX 46132 sont passés ensemble sur la butte locale, formant une rame de deux wagons, et ont été dirigés vers la voie de classement L3. Le wagon PROX 77811 était à la tête du mouvement. La vitesse d'entrée dans le frein de voie principal était de 12,7 mi/h. La vitesse de sortie désirée au frein de voie principal a été réglée à 19,63 mi/h. Aucun freinage n'étant nécessaire, les wagons-citernes ont quitté le frein de voie principal à une vitesse de 18,3 mi/h.
- La vitesse d'entrée dans le frein de voie secondaire était de 17,8 mi/h. La vitesse de sortie désirée au frein de voie secondaire a été établie à 17,64 mi/h. Après l'application d'une force de freinage minimale, les wagons-citernes ont quitté le frein de voie secondaire à une vitesse de 17,6 mi/h.
- Comme la voie L3 est une voie extérieure dont la courbure est accentuée, le système de contrôle de triage à butte a utilisé un facteur accru de résistance en courbe pour calculer le coefficient de roulement. La vitesse de sortie de courbe était de 11,4 mi/h. À mesure que les wagons-citernes continuaient de descendre sur la voie L3, leur vitesse a augmenté légèrement. Avec environ 10 longueurs de wagon avant le point d'attelage, la vitesse était de 13,8 mi/h. La vitesse d'attelage prévue des wagons-citernes était de 13,54 mi/h.

Règlement sur le transport des marchandises dangereuses

L'article 10.7 du *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses*, en vigueur le 15 août 2002, décrit les exigences relatives à l'attelage des wagons contenant des produits réglementés. Ce règlement ne vise pas les wagons ne portant pas de plaques-étiquettes qui ont une vitesse excessive au moment de l'attelage.

- Le paragraphe 10.7 (1) interdit d'atteler des véhicules ferroviaires contenant des marchandises dangereuses à d'autres véhicules ferroviaires à une vitesse d'attelage relative supérieure à 9,6 km/h (6 mi/h).
- Au paragraphe 10.7 (2), on indique que, sous réserve du paragraphe (1), il est permis d'atteler un seul véhicule ferroviaire en mouvement sur sa lancée à une vitesse d'attelage relative inférieure ou égale à 12 km/h (7,5 mi/h), lorsque la température ambiante est supérieure à -25 °C.

- Au paragraphe 10.7 (3), on précise que, chaque fois que la vitesse d'attelage de wagons-citernes est supérieure aux vitesses précisées aux paragraphes 10.7 (1) et 10.7 (2), on doit faire une inspection visuelle du châssis inférieur et du mécanisme amortisseur de choc du wagon-citerne avant de déplacer le wagon-citerne sur une distance de plus de 2 km de l'endroit où l'attelage a eu lieu. Dans les 10 jours suivant l'attelage du wagon-citerne, on doit faire parvenir au propriétaire du wagon-citerne un rapport exposant les renseignements relatifs aux dommages qui compromettent l'intégrité du châssis inférieur ou du mécanisme amortisseur de choc du wagon-citerne.
- Le paragraphe 10.7 (4) précise que le propriétaire du wagon-citerne ne peut utiliser le wagon-citerne, ou en permettre l'utilisation, pour le transport de marchandises dangereuses autres que celles qui se trouvaient dans le wagon-citerne au moment de l'attelage, jusqu'à ce que le wagon-citerne ait fait l'objet d'une inspection de la longrine centrale courte dans une installation spécialisée pour les wagons-citernes et d'une inspection visuelle ainsi que d'une inspection de l'intégrité structurale.

Les vitesses d'attelage dont il est question dans le *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* sont basées sur des essais réalisés par le Conseil national de recherches du Canada (CNRC)⁵. Les essais en question ont permis de déterminer la vitesse maximale à laquelle la force d'attelage demeure en deçà de 1 000 000 de livres, en l'occurrence la spécification minimale de l'Association of American Railroads en matière de forces longitudinales exercées sur les wagons-citernes⁶.

⁵ R. Dong et D. Militaru, *Dynamic Structural Characterization of Stub Sill Tank Cars Utilizing ADAMS and ANSYS Simulation Models*, rapport 1 : « The ADAMS System Dynamic Model – Its Validation and Application to the Characterization of Impact Forces », Centre de technologie des transports de surface, CNRC, CSST-RYV-TR-010, mars 1997; rapport 2 : « ANSYS Finite Element Modelling – Its Validation and Application to the Characterization of Impact Forces », CSST-RYV-TR-010, mars 1997; « Tank Car Derailment Analysis », CSST-RYV-CTR-25, mars 1997; J.Z. Zu et R. Dong, *Multi Tank Car Impact Tests and Analysis*, rapport 3 : « ADAMS Model Simulations of Tank Car Impact », CSST-RVC-TR-03 TP 13359E, octobre 1998.

⁶ Association of American Railroads, *Manual of Standards and Recommended Practices*, « Specifications for Tank Cars », section 6.2.3.1, Washington D.C., janvier 1996.

Le 22 novembre 2002, Transports Canada a délivré un permis de niveau équivalent de sécurité aux compagnies ferroviaires. Grâce à ce permis de niveau équivalent de sécurité (SR 6234), les compagnies sont exemptées de se conformer aux exigences des paragraphes 10.7 (3) et 10.7 (4) du *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses*. Les wagons-citernes dont le poids brut est inférieur à 65 000 kg (143 300 livres) peuvent s'atteler à des vitesses atteignant 12,9 km/h (8 mi/h) quand la température ambiante est égale ou inférieure à -25 °C, ou à des vitesses atteignant 15,3 km/h (9,5 mi/h) quand la température ambiante est supérieure à -25 °C. Les vitesses d'attelage indiquées aux paragraphes 10.7 (1) et 10.7 (2) s'appliquent quand même si le poids brut du wagon-citerne est supérieur à 65 000 kg (143 300 livres).

Le *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* se base sur les vitesses d'attelage réelles. Toutefois, comme les compagnies ferroviaires n'ont pas mis en place des systèmes capables de mesurer en continu les vitesses d'attelage, l'appréciation de la conformité avec la réglementation dépend surtout de vérifications programmées et de contrôles au hasard faits dans les triages à butte. Ces vérifications sont faites une fois par année par des agents régionaux du transport des marchandises dangereuses de Transports Canada. Ces vérifications et d'autres contrôles au hasard supposent un échantillonnage des dossiers de triage à butte et un mesurage par radar des vitesses d'attelage réelles. Des entrevues avec les employés de Transports Canada qui font la surveillance de la conformité du triage à butte ont permis de relever les points suivants :

- Les inspecteurs régionaux de Transports Canada n'ont pas reçu d'instructions sur la façon de s'y prendre pour déterminer dans quelle mesure les compagnies ferroviaires se conforment à la réglementation sur la vitesse d'attelage.
- Les inspecteurs régionaux de Transports Canada ne sont pas certains des mesures raisonnables et pratiques qu'on peut prendre pour assurer la conformité avec la réglementation sur la vitesse d'attelage. Toutefois, ils sont assurés qu'il y a un certain degré de conformité.
- Les inspecteurs régionaux de Transports Canada savent que le CN utilise la dernière vitesse mesurée et la distance avant attelage pour prédire la vitesse d'attelage.
- Les inspecteurs régionaux de Transports Canada croient que la dernière vitesse mesurée et la distance avant attelage permettent de faire une prédiction raisonnable de la vitesse d'attelage réelle. Toutefois, ils considèrent que cette approche n'est pas un moyen satisfaisant de mesurer la conformité avec les règles régissant les vitesses d'attelage réelles.
- Transports Canada suppose que les compagnies ferroviaires assurent le suivi approprié quand il y a excès de vitesse au moment d'un attelage. Toutefois, cela n'a pas été vérifié pendant les vérifications faites récemment dans des triages à butte.

Protocole en vigueur au CN concernant les attelages à haute vitesse

L'alinéa 4.0 b) de la section intitulée Transport des marchandises dangereuses par chemin de fer des Instructions générales d'exploitation du CN, en date du 15 août 2002, précise que, lorsqu'on soupçonne qu'un impact avec ou contre un wagon de marchandises dangereuses s'est produit à une vitesse supérieure à 6 mi/h, il faut en aviser sans délai le superviseur responsable, qui prendra les dispositions nécessaires. Le superviseur tient alors compte de la température ambiante et du poids du wagon pour déterminer si d'autres mesures

s'imposent en vertu des dispositions du *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* et du permis de niveau équivalent de sécurité du CN.

Le CN a émis des instructions concernant la circulation des wagons touchés par des attelages à haute vitesse au triage MacMillan. Entrées en vigueur le 15 août 2002, ces instructions indiquent que :

- le superviseur du triage à butte doit informer l'agent des transports qui est de service des wagons touchés par des attelages à haute vitesse pendant le triage à butte ou le triage en palier;
- l'agent des transports doit ensuite signaler l'incident d'attelage à haute vitesse au service de la mécanique, lequel fera une inspection de suivi et rédigera un rapport.

Excès de vitesse au moment de l'attelage de wagons-citernes visés par des consignes particulières de circulation au triage MacMillan

Le *Règlement sur le Bureau de la sécurité des transports du Canada* exige que l'on signale toute collision touchant du matériel roulant qui transporte des marchandises dangereuses ou des résidus de marchandises dangereuses. On définit une collision comme étant « un impact autre que celui attribuable aux conditions normales d'exploitation. » Les données transmises par le triage MacMillan au sujet de la vitesse d'attelage calculée en fonction de la distance avant attelage indiquent que le nombre d'excès de vitesse au moment de l'attelage a pu atteindre 473 en 2002.

Un avis de sécurité ferroviaire (01/03) a été transmis à Transports Canada le 17 avril 2003 au sujet des excès de vitesse potentiels. Dans cet avis, le BST demandait au CN de fournir un complément d'information sur les excès de vitesse potentiels. Le CN a répondu que, depuis le début de 2003, conformément au *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses*, il a inspecté quatre wagons et a avisé le propriétaire des wagons de prendre des dispositions à ses ateliers en raison d'excès de vitesse au moment de l'attelage. En outre, le CN a avisé qu'il prenait des mesures pour améliorer l'uniformité et la documentation de son processus de signalement des excès de vitesse.

Le CN a dit craindre que les données sur la distance avant attelage qui servent à l'étalonnage du système de contrôle de triage à butte et au mesurage des distances à parcourir sur les voies de classement soient interprétées comme étant les valeurs réelles de vitesse d'attelage des wagons. Une enquête que le CN a menée en 2000 à la demande de Transports Canada a comparé les vitesses réelles obtenues grâce à un fusil laser avec les valeurs fournies par le système de

contrôle de triage à butte. L'enquête a amené le CN à conclure qu'on ne peut pas toujours utiliser la vitesse d'attelage prévue par le système de contrôle de triage à butte pour estimer la vitesse d'attelage réelle.⁷ Par conséquent, le CN a indiqué que :

[Traduction]

Les « vitesses d'attelage » obtenues d'après les distances avant attelage ne doivent pas être utilisées isolément lorsqu'il s'agit de tirer des conclusions ou de prendre des décisions au sujet de la vitesse d'attelage de wagons donnés. À cet égard, le CN ne dispose pas des données historiques du genre de celles que le BST demande, au sujet de la vitesse d'attelage utilisée dans ses triages à butte.⁸

Analyse

L'analyse portera surtout sur la fissure dans la paroi de la citerne, sur un aperçu de la réglementation régissant le triage à butte et sur la marche à suivre lorsqu'on découvre des wagons-citernes endommagés.

Il y avait une fissure préexistante dans la paroi de la citerne du wagon PROX 77811. Cette fissure, qui s'est formée vraisemblablement en raison du soudage, a pu être présente depuis la construction du wagon en 1969. Malgré la présence de cette fissure préexistante et les nombreuses années de service commercial de ce wagon-citerne, il est probable que la rupture finale de la fissure a été causée par le choc de l'impact dû à un attelage fait à une vitesse excessive.

Quand le wagon PROX 77811 a été envoyé vers la voie de classement L3 au cours du triage à butte du 22 janvier 2003, la vitesse d'attelage prévue était de 13,54 mi/h (21,72 km/h). Cette vitesse d'attelage est environ 40 % plus grande que la limite maximale de 9,5 mi/h établie par Transports Canada pour les wagons-citernes contenant des produits réglementés, et elle est plus de trois fois plus grande que la vitesse d'attelage cible établie par le CN pour les wagons visés par des consignes particulières de circulation. Les études du CNRC sur les forces d'impact affectant les wagons-citernes indiquent qu'un wagon qui s'attelle à un autre à cette vitesse générerait probablement des forces supérieures à la capacité structurale de la paroi de la citerne. Même si le wagon-citerne PROX 77811 avait été affecté par un attelage fait à une vitesse excessive, il n'a pas fait l'objet d'une inspection mécanique et a été maintenu en service, ce qui a occasionné la fuite du produit.

L'excès de vitesse au moment de l'attelage qui s'est produit le 22 janvier 2003 a été vraisemblablement dû à une erreur de codage du système de contrôle de triage à butte qui a fait en sorte que le wagon-citerne PROX 77811 soit classé comme un wagon vide non réglementé plutôt que comme un wagon réglementé et régi par des consignes particulières de circulation. À cause de cette erreur, on a passé le wagon PROX 77811 sur la butte aux fins du triage d'un mouvement de deux wagons dont la vitesse d'attelage cible était de 7 mi/h plutôt que de 6 mi/h. En plus de cette erreur de codage, le coefficient de roulement qu'on a utilisé pour le wagon

⁷ *Coupling Speed Survey: CN Hump Yards*, Sommaire, CN, 7 décembre 2000.

⁸ TSB Hump Coupling Speed Requests, CN, courriel envoyé à 9 h 16 le 30 mai 2004.

PROX 77811 le 22 janvier 2003 avait été noté lors d'une opération antérieure de triage à butte qui avait eu lieu le 20 janvier 2003. Bien que le coefficient de roulement ait probablement peu varié au cours de la période de 48 heures, les conditions météorologiques qui régnaient le 22 janvier auraient pu faire en sorte que les calculs antérieurs ne soient plus appropriés. Une valeur incorrecte peut affecter le calcul de la force de ralentissement et faire en sorte que la vitesse de sortie des freins de voie soit incorrecte.

Le *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* actuel est basé sur les vitesses d'attelage réelles. Toutefois, le système de contrôle de triage à butte ne mesure pas directement la vitesse d'attelage. Le système faisant appel à la distance avant attelage dans le cadre du fonctionnement du système de contrôle de triage à butte peut estimer la vitesse d'attelage à partir de la dernière vitesse mesurée. Toutefois, s'il y a des écarts entre les valeurs réelles et prévues de coefficient de roulement du wagon, le système de contrôle de triage à butte ne peut plus compenser adéquatement ces écarts une fois que le wagon a dépassé le frein de voie secondaire. Faute de systèmes permettant de mesurer directement les vitesses d'attelage et de signaler les excès de vitesse au personnel du triage à butte, les compagnies ferroviaires doivent s'en remettre à des moyens indirects pour contrôler la conformité. Transports Canada procède à des vérifications et à des contrôles au hasard pour vérifier la conformité des opérations de triage à butte. Toutefois, en l'absence d'un processus clair de mesurage de la conformité des vitesses d'attelage, il se peut que les protocoles d'intervention et d'enquête ne soient pas appropriés, ce qui fait que des wagons affectés par des attelages faits à des vitesses excessives restent en service.

Après qu'on a découvert la fuite dans la paroi de la citerne, l'expéditeur a avisé le propriétaire du wagon, a marqué le wagon-citerne pour bien identifier les dommages, et a ensuite pris des dispositions pour que le wagon-citerne soit envoyé vers les ateliers de réparation du propriétaire. L'expéditeur s'est conformé à la procédure de signalement et d'intervention qu'il suivait habituellement lorsque des dommages à des wagons-citernes étaient constatés. Toutefois, c'était la première fois que l'expéditeur devait composer avec des dommages à la paroi de la citerne qui affectaient l'intégrité structurale du wagon-citerne. Par conséquent, l'expéditeur ignorait les exigences de Transports Canada quant aux rapports spéciaux qui s'imposaient et ignorait qu'il fallait faire autoriser le mouvement des wagons affectés par de tels dommages.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. La fissure dans la paroi de la citerne et la fuite du produit contenu dans le wagon PROX 77811 ont été vraisemblablement causées par la rupture d'une fissure préexistante dans le secteur de la longrine tronquée, qui a fait suite à un impact considérable causé par un excès de vitesse au moment d'un attelage.
2. Le jour de l'événement, le système de contrôle de triage à butte avait classé erronément le wagon-citerne PROX 77811 comme étant un wagon vide non réglementé, de sorte qu'il est passé sur la butte aux fins du triage d'un mouvement de deux wagons dont la vitesse d'attelage cible était de 7 mi/h plutôt que de 6 mi/h.
3. Après l'opération de triage à butte du 22 janvier 2003, lors de laquelle la vitesse d'attelage a été estimée à 13,54 mi/h, on n'a pas identifié le wagon-citerne PROX 77811 comme ayant subi un attelage à une vitesse excessive, ce qui fait que le wagon est resté en service et n'a pas fait l'objet d'une inspection mécanique, et qu'il a ensuite été affecté par une fuite.

Faits établis quant aux risques

1. En l'absence d'un processus clair de mesurage de la conformité des vitesses d'attelage pendant le triage à butte, il se peut que les protocoles d'intervention et d'enquête ne soient pas appropriés, ce qui fait que des wagons affectés par des attelages faits à des vitesses excessives restent en service.
2. Bien qu'on ait marqué le wagon PROX 77811 pour bien montrer la fissure dans la paroi de la citerne, l'expéditeur ignorait les exigences de Transports Canada quant aux rapports spéciaux qui s'imposaient et ignorait qu'il fallait faire autoriser le mouvement des wagons affectés par de tels dommages, et a donc permis que le wagon-citerne endommagé soit remis en service et roule sans restriction.

Mesures de sécurité prises

Canadien National

En avril 2003, le Canadien National (CN) a mis en oeuvre des modifications au logiciel du système de contrôle de triage à butte qui faciliteront l'identification des wagons susceptibles d'avoir été en cause dans des attelages faits à une vitesse excessive.

En juin 2003, le CN a établi un protocole d'intervention en cas d'attelages faits à des vitesses excessives. Le protocole en question comprend le déclenchement d'une alarme lorsqu'on soupçonne qu'un wagon visé par des consignes particulières de circulation a subi un fort impact au moment de l'attelage. Le chef du triage à butte accuse réception de l'alarme puis entre en contact avec le service de la mécanique pour faire faire une inspection de suivi.

Le CN continue de procéder à des contrôles radar périodiques de la vitesse de sortie des freins de voie secondaires et des vitesses d'attelage réelles. Le CN a aussi institué une exigence voulant que les wagons-citernes de marchandises dangereuses (résidus) ne passent pas sur la butte à l'intérieur de rames de plusieurs wagons.

Transports Canada

Dans sa réponse à l'avis de sécurité ferroviaire 01/03 du BST, portant sur les attelages à des vitesses excessives de wagons-citernes visés par des consignes particulières de circulation dans le triage MacMillan de Toronto, Transports Canada a fait part de ses préoccupations au sujet des opérations de triage à butte. Les contrôles au hasard des dossiers de triage à butte et des protocoles de triage à butte des compagnies assurent une certaine sécurité, mais il faut mettre en place un processus plus exhaustif de vérification afin de s'assurer que les compagnies se conforment au *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses*. Par conséquent, Transports Canada a institué l'évaluation des systèmes de contrôle du triage à butte afin d'obtenir une compréhension approfondie de la façon dont on contrôle la vitesse des wagons de marchandises dangereuses dans les triages à butte du Canada.

L'étude portera sur les sujets suivants :

- configurations des triages à butte;
- mesurage et fonctionnement des systèmes de contrôle;
- systèmes de soutien;
- paramètres de contrôle des systèmes;
- logique des systèmes de contrôle;
- procédures – vitesses cibles et vitesses réelles.

Transports Canada tient des réunions sur cette question avec le CN et le Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP) dans chaque triage du Canada.

Transports Canada a rencontré le personnel des installations de chargement de carburant et d'autres grands expéditeurs de marchandises dangereuses afin de revoir les exigences de la réglementation concernant le signalement des wagons dont l'intégrité structurale est compromise.

Installations de chargement de carburant

Les installations de chargement de carburant ont procédé à un examen de leurs procédures écrites et en révise le contenu au besoin.

Préoccupation liée à la sécurité

Identification et inspection des excès de vitesse au moment d'attelages

L'élaboration du nouveau *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* constitue une étape importante de l'amélioration de la sécurité dans les triages à butte. Les vitesses d'attelage figurant dans le *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* sont basées sur des essais réalisés par le Conseil national de recherches du Canada (CNRC)⁹. Ces essais précisaient la

⁹ R. Dong et D. Militaru, *Dynamic Structural Characterization of Stub Sill Tank Cars Utilizing ADAMS and ANSYS Simulation Models*, rapport 1 : « The ADAMS System Dynamic Model – Its Validation and Application to the Characterization of Impact Forces », Centre de technologie des transports de surface, CNRC, CSST-RYV-TR-010, mars 1997; rapport 2 : « ANSYS Finite Element Modelling – Its Validation and Application to the Characterization of Impact Forces », CSST-RYV-TR-010, mars 1997; « Tank Car Derailment Analysis », CSST-RYV-CTR-25, mars 1997; J.Z. Zu et R. Dong, *Multi Tank Car Impact Tests and Analysis*, rapport 3 : « ADAMS Model Simulations of Tank Car Impact », CSST-RVC-TR-03 TP 13359E, octobre 1998.

vitesse maximale à laquelle un attelage peut se faire sans générer des forces supérieures aux spécifications minimales de l'Association of American Railroads en matière de forces longitudinales imposées aux wagons-citernes¹⁰.

Malgré les mesures de sécurité qu'on a prises jusqu'à maintenant, dont la mise en oeuvre de procédures prévoyant certaines activités de vérification et de contrôle de la conformité, le système actuel n'assure pas une sécurité absolue.

Le CN a fait en 2000 son propre sondage sur les vitesses d'attelage dans ses triages à butte, et a conclu qu'on ne peut pas toujours utiliser la vitesse d'attelage prévue par le système de contrôle de triage à butte pour estimer la vitesse d'attelage réelle. Le CN a adopté un processus qui détermine les excès de vitesse à partir de mesurages de la vitesse à la hauteur du frein de voie secondaire, en l'occurrence une façon de faire similaire à celle qui est déjà employée dans d'autres triages à butte de chemins de fer de catégorie 1. Toutefois, on n'a pas vérifié les relations qui existent entre la vitesse de sortie du frein de voie secondaire et les vitesses d'attelage réelles. Trois des cinq excès de vitesse signalés par le CN n'auraient pas été considérés comme des excès de vitesse dans le cadre de ce protocole. Le fait de tenir compte uniquement de la vitesse cible et de la vitesse réelle à la sortie du frein de voie secondaire pour identifier les excès de vitesse n'est pas une méthode dont la sécurité est absolue.

Comme on n'a pas mis en place des moyens de mesurer directement les vitesses d'attelage réelles ou les forces longitudinales générées pendant un attelage, le BST craint encore que, malgré les protocoles actuels relatifs au triage à butte, il y ait encore des wagons qui restent en service après qu'ils ont été affectés par un attelage fait à une vitesse excessive.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 4 août 2004.

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

¹⁰ Association of American Railroads, *Manual of Standards and Recommended Practices*, « Specifications for Tank Cars », section 6.2.3.1, Washington D.C., janvier 1996.