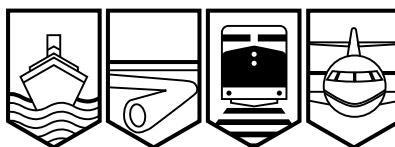


Bureau de la sécurité des transports  
du Canada



Transportation Safety Board  
of Canada

**RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE**  
**R01E0009**



**DÉRAILLEMENT**

**DU TRAIN N° CP 966-02**  
**DU CHEMIN DE FER CANADIEN PACIFIQUE**  
**AU POINT MILLIAIRE 95,6 DE LA SUBDIVISION RED DEER**  
**RED DEER (ALBERTA)**  
**LE 2 FÉVRIER 2001**

**Canada**

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

## Rapport d'enquête ferroviaire

### Déraillement

du train n° CP 966-02  
du Chemin de fer Canadien Pacifique  
au point milliaire 95,6 de la subdivision Red Deer  
Red Deer (Alberta)  
le 2 février 2001

Rapport numéro R01E0009

### *Sommaire*

Le 2 février 2001 vers 20 h 23, on préparait le train n° CP 966-02 du Chemin de fer Canadien Pacifique en vue de son départ du triage Red Deer. Au cours des préparatifs, le train roulait vers le sud à une vitesse d'environ 3,9 mi/h quand un freinage d'urgence s'est déclenché, causant l'immobilisation du train. Cinq wagons-citernes chargés d'ammoniac anhydre avaient déraillé au point milliaire 95,4 de la subdivision Red Deer. Deux des wagons-citernes déraillés se sont renversés, et 71,74 tonnes (le chargement complet) d'ammoniac anhydre se sont échappées d'un des wagons renversés. En raison du déversement, il a fallu faire évacuer les habitants du secteur ainsi que les occupants des commerces voisins, soit quelque 1 300 personnes. Trente-quatre personnes ont été admises à l'hôpital de Red Deer, où elles ont reçu des traitements appropriés au niveau d'exposition, après quoi elles ont pu quitter l'hôpital. Une personne a perdu la vie après avoir été intoxiquée par des vapeurs d'ammoniac anhydre pendant qu'elle traversait l'emprise du chemin de fer.

*This report is also available in English.*

## Autres renseignements de base

### L'accident

Le 2 février 2001 vers 20 h 23, heure normale des Rocheuses (HNR)<sup>1</sup>, on prépare le train n° CP 966-02 du Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP) en vue de son départ du triage Red Deer (Alberta). Les préparatifs consistent notamment à déplacer 61 wagons sur la voie n° 1 afin de dételer un wagon sur la voie n° 5 et à prendre 12 wagons sur la voie n° 2 pour compléter le train. La figure 1 montre un schéma représentant l'extrémité sud du triage Red Deer.

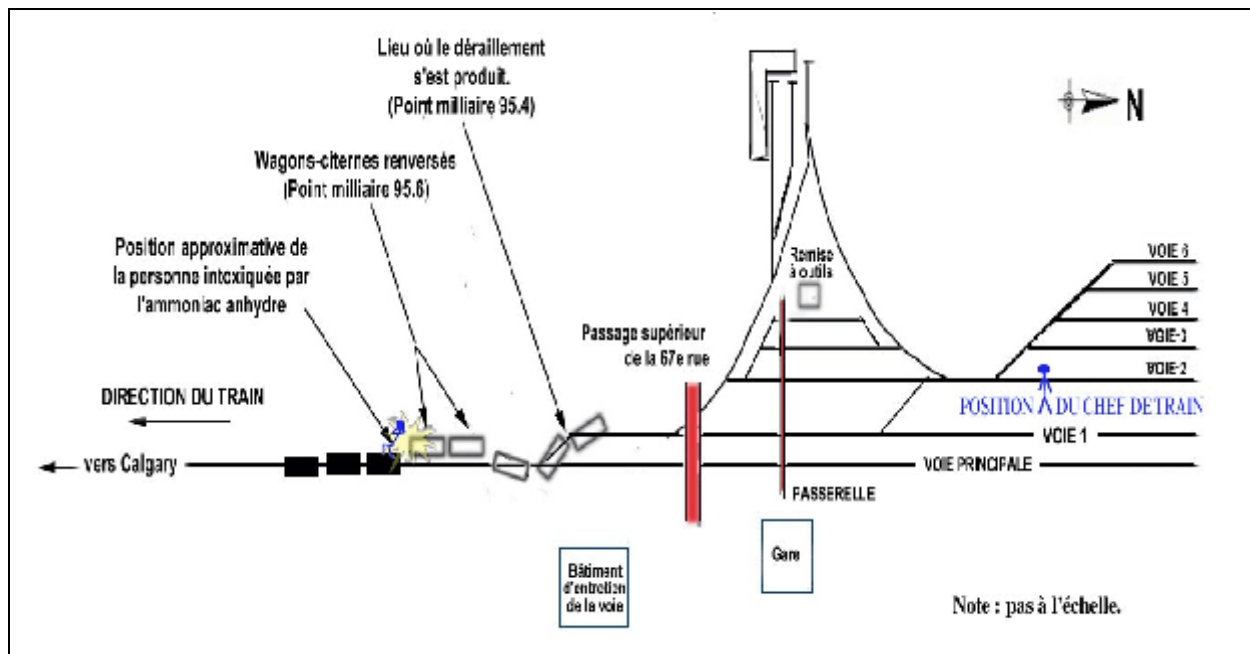


Figure 1 - Schéma montrant les lieux du déraillement.

Pendant la première manoeuvre, alors que le train roule vers le sud à environ 3,9 mi/h, un freinage d'urgence provenant de la conduite générale se déclenche et immobilise le train. Le mécanicien essaie en vain de desserrer les freins du train. Il en avise le chef de train et commence à revenir à pied le long de la coupe de wagons pour trouver la cause du freinage d'urgence; il remarque alors un nuage « ressemblant à de la vapeur » le long de la voie. Le mécanicien ne s'approche pas suffisamment pour pouvoir vérifier la gravité du déraillement, mais il revient à la locomotive et avise par radio le chef de train qui consulte alors le bulletin de composition du train et l'avise que le nuage pourrait être constitué d'ammoniac anhydre.

<sup>1</sup> Les heures sont exprimées en HNR (temps universel coordonné [UTC] moins sept heures), sauf indication contraire.

Le mécanicien consulte le *Guide des mesures d'urgence 2000* pour connaître les propriétés de l'ammoniac anhydre ainsi que les mesures d'intervention appropriées. Après avoir déterminé les dangers potentiels, il dételle la locomotive des wagons et quitte les lieux de l'accident. Le chef de train se rend immédiatement au poste de triage du CFCP, situé à environ 1 500 pieds des wagons renversés, pour aviser la direction et les employés de la situation. La figure 2 montre les wagons-citernes d'ammoniac anhydre qui ont déraillé et se sont renversés.



**Figure 2** - Wagon-citernes déraillés et renversés dans le fossé

À 20 h 30, l'intervention d'urgence dirigée par la ville de Red Deer débute. À 20 h 45, le centre des opérations du réseau du CFCP avise le service des incendies de Red Deer; à 21 h 20, le centre avise Transports Canada, et à 21 h 30, le centre avise le fabricant et l'expéditeur du produit, Agrium Inc. (Agrium) de Red Water (Alberta). Ces organismes dépêchent des équipes d'intervention sur les lieux de l'accident. Agrium envoie deux unités d'intervention d'urgence ainsi que son équipe d'intervention en cas de déversement de marchandises dangereuses pour aider à limiter les dégâts. L'équipe d'Agrium, la direction du CFCP et l'agent des marchandises dangereuses du CFCP sont tous sur les lieux vers 23 h 30.

### *Évacuation*

À leur arrivée sur place, les pompiers du service des incendies local détectent une forte odeur d'ammoniac à proximité des lieux du déraillement. Ils commencent immédiatement à faire évacuer les installations publiques voisines et envoient sur les lieux du déraillement une équipe d'urgence chargée de déterminer la provenance de l'odeur. Initialement, on identifie le produit qui fuit grâce à la plaque-étiquette apposée sur les wagons-citernes renversés et aux marques qui y sont inscrites au pochoir. Le poste de contrôle du service des incendies entre en contact avec le Centre canadien d'urgence transport (CANUTEC) de Transports Canada pour se renseigner sur les dangers potentiels liés au produit et pour avoir des instructions sur la façon dont les premiers intervenants doivent s'y prendre.

À 20 h 40, la Gendarmerie royale du Canada établit un périmètre de sécurité, bloque tous les accès routiers aux lieux du déraillement et aide à faire évacuer les résidents des environs.

Le 3 février 2001 vers 6 h, la ville de Red Deer établit un centre des opérations d'urgence. À 8 h 30, la ville de Red Deer déclare l'état d'urgence en raison de la fuite d'ammoniac anhydre du wagon-citerne, et à 9 h, les responsables établissent le périmètre d'évacuation. Tous les habitants de la zone d'évacuation et les occupants des commerces voisins, soit quelque 1 300 personnes sont évacuées. L'ordre d'évacuation reste en vigueur pendant environ 37 heures et demie. Personne n'a été blessé pendant l'évacuation. La figure 3 montre les lieux du déraillement et la zone qui a été évacuée.

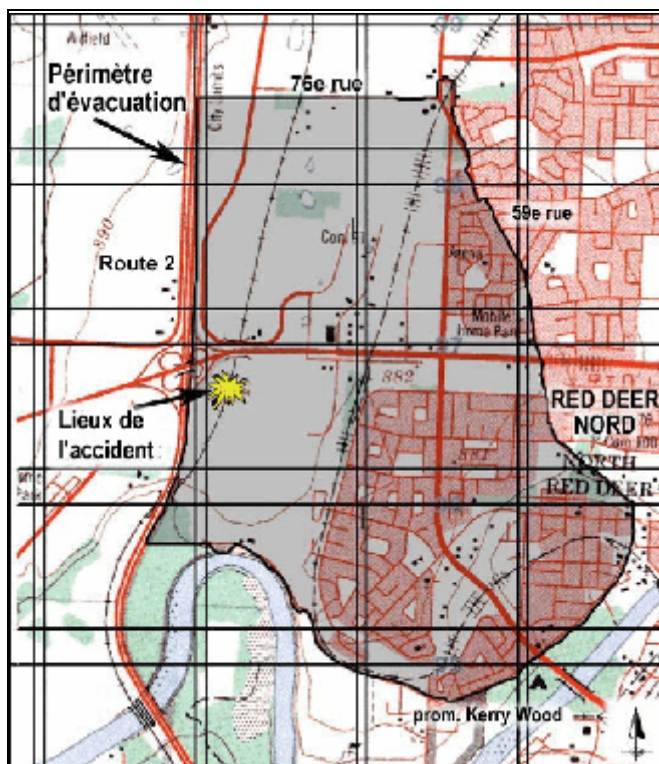


Figure 3 - Lieu du déraillement et zone qui a été évacuée

### *Victimes*

Quand le premier capitaine des pompiers arrive sur les lieux, il se trouve exposé à des vapeurs d'ammoniac anhydre et, après quelques secondes, il a les yeux enflés au point de ne plus pouvoir les ouvrir. Deux autres pompiers subissent aussi des lésions mineures par inhalation avant d'avoir actionné leur appareil respiratoire. Les ambulanciers qui transportent le blessé à l'hôpital sont aussi exposés aux vapeurs d'ammoniac anhydre.

Au cours de l'établissement du périmètre de sécurité, trois agents de police sont exposés aux vapeurs d'ammoniac et doivent se rendre à l'hôpital pour se faire examiner. Les agents ne disposent d'aucun moyen de protection respiratoire d'urgence contre les gaz toxiques et ne possèdent pas la formation nécessaire sur les interventions en cas de déversement de produits chimiques de ce type. Deux des agents retournent au travail, tandis que le troisième, souffrant de violents maux de tête, de maux de gorge et de douleurs aux yeux, est renvoyé chez lui. On ne signale pas d'autres effets indésirables par la suite.

Lors d'un accident de chemin de fer survenu en 1999 (rapport n° R99T0256 du BST) près de Britt en Ontario, un agent de la Police provinciale de l'Ontario qui ne disposait pas non plus d'un appareil de protection respiratoire a été hospitalisé après avoir été incommodé par des vapeurs d'ammoniac anhydre pendant l'évacuation initiale du périmètre de sécurité.

Le 3 février 2001 vers 1 h 40, pendant qu'elles procèdent à une évaluation sur place, les équipes responsables des marchandises dangereuses du CFPCP et d'Agrium découvrent un homme inconscient près des wagons, au milieu de la zone touchée par le nuage de vapeurs d'ammoniac. L'homme est transporté par ambulance jusqu'à l'hôpital de Red Deer, où l'on détermine qu'il souffre de brûlures chimiques du premier degré à la figure, de brûlures du

deuxième degré sur d'autres parties du corps et de lésions à l'intérieur de la bouche et aux voies aériennes supérieures, causées par l'inhalation d'ammoniac anhydre. Trois jours plus tard, le patient est victime d'insuffisance respiratoire, mais on parvient à le ranimer. Le 8 février 2001, on diagnostique chez le patient une inflammation grave des voies respiratoires, de la trachée, de l'éperon trachéal et des bronches gauche et droite. Son état se maintient jusqu'en mai, puis il succombe à une pneumonie attribuable à des lésions irréversibles des voies respiratoires, consécutives à une exposition à l'ammoniac anhydre.

### *Renseignements complémentaires*

L'équipe de conduite du train se composait d'un mécanicien de locomotive et d'un chef de train. Ils étaient qualifiés pour occuper leur poste respectif et ils répondaient aux exigences de repos et de condition physique établies pour assurer la sécurité ferroviaire.

Lors du déraillement, les conditions météo étaient les suivantes : nuages épars, température près de 0 °C et vents soufflant de l'ouest à environ 10 noeuds. Vers 22 h, les vents ont tourné au sud-ouest, leur vitesse a diminué à environ 8 noeuds et la température a baissé aux environs de moins 5 °C. Ces conditions météorologiques se sont maintenues pendant le reste de la soirée et jusqu'aux petites heures le lendemain matin.

### *Particularités de la voie*

La voie de triage a été construite en 1991. À cet endroit, la voie était constituée de rails de 115 livres en différentes longueurs, fabriqués en 1986 par Algoma. Les rails étaient reliés entre eux par des éclisses à 6 boulons. La couche supérieure de plate-forme, le ballast et les dispositifs de fixation étaient en bon état. Une inspection des traverses faite après le déraillement a révélé un jeu latéral d'environ deux pouces et demi dans le trou de crampon et la selle de rail, à l'endroit où le déraillement a eu lieu. Des déformations dans les trous de crampon indiquaient que les traverses étaient détériorées et qu'elles ne pouvaient plus maintenir l'écartement des rails. La figure 4 montre le jeu latéral dans les trous de crampon.



Vue en plongée

Vue de profil

**Figure 4** - Jeu latéral dans les trous de crampon

Des marques de roues sur les traverses et les dispositifs de fixation indiquent que le premier des cinq wagons-citernes chargés d'ammoniac anhydre qui ont déraillé a quitté la voie à un endroit où la voie ferrée présentait un surécartement de deux pouces et quart. Après avoir déraillé, le wagon a parcouru environ 90 pieds, après quoi il a quitté les rails à la hauteur d'un coeur de croisement. Quand la roue avant du bogie déraillé a heurté la patte-de-lièvre du coeur de croisement, la force latérale exercée sur l'éclisse reliant le rail de roulement et le contre-rail du rail opposé a causé la rupture complète du rail. On a découvert que le point d'origine de la rupture se trouvait dans un trou d'éclissage endommagé qui reliait un contre-rail à un rail de roulement (voir la figure 5).



**Figure 5** - Le rail brisé là où les wagons ont quitté la voie

Les analyses du Laboratoire technique du BST ont révélé que la rupture est surtout attribuable à une surcharge découlant de la présence de précriques de part et d'autre d'un trou d'éclissage. Les précriques étaient fortement oxydées, ce qui dénote une propagation à long terme. Une précricque mesurait 26 mm de longueur et avait traversé complètement l'âme du rail, épaisse de 17 mm. L'autre précricque mesurait 18 mm de longueur et atteignait une profondeur de 9 mm dans l'âme du rail. Elles coïncidaient toutes deux avec des dommages antérieurs considérables dus au frottement d'un boulon desserré. Le frottement avait déformé l'alésage du trou et avait causé l'extrusion du métal et la formation d'une lèvre sur la surface extérieure.

Ce tronçon n'avait pas été inspecté par la voiture d'évaluation de la voie, laquelle analyse l'état géométrique de la voie et fournit des informations à ce sujet, notamment sur les surécartements, ni par la voiture de détection des défauts du rail, qui ausculte les rails pour en déceler les défauts internes, p. ex. les fissures affectant les trous d'éclissage.

Le contremaître d'entretien de la voie avait inspecté un branchement voisin du lieu du déraillement le 1<sup>er</sup> février 2001 et n'avait relevé aucune anomalie à ce moment. Le superviseur de l'entretien de la voie avait fait l'inspection mensuelle obligatoire le 18 janvier 2001 ainsi que l'inspection semestrielle obligatoire le 29 novembre 2000, et n'avait relevé aucune anomalie lors de ces deux inspections.

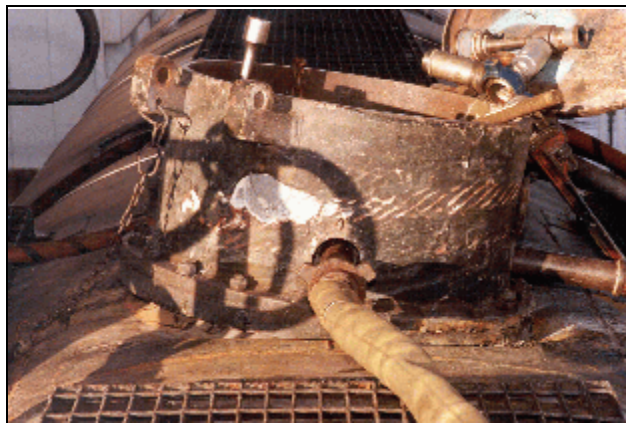
Dans la partie II, section XI (a) du *Règlement sur la sécurité de la voie* de Transports Canada, on écrit notamment : « Dans les branchements et les traversées, les dispositifs de fixation doivent être en parfait état et réglés de façon à maintenir les éléments d'appareils de voie solidement en place ». Dans la Notice technique - Voie n° 33 (en vigueur le 1<sup>er</sup> avril 2000), le CFPC précise qu'on doit faire une inspection à pied une fois par mois, et une inspection détaillée à pied tous les six mois. À l'occasion de ces inspections visuelles, on parcourt à pied la distance couverte par le branchement et on doit s'assurer que les boulons du branchement sont bien serrés. La notice technique précise que les boulons doivent être bien serrés et qu'il faut les resserrer environ six semaines après leur installation initiale, et une fois tous les six mois après l'installation. Ces instructions comprennent aussi un tableau de référence indiquant le couple de serrage recommandé pour chaque taille de boulon.

### *Wagons-citernes*

Tous les wagons-citernes qui sont mis en service en Amérique du Nord doivent être construits en conformité avec le *Manual of Standards and Recommended Practices*, Section C, Partie III, intitulé « *Specifications for Tank Cars, Specification M-1002* ». Il s'agit d'une norme publiée par l'Association of American Railroads (AAR). Aux fins de la présente enquête, les parties importantes de ce manuel sont l'annexe M, intitulée « *Specifications for Materials* » et l'annexe W, intitulée « *Welding of Tank Car Tanks* ».

Le wagon-citerne PROX 88421, répondant à la spécification DOT 112J340W, a été construit en 1968. Sa construction a été approuvée en vertu du certificat de construction n° 21924 de l'AAR. Le matériau exigé dans le certificat était de l'acier AAR TC128, un acier à haute résistance de nuance B. À l'époque de la construction, on exigeait l'acier TC 128 à grain fin. En 1989, il est devenu obligatoire de n'utiliser que de l'acier normalisé pour la construction des wagons-citernes sous pression. Cette exigence additionnelle fait en sorte que l'acier a une plus grande ductilité et que le wagon a une meilleure performance par temps froids.

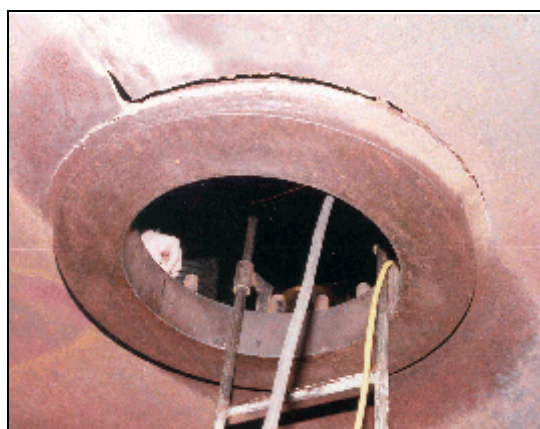
Trois wagons sont restés debout, mais les deux wagons de l'avant, (PROX 88421 et PROX 37981) se sont renversés quand ils sont tombés dans le fossé, et la buse de leur trou d'homme a heurté le sol gelé. Le wagon PROX 88421 a perdu tout son chargement au moment de l'impact (voir la figure 6). Le contenu des autres wagons qui ont déraillé n'a pas fui.



**Figure 6** - Dommages observés près du dôme du wagon PROX 88421



Le rapport n° LP 009/2001 du Laboratoire technique du BST indique que la buse du trou d'homme du wagon-citerne PROX 88421 a été soumise à une surcharge considérable au moment du déraillement et du renversement du wagon et qu'elle a alors subi une rupture fragile qui a laissé une ouverture d'environ 5,125 pouces carrés dans la zone affectée thermiquement de la soudure entre la buse du trou d'homme et les parois de la citerne (voir la figure 7). Le wagon a aussi subi une rupture par cisaillement du métal près de la longrine; cette rupture a été attribuée à une petite précricque localisée dans la soudure entre la longrine et la plaque, du côté extérieur de la longrine. Vu que l'ammoniac s'est répandu graduellement dans l'atmosphère, il ne s'est pas formé de gros nuage de gaz au moment de l'accident. De l'ammoniac liquide s'échappait encore lentement du wagon, 24 heures après l'accident.



**Figure 7** - Photo montrant l'intérieur de la soudure qui s'est brisée autour du trou d'homme

Le rapport indique également que trois précricques peu profondes de 11 mm à 45 mm de longueur ont été décelées sur la surface intérieure de la tôle d'acier. Ces précricques sont probablement attribuables à des contraintes thermiques induites à l'époque de la construction. Il n'y avait pas de signe de propagation antérieure à l'impact, et les surfaces des fissures étaient recouvertes d'épaisses couches d'oxyde (rouille), ce qui indique qu'elles étaient déjà présentes depuis quelque temps. L'examen des dossiers d'exploitation et d'entretien de ce wagon (PROX 88421) n'a révélé aucun événement particulier, le wagon n'ayant jamais fait l'objet de réparations importantes. Le rapport indique aussi que la défaillance structurale a été causée par une rupture fragile due aux forces d'impact générées au moment où la buse du wagon-citerne chargé a heurté le sol gelé. L'analyse cinétique a révélé que le choc encaissé par la buse du wagon-citerne a été beaucoup plus violent que les contraintes auxquelles la structure du wagon est censée résister.

Chaque année, on rapporte au total l'expédition de 60 463 wagons-citernes chargés d'ammoniac anhydre au Canada et aux États-Unis, dont 23 802 ont leur point de départ au Canada. La Procor Ltd., le constructeur des wagons-citernes, compte dans son parc quelque 2 019 wagons de classe 112 dont le modèle est similaire. Ces wagons servent au transport de gaz de pétrole liquéfié (GPL) ou d'ammoniac anhydre. Ils représentent un faible pourcentage

du nombre total de wagons-citernes affectés au transport de ces deux produits.

*Dangers liés à l'ammoniac anhydre*

Au moment de l'accident, cinq wagons, dont le wagon PROX 88421, transportaient de l'ammoniac anhydre. Les wagons d'ammoniac anhydre en transit doivent afficher les renseignements suivants :

1. Premièrement, les mots « AMMONIAC ANHYDRE » (en anglais *ANHYDROUS AMMONIA*) doivent être inscrits en lettres d'au moins 100 mm de hauteur des deux côtés de la citerne.
2. Deuxièmement, les mots « *Inhalation Hazard* » ou « *Inhalation Hazard / Dangereux à inhaler* » doivent être inscrits en lettres d'au moins 100 mm de hauteur de chaque côté de la citerne.
3. Troisièmement, une plaque-étiquette indiquant la classe attribuée à l'ammoniac anhydre doit être visible sur les deux côtés et aux deux extrémités du wagon. Il s'agit d'une plaque-étiquette blanche en forme de losange, qui montre en silhouette une bouteille de gaz comprimé.

Dans le dernier rapport qu'il a publié sur le transport ferroviaire des marchandises dangereuses, intitulé *Annual Report of Hazardous Materials Transported by Rail*, le Bureau des explosifs de l'AAR classe l'ammoniac anhydre au septième rang des marchandises dangereuses qu'on transporte le plus souvent par train au Canada et aux États-Unis. Ce classement se maintient depuis 1999.

La fiche signalétique publiée par le fabricant décrit le produit comme étant composé à 99,8 % d'ammoniac en poids et de 0,2 % d'eau. On y précise que l'ammoniac anhydre sous forme gazeuse ou liquide est un produit très corrosif qui attaque les tissus de l'organisme et réagit avec l'humidité présente sur la peau lorsqu'il vient en contact avec le corps. La fiche signalétique traite d'autres dangers pour la santé, notamment :

- Yeux : Peut causer une grave irritation des yeux, des lésions à la cornée et une dégradation permanente de la vision.
- Peau : Quand il entre en contact avec la peau, le produit peut causer une grave irritation cutanée, des brûlures chimiques et des cloques. Le contact avec le liquide volatil peut causer des gelures dues au refroidissement rapide par évaporation. L'effet de refroidissement peut camoufler l'étendue des lésions causées par l'effet corrosif du produit.
- Inhalation : Le produit irrite l'ensemble des voies respiratoires. Une exposition excessive peut causer une grave irritation des voies respiratoires supérieures ainsi que des lésions aux poumons.
- Ingestion : L'ingestion du produit est peu probable, compte tenu de l'état physique dans lequel on trouve cette substance (gaz comprimé, liquéfié).

Au moment de cet accident, le *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* classait l'ammoniac anhydre comme un gaz corrosif de la classe 2, division 4, et lui attribuait le numéro d'identification ONU 1005<sup>2</sup>. Les plaques-étiquettes identifiant les « gaz corrosifs » consistent en un losange blanc montrant l'illustration d'une bouteille de gaz comprimé. De plus, le *Guide des mesures d'urgences 2000* attribuée à l'ammoniac anhydre le numéro ONU 1005 et désigne ce produit comme étant un « gaz corrosif ». Les risques pour la santé qui sont associés à ce produit sont les suivants :

TOXIQUE; peut être fatal lorsqu'inhalé. Les vapeurs sont extrêmement irritantes et corrosives. Le contact avec le gaz ou le gaz liquéfié peut causer de graves blessures, des brûlures et/ou des engelures. Un feu produira des gaz irritants, corrosifs et/ou toxiques. Les eaux de contrôle d'incendie peuvent polluer.

Transports Canada a essayé, mais en vain, de faire accepter par les Nations Unies et dans l'ensemble de l'Amérique du Nord une classification spéciale pour l'ammoniac anhydre, à savoir la classe 2.4. En Europe, l'ammoniac anhydre est classé comme un produit inflammable, toxique, corrosif et dangereux pour l'environnement.

Le 15 août 2001, le nouveau *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* est entré en vigueur au Canada. Au nombre des changements, on trouve le changement de classification de l'ammoniac anhydre, n° ONU 1005, qui fait dorénavant partie de la « classe 2.2, gaz ininflammables et non toxiques » conformément au paragraphe 2.14(b) du règlement. Cela a eu comme résultat l'harmonisation des classifications du Canada et des États-Unis. La plaque-étiquette devant désigner le produit pendant le transport sera verte et montrera la silhouette d'une bouteille de gaz comprimé.

Voici un extrait du nouveau *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* :

#### 2.14 Divisions

- c) la classe 2.3, Gaz toxiques, laquelle comprend les gaz qui répondent à l'une des conditions suivantes :
  - (i) ils sont connus comme étant toxiques ou corrosifs pour l'être humain, selon la norme CGA P-20, la norme ISO 10298 ou autres preuves documentaires publiées dans des revues techniques ou des publications gouvernementales,
  - (ii) ils ont une valeur CL50 inférieure ou égale à 5 000 ml/m<sup>3</sup>.<sup>3</sup>

L'ammoniac anhydre peut avoir des effets aigus sur la santé. Dans la fiche signalétique<sup>4</sup> du produit, le fabricant indique que [TRADUCTION] l'irritation des yeux et de la gorge est plus prononcée à des concentrations de 100 à 400 ppm (parties par million). Au-dessus de 400 ppm,

---

<sup>2</sup> Numéro établi par l'Organisation des Nations Unies (ONU) pour l'identification des marchandises dangereuses.

<sup>3</sup> 5 000 ml/m<sup>3</sup> (millilitres par mètre cube) est égal à 5 000 ppm (parties par million).

<sup>4</sup> Fiche signalétique de produit rédigée par Agrium - nom du produit/nom commercial Ammoniac anhydre, qualité agricole 82-0-0; révision 5.3; préparée le 15 août 2002.

le produit cause une irritation cutanée et de la toux. Le National Institute for Occupational Safety and Health des États-Unis a établi à 300 ppm la concentration présentant un danger immédiat pour la vie et la santé, à savoir la concentration au-dessus de laquelle l'auto-sauvetage peut s'avérer difficile ou impossible en raison des effets physiologiques. À des concentrations de 1 000 ppm à 2 500 ppm, on ressent une gêne respiratoire de plus en plus grande, des brochospasmes et une forte irritation oculaire et cutanée. Des effets différés comme la pneumonie chimique et l'oedème pulmonaire peuvent apparaître plusieurs heures après l'exposition. À des concentrations de plus de 2 500 ppm, on peut ressentir des laryngospasmes qui entraînent une asphyxie rapide.

## *Analyse*

Le déraillement s'est produit quand l'effort latéral dû au passage du train sur le rail a causé le déplacement du rail et, en conséquence, un surécartement de la voie; à ce moment, les roues qui roulaient sur le rail opposé ont quitté la voie. Le wagon a parcouru 90 pieds après avoir déraillé, jusqu'à ce qu'il heurte la patte-de-lièvre du coeur de croisement et impose un effort latéral au rail opposé en un point où un contre-rail était relié au rail de roulement par un boulon, ce qui a ensuite causé la rupture du rail. L'analyse portera sur le surécartement de la voie, sur la cause de la rupture du rail, sur la défaillance des wagons-citernes, sur la classification de l'ammoniac anhydre, et sur l'identification des wagons-citernes transportant de l'ammoniac anhydre et les plaques-étiquettes qui leur sont apposées.

Le surécartement qui a affecté la voie sur les lieux du déraillement n'a pas été décelé lors des inspections régulières puisqu'il se manifestait seulement au moment où le poids d'un wagon ou d'une locomotive s'exerçait sur la voie. La voiture d'évaluation n'avait pas inspecté ce tronçon. Toutefois, si la voie avait été inspectée, il y aurait eu moins de risques que le surécartement passe inaperçu.

Le trou d'éclissage percé dans l'âme du rail montrait des dommages considérables dus au frottement à long terme du boulon contre le trou, ce qui révèle un serrage inadéquat du boulon à un certain moment. Comme le trou d'éclissage était complètement caché par l'écrou du boulon du côté extérieur et par une cale d'espacement du côté intérieur, les inspections visuelles du branchement n'ont pas permis de déceler les dommages. Il se peut que les inspections visuelles mensuelles et les inspections semestrielles détaillées des branchements, dont il est question dans la Notice technique du CFCP - Voie (NT) n° 33 (en vigueur le 1<sup>er</sup> avril 2000), ne permettent pas d'assurer adéquatement la détection des dommages subis par les trous d'éclissage dans les tronçons à haut risque.

Les dommages aux trous d'éclissage ont causé la formation de deux précriques dans le rail. Du fait de leur position, elles n'auraient pas été détectées non plus lors des inspections mensuelles des branchements. Les deux précriques étaient assez étendues pour affaiblir le rail au point que le rail se brise sous l'effet des efforts latéraux consécutifs au choc du wagon déraillé contre le coeur de croisement.

La voiture de détection des défauts du rail, qu'on utilise pour ausculter les rails à la recherche de défauts internes, p. ex. les fissures des trous d'éclissage, n'avait pas inspecté ce tronçon de la voie. Toutefois, si la voiture de détection des défauts du rail avait circulé dans le secteur, il y

aurait eu moins de risques que des défauts internes du rail passent inaperçus. Les voies d'évitement de voie principale sont inspectées au moins deux fois par année, mais les voies de triage ne le sont pas, étant donné qu'elles ne répondent pas aux normes minimales du CFCP concernant les inspections.

Le wagon-citerne PROX 88421 montrait trois précriques peu profondes sur la surface intérieure de la plaque-couvercle du trou d'homme. Selon toute vraisemblance, la formation de ces précriques a été causée par des contraintes thermiques induites par le soudage de la buse du trou d'homme aux parois de la citerne, lors de la construction. Des fissures de cette nature ne seraient pas censées affaiblir la résistance de la plaque-couvercle, mais elles introduisent une imperfection dans le métal de la surface et peuvent constituer des points de concentration des contraintes et être à l'origine d'une rupture fragile. Donc, même si les précriques en question peuvent être présentes pendant de nombreuses années sans pour autant compromettre l'intégrité de la plaque-couvercle dans des conditions d'exploitation normales, une rupture fragile peut se produire quand le métal est exposé à des contraintes anormalement fortes par temps froid. Les contraintes dues à l'impact contre la buse du trou d'homme ont excédé la résistance nominale de la structure de la citerne et ont occasionné une rupture fragile ainsi que la libération graduelle de l'ammoniac. La rupture fragile a été confinée à la zone affectée thermiquement de la soudure entre la buse du trou d'homme et les parois de la citerne.

Le nouveau *Règlement sur le transports des marchandises dangereuses* est entré en vigueur en août 2002. Ces modifications à la réglementation font en sorte que l'ammoniac anhydre est classé dans la classe 2.2 « gaz ininflammables, non toxiques ». Par ailleurs, les solutions d'ammoniac anhydre contenant jusqu'à 50 % d'eau sont reclassées comme étant des « gaz toxiques, classe 2.3 ». Paradoxalement, si l'on se base sur les données encyclopédiques et la méthode exposée dans le règlement pour le calcul de la toxicité par inhalation des mélanges, on désigne comme toxique un produit qui a une toxicité moindre qu'un autre produit qui est classé comme un « gaz non toxique ». L'ammoniac anhydre, un produit qui cause une asphyxie immédiate à une concentration de 2 500 ppm, se retrouve sous le seuil réglementaire de 5 000 ppm, et devrait être classé comme un « gaz toxique, classe 2.3 ».

La recherche médicale et d'autres recherches qui ont été publiées au sujet de l'ammoniac anhydre démontrent la façon dont ce produit affecte la vie et la santé. Comme on a pu le constater à la suite de la perte de vie consécutive à l'accident, la nature de ce produit chimique montre que la description qu'on en fait, à savoir celle d'un produit « ininflammable et non toxique », est inexacte. Les recherches indiquent en outre que le personnel d'intervention d'urgence devrait être informé des dangers réels associés à ce produit et devrait savoir que les dangers annoncés par les plaques-étiquettes apposées sur les contenants, en vertu de la réglementation la plus récente, ne décrivent pas exactement les dangers liés à ce produit.

Les premiers intervenants doivent se fier à l'information visuelle qui apparaît sur les plaques-étiquettes des produits dangereux contenus dans le wagon, pour être en mesure de se protéger et de protéger le public. Les wagons qui affichent des informations trompeuses pourraient amener les premiers intervenants à prendre des mesures inadéquates, de sorte que la première ligne de défense du public s'en trouverait compromise. Souvent, c'est la police qui assure la première intervention; or, il a été démontré que la police ne dispose pas d'un équipement de protection adéquat, comme on l'a d'ailleurs noté dans le rapport d'enquête

n° R99T0256 du BST, dans lequel on relate qu'un policier a souffert des effets d'une exposition au gaz ammoniac.

Le changement de classification de l'ammoniac anhydre soulève des questions quant aux interventions d'urgence. Les plaques-étiquettes associées à la nouvelle classification ne comportent pas d'avertissement sur tous les risques liés à ce produit. Par exemple, les premiers intervenants devraient composer avec la nature inflammable et toxique du produit même si la nouvelle classification ne l'indique pas. De plus, les premiers intervenants, par exemple la police et les pompiers volontaires des petites localités qui sont peu informés au sujet des marchandises dangereuses, se fient parfois à la couleur et à la forme de la plaque-étiquette pour faire une première estimation du danger. Par conséquent, le changement de classification de l'ammoniac anhydre, pour le faire passer de la classe 2.4, Gaz corrosifs, à la classe 2.2, Gaz ininflammables et non toxiques, et les plaques-étiquettes associées à ce nouveau classement, masquent les risques que la libération de grandes quantités d'ammoniac anhydre concentré pourrait faire courir aux premiers intervenants et au grand public. La plaque-étiquette identifiant les produits de la nouvelle classe 2.2 est verte, une couleur associée fréquemment à des produits qui posent des risques faibles, tandis que la plaque-étiquette actuelle identifiant les produits des classes 2.3 et 2.4 indique une substance toxique ou corrosive. Les premiers intervenants se montreraient plus prudents pendant l'approche initiale des produits faisant partie de ces dernières catégories.

Les différentes autorités exigent l'inscription d'informations différentes sur les fiches signalétiques. Tous les fabricants de produits réglementés doivent fournir cette information. Les problèmes relatifs à la sécurité viennent du fait que chaque organisme interprète à sa façon des mots du langage courant. Il s'ensuit que les services des incendies considèrent l'ammoniac comme un produit inflammable présentant un léger risque d'explosion, alors que les autorités responsables des transports et les autorités environnementales considèrent qu'il s'agit d'un produit ininflammable. Les autorités environnementales ont considéré qu'il était tantôt corrosif, tantôt toxique, tantôt non toxique, suivant l'autorité qui se prononçait sur les dangers du produit. En se fondant sur des critères similaires, certains organismes ont considéré qu'il était un produit stable alors que d'autres trouvaient qu'il était extrêmement réactif. Quoi qu'il en soit, le fabricant du produit est obligé d'inclure toutes ces informations contradictoires sur une même fiche signalétique. Du fait que des autorités différentes attribuent un classement différent à l'ammoniac anhydre, les risques de malentendus sont accrus et le public de même que les premiers intervenants risquent davantage de commettre des erreurs de perception au moment de déterminer les dangers attribuables à un déversement accidentel.

Lors de cet accident, les intervenants ont tous fait preuve de professionnalisme en assurant une coordination efficace et en établissant un plan d'intervention clair. Grâce à leur efficacité, il a été possible d'atténuer les risques liés à la situation d'urgence et de hâter la levée de l'avis d'évacuation. La façon dont les services d'intervention d'urgence de Red Deer ont organisé et coordonné le travail des intervenants a démontré que les administrations municipales sont en mesure d'intervenir efficacement en cas de déversement accidentel de marchandises dangereuses et de prévenir les conséquences catastrophiques d'un accident de ce genre.

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

1. Le train a déraillé à cause d'un surécartement de la voie sur les lieux du déraillement. Ce surécartement n'avait pas été détecté lors des inspections régulières, car l'élargissement de l'écartement se manifeste seulement lorsque la voie supporte le poids élevé d'un wagon ou d'une locomotive.
2. Le rail a été affaibli considérablement dans un trou d'éclissage détérioré qui était affecté par des fissures préexistantes. Ces fissures n'avaient pas été détectées à cet endroit, car la seule façon de les détecter aurait consisté à inspecter la voie au moyen d'appareils de détection des défauts du rail. Lors du déraillement, les contraintes latérales ponctuelles exercées par la roue du wagon déraillé ont été suffisantes pour causer la rupture finale du rail et entraîner le déraillement des wagons.
3. Les contraintes dues à l'impact contre la buse du trou d'homme du wagon-citerne chargé d'ammoniac anhydre ont excédé la résistance nominale de la structure de la citerne et ont occasionné une rupture fragile et la libération graduelle de l'ammoniac. La rupture fragile a été limitée à la zone affectée thermiquement de la soudure entre la buse du trou d'homme et les parois de la citerne.

## *Faits établis quant aux risques*

1. Du fait que des autorités différentes classent l'ammoniac anhydre différemment, les risques de malentendus sont accrus et le public de même que les premiers intervenants risquent davantage de commettre des erreurs de perception au moment de déterminer les dangers attribuables à un déversement accidentel.
2. En raison du nouveau système de classification des marchandises dangereuses de Transports Canada, les fuites d'ammoniac anhydre risquent davantage d'être suivies de conséquences malheureuses, car l'ammoniac anhydre figure dans une classe et une division qui ne précisent pas clairement les dangers liés à ce produit.
3. On aurait eu des chances de détecter le surécartement de la voie si une voiture d'évaluation de la voie avait inspecté le tronçon.
4. On aurait eu des chances de détecter les défauts internes du rail si une voiture de détection des défauts du rail avait inspecté le tronçon.
5. L'intervention de la police lors de l'accident, tout comme lors de l'accident relaté dans le rapport n° R99T0256 du BST, lors duquel un policier a été incommodé par le gaz ammoniac, démontre encore une fois que les premiers intervenants les plus susceptibles d'être appelés à protéger le public ne disposent d'aucun équipement de protection individuel.

## *Autres faits établis*

1. La façon dont les services d'intervention d'urgence de Red Deer (Alberta) ont organisé et coordonné le travail des intervenants a démontré que les administrations municipales sont en mesure d'intervenir efficacement en cas de déversement accidentel de marchandises dangereuses et de prévenir les éventuelles conséquences catastrophiques d'un accident de ce genre.

## *Mesures de sécurité*

1. Au cours de la première semaine suivant le déraillement, la compagnie Procor a fait un relevé des parties déformées du wagon PROX 88421 et de l'autre wagon qui avait déraillé et s'était renversé (le wagon PROX 37981). Procor s'est aussi dotée d'une capacité d'analyse non linéaire par éléments finis. On a utilisé ces nouvelles ressources pour analyser les résultats des relevés relatifs aux zones déformées, afin de connaître la distribution des contraintes auxquelles les wagons ont été exposés. De plus, la conception des trous d'homme des autres modèles de wagons-citernes fait l'objet d'analyses du même genre. À terme, ce travail pourrait donner lieu à des améliorations dans la conception des wagons, améliorations qui pourraient s'appliquer à l'ensemble du parc de wagons-citernes de l'Amérique du Nord. De plus, abstraction faite du BST, Procor a procédé à d'autres essais de matériaux afin de confirmer les propriétés des matériaux des citernes et des soudures.
2. Le représentant de Procor au sein du comité des wagons-citernes de l'Association of American Railroads (AAR) a informé les autres membres du comité au sujet de l'accident de Red Deer (Alberta) et des questions connexes. Le groupe de travail de l'AAR sur la protection des conduites supérieures des wagons sera mis au fait des résultats de l'analyse entreprise par Procor au fur et à mesure que les résultats seront connus, et il entreprendra un examen des charges de calcul, dans le cadre des travaux déjà en cours. Les données de Procor aideront à apprécier la vulnérabilité des raccordements entre les buses et les citernes.
3. Transports Canada a travaillé en étroite collaboration avec Procor et avec le comité des wagons-citernes de l'AAR aux fins de la réalisation des tâches énoncées aux paragraphes 1 et 2 qui précèdent. Grâce à sa participation aux travaux du comité des wagons-citernes de l'AAR, Transports Canada sera en mesure, à la fin de l'analyse de conception, de poursuivre sa collaboration étroite avec Procor, avec d'autres propriétaires de wagons et avec le comité des wagons-citernes, afin d'assurer la protection des conduites supérieures des wagons.
4. Le Chemin de fer Canadien Pacifique a fait savoir qu'en plus d'évaluer l'état des voies d'évitement de voie principale au moins deux fois par année, il en fait de même à toutes les voies d'évitement, y compris la voie de triage n° 1 à Red Deer.



### *Classification de l'ammoniac anhydre*

Suite à un déraillement survenu en 1999, au cours duquel un wagon déraillé a laissé fuir de l'ammoniac anhydre (rapport n° R99T0256 du BST), le Bureau s'est dit préoccupé par le fait que, dans les petites localités, les premiers intervenants, qui sont peu informés au sujet des marchandises dangereuses, se fient parfois à la couleur ou à la forme de la plaque-étiquette pour faire une première estimation du danger, alors qu'ils devraient plutôt se fonder sur les caractéristiques du produit. Par conséquent, le Bureau a recommandé que :

le ministère des Transports révisé la classification et l'indication de danger de l'ammoniac anhydre pour s'assurer que ce produit figure dans une classe et une division qui vont de pair avec les risques qu'il représente pour le public.

(R02-01, publiée en juin 2002)

Le Ministère a répondu qu'il étudiera plus longuement la classification de l'ammoniac anhydre. Il a soulevé la question au niveau du Groupe de travail fédéral-provincial, ainsi qu'au niveau du Conseil consultatif du ministre sur le transport des matières dangereuses.

Le Ministère a fait savoir que, en vertu du processus de l'Organisation des Nations Unies (ONU), la substance serait de la classe 2.3 et a demandé des commentaires des parties concernées.

*Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. La publication de ce rapport a été autorisée par le Bureau le 5 décembre 2002.*