

Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE
R06T0022



DÉRAILLEMENT EN VOIE PRINCIPALE

DU TRAIN DE MARCHANDISES 230-30
EXPLOITÉ PAR LE CHEMIN DE FER CANADIEN PACIFIQUE
AU POINT MILLIAIRE 114,65 DE LA SUBDIVISION MACTIER
À BUCKSKIN (ONTARIO)
LE 31 JANVIER 2006

Canada



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

Déraillement en voie principale

du train de marchandises 230-30
exploité par le Chemin de fer Canadien Pacifique
au point milliaire 114,65 de la subdivision MacTier
à Buckskin (Ontario)
le 31 janvier 2006

Rapport numéro R06T0022

Résumé

Le 31 janvier 2006 vers 7 h 50, heure normale de l'Est, un wagon du train de marchandises 230-30 du Chemin de fer Canadien Pacifique qui roulait vers le sud a déraillé au point milliaire 114,65 de la subdivision MacTier. Le train a continué de rouler à une vitesse de 45 mi/h jusqu'au point milliaire 103,48, près de Buckskin (Ontario). À cet endroit, un serrage d'urgence intempestif des freins s'est déclenché, et 11 autres wagons ont déraillé. La voie ferrée a été détruite sur une distance de quelque 400 pieds, y compris le branchement nord de la voie d'évitement de Buckskin et les structures de signalisation, et un tronçon de 11 milles qui précédait le lieu de l'accident a subi des dommages considérables. Aucune marchandise dangereuse n'a été en cause dans l'accident et personne n'a été blessé.

This report is also available in English.

1.0	Renseignements de base.....	1
1.1	L'accident	1
1.2	Examen des lieux	2
1.3	Renseignements sur la voie	3
1.4	Wagon de marchandises CP 346875.....	4
1.5	Inspection des wagons de marchandises et détection en voie	4
1.6	Déraillements causés par des roues provenant de l'atelier de roues Transcona du Canadien National.....	5
1.7	Pratiques en vigueur dans les ateliers de roues approuvés par l'Association of American Railroads et assemblage des essieux montés.....	6
1.8	Marquage et durée de vie utile des essieux montés et tenue de dossiers relatifs à ceux-ci.....	8
1.9	Recherches menées par le Canadien National sur l'origine des roues lâches des essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona	9
1.10	Mesures prises par l'industrie pour régler les problèmes dus aux roues lâches provenant de l'atelier de roues Transcona	11
1.11	Mesures prises à l'interne par le Canadien National pour régler les problèmes dus aux roues lâches provenant de l'atelier de roues Transcona ...	12
1.12	Rapport du Laboratoire technique du BST	13
1.13	Programme de retrait accéléré par le Chemin de fer Canadien Pacifique de roues de wagons servant au transport de rouleaux de tôle.....	16
1.14	Surveillance réglementaire par Transports Canada.....	17
2.0	Analyse	19
2.1	Introduction	19
2.2	L'accident	19
2.3	Déraillements causés par des roues lâches provenant de l'atelier de roues Transcona	19
2.4	Normes de l'Association of American Railroads concernant l'alésage et le montage des roues	20
2.5	Réaction de l'industrie et protocoles de rappel des roues lâches provenant de l'atelier de roues Transcona	21
2.6	Suivi des pièces des essieux montés.....	23
2.7	Surveillance par le Chemin de fer Canadien Pacifique du programme de retrait accéléré des roues.....	25
3.0	Conclusions.....	27
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs	27
3.2	Faits établis quant aux risques	27

4.0	Mesures de sécurité	29
4.1	Mesures prises	29
4.1.1	Avis de sécurité ferroviaire du BST	29
4.1.2	Réaction de l'industrie.....	30
4.2	Mesures nécessaires.....	31
4.2.1	Retrait des essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona	31
4.2.2	Suivi des pièces des essieux montés.....	32
4.3	Préoccupations liées à la sécurité.....	33
4.3.1	Défauts de fabrication des roues.....	33

Annexes

Annexe A – Déraillements survenus au Canada causés par des roues lâches provenant de l'atelier de roues Transcona du Canadien National (de 2000 à 2006).....	35
Annexe B – Découvertes de roues décalées / lâches provenant de l'atelier de roues Transcona du Canadien National (de 2000 à 2006).....	36
Annexe C – Sigles et abréviations.....	38

Photos

Photo 1. Essieu monté n° 1 du wagon CP 346875.....	2
Photo 2. Presse pour le montage des roues sur les essieux.....	7
Photo 3. Déplacement d'une roue sur la portée de calage (2 ½ pouces), exemple typique d'une roue lâche.....	11
Photo 4. Section transversale typique des alésages de roues examinés	14
Photo 5. Portée de calage type qui a fait l'objet d'un examen	15

Figures

Figure 1. Endroit où est survenu le déraillement	1
Figure 2. Lieu du déraillement.....	3
Figure 3. Total cumulatif, par date, des déraillements en voie principale survenus au Canada mettant en cause des essieux montés équipés de roues de 36 pouces provenant de l'atelier de roues Transcona du Canadien National	6
Figure 4. Forces qui agissent sur une roue pendant le passage dans une courbe	10

1.0 Renseignements de base

1.1 L'accident

Le 31 janvier 2006 à 7 h 18, heure normale de l'Est¹, le train-bloc 230-30 (le train) du Chemin de fer Canadien Pacifique (CFCP) transportant des rouleaux de tôle part de MacTier (Ontario) et roule en direction sud à destination de Hamilton (Ontario). Les membres de l'équipe, un mécanicien et un chef de train, répondent aux exigences de leurs postes respectifs, connaissent bien le territoire et satisfont aux normes en matière de condition physique et de repos. Le train compte 3 locomotives et 33 wagons, dont 25 wagons-tombereaux chargés de rouleaux de tôle. Le train pèse 4124 tonnes et mesure 1934 pieds.

À 8 h 4, tandis que le train roule à 45 mi/h avec la manette des gaz à la position n° 3, un freinage d'urgence provenant de la conduite générale se déclenche au point milliaire 103,48. La locomotive de tête s'immobilise au point milliaire 102,89, près de Buckskin (Ontario) (voir la figure 1). L'équipe du train suit les consignes d'urgence, inspecte le train et constate que 12 wagons, du 19^e wagon au 30^e wagon à partir de la tête du train, viennent de dérailler.



Figure 1. Endroit où est survenu le déraillement (Source : Association des chemins de fer du Canada, *Atlas des chemins de fer canadiens*)

¹ Toutes les heures sont exprimées en heure normale de l'Est (temps universel coordonné moins cinq heures).

Lors de l'accident, il faisait -2 °C et le ciel était couvert.

1.2 Examen des lieux

Le 19^e wagon à partir de la tête du train, CP 346875, a été le premier à dérailler. Il s'est immobilisé au point milliaire 103,6 et est resté sur ses roues. Son essieu monté n° 1 s'est détaché de sous le bogie arrière et a été retrouvé sur l'emprise, à l'ouest de la voie, près du point milliaire 103,7. La roue L1 de cet essieu monté s'est désolidarisée de la portée de calage et s'est déplacée vers l'intérieur, vers le corps d'essieu (voir la photo 1). Des rayures ont été observées sur l'alésage de la roue et le corps d'essieu. Les 20^e au 30^e wagons se sont immobilisés dans diverses positions le long de l'emprise. L'essieu monté n° 1 du wagon CP 346875 a été envoyé pour examen au Laboratoire technique du BST.



Photo 1. Essieu monté n° 1 du wagon CP 346875 (Source : Chemin de fer Canadien Pacifique)

Dans le secteur immédiat du déraillement, un tronçon d'environ 400 pieds de voie, y compris le branchement nord de la voie d'évitement de Buckskin et les structures de signalisation, a été détruit, et un bâtiment de signalisation a été endommagé. À l'extrémité nord des lieux du déraillement, on a observé des dommages considérables du côté intérieur des rails, sur les anticheminants, les selles de rail et les traverses. À partir de cet endroit, on a relevé en direction nord des dommages analogues à des impacts de roues sur la voie principale sur une distance d'environ 11 milles, jusqu'à une série de courts ponts à chevalets qui enjambent la rivière Moon. Les premières marques ont été relevées au point milliaire 114,65, sur le patin du rail est (rail de la file haute) d'une courbe de trois degrés vers la droite (dans le sens d'avancement du train). Dans le tronçon endommagé de 11 milles, on a relevé quelque 700 ruptures du patin du rail et 22 ruptures transversales du rail. Un tronçon de huit milles de longs rails soudés (LRS) a dû être remplacé (voir la figure 2).

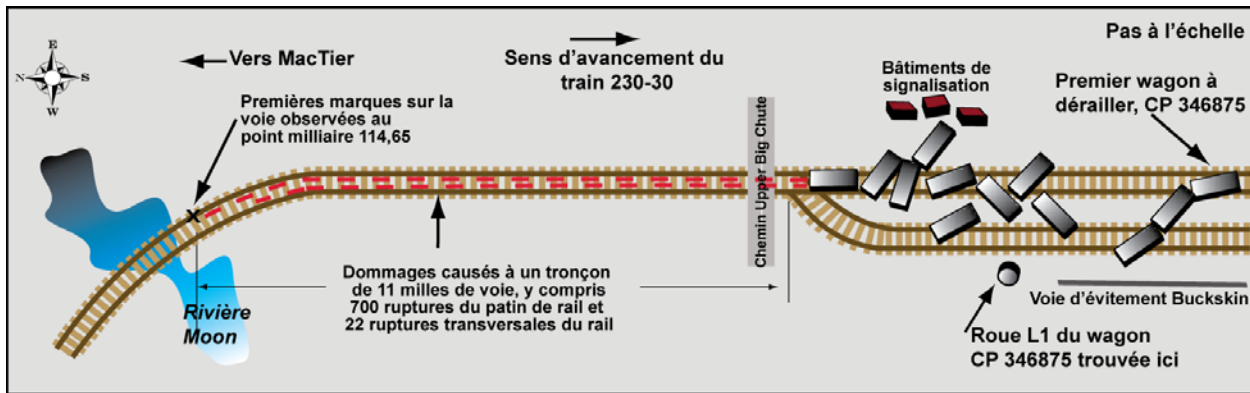


Figure 2. Lieu du déraillement

1.3 Renseignements sur la voie

Dans la subdivision MacTier, la voie principale est simple et, du sud vers le nord, elle va de Osler (Ontario), point milliaire 0,0, à MacTier (Ontario), point milliaire 126,9. Dans le secteur du déraillement, le mouvement des trains est régi par le système de régulation de l'occupation de la voie en vertu du *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada* (REF) et est surveillé par un contrôleur de la circulation ferroviaire posté à Montréal (Québec). Il s'agit d'une voie de catégorie 4 au sens du *Règlement sur la sécurité de la voie* (RSV) approuvé par Transports Canada. La vitesse maximale autorisée est de 50 mi/h pour les trains de marchandises prioritaires. Le trafic ferroviaire est constitué d'environ 29 trains de marchandises par jour, ce qui représente un tonnage annuel de quelque 30 millions de tonnes brutes.

D'un bout à l'autre du secteur du déraillement, la voie était faite de LRS de 115 livres. Les rails reposaient sur des selles de 14 pouces et ils étaient fixés par six crampons à chaque traverse de bois dur. La voie était encadrée par des anticheminants à toutes les deux traverses. Le ballast était constitué de pierre et de laitier concassés. Les cases étaient garnies et les épaulements dépassaient de 12 à 24 pouces au bout des traverses. Entre le point milliaire 114,7 et le point milliaire 114,3, la voie descend graduellement, après quoi elle aborde une rampe de 1,1 % en direction sud.

Dans tout le secteur du déraillement, la voie était inspectée régulièrement, conformément aux dispositions du RSV. Dans le secteur du déraillement, la dernière inspection visuelle remontait au 30 janvier 2006 et elle avait été faite à bord d'un véhicule rail-route. Lors de cette inspection, on a posé plusieurs boulons pour remplacer ceux qui avaient disparu, mais on n'a relevé aucune autre anomalie. La voiture d'évaluation de la voie du CFCP a contrôlé la géométrie de la voie le 31 octobre 2005 et n'a signalé aucun défaut nécessitant une intervention urgente. La voiture de détection des défauts de rail a procédé à une auscultation par ultrasons le 16 janvier 2006 et n'a observé aucune anomalie.

1.4 *Wagon de marchandises CP 346875*

Le wagon qui a déraillé en premier était le wagon-tombereau CP 346875, servant au transport de rouleaux de tôle. Ce wagon, construit en septembre 1999, avait un poids total en charge de 286 000 livres. On dit que les wagons qui transportent des chargements de cet ordre de grandeur sont affectés au service à fortes charges par essieu. Comme un wagon de marchandises moyen vide pèse environ 63 000 livres, les wagons affectés au service à fortes charges par essieu peuvent transporter des chargements atteignant 223 000 livres (environ 110 tonnes). En comparaison, les wagons de marchandises standard ont une capacité de charge brute de 263 000 livres et peuvent transporter jusqu'à 200 000 livres (environ 100 tonnes). Le wagon CP 346875 était un wagon en service exclusif qui était affecté à un service de trains-blocs à fortes charges par essieu qui transportait des rouleaux de tôle entre Sault Ste. Marie (Ontario) et Hamilton. Le secteur est considéré comme étant un territoire où la déclivité et la courbure des voies sont généralement accentuées.

L'essieu monté n° 1 a été installé sous le wagon CP 346875 lors de travaux d'entretien courant qui ont été effectués à Sault Ste. Marie le 4 octobre 2004. L'essieu monté qui a été installé faisait partie d'un envoi d'essieux montés provenant de l'atelier de roues Progress, situé à Winnipeg (Manitoba) (PRWW). La date de montage des roues indique que les roues ont été montées sur l'essieu en décembre 1998 par l'atelier de roues Transcona du Canadien National (CN), situé à Winnipeg. L'estampe de la plaque de blocage des roulements à rouleaux indique que l'essieu monté a reçu des roulements à rouleaux remis à neuf qui ont été installés par l'atelier de roues PRWW en septembre 2004. Antérieurement, l'atelier PRWW était l'atelier de roues principal du CFCP, et il est actuellement le principal fournisseur d'essieux montés de la compagnie. On ne dispose pas de dossiers de l'industrie qui relatent la durée de vie utile de cet essieu monté, ou qui identifient les wagons sous lesquels il a été placé, entre son assemblage, en 1998, et le déraillement survenu en 2006.

1.5 *Inspection des wagons de marchandises et détection en voie*

Les wagons de marchandises font l'objet d'une inspection visuelle, conformément au *Règlement concernant l'inspection et la sécurité des wagons de marchandises* approuvé par Transports Canada. En plus de cette exigence, ils doivent faire l'objet d'autres inspections visuelles avant le départ et en cours de route, au besoin. Le train a fait l'objet des inspections requises le 30 janvier 2006, et ces inspections n'ont relevé aucune anomalie concernant le wagon CP 346875.

Pour compléter les inspections visuelles des wagons de marchandises, le CFCP a équipé son réseau de systèmes de détection en voie (SDV), en l'occurrence des systèmes électroniques qui évaluent l'état du matériel roulant en cours de route. Les SDV sont placés à des intervalles d'environ 25 milles le long des voies principales et se composent normalement d'un détecteur de boîtes chaudes, d'un détecteur de roues chaudes et d'un détecteur de pièces traînantes. On installe aussi des détecteurs de défauts de roues (DDR) à des endroits stratégiques le long de la voie. Ces détecteurs signalent les roues dont la table de roulement est écaillée ou est affectée par des méplats ou les roues brisées qui excèdent les valeurs seuils de défauts de roues. Sauf si les roues sont déjà déraillées, les systèmes ne décèlent pas les roues lâches ou décalées.

Il existe une technologie qui peut détecter les essieux montés dont les roues sont décalées avant qu'un déraillement ne se produise. Les détecteurs de défauts de profil de roue (DDPR), intégrés à la structure de la voie, utilisent des capteurs optiques pour enregistrer le profil des tables de roulement des roues et faire des mesurages successifs à mesure que le matériel roulant passe au-dessus du détecteur. Le CN est la seule compagnie ferroviaire au Canada à avoir installé des DDPR, un à Arnold (Colombie-Britannique) et l'autre à Nattress (Manitoba). En raison d'un accord de circulation directionnelle, l'installation du CN à Arnold contrôle aussi les roues des trains du CFCP qui roulent à destination de la région de Vancouver (Colombie-Britannique). Sauf à ces deux installations, les wagons de marchandises qui roulent sur d'autres chemins de fer ou qui sont en service d'échange au Canada ne sont pas inspectés par des DDPR.

1.6 Déraillements causés par des roues provenant de l'atelier de roues Transcona du Canadien National

Six semaines avant le déraillement de Buckskin, une roue lâche a été à l'origine d'un autre déraillement en voie principale survenu dans le réseau du CFCP. Le 16 décembre 2005, le wagon CP 346898, un wagon-tombereau chargé de rouleaux de tôle, faisant partie du train de marchandises 230-15 du CFCP, a déraillé au point milliaire 58,9 de la subdivision Hamilton. L'enquête du CFCP a révélé qu'une roue lâche de 36 pouces, montée par l'atelier de roues Transcona du CN en janvier 2000, s'était déplacée vers l'intérieur, causant la perte de l'écartement de l'essieu monté et, par la suite, le déraillement. L'essieu monté à l'origine du déraillement du CFCP survenu dans la subdivision Hamilton a aussi été envoyé pour examen au Laboratoire technique du BST. On a constaté que, lors de ces deux accidents, l'estampe de la plaque de blocage des roulements à rouleaux indiquait que l'essieu monté avait reçu en septembre 2004 des roulements à rouleaux remis à neuf, installés par l'atelier PRWW.

Depuis le déraillement de Buckskin, on a signalé deux autres déraillements attribuables à des roues lâches provenant de l'atelier de roues Transcona du CN.

De 2000 jusqu'à maintenant, le CN a documenté au total 15 déraillements en voie principale qui se sont produits au Canada et qui ont été causés par des roues lâches (voir la figure 3). L'annexe A dresse une liste détaillée de ces déraillements. La compagnie a aussi documenté au moins deux autres déraillements dus à des roues lâches qui se sont produits à l'extérieur du Canada. Le CN a signalé 48 autres essieux montés affectés par des roues lâches qui ont été détectés lors d'une inspection subséquente (voir l'annexe B). Dans chacun de ces cas, les roues ont été montées par l'atelier de roues Transcona du CN entre avril 1998 et février 2001, et sont devenues lâches par la suite.

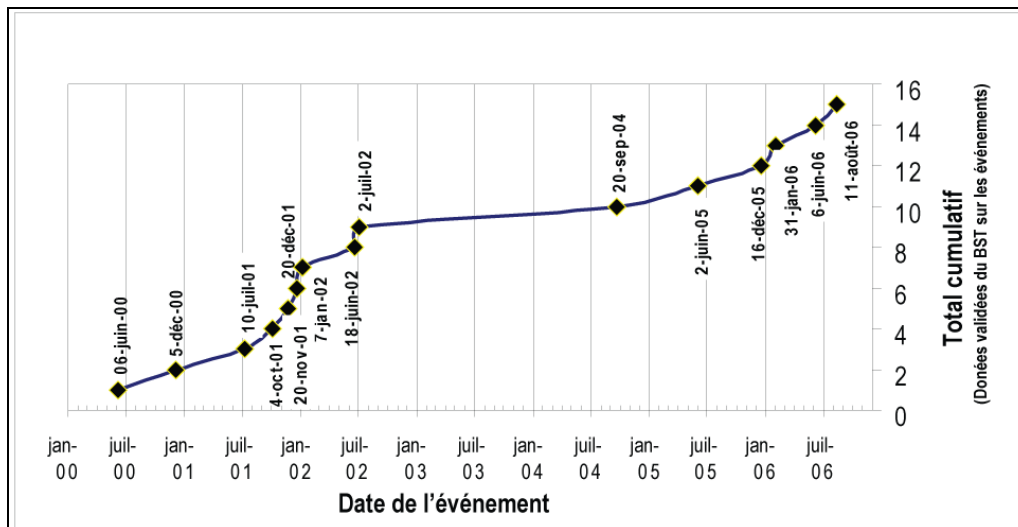


Figure 3. Total cumulatif, par date, des déraillements en voie principale survenus au Canada mettant en cause des essieux montés équipés de roues de 36 pouces provenant de l'atelier de roues Transcona du Canadien National

1.7 *Pratiques en vigueur dans les ateliers de roues approuvés par l'Association of American Railroads et assemblage des essieux montés*

L'assemblage des essieux montés se fait en conformité avec les normes de l'Association of American Railroads (AAR) qui figurent dans la section G, partie II, du *Manual of Standards and Recommended Practices* (MSRP) (manuel des normes et des pratiques recommandées)². Ce manuel énonce les normes minimales qui s'appliquent à la fabrication et à la remise à neuf des essieux montés.

Les essieux montés sont des assemblages comprenant deux roues, qui sont alésées et calées à la presse sur une portée de calage, et deux roulements à rouleaux calés à la presse sur les fusées d'essieu. On centre les alésages des roues, puis on les alèse de façon que leur diamètre soit assez petit pour assurer un ajustement serré sur la portée de calage correspondante. Pendant le processus d'alésage des roues, on fait habituellement une première passe, suivie d'une passe de finition qui permet d'ajuster l'alésage de chaque roue à une portée de calage spécifique. Après l'alésage, on aligne les roues et l'essieu auquel elles sont destinées, on lubrifie les surfaces de montage et on cale les roues à la presse (voir la photo 2). Cette marche à suivre se répète pour tous les essieux montés des wagons de marchandises.

² Association of American Railroads, *Wheel and Axle Manual, Manual of Standards and Recommended Practices* (manuel G-II), 16^e édition, révisé le 1^{er} mai 1998 (en anglais seulement).



Photo 2. Presse pour le montage des roues sur les essieux

L'atelier de roues Transcona du CN est un atelier approuvé par l'AAR. L'AAR mène des vérifications pour s'assurer que les procédés des ateliers sont conformes à ses normes. Le non-respect des normes peut faire en sorte que l'AAR annule l'homologation de l'atelier ou lui impose des amendes. L'AAR a mené des vérifications à quatre reprises à l'atelier de roues Transcona entre avril 1998 et février 2001 et, à chacune de ces occasions, elle a déterminé que les procédés en vigueur étaient conformes aux normes de l'AAR.

En 1998, la section G, partie II, du MSRP de l'AAR précisait pour les essieux montés munis de roues de 36 pouces qui sont utilisés pour le service régulier (poids total en charge de 263 000 livres) et le service à fortes charges par essieu (poids total en charge de 286 000 livres) :

- que la passe de finition de l'alésage doit avoir environ 1/64 de pouce d'épaisseur³;
- que, pour assurer un ajustement serré entre l'alésage de la roue et la portée de calage, la presse de montage des roues doit avoir une poussée allant de 90 tonnes à 160 tonnes. Ces données doivent être consignées. Les dossiers de pression de montage des roues doivent être conservés pendant cinq ans⁴.

La norme n'indiquait pas d'exigences minimales pour ce qui est de la finition de surface, de la vitesse de pénétration du coulisseau ou de la vitesse de coupe.

Le manuel G-II a été révisé en 2004, mais les exigences relatives à la finition des alésages de roues, à la pression de montage des roues et à la tenue des dossiers sont restées telles quelles. Les normes actuelles qui traitent de l'alésage des roues, de la pression de montage des roues et de la tenue des dossiers ont été rédigées il y a au moins 40 ans, à une époque où la plus grande partie de la tenue de dossiers se faisait sur papier et où la majorité du trafic ferroviaire était

³ Règle 1D5 du manuel G-II, 1998, p. 5.

⁴ Figure 4.23 (p. 61) et règle 1E1 (p. 5) du manuel G-II, 1998.

constituée de wagons de marchandises de 50 et 70 tonnes, ce qui est très inférieur à la capacité de charge (110 tonnes) des wagons qu'on affecte de nos jours au service à fortes charges par essieu (poids total en charge de 286 000 livres).

1.8 *Marquage et durée de vie utile des essieux montés et tenue de dossiers relatifs à ceux-ci*

Quand des roues sont montées sur un essieu, la date de montage des roues et l'identificateur de l'atelier sont estampillés sur le moyeu extérieur d'une des roues. Ensuite, les roulements à rouleaux sont calés à la presse sur les fusées d'essieu et une plaque de blocage est installée sur le chapeau des roulements à rouleaux. Les marques inscrites sur la plaque de blocage indiquent la date de fabrication ou de remise à neuf des roulements et identifient l'atelier qui a installé les roulements à rouleaux. Dans le cas des essieux montés dont les roues et les roulements ont été montés en même temps dans des ensembles neufs ou remontés, l'information inscrite sur les plaques de blocage est très similaire à l'information portant sur le montage des roues. Dans les cas des essieux montés qui ont été remis à neuf dans un atelier de roues et dont on a reprofilé la table de roulement des roues ou remplacé les roulements à rouleaux, l'information inscrite sur les plaques de blocage ne correspondra pas à l'information portant sur le montage des roues.

L'AAR exige que l'atelier de roues qui a effectué les travaux consigne l'information relative à la fabrication des essieux montés (par exemple, force appliquée pour le montage des roues (en tonnes), dates de fabrication et numéros de série des roues, des essieux et des roulements à rouleaux, et information sur leur remise à neuf) et conserve cette information pendant cinq ans. L'atelier de roues PRWW applique sur le corps de l'essieu un code à barres qui renvoie à l'information relative à tous les essieux montés. Le CFCP se sert d'un lecteur de codes à barre pour retrouver l'information et télécharge directement les renseignements pertinents de l'AAR dans les dossiers d'entretien du wagon. Au CN, on consigne numériquement à la presse de montage les données portant sur la fabrication et la pression de montage des roues, mais on saisit manuellement les renseignements pertinents de l'AAR dans les dossiers d'entretien des wagons.

On retire périodiquement des essieux montés des wagons de marchandises, que ce soit parce qu'ils sont défectueux ou parce qu'il faut les entretenir conformément aux critères exposés dans le *Field Manual of the AAR Interchange Rules* (manuel pratique sur les règles d'échange de l'AAR). Les essieux montés qui sont retirés sont remplacés par des essieux montés neufs ou remis à neuf. Les essieux montés peuvent être remis à neuf à plusieurs reprises, et être mis en service sous plusieurs types différents de wagons après leur assemblage initial, et ils peuvent demeurer en service jusqu'à 20 ans. La règle 41 de la section F du manuel décrit l'information que les compagnies ferroviaires doivent consigner au sujet des essieux montés qui sont retirés ou des essieux neufs qu'on vient d'installer quand elles remplacent des essieux montés. Cette information est utilisée surtout à des fins de facturation de l'AAR. La règle 41 n'exige pas que les dates de montage ou les numéros de série des roues soient consignés quand on installe des essieux montés sous des wagons de marchandises.

1.9 *Recherches menées par le Canadien National sur l'origine des roues lâches des essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona*

À la fin de 1997, l'atelier de roues Transcona du CN a connu une fréquence supérieure à la normale de mauvais ajustements des roues des essieux montés de 100 tonnes équipés de roues de 36 pouces. En avril 1998, l'atelier de roues Transcona a recouru à un processus modifié d'alésage des roues, qui faisait appel à un foret de finition de forme différente, pour essayer de réduire le taux de mauvais ajustements. Même si le processus modifié d'alésage était conforme aux normes de l'AAR, le nouveau foret produisait une coupe dont les cannelures étaient plus profondes et davantage espacées et dont les arêtes étaient plus aiguës. On croyait que les arêtes en question subiraient une déformation plastique et se déformeraient plus aisément et « se coucheraient » durant le montage de la roue, ce qui réduirait le taux de mauvais ajustements. Les premiers résultats ont été positifs, mais avec le temps, le taux de mauvais ajustements a augmenté. On a cessé de recourir au processus modifié d'alésage en février 2001.

D'après les dossiers de production de l'atelier de roues Transcona du CN, on a produit environ 26 800 essieux montés de 36 pouces entre avril 1998 et décembre 1999, et on en a produit 17 000 autres entre janvier 2000 et février 2001, en utilisant le processus modifié d'alésage.

En juin 2000, le CN a relevé plusieurs cas de roues décalées, et au moins un déraillement affectant son parc de matériel de transport de charbon qui avait été causé par des roues lâches (voir les annexes A et B). Il s'agissait dans tous les cas d'essieux montés de 100 tonnes, ayant des roues de 36 pouces, dont l'assemblage avait été assuré par l'atelier de roues Transcona. Le phénomène des roues lâches touchait surtout des wagons affectés au service à fortes charges par essieu qui circulaient dans des territoires où la déclivité et la courbure des voies étaient accentuées et exigeaient une utilisation accrue des freins à air. Avec le temps, toutefois, ce phénomène a aussi été observé dans le cas de matériel de 100 tonnes affecté au service ordinaire.

En octobre 2001, on a remarqué une augmentation de la fréquence des cas de roues décalées (8) et des déraillements (5) dus à des roues lâches dans des essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona. Le CN a commandé des études à des experts de l'extérieur, à qui il a demandé de trouver la cause de la fréquence anormalement élevée des défaillances d'essieux montés pendant le service^{5, 6, 7}. On a d'abord cru que le problème était lié à la fabrication des roues, étant donné que la plupart des roues en cause avaient été fabriquées par Griffin Wheel. Toutefois, les études ont invalidé cette hypothèse. Les études, qui ont pris fin en février 2002,

⁵ Griffin Wheel, *Metallurgical Analysis of Loose Wheel Axles Returned from Canadian National Railway*, 19 novembre 2001 (en anglais seulement).

⁶ T.F. Conry, Ph.D., *Report on the Out-of-Gauge Wheel Problem*, 20 janvier 2002 (en anglais seulement).

⁷ J.D. Makinson, Ph.D, P.E. et H.C. Iwand, P.E., *Rail Sciences Incorporated Presentation to CN on the "Results of CN Out-of-Gauge Wheel Investigation"*, 8 février 2002 (en anglais seulement).

ont établi des liens entre les événements dus à des roues lâches et le processus modifié d'alésage des roues qui avait été utilisé à l'atelier de roues Transcona du CN entre avril 1998 et février 2001. Les études ont permis de déterminer que :

- Les cannelures plus profondes et plus espacées et les arêtes plus aiguës qui étaient produites par le processus modifié d'alésage de l'atelier de roues Transcona avaient pour effet de réduire jusqu'à 60 % la surface de contact entre l'alésage de la roue et la portée de calage, comparativement aux résultats obtenus par le processus d'alésage précédent.
- La diminution de la surface de contact occasionne une augmentation des contraintes auxquelles les autres surfaces sont soumises, et elle entraîne une usure par frottement des pointes des spirales de l'alésage.
- L'usure par frottement est un processus dont les résultats se manifestent avec le temps. Le processus débute aux interfaces extérieures et intérieures entre l'alésage du moyeu de roue et la portée de calage, et progresse vers l'intérieur, en direction du centre de l'alésage du moyeu de la roue.
- Quand un wagon de marchandises roule normalement dans une courbe, les efforts latéraux qui s'exercent contre le boudin de la roue font en sorte que la roue s'incline légèrement, ce qui fait que les pointes des spirales de l'alésage, faites d'un métal plus dur, sont poussées contre le matériau plus mou de la portée de calage (voir la figure 4).
- Les forces d'inclinaison font apparaître des entailles sur la portée de calage et entraînent un relâchement progressif de l'ajustement serré⁸.

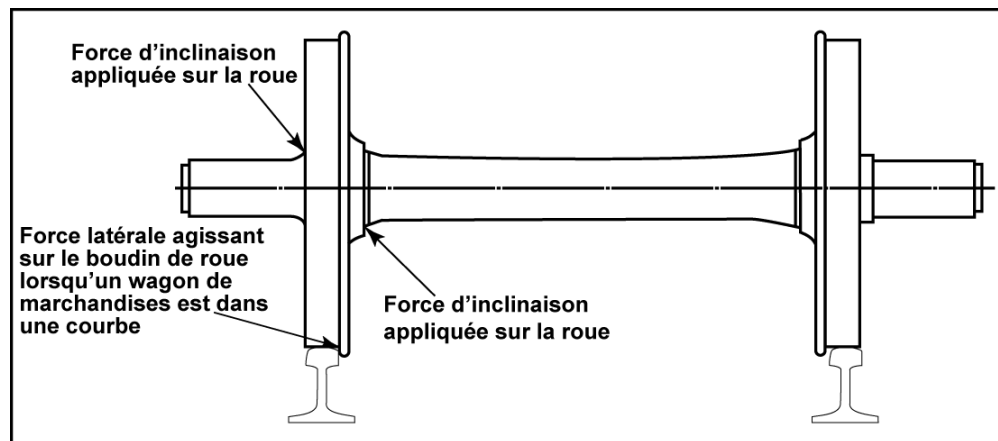


Figure 4. Forces qui agissent sur une roue pendant le passage dans une courbe

⁸ À l'alinéa 9e) de la section II du *Règlement concernant l'inspection et la sécurité des wagons de marchandises* approuvé par Transports Canada, on lit que les compagnies ferroviaires ne doivent pas mettre ni maintenir en service un wagon dont une roue est décalée.

- Le processus continue jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'une petite bande de spirales près du centre de la roue pour maintenir l'ajustement serré. Dans ces conditions, ces roues de 36 pouces peuvent se déplacer (se visser) vers l'intérieur et parfois vers l'extérieur de la portée de calage pendant le service, de sorte que la roue devient lâche et décalée (voir la photo 3).



Photo 3. Déplacement d'une roue sur la portée de calage (2 ½ pouces), exemple typique d'une roue lâche

Des représentants du CN ont indiqué que la majorité des roues lâches mettaient probablement en cause des essieux montés dont la pression de montage était à la limite inférieure de la gamme de pression de montage de 90 à 160 tonnes. Toutefois, le CN n'a pu fournir des données sur la pression de montage que pour 14 essieux montés. Aucune autre donnée sur les pressions de montage des roues n'était disponible puisqu'on avait excédé la durée minimale de conservation de cinq ans qui est exigée par l'AAR. Des 14 essieux montés pour lesquels la pression de montage avait été consignée, il y en avait 10 (71 %) dont les valeurs de pression étaient de 110 tonnes ou moins.

1.10 Mesures prises par l'industrie pour régler les problèmes dus aux roues lâches provenant de l'atelier de roues Transcona

Transports Canada a pris connaissance des problèmes causés par des roues lâches provenant de l'atelier de roues Transcona lors d'une présentation que le CN a faite en novembre 2001. Des exposés similaires ont été présentés à plusieurs compagnies ferroviaires de catégorie 1, au Canada (Chemin de fer Canadien Pacifique) et aux États-Unis (Burlington Northern Santa Fe, CSX Transportation, Florida East Coast Railway, Kansas City Southern, Norfolk Southern et Union Pacific).

Le CN a informé Transports Canada qu'il avait repéré des roues lâches dans son parc de wagons de transport de charbon et qu'il avait déterminé que le problème était dû à l'utilisation d'un processus modifié d'alésage des roues, entre avril 1998 et février 2001. Le CN a fait savoir qu'il avait entrepris, de concert avec l'AAR, la rédaction d'un avis qui porterait sur l'ensemble des roues affectées par ce problème. Le CN a aussi noté qu'on devrait peut-être revoir les normes actuelles de l'AAR en matière d'alésage et d'assemblage des roues, afin d'éliminer des phénomènes de ce genre à l'avenir, et il a déclaré aussi que les normes actuelles de l'AAR

pouvaient être à la limite de l'applicabilité dans le cas des wagons de marchandises modernes qui sont affectés au service à fortes charges par essieu. En 2002, Transports Canada a mené des vérifications concernant l'écartement des essieux montés du matériel roulant du CN, les inspections de wagons et les remplacements d'essieux montés qui avaient trait à cette question.

À la demande du CN, l'AAR a publié le 30 novembre 2001 la circulaire C-9388, contenant le préavis d'alerte (Early Warning) 5183 adressé à toutes les compagnies de chemin de fer membres de l'AAR. L'avis ciblait quelque 5000 wagons-citernes étrangers et demandait qu'on retire du service tous les essieux montés dont les plaques de blocage des roulements à rouleaux portent la marque de l'atelier de roues Transcona du CN et indiquent les dates de juin 1998, février 1999, mars 1999 ou septembre 1999. Toutefois, les wagons de marchandises équipés d'essieux montés portant les marques de l'atelier de roues Transcona pouvaient toujours circuler en service d'échange à la grandeur du Canada et des États-Unis. Par conséquent, au début de 2002, des représentants du CN ont fait une tournée des compagnies ferroviaires de catégorie 1 au Canada et aux États-Unis afin de les informer des problèmes attribuables aux roues lâches.

Le 19 février 2002, à la demande du CN, l'AAR a diffusé la circulaire C-9428 contenant l'avis de maintenance (Maintenance Advisory ou MA) 74. Le MA 74 étendait les critères d'inspection et le rappel de façon à inclure un total de 9381 wagons étrangers, et exigeait le retrait de tous les essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona du CN dont les dates de montage des roulements à rouleaux allaient d'avril 1998 à décembre 1999, lorsqu'on trouve les wagons en question sur des voies d'atelier ou des voies de réparation. Dès que les wagons étaient inspectés par le personnel des chantiers d'entretien de la compagnie de chemin de fer, l'alerte de l'AAR relative au wagon devait être annulée et l'activité était signalée au CN aux fins de la tenue d'un registre centralisé. Le MA 74 n'incluait pas le parc de wagons du CN ni les essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona et assemblés entre janvier 2000 et février 2001, et n'exigeait pas que le personnel des ateliers de roues vérifie les dates de montage des roues pour identifier les essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona et assemblés entre avril 1998 et février 2001. En date du 9 novembre 2007, le CN a estimé que de 10 000 à 12 000 essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona étaient toujours en service.

1.11 Mesures prises à l'interne par le Canadien National pour régler les problèmes dus aux roues lâches provenant de l'atelier de roues Transcona

À l'interne, le CN a mis en œuvre des procédures additionnelles visant à prévenir les événements attribuables aux roues lâches provenant de l'atelier de roues Transcona dans son réseau :

- En octobre 2001, le CN a commencé à faire faire des mesurages manuels continus des roues de son parc de wagons de transport de charbon à l'aide d'outils manuels de mesurage au laser.
- À l'automne de 2002, le CN a installé deux DDPR, un à Arnold et l'autre à Nattress. À la suite de l'installation des DDPR, la vérification manuelle continue des essieux montés a cessé.

- En mars 2002, le CN a donné au personnel de tous les ateliers de roues des instructions disant de vérifier la date de montage qui est estampée sur le moyeu des roues de tous les essieux montés qui arrivent aux ateliers. On demandait au personnel de démonter les roues de tous les essieux montés dans l'atelier de roues Transcona dont la date de montage se situe entre avril 1998 et février 2001 (c'est-à-dire, la durée de la période de fabrication complète).
- Le CN a fait faire un grand nombre d'inspections accélérées des roues de son propre parc de wagons-tombereaux servant au transport de charbon et de certains autres parcs similaires de wagons qui roulent sur les voies du CN (par exemple, SULX, PWCX, BCNE, CNHX et CEFX). Les inspections visaient le retrait des essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona qui avaient été assemblés pendant la période de fabrication complète.

Même après qu'on a mis en œuvre des mesures additionnelles visant à prévenir des événements dus à des roues lâches provenant de l'atelier de roues Transcona, on a continué de trouver des wagons du CN et des wagons étrangers qui avaient des essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona dont des roues étaient lâches ou décalées. Quand un propriétaire de wagons de l'étranger trouvait des roues lâches, le CN ou le propriétaire de wagons devait mettre en œuvre un programme d'inspection et de retrait accélérés des essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona. Ces inspections ciblaient les essieux montés de l'atelier de roues Transcona qui avaient été assemblés pendant la période de fabrication exposée dans le MA 74 (d'avril 1998 à décembre 1999). Toutefois, quand un propriétaire de wagons de l'étranger a signalé un événement qui mettait en cause une roue lâche provenant de l'atelier de roues Transcona, dont la période de fabrication différait de celle du MA 74, le CN a mis en œuvre des programmes de retrait accéléré qui visaient tous les essieux montés assemblés par l'atelier de roues Transcona au cours de la période de fabrication complète (d'avril 1998 à février 2001).

1.12 *Rapport du Laboratoire technique du BST*

Trois essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona du CN ont été envoyés au Laboratoire technique du BST, qui a procédé à une analyse de défaillance. Ces essieux montés comprenaient des essieux montés recueillis après les deux déraillements du CFCP (Buckskin et Hamilton) et une troisième roue lâche qui a été considérée comme étant un facteur de causalité du déraillement d'un train du Chemin de fer QNS&L, survenu le 11 août 2006. À des fins de comparaison, trois autres essieux montés provenant d'une population d'essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona ont été retirés du parc de wagons de transport de rouleaux de tôle du CFCP lors d'un programme d'inspection et de retrait accélérés qui a été réalisé au printemps de 2006. Les essieux montés de comparaison comprenaient :

- un essieu qui a été monté en février 1998, un peu avant le début de la période complète de fabrication (d'avril 1998 à février 2001);
- un essieu qui a été monté en avril 1998, à l'intérieur de la période de fabrication visée par le MA 74 (d'avril 1998 à décembre 1999);

- un essieu qui a été monté en octobre 2000, à l'extérieur de la période de fabrication visée par le MA 74 (d'avril 1998 à décembre 1999), mais à l'intérieur de la période de fabrication complète (d'avril 1998 à février 2001).

Les observations ci-après ont été tirées du rapport LP 026/2006 du Laboratoire technique du BST :

- Avant de sectionner les essieux montés en question, on a remarqué que chacune des interfaces entre l'alésage de roue et la portée de calage montrait un certain degré de détérioration de l'ajustement serré entre les roues et les essieux.
- Tous les ensembles alésage de roue / portée de calage qui ont été examinés montraient des signes d'usure par frottement et des signes d'oxyde de fer, indiquant une légère flexion due aux forces d'inclinaison des roues qui se sont exercées entre l'alésage de la roue et la portée de calage. Plus la flexion était forte, plus la quantité d'oxyde de fer était grande (voir la photo 4).

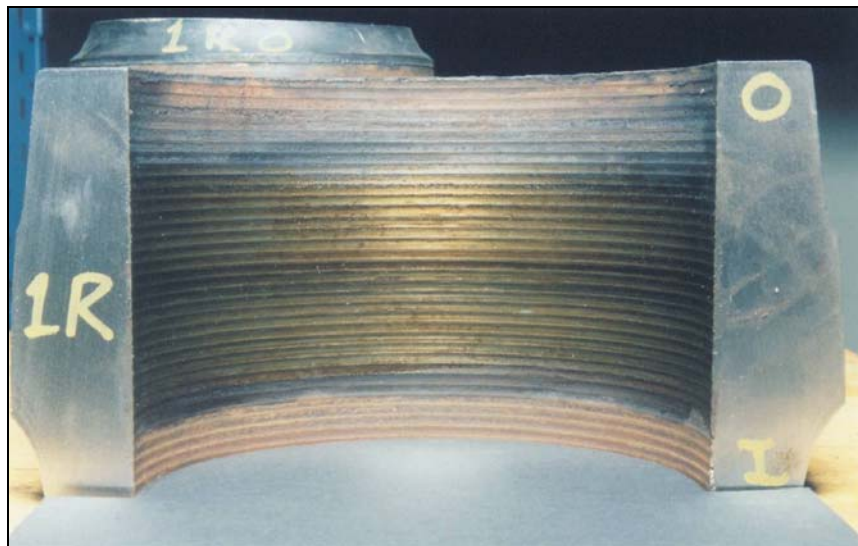


Photo 4. Section transversale typique des alésages de roues examinés

- Tous les alésages de roues, y compris ceux de l'essieu qui a été monté en dehors de la période de fabrication visée (février 1998), montraient des signes d'oxyde de fer et des entailles de surface⁹ aux extrémités de la portée de calage, qui correspondaient à une flexion au point d'interface entre l'alésage de la roue et la portée de calage (voir la photo 5).

⁹ Dommages causés à une surface pleine par une ou des indentations plastiques consécutives à une surcharge. (Source : American Society for Metals, *Metals Handbook*, Ninth Edition, Metals Park, Ohio 44073) (en anglais seulement).



Photo 5. Portée de calage type qui a fait l'objet d'un examen

- Les entailles relevées sur la portée de calage font ressortir une légère différence de dureté des matériaux de l'alésage de la roue et de la portée de calage. Les entailles relevées sur la portée de calage étaient plus marquées dans le cas des trois roues qui avaient subi un déplacement latéral. Il semble que les entailles des portées de calage correspondent à l'amorce d'un mouvement au point d'interface entre l'alésage de la roue et la portée de calage.
- Seules les trois roues qui ont subi un déplacement latéral montraient des marques dentelées, des marques de grippage ou une déformation plastique. Les marques dentelées témoignent de mouvements de rotation infimes entre l'alésage de la roue et la portée de calage sous une charge, alors que le grippage dénote un mouvement de rotation plus prononcé entre l'alésage et la portée de calage sous une charge.
- Le taux d'alésage des roues examinées variait entre quatre et cinq tours par pouce. Même pour des roues dont l'alésage a été fait à un taux de cinq tours par pouce, on a relevé un mouvement entre l'alésage de la roue et la portée de calage.
- Sauf pour la roue du Chemin de fer QNS&L, chacun des cinq autres essieux montés qu'on a examinés était équipé de roulements à rouleaux remis à neuf qui avaient été installés par l'atelier PRWW entre mars 2004 et janvier 2005.

Le mécanisme de rupture qu'on a observé dans les trois roues affectées par un déplacement latéral correspondait au mécanisme de rupture connu qu'on associe aux roues lâches provenant de l'atelier de roues Transcona.

1.13 *Programme de retrait accéléré par le Chemin de fer Canadien Pacifique de roues de wagons servant au transport de rouleaux de tôle*

À la suite du premier déraillement ayant affecté le service de transport de rouleaux de tôle du CFCP, lequel a été causé par une roue lâche provenant de l'atelier de roues Transcona du CN et est survenu en décembre 2005, le CFCP a contacté le CN. Le CFCP était au courant des dispositions du MA 74, mais la roue lâche en cause dans l'accident avait été assemblée en janvier 2000, date qui excédait légèrement les dates limites énoncées dans le MA 74. Pendant que ces discussions se poursuivaient, le second déraillement touchant le service de transport de rouleaux de tôle du CFCP, causé par une roue lâche (celui de Buckskin), est survenu.

Le personnel de la mécanique du CFCP, au triage Toronto, a alors mis en branle un programme d'inspection et de retrait accélérés qui visait à inspecter l'ensemble des 400 wagons de son service en commun. Même si le CFCP savait que la période de production pouvait aller d'avril 1998 à février 2001, il a donné à son personnel des instructions disant de rechercher des essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona dont les dates de montage se situaient entre janvier 1998 et décembre 2000.

Le CFCP a confié au personnel des chantiers d'entretien la responsabilité relative au marquage et à l'expédition. L'Administration centrale a assuré peu de supervision, sinon aucune, au sujet de la manutention et de la documentation. Quand on identifiait un essieu monté provenant de l'atelier de roues Transcona, on le retirait du service et on l'étiquetait en vue d'un traitement ultérieur, après quoi le CFCP devait aviser l'atelier de roues PRWW de l'envoi de l'essieu. Les chantiers d'entretien du CFCP étaient censés identifier les essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona dont les dates se situaient à l'intérieur de la période spécifiée dans le MA 74, soit d'avril 1998 à décembre 1999, conformément aux procédures exposées dans le MA 74, voulant qu'on applique de la peinture ou un collant de couleur orange sur le corps de l'essieu. Toutefois, dans ses instructions destinées à ses chantiers d'entretien, le CFCP ne précisait pas la façon dont on devait marquer les essieux montés qui avaient été retirés conformément aux critères de son programme accéléré mais qui n'étaient pas visés par le MA 74. Pour la plupart, une fois qu'on a retiré et documenté ces essieux montés, il s'est avéré impossible de les distinguer des autres roues avariées. À la demande du BST, 28 essieux montés ont été marqués au moyen de peinture verte appliquée sur les jantes, de façon à faciliter la sélection des essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona qui devaient être analysés en laboratoire.

Au total, le CFCP a remplacé 69 essieux montés de cette population de service. De ces 69 essieux montés, il y en avait 57 qui provenaient de l'atelier de roues Transcona et qui étaient suspects, et il y en avait 12 qui ont été retirés pour d'autres raisons. Sur les 57 essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona qui ont été retirés :

- 6 essieux montés avaient été fabriqués pendant la période visée par le MA 74, allant d'avril 1998 à décembre 1999;
- 51 essieux montés avaient été fabriqués en dehors de la période visée par le MA 74, mais à l'intérieur de la période prolongée que le CFCP avait déterminée, et qui allait de janvier 1998 à décembre 2000.

Aucun des 57 essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona n'a fait l'objet d'un marquage particulier. Le BST a sélectionné et inspecté 25 essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona dont l'assemblage avait été fait au cours de la période de fabrication complète. Les renseignements relevés sur les plaques de blocage indiquaient que 13 de ces essieux avaient été remis à neuf par différents ateliers de roues depuis leur assemblage initial. On a aussi noté que :

- 28 des 57 essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona (c'est-à-dire, seulement ceux qui portaient une marque de peinture verte) ont été identifiés par l'atelier de roues PRWW comme ayant fait l'objet d'un traitement approprié;
- les 29 essieux montés restants (environ 50 %) n'ont pas été identifiés de façon appropriée et ont été envoyés par inadvertance à l'atelier de roues PRWW comme étant des roues avariées ordinaires.

L'atelier de roues PRWW a interprété l'application du MA 74 comme étant une responsabilité du réseau acheminant. De plus, le MA 74 ne renfermait pas d'instructions de l'AAR disant aux ateliers de roues de s'attendre à recevoir des essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona. Par conséquent, les essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona qui n'étaient pas identifiés clairement comme ayant des roues suspectes, ou conformément aux lignes directrices du MA 74, ont été traités comme n'importe quel autre essieu monté avarié. S'ils n'avaient pas atteint la limite critique pour une remise à neuf, ils étaient remis en service.

Le CFCP n'a pas pu fournir une confirmation des communications portant sur l'expédition d'essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona ou sur l'envoi d'instructions disant à l'atelier PRWW d'inspecter les essieux montés reçus pour vérifier les dates de montage des roues de l'atelier de roues Transcona. Le CFCP n'a pas été en mesure de localiser ces essieux montés, et il indique qu'ils ont vraisemblablement été traités comme s'il s'était agi de roues avariées ordinaires.

1.14 *Surveillance réglementaire par Transports Canada*

Quand elles identifient un élément défectueux qui risque de toucher la sécurité ferroviaire, les compagnies ferroviaires en avisent habituellement Transports Canada, bien qu'elles ne soient pas tenues de le faire. Dès qu'il est avisé, Transports Canada procède à un examen et à une surveillance du plan d'action de la compagnie ferroviaire. Si le plan de la compagnie ne propose pas une solution adéquate au problème de sécurité, Transports Canada prend des mesures de suivi et ordonne à la compagnie d'apporter des améliorations.

Le *Règlement concernant l'inspection et la sécurité des wagons de marchandises*¹⁰ approuvé par Transports Canada établit les normes de sécurité minimales qui visent les wagons de marchandises. La partie II du règlement décrit les déficiences relatives à la sécurité qui interdisent la mise ou le maintien en service d'un wagon de marchandises par une compagnie de chemin de fer. Au nombre des défauts en question, on trouve les roues décalées (section II, alinéa 9 e)). Quand un inspecteur de Transports Canada signale une déficience relative à la

¹⁰ *Règlement concernant l'inspection et la sécurité des wagons de marchandises, 1994.*

sécurité qu'on identifie dans le règlement, la compagnie ferroviaire doit aviser le bureau régional de Transports Canada des mesures correctives qu'elle a prises dans les 14 jours qui suivent l'inspection. Toutefois, s'il n'y a pas d'inspection faite par Transports Canada, rien n'oblige les compagnies ferroviaires à aviser Transports Canada des défauts. En outre, le *Règlement concernant l'inspection et la sécurité des wagons de marchandises* n'exige pas que les compagnies ferroviaires ou les fabricants conservent les renseignements relatifs à la fabrication des essieux montés.

En guise de comparaison, le *Règlement de l'aviation canadien*, dans lequel sont énoncées les normes minimales relatives à la maintenance des pièces aéronautiques¹¹, précise les renseignements relatifs aux pièces aéronautiques qui doivent être conservés :

- identification du produit (immatriculation de l'aéronef, nomenclature, numéro de type ou de modèle, nom du constructeur, numéro de la pièce et numéro de série);
- brève description du travail exécuté;
- référence de la norme utilisée pour l'exécution du travail;
- date à laquelle la maintenance a été effectuée et nom de la personne qui a exécuté les travaux;
- référence de la réglementation pertinente du *Règlement de l'aviation canadien*;
- description de toute déficience notée avant le démontage;
- description générale de toutes les tâches qui restent à faire;
- tous les détails dont on a besoin pour établir l'historique technique de toute pièce qui a pu être en service à bord d'un autre aéronef avant son installation.

¹¹ *Règlement de l'aviation canadien*, partie V, Navigabilité, norme 571, Maintenance (avril 1987).

2.0 *Analyse*

2.1 *Introduction*

La méthode d'exploitation du train et l'entretien de la voie étaient conformes aux exigences de la compagnie et à celles de la réglementation. On estime que les conditions d'exploitation et l'état de la voie n'ont pas été des facteurs de causalité lors de cet événement. L'analyse portera donc surtout sur les éléments du matériel roulant qui ont joué un rôle lors de l'accident et de déraillements similaires. L'analyse s'intéressera aussi à la justesse des normes actuelles de l'industrie qui régissent les essieux montés, à la capacité de l'industrie de faire le suivi des essieux montés tout au long de leur durée de vie utile et à la conservation des données de fabrication.

2.2 *L'accident*

Le 19^e wagon à partir de la tête du train, CP 346875, a été le premier à dérailler. Il s'est immobilisé au point milliaire 103,60 et est resté sur ses roues. Les 11 wagons qui suivaient ont aussi déraillé et se sont arrêtés dans différentes positions le long de l'emprise. L'essieu monté arrière n° 1 du wagon CP 346875 s'était détaché de sous le bogie du bout B et a été retrouvé à l'ouest de la voie principale, à environ 500 pieds au nord du wagon. La roue L1 de cet essieu monté s'était déplacée vers l'intérieur de la portée de calage, en direction du corps d'essieu. Des rayures observées sur l'alésage de la roue et sur le corps d'essieu indiquent que la roue était désolidarisée de l'essieu depuis quelque temps.

Des dommages causés à la voie qui suggéraient des impacts d'un essieu monté sur la voie s'étendaient en direction nord sur une distance de 11 milles à partir des lieux du déraillement. Le tronçon endommagé se terminait vis-à-vis des marques initiales qu'on a relevées sur le patin du rail est (rail de la file haute) d'une courbe de trois degrés vers la droite (dans le sens d'avancement du train), sur un court pont à tréteaux qui enjambait la rivière Moon au point milliaire 114,65. L'emplacement du wagon déraillé et de son essieu monté n° 1, la roue L1 lâche et les dommages qui ont été relevés sur la voie ont révélé que le wagon CP 346875 a déraillé au point milliaire 114,65 lorsque la roue L1 est devenue lâche pendant que le train roulait dans une courbe, que cette roue s'est déplacée vers l'intérieur et qu'elle est tombée entre les rails. Peu de temps après, la roue accouplée de l'essieu est aussi tombée entre les rails. Le train continuant de rouler, l'essieu monté déraillé a endommagé la voie ferrée sur une distance de 11 milles, jusqu'à ce qu'il heurte le branchement nord de la voie d'évitement de Buckskin, qu'il soit arraché de sous le wagon et qu'il fasse dérailler les 11 wagons qui suivaient.

2.3 *Déraillements causés par des roues lâches provenant de l'atelier de roues Transcona*

Depuis 2000, les 15 essieux montés qui ont été en cause dans des déraillements dus à des roues lâches au Canada, et les 48 essieux montés ayant des roues lâches ou décalées qui ont été détectés lors d'inspections et retirés du service avant qu'ils ne se brisent ont tous été alésés et montés à l'atelier de roues Transcona entre avril 1998 et février 2001. Durant cette période, l'atelier de roues Transcona du CN a utilisé une méthode modifiée d'alésage des roues aux fins de l'assemblage de ces essieux montés de 100 tonnes équipés de roues de 36 pouces.

Comparativement au processus précédent, le processus modifié a eu pour effet de réduire la surface de contact entre l'alésage de la roue et la portée de calage. Cette diminution de la surface de contact a occasionné une augmentation des contraintes auxquelles les autres surfaces étaient soumises, et elle a entraîné une usure par frottement des pointes des spirales de l'alésage et a fait en sorte que des entailles sur la portée de calage causent progressivement une dégradation de l'ajustement serré. Ces roues de 36 pouces peuvent se déplacer en tournant vers l'intérieur ou l'extérieur de la portée de calage pendant le service, ce qui fait que les roues deviennent lâches et décalées.

Initialement, la plupart des déraillements dus à des roues lâches ont mis en cause des essieux montés qui étaient en service depuis deux à quatre ans. Toutefois, une seconde série de quatre défaillances dues à des roues lâches, survenues entre septembre 2004 et août 2006, donne à penser que des essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona qui avaient été assemblés au cours de la période de production suspecte allant d'avril 1998 à février 2001 avaient été retirés du service d'origine auquel ils étaient affectés et remis en service sous un wagon différent. Cela a été confirmé ultérieurement lorsque le BST a inspecté 25 essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona et a constaté que 13 de ces essieux montés avaient été remis à neuf par différents ateliers de roues et installés sous d'autres wagons. C'est ce qui est arrivé dans le cas de la roue L1 du wagon CP 346875, qui a causé le déraillement. Cet essieu monté a été assemblé par l'atelier de roues Transcona en décembre 1998, et a été remis à neuf en septembre 2004 par l'atelier PRWW. En octobre 2004, le CFCP a installé l'essieu monté remis à neuf sous ce wagon, en l'occurrence un wagon à fortes charges par essieu qui était affecté au transport de rouleaux de tôle. Le déraillement dû à la roue lâche s'est produit un peu plus d'un an plus tard, après que la formation d'entailles, l'usure par frottement et les mouvements à l'interface entre l'alésage de la roue et la portée de calage ont désolidarisé progressivement la roue L1 de son essieu jusqu'à ce qu'une combinaison de forces latérales et de forces de rotation déplace la roue vers l'intérieur.

2.4 *Normes de l'Association of American Railroads concernant l'alésage et le montage des roues*

L'atelier de roues Transcona du CN a recouru à un processus modifié d'alésage des roues pour produire environ 43 800 essieux montés entre avril 1998 et février 2001, et les roues de chacun de ces essieux sont susceptibles de devenir lâches pendant le service. Initialement, les événements causés par des roues lâches affectaient surtout des essieux montés qui étaient affectés surtout au service à fortes charges par essieu et des wagons qui circulaient dans des territoires où la déclivité et la courbure des voies étaient accentuées, similaires à celui où le wagon CP 346875 circulait. Toutefois, des défaillances de ce genre ont aussi affecté du matériel affecté au service régulier de 100 tonnes, lequel est moins exigeant pour le matériel roulant. Les défaillances ont obligé à instaurer une campagne de rappel dans l'ensemble de l'industrie et à mettre en œuvre plusieurs programmes de retrait accéléré de roues, mais des déraillements et des événements dus à des roues lâches ont continué de se produire.

Pour l'assemblage de chacun des 43 800 essieux montés, l'atelier de roues Transcona s'est conformé à la norme de l'industrie figurant dans la section G, partie II, du MSRP (manuel G-II) de l'AAR, qui était en vigueur lors de l'assemblage. De plus, quatre vérifications faites par l'AAR à l'atelier de roues Transcona au cours de la même période ont confirmé que l'atelier de roues se conformait aux normes de l'AAR. Par conséquent, la norme de l'industrie figurant

dans le manuel G-II, portant sur l'alésage et le montage des roues, a permis de recourir à un processus modifié d'alésage des roues qui a produit des essieux montés dont les roues risquaient davantage de se désolidariser de l'essieu (roues lâches).

Pour les essieux montés en cause dans des déraillements dus à des roues lâches ou pour ceux qu'on a identifiés comme ayant des roues lâches ou décalées avant qu'ils ne connaissent une défaillance, le CN a pu fournir des données sur la pression de montage en tonnes pour seulement 14 essieux montés. La plupart des données relatives à la pression de montage en tonnes n'étaient pas disponibles puisque le CN ne conservait pas ces données au-delà de la durée minimale de cinq ans exigée par l'AAR. Toutefois, le CN a fait savoir que la majorité des défaillances dues à des roues lâches mettaient en cause des essieux montés dont la pression de montage se situait près de la limite inférieure de la norme, laquelle exige une pression de montage allant de 90 tonnes à 160 tonnes pour des roues de 36 pouces. Des 14 roues lâches pour lesquelles l'information relative sur la pression de montage était disponible, il y en avait 11 (71 %) pour lesquelles les valeurs de pression étaient de 110 tonnes ou moins. Bien qu'il s'agisse d'un petit échantillon, il semble que les roues de 36 pouces, dont la pression de montage sur l'essieu est inférieure à 110 tonnes, risquent davantage de devenir lâches quand elles sont affectées au service à fortes charges par essieu (286 000 livres).

2.5 *Réaction de l'industrie et protocoles de rappel des roues lâches provenant de l'atelier de roues Transcona*

Quand le CN a commencé à être aux prises avec un nombre élevé d'événements dus à des roues lâches et décalées en 2000, il a pris initialement des mesures positives. Le CN a mis en œuvre un programme d'inspection continue des essieux montés des wagons de son parc de wagons de transport de charbon à déchargement par registres pivotants, il a veillé à ce que l'AAR mène des vérifications dans ses ateliers de roues, et il a entrepris des recherches visant à trouver les causes profondes des événements dus à des roues lâches.

En février 2002, le CN avait :

- identifié le mécanisme de rupture et la cause profonde des événements dus à des roues lâches provenant de l'atelier de roues Transcona;
- déterminé que, pour tous les essieux montés fabriqués par l'atelier de roues Transcona entre avril 1998 et février 2001, l'atelier de roues avait utilisé le processus d'alésage modifié;
- déterminé que ces essieux montés étaient davantage susceptibles de connaître une défaillance quand ils sont affectés à un service à fortes charges par essieu dans un territoire où la déclivité et la courbure de la voie sont accentuées et où les efforts de freinage des trains sont considérables;
- compilé une liste des wagons sous lesquels les essieux montés suspects pouvaient avoir été installés.

À l'interne, en mars 2002, le CN a demandé au personnel de ses ateliers de roues d'inspecter tous les essieux montés reçus pour connaître les dates de montage des roues provenant de l'atelier de roues Transcona, plutôt que de vérifier l'information inscrite sur les plaques de blocage des roulements à rouleaux, et ce pour l'ensemble de la période de fabrication allant d'avril 1998 à février 2001. La compagnie a mis en œuvre des programmes ciblés de retrait accéléré d'essieux montés dans son parc de wagons de transport de charbon. Vers la fin de 2002, en consultation avec Transports Canada, le CN a installé des DDPR à Arnold et à Nattress.

À l'externe, le CN a avisé Transports Canada de la question relative aux roues lâches provenant de l'atelier de roues Transcona avant que le CN et l'AAR n'émettent le préavis d'alerte 5183 (30 novembre 2001). Le préavis d'alerte 5183 ciblait 5000 wagons-citernes étrangers qui avaient reçu des essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona durant 4 des 35 mois de production. Le 19 février 2002, le CN et l'AAR ont diffusé le MA 74, dans lequel on étendait les critères de rappel pour inclure un total de 9381 wagons étrangers, et on disant de retirer du service tous les essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona dont la date de montage des roulements à rouleaux se situait entre avril 1998 et décembre 1999 lorsqu'on trouvait ces wagons sur des voies de réparation ou d'atelier. Même si la diffusion du préavis d'alerte 5183 et du MA 74 a constitué une étape positive en vue de l'atténuation des risques associés aux roues lâches provenant de l'atelier de roues Transcona, les documents en question comportaient plusieurs lacunes, ce qui fait qu'ils ne prévoyaient aucune mesure de prévention de certains risques. Plus particulièrement :

- Le préavis d'alerte 5183 et le MA 74 ordonnaient seulement au personnel d'inspection des chantiers d'entretien (c'est-à-dire pas aux employés des ateliers de roues) d'inspecter les plaques de blocage des roulements de roues. Il s'ensuit que tout essieu monté suspect provenant de l'atelier de roues Transcona qui aurait été retiré de sous son wagon d'origine et dont les roulements de roues auraient été remplacés dans le cadre d'activités courantes de remise à neuf antérieures à la diffusion du MA 74 n'aurait pas été visé par la vérification exigée dans le MA 74 et est donc resté en service.
- Le MA 74 ne précisait pas à l'intention de l'industrie que les essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona qui avaient été assemblés entre janvier 2000 et février 2001 étaient exposés au même risque d'être affectés par des roues lâches. Par conséquent, 14 des 35 mois de production, au cours desquels on a produit quelque 17 000 essieux montés potentiellement défectueux, ont échappé au préavis d'alerte ou à l'avis d'entretien de l'AAR. Bien que le CN ait procédé au retrait accéléré de ces essieux montés dans son parc de wagons, il s'ensuit qu'un grand nombre des essieux montés en question sont restés en service dans les parcs d'autres compagnies ferroviaires et, comme on l'a vu lors de l'événement à l'étude, ont été remis à neuf et remis en service après avoir été retirés.
- On n'a pas obligé le personnel des ateliers de roues à vérifier les dates inscrites sur les plaques de blocage ou à vérifier les dates de montage des roues pour identifier les essieux montés de l'atelier de roues Transcona qui avaient été assemblés entre avril 1998 et février 2001. Par conséquent, les essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona qui n'avaient pas été identifiés en vertu des lignes directrices du MA 74 ou qui avaient été retirés dans le cadre d'activités courantes

d'entretien des wagons (défauts de roulements à rouleaux ou de la table de roulement) ont été traités par des ateliers de roues étrangers et ont été remis en service.

Vers février 2002, le CN a compris le mécanisme de rupture qui était en jeu, ainsi que la portée et l'ampleur du problème dû aux roues lâches provenant de l'atelier de roues Transcona. Le CN a pris à l'interne un certain nombre de mesures visant à atténuer les risques pour son propre parc de wagons, mais il n'a pas informé le reste de l'industrie ferroviaire d'Amérique du Nord de façon que celle-ci puisse prendre des mesures similaires. Si l'industrie avait appliqué la même démarche que le CN, elle aurait pu inspecter ses parcs de wagons pour y trouver les essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona, et les essieux qui n'auraient pas été détectés lors des inspections des chantiers d'entretien, et on aurait disposé d'une seconde ligne de défense, en l'occurrence les ateliers de roues, où il aurait été possible de prévenir la migration des roues des essieux montés remis à neuf. Le CN a estimé qu'en date du 9 novembre 2007, de 10 000 à 12 000 essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona étaient encore en service.

Comme l'a démontré l'événement à l'étude, le fait que les protocoles de rappel énoncés dans le préavis d'alerte 5183 et le MA 74 de l'AAR aient été limités et incomplets a fait en sorte qu'un essieu monté provenant de l'atelier de roues Transcona, dont on savait qu'il était susceptible d'être affecté par une défaillance due à une roue lâche, a été remis à neuf par un atelier de roues étranger, et a été installé en octobre 2004 sous le wagon CP 346875, lequel a été affecté au service à fortes charges par essieu.

2.6 *Suivi des pièces des essieux montés*

L'essieu monté défectueux du wagon CP 346875 a été assemblé en décembre 1998. L'examen de l'information sur le montage des roues et de l'information de la plaque de blocage de l'essieu monté indique qu'il avait été retiré du wagon sous lequel il avait été placé à l'origine et qu'il avait été remis à neuf au moins une fois avant d'être mis en service sous le wagon CP 346875. Il y a eu trois occasions lors desquelles on aurait pu retirer cet essieu monté du service avant qu'il connaisse une défaillance. L'essieu monté aurait pu être mis en quarantaine ou mis au rebut :

- lorsqu'on l'a retiré de sous son wagon d'origine, en supposant qu'il ait été retiré après qu'on a signalé le problème vers la fin de 2001 et que les avis à l'intention de l'industrie ont été délivrés au début de 2002;
- lorsque l'atelier de roues PRWW l'a traité en octobre 2004;
- lorsqu'il a été installé sous le wagon CP 346875.

L'essieu monté en cause dans cet événement était un des huit essieux affectées par des roues lâches provenant de l'atelier de roues Transcona qui ont causé des déraillements au Canada après la diffusion du MA 74 et le rappel des essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona. L'industrie n'ayant pas été en mesure de localiser efficacement les essieux montés suspects et de les retirer du service avant qu'ils ne connaissent une défaillance, le risque que surviennent des déraillements causés par des roues lâches est d'autant plus grand.

On a déterminé que le mécanisme de défaillance des roues provenant de l'atelier de roues Transcona résultait d'une anomalie de fabrication qui était indétectable et qui était conforme aux spécifications lors de la production. Tout au long de la durée de vie utile des essieux montés, cette anomalie peut s'aggraver à un point tel que l'essieu monté finit par connaître une défaillance pendant le service et peut entraîner éventuellement un déraillement. Toutefois, la dégradation de l'état de la roue pendant le service peut s'étaler sur de nombreuses années, pendant lesquelles les essieux montés peuvent être remis à neuf à plusieurs reprises et installés sous des wagons différents après leur assemblage initial. Ces essieux montés peuvent demeurer en service jusqu'à 20 ans. Par conséquent, lorsqu'un problème se manifeste, il est parfois impossible de savoir à quels wagons les essieux montés suspects sont associés.

Lors du premier assemblage des essieux montés ou de leur remise à neuf, les ateliers de roues consignent tous les renseignements relatifs aux roues et aux essieux, ainsi que l'information portant sur les roulements à rouleaux, y compris les numéros de série et les dates de montage des roues. L'atelier PRWW est capable de retracer cette information grâce à une étiquette à code-barres qu'il fixe au corps d'essieu. Le CFCP a des lecteurs de code à barres qui extraient l'information relative aux essieux montés en vue d'une saisie automatique dans son système d'information sur l'entretien des wagons, à des fins de facturation auprès de l'AAR. Il est possible d'obtenir toute l'information relative aux essieux montés à partir des codes à barres, mais seule l'information exigée par la règle 41, section F, du *Field Manual of the AAR Interchange Rules* est consignée. Le CN observe aussi la règle 41 et consigne à la main la même information. Dans chaque cas, les dates de montage et les numéros de série des roues ne sont pas consignés lorsqu'on installe des essieux montés sous des wagons de marchandises, même si l'information est disponible et peut être obtenue facilement. Si les numéros de série ou les dates de montage des roues avaient été enregistrés, une recherche ciblée dans les bases de données d'entretien des wagons de l'ensemble de l'industrie aurait peut-être permis de localiser les essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona, peu importe les wagons sous lesquels les essieux en question étaient installés au moment du rappel.

En guise de comparaison, l'industrie aéronautique du Canada n'a pas à composer avec des problèmes de ce genre quand elle suit la piste de pièces essentielles à la sécurité. Alors que le *Règlement concernant l'inspection et la sécurité des wagons de marchandises* approuvé par Transports Canada ne renferme aucune exigence quant à la conservation des données sur le matériel roulant, le *Règlement de l'aviation canadien* de Transports Canada oblige les exploitants à consigner « tous les détails dont on a besoin pour établir l'historique technique de toute pièce qui a pu être en service à bord d'un autre aéronef avant son installation. » Donc, quand on identifie une pièce, un processus ou un installateur qui comporte des défaillances dans l'industrie aéronautique, il est possible de trouver la cause du problème et d'atténuer les risques. Dans l'industrie ferroviaire, l'absence d'un système d'enregistrement et de suivi des données de fabrication qui suivrait l'évolution des pièces des essieux montés tout au long de leur durée de vie utile fait en sorte que les pièces connues pour être susceptibles de connaître une défaillance risquent davantage de ne pas être détectées et d'être retirées du service au moment opportun.

2.7 *Surveillance par le Chemin de fer Canadien Pacifique du programme de retrait accéléré des roues*

À la fin de 2001, le CN a informé Transports Canada, l'AAR et les grandes compagnies ferroviaires de catégorie 1 de la situation, et a communiqué les dates de la période de production complète des essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona. Toutefois, les instructions communiquées à l'industrie dans le préavis d'alerte 5183 et le MA 74 étaient contradictoires. Par conséquent, le CFCP était incertain des dates de la période de production complète de l'atelier de roues Transcona, et a donc donné à son personnel des instructions disant d'inspecter les essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona dont les dates de montage se situaient entre janvier 1998 et décembre 2000 plutôt que pendant la période de production complète d'essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona, soit d'avril 1998 à février 2001. Le personnel des chantiers d'entretien du CFCP était censé marquer les essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona conformément au MA 74, ou d'une autre façon. Initialement, les 57 essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona qui ont été retirés durant le programme de retrait accéléré du printemps 2006 n'ont pas été marqués et ont été placés avec des essieux montés avariés ordinaires. Alors que 28 de ces 57 essieux montés, ceux qu'on a marqués par la suite au moyen de peinture verte à la demande du BST, ont été récupérés par l'atelier PRWW, les 29 essieux montés restants ont été expédiés à l'atelier de roues PRWW en même temps que des roues avariées ordinaires. Le CFCP n'a pas été en mesure de localiser ces 29 essieux montés. De plus, à l'époque, les instructions de l'AAR destinées aux ateliers de roues ne disaient pas d'inspecter les essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona qu'ils recevaient. Il est donc vraisemblable que ces essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona ont été traités comme s'il s'était agi d'essieux montés avariés ordinaires, et qu'ils ont été remis en service s'ils n'avaient pas dépassé les limites critiques de remise à neuf.

Le CFCP n'a pu produire aucune instruction écrite qui s'adressait au personnel et qui portait sur le marquage de ces essieux montés en vue de leur expédition. Bien que le CFCP ait établi des lignes directrices quant au processus d'inspection et de retrait des essieux montés, il n'en avait élaboré aucune relativement au marquage et à l'expédition des essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona du CN. On a donc mis au point des marches à suivre locales, ce qui fait que chaque secteur a procédé à sa façon au marquage et à l'expédition des essieux montés. En l'absence de lignes directrices claires de la compagnie concernant le marquage et l'expédition des essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona qu'on avait retirés pendant le programme de retrait accéléré de roues du CFCP, il y a un risque accru que des essieux montés potentiellement défectueux qui ont été recueillis au cours du processus soient remis en service et causent des déraillements.

3.0 *Conclusions*

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

1. Le wagon CP 346875 a déraillé au point milliaire 114,65 après que la roue L1 est devenue lâche pendant le passage dans une courbe et s'est déplacée vers l'intérieur, après quoi les deux roues sont tombées entre les rails. L'essieu monté déraillé a endommagé la voie ferrée sur une distance de 11 milles, jusqu'à ce qu'il heurte le branchement nord de la voie d'évitement de Buckskin, qu'il soit arraché de sous le wagon et qu'il cause le déraillement des 11 wagons qui suivaient.
2. Pendant que le wagon était en service, entre octobre 2004 et la date du déraillement, des entailles indétectables, des micromouvements et une usure par frottement à l'interface entre l'alésage de la roue et la portée de calage ont désolidarisé progressivement de son essieu la roue L1 remise à neuf jusqu'à ce qu'une combinaison de forces latérales et de forces de rotation déplace la roue vers l'intérieur.
3. La norme de l'industrie relative à l'alésage et au montage des roues, qu'on trouve à la section G, partie II du *Manual of Standards and Recommended Practices* de l'Association of American Railroads (AAR) et qui était en vigueur lors de la fabrication de l'essieu monté, permettait le recours au processus modifié d'alésage qui a produit des essieux montés qui risquaient davantage d'être affectés par des défaillances dues à une roue lâche.
4. Les protocoles de rappel décrits dans le préavis d'alerte 5183 et l'avis de maintenance 74 de l'AAR étant incomplets, un essieu monté provenant de l'atelier de roues Transcona, dont on savait qu'il était susceptible d'être affecté par une défaillance due à une roue lâche, a pu être remis à neuf par un atelier de roues étranger et installé sous un wagon affecté à un service à fortes charges par essieu, en l'occurrence le wagon CP 346875, en octobre 2004.

3.2 *Faits établis quant aux risques*

1. Il semble que les essieux montés munis de roues de 36 pouces, dont la pression de montage à la presse est inférieure à 110 tonnes, risquent davantage de devenir lâches quand ils sont affectés au service à fortes charges par essieu (286 000 livres).
2. L'absence d'un système d'enregistrement et de suivi des pièces des essieux montés tout au long de leur durée de vie utile fait en sorte que les roues lâches ne seront pas toujours identifiées et retirées du service au moment opportun, d'où un risque accru de déraillements.

3. En l'absence de lignes directrices claires de la compagnie concernant le marquage et l'expédition des essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona qu'on avait retirés pendant le programme de retrait accéléré de roues du Chemin de fer Canadien Pacifique, il y a un risque accru que des essieux montés potentiellement défectueux qui ont été recueillis au cours du processus soient remis en service et causent des déraillements.

4.0 Mesures de sécurité

4.1 Mesures prises

4.1.1 Avis de sécurité ferroviaire du BST

En juillet 2006, le BST a émis les avis de sécurité ferroviaire 03-06 et 04-06 :

- L'avis de sécurité ferroviaire 03-06 indiquait que l'avis de maintenance (Maintenance Advisory ou MA) 74 avait traité uniquement des essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona du Canadien National (CN) assemblés entre avril 1998 et décembre 1999, et non pas de ceux qui avaient été assemblés pendant la période de production complète (d'avril 1998 à février 2001). De plus, le MA 74 n'exigeait pas que le personnel de l'industrie vérifie les dates de montage des roues afin d'identifier les essieux montés qui avaient été assemblés à l'atelier de roues Transcona entre avril 1998 et février 2001. L'avis de sécurité ferroviaire précisait qu'on n'avait pas avisé adéquatement l'industrie ferroviaire d'identifier et de retirer du service les essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona, et proposait que Transports Canada, en consultation avec l'industrie, revoie les critères d'identification des essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona et accélère le retrait de ces essieux avant qu'ils ne soient affectés par une défaillance pendant le service.
- Dans l'avis de sécurité ferroviaire 04-06, on indiquait que l'atelier de roues Transcona a utilisé un processus modifié d'alésage des roues entre avril 1998 et février 2001. Le recours à ce processus modifié a entraîné une réduction de 60 % de la surface de contact entre l'alésage de la roue et la portée de calage. Cette réduction de la surface de contact a occasionné une augmentation des contraintes de contact et a causé une usure par frottement qui a entraîné un relâchement progressif de l'ajustement serré. Malgré ces problèmes, le processus modifié était conforme aux normes existantes de l'Association of American Railroads (AAR). Compte tenu du fait que cette méthode était susceptible d'être utilisée par d'autres ateliers de roues et d'occasionner des problèmes similaires de roues lâches, l'avis de sécurité ferroviaire proposait que Transports Canada, en consultation avec l'industrie ferroviaire, examine les pratiques d'alésage et de montage des roues qui sont énoncées dans la section G, partie II, du *Wheel and Axle Manual, Manual of Standards and Recommended Practices* (manuel G-II) de l'AAR, et qu'il détermine si ces méthodes sont adéquates dans le contexte actuel qui suppose l'exploitation de wagons de marchandises de fort tonnage.

Parallèlement à la publication du présent rapport, on a fait parvenir un avis de sécurité ferroviaire à la Federal Railroad Administration (FRA) des États-Unis. Cet avis de sécurité ferroviaire présentait un résumé des questions de sécurité relatives au retrait des essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona et à la surveillance des pièces des essieux montés.

4.1.2 Réaction de l'industrie

Le 31 juillet 2006, l'AAR, en consultation avec le CN, a diffusé la circulaire C-10343, intégrant le supplément 1 du MA 74 (MA 74-S1), qui ordonnait aux compagnies ferroviaires de continuer de chercher les wagons équipés d'essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona, dont la date de montage inscrite sur les plaques de blocage se situe entre avril 1998 et décembre 1999. Le supplément ordonnait aussi aux ateliers de roues de vérifier les dates de montage des roues des essieux provenant de l'atelier de roues Transcona (dates estampillées sur le moyeu de la roue) pour voir si elles correspondaient aux dates de la période de fabrication complète allant d'avril 1998 à février 2001. Dès qu'un atelier de roues trouvait un essieu monté suspect provenant de l'atelier de roues Transcona, il devait en démonter les roues.

Le 23 octobre 2006, l'AAR a diffusé la circulaire C-10377, dans laquelle elle met en œuvre des modifications à la règle 1.3.5 du manuel G-II de l'AAR, définissant les limites minimales en matière d'alésage des roues.

Le 28 novembre 2006, l'AAR, en consultation avec le CN, a diffusé la circulaire C-10415, intégrant le supplément 2 du MA 74 (MA 74-S2), qui donnait une nouvelle date d'expiration pour le retrait des essieux montés, énonçait des instructions plus détaillées concernant l'élimination des essieux montés et étendait la période visée par la recherche d'essieux montés suspects pour inclure la période de production complète (d'avril 1998 à février 2001) des essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona qui sont susceptibles d'être affectés par des roues lâches.

Le CN a installé des détecteurs de défauts de profil de roue (DDPR) à Armstrong (Colombie-Britannique) et à Nattress (Manitoba) à l'automne 2002, afin de remédier aux problèmes causés par les roues lâches. Depuis lors, le CN a constaté qu'une partie du trafic affecté à l'itinéraire nord ne ferait jamais l'objet d'une inspection par DDPR. Afin d'atténuer les risques de déraillement dû à des roues lâches et d'assurer une protection similaire aux wagons qui sont en service captif sur l'itinéraire nord, le CN a installé un DDPR à Stony Plain (Alberta) en février 2007. Le DDPR effectue un contrôle continu de l'écartement des essieux montés et mesure automatiquement l'usure des semelles de frein de chaque wagon.

Le 9 octobre 2007, l'AAR, en consultation avec le CN, a diffusé la circulaire C-10598, intégrant le supplément 3 du MA 74 (MA 74-S3), qui donne des précisions sur les consignes d'inspection qu'on doit suivre pour déterminer si un essieu monté suspect provenant de l'atelier de roues Transcona doit être retiré du service. Le supplément donne au personnel de voie des instructions disant de vérifier la date de fabrication et la date de montage des roues et les dates inscrites sur les plaques de blocage des roulements à rouleaux. Il ajoute aussi un mois à la période visée par la vérification des renseignements inscrits sur les plaques de blocage des roulements à rouleaux (d'avril 1998 à mars 2001) et la vérification des dates de montage des roues (de mars 1998 à février 2001).

Par l'entremise de sa filiale, le Transportation Technology Center, Inc. (TTCI), l'AAR étudie activement l'utilisation d'étiquettes d'identification par radiofréquence (IRF) pour le suivi du matériel roulant. Les étiquettes d'IRF ont été mises à l'essai en mars 2007 aux installations du TTCL, situées à Pueblo (Colorado) aux États-Unis. Les étiquettes d'IRF étaient appliquées sur les traverses pivots et les longerons de bogie, les essieux, les attelages et les roues. Les essais ont

démonstré qu'on pouvait appliquer et lire les étiquettes d'IRF sur les pièces des wagons de marchandises. Les détails des essais figurent dans le Technology Digest TD-07-030, publié en octobre 2007 par le TTCI. Le dossier relatif à l'utilisation des étiquettes d'IRF a été transmis aux comités techniques compétents de l'AAR, qui verront à assurer le suivi.

4.2 *Mesures nécessaires*

4.2.1 *Retrait des essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona*

Des défaillances relatives à des roues lâches ont commencé à se manifester en 2000 dans le parc de wagons de charbon du CN. À l'automne de 2001, le CN avait déterminé que le problème résultait de l'utilisation d'un processus modifié d'alésage des roues pendant l'assemblage d'essieux montés de 36 pouces à son atelier de roues Transcona entre avril 1998 et février 2001. Le recours à ce processus modifié d'alésage a donné des essieux montés dans lesquels la surface de contact entre l'alésage des roues et la portée de calage était réduite. Dans des conditions normales de service, cette diminution de la surface de contact occasionnait une augmentation des contraintes auxquelles les autres surfaces de contact étaient soumises et entraînait une usure par frottement des pointes des spirales de l'alésage lorsque le wagon passait dans des courbes. Il en a résulté des entailles sur la portée de calage qui ont causé un relâchement progressif de l'ajustement serré des pièces. Tous les essieux montés que l'atelier a produits en utilisant la méthode modifiée d'alésage des roues (environ 43 800) sont fort susceptibles d'être affectés par une ou des roues lâches, tout particulièrement si les wagons munis de ces essieux circulent dans des territoires où les courbes sont nombreuses.

Depuis qu'on a détecté les premières roues lâches, le CN et l'AAR ont amorcé un programme de rappel visant l'ensemble de l'industrie, qui comprenait notamment l'envoi du préavis d'alerte 5183 de l'AAR et de l'avis d'entretien (MA) 74 de l'AAR. Cependant, en raison de lacunes du processus de rappel, les mesures d'atténuation du risque n'ont pas donné tous les résultats escomptés. Par conséquent, au moins 25 % (de 10 000 à 12 000) de ces essieux montés sont toujours en service six ans après le rappel initial, et des déraillements dus à des roues lâches continuent de se produire.

Jusqu'à maintenant, au moins 15 déraillements survenus au Canada ont été attribués à des roues lâches d'essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona, et 12 de ces déraillements sont survenus après le début du processus de rappel. Comme la plupart de ces essieux montés reprofilables ont une durée de vie utile prolongée et comme le processus de rupture s'étale sur une période prolongée, le risque de défaillance des essieux montés restants continuera d'augmenter aussi longtemps que les essieux demeureront en service.

Par conséquent, le Bureau recommande que :

Le ministère des Transports veille à ce que tous les essieux montés de 36 pouces dont l'atelier de roues Transcona du Canadien National a assuré l'assemblage entre avril 1998 et février 2001 soient retirés de sous les wagons qui circulent au Canada.

R08-01

4.2.2 *Suivi des pièces des essieux montés*

En raison de lacunes du processus de rappel initial, le préavis d'alerte 5183 et le MA 74 n'ont pas inclus quelque 17 000 essieux montés suspects provenant de l'atelier Transcona qui avaient été assemblés entre janvier 2000 et février 2001. À l'exclusion du CN, l'industrie a mis jusqu'à juillet 2006 pour cibler l'ensemble de la population d'essieux montés suspects et les retirer du service. Il s'ensuit que de nombreux essieux montés sont demeurés en service ou, comme cela s'est passé lors de l'événement à l'étude, ont été retirés de sous le wagon original, ont été remis à neuf et installés sous un second wagon.

Ce n'est pas la première fois qu'une population de roues affectées par un défaut de fabrication connu cause des déraillements multiples après avoir fait l'objet d'un rappel dans l'ensemble de l'industrie. En 2004, deux personnes ont perdu la vie à la suite de la défaillance d'une roue Southern qui a entraîné le déraillement d'un train du Chemin de fer Canadien Pacifique (rapport d'enquête R04T0008 du BST) à Whitby (Ontario). Précédemment, l'AAR avait ordonné le rappel de roues produites par Southern Wheel, par Mafersa et par Edgewater, qui étaient affectées par des défauts de fabrication connus. Dans chacun de ces cas, l'industrie savait que ces roues étaient susceptibles de connaître des défaillances et elle a amorcé des rappels, mais elle n'a pas été capable d'assurer le suivi, de localiser et de retirer du service toutes les roues avant qu'elles ne connaissent des défaillances.

Quand on installe des essieux montés sous des wagons de marchandises, des renseignements relatifs aux essieux montés, comme le mois et l'année de fabrication, le code du fabricant, la catégorie de traitement thermique, l'épaisseur du boudin de roue et de la table de roulement, sont consignés. Toutefois, il n'y a aucune exigence en ce qui a trait à l'enregistrement de la date de montage et des numéros de série des roues, même si cette information peut être obtenue facilement. L'absence des renseignements relatifs à la date de montage et aux numéros de série des roues a posé des difficultés fondamentales lors du rappel des essieux montés provenant de l'atelier de roues Transcona. Si elle avait été disponible, cette information aurait permis de procéder différemment pour localiser les essieux montés défectueux. Une recherche dans les bases de données de toute l'industrie aurait permis de localiser les essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona, peu importe le wagon sous lequel les essieux étaient installés au moment du rappel. De plus, on aurait pu programmer les bases de données de façon qu'elles produisent un message d'avertissement avant qu'on procède à l'installation des essieux montés suspects provenant de l'atelier de roues Transcona.

Les essais d'utilisation d'étiquettes d'IRF comme moyen d'assurer le suivi des pièces des wagons constituent une étape positive en vue du règlement des problèmes dans ce domaine. Toutefois, si on la compare à l'industrie de l'aviation, l'industrie ferroviaire n'est pas à la hauteur pour ce qui est de localiser les pièces défectueuses et de les retirer du service. Plus précisément, le *Règlement de l'aviation canadien* exige que, dès qu'une pièce est installée dans une cellule, la pièce et la procédure d'installation de celle-ci soient identifiées clairement et que les données soient consignées de façon permanente. Ainsi, il est possible de localiser facilement les pièces si un problème se présente ultérieurement relativement aux pièces ou aux procédures d'installation. Du fait de la transition vers un réseau mondial d'approvisionnement au sein de l'industrie ferroviaire d'Amérique du Nord, il est essentiel de compter sur un réseau qui offre la possibilité de retracer efficacement et rapidement les essieux montés potentiellement défectueux qui équipent des wagons de marchandises.

Comme l'industrie n'a pas de moyen efficace pour localiser les essieux montés une fois que ceux-ci sont retirés de sous leur wagon d'origine, il est difficile de localiser les essieux montés potentiellement défectueux et de les retirer du service avant qu'ils ne connaissent une défaillance. L'incapacité de localiser rapidement les pièces défectueuses des essieux montés a pour effet d'accroître les risques d'une défaillance qui peut entraîner un déraillement.

Par conséquent, le Bureau recommande que :

Le ministère des Transports veille à ce que les compagnies ferroviaires se dotent de procédures et de technologies qui permettront d'assurer le suivi de tous les essieux montés.

R08-02

4.3 *Préoccupations liées à la sécurité*

4.3.1 *Défauts de fabrication des roues*

Le *Manual of Standards and Recommended Practices* de l'AAR exige que l'on conserve pendant cinq ans au minimum les données relatives aux pièces de roues qui sont importantes pour la sécurité. Cette norme a été établie à une époque où l'archivage des données se faisait surtout sur papier et où les wagons de marchandises faisaient souvent l'objet d'inspections générales en atelier tous les cinq ans, inspections qui s'accompagnaient fréquemment du renouvellement des essieux montés. Toutefois, avec l'abandon de la pratique des inspections générales aux cinq ans, les essieux montés d'aujourd'hui sont plus susceptibles de demeurer en service pendant des périodes beaucoup plus longues que cinq ans. Avec l'arrivée de la technologie numérique, il est dorénavant plus facile et moins coûteux d'archiver et de récupérer de grandes quantités d'information. Il est maintenant possible de consigner et de stocker automatiquement une bonne partie de l'information relative à la fabrication des pièces, et ce dès le moment de leur assemblage ou de leur installation.

Cet événement et celui de Whitby (rapport d'enquête R04T0008 du BST) ont mis en évidence le fait que des défauts de fabrication des roues peuvent rester latents pendant de nombreuses années. L'essieu monté en cause dans cet événement a été assemblé en décembre 1998 et a connu une défaillance environ sept ans plus tard. Toutefois, il a été impossible de connaître la pression de montage en tonnes de cet essieu monté car le CN ne conservait pas cette information au-delà de la période minimale de cinq ans qu'exigeait l'AAR. Étant donné que de tels défauts peuvent prendre plus que cinq ans pour se manifester, le Bureau est préoccupé par le fait que les normes actuelles de l'AAR quant à la durée de conservation des données sur la pression de montage en tonnes des roues ne soient plus suffisantes pour faire en sorte que les données soient disponibles quand des défauts de fabrication latents se manifestent.

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 10 janvier 2008.

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.

*Annexe A – Déraillements survenus au Canada causés par des
roues lâches provenant de l'atelier de roues
Transcona du Canadien National (de 2000 à 2006)*

Rév. 23/01/2007

n° séq.	n° d'événement du BST	Initiale du wagon	n° du wagon	Type de wagon	Date de la découverte	Endroit de la découverte	Commentaire sur le problème	Train	Date d'installation	Position	Press. de mont. en tonnes, roue décalée	Press. de mont. en tonnes, roue accouplée	Date de moulage, roue décalée	Date sur plaque de blocage des roulements	Date de montage
1	non signalé	CNA	192027	Wagon-tomb. en alu., 286K	6-juin-00	Sub. Foothills	Dérail. 1	C 79151-03	25-jan-00	R4	100	108	fév-99	Transcona 02/99	22-fév-99
2	BCR	SULX	1266	Wagon-tomb. en acier, 263K	5-déc-00	Anderson Lake (C.-B.)	Dérail. 17	BCR	20-jan-99	R1				Transcona 11/98	nov-98
3	R01E0053	CNA	192208	Wagon-tomb. en alu., 286K	10-juil-01	Sub. Foothills	Dérail. 1	C 78352-09	30-juin-98	R4	120	127	mai-98	Transcona 06/98	22-juin-98
4	R01V0169	CNA	192213	Wagon-tomb. en alu., 286K	4-oct-01	Sub. Clearwater	Dérail. 1	C 78351-03	22-fév-99	L1	100	100	fév-99	Transcona 02/99	5-fév-99
5	R01V0208	EOGX	4060	Wagon-citerne, 263K	20-nov-01	Sub. Montréal, CFCP	Dérail. 1	CP 771-19	19-fév-99	R4	102	104	déc-98	Transcona 02/99	5-fév-99
6	R01E0111	PWCX	121927	Wagon-trémie couv. de 35 pieds, 263K	20-déc-01	Sub. Edson	Dérail. 1	U 72451-19	16-fév-99	L1	148	146	déc-98	Transcona 02/99	4-fév-99
7	R02W0002	CNHX	197864	Wagon-tomb. en acier, 286K	7-jan-02	Sub. Cromer	Dérail. 10	C 76841-07	20-jan-99	R4	101	113	jan-99	Transcona 12/98	15-jan-99
8	R02V0083	CNA	412828	Wagon couvert, 286K	juin-02	P.M. 125,5, sub. Ashcroft	Dérail. 9	M30151-17							
9	BCR	SULX	2287	Wagon-tomb. en acier, 263K	juil-02	BCR - Lillooet	Dérail. 1	BCR	1-août-00	R1			mai-00	Transcona 05/00	mai-00
10	R04E0109	PWCX	121978	Wagon-trémie couverte	20-sep-04	P.M. 86, sub. Edson	Dérail. 25	U72451-20	2-juil-98	L1			mai-98	Transcona 06/98	juin-98
11	R05V0089	EOGX	4078	Wagon-citerne, 263K	2-juin-05	P.M. 103, sub. Ashcroft	Dérail. 1	CP H66351-01	19-fév-01	L1				Transcona 01/01	
12	R05T0312	CP	346898	Wagon-tomb., 286K	16-déc-05	Hamilton, CFCP	Dérail. 1	CFCP	n/d - CFCP	L1			jan-00	PRWW 09/04	jan-00
13	R06T0022	CP	346875	Wagon-tomb., 286K	31-jan-06	Sub. MacTier, CFCP	Dérail. 14	CFCP	n/d - CFCP	L4			déc-98	PRWW XX/04	déc-98
14	R06E0042	CN	196702	Wagon-tomb. en acier, 286K	2-juin-06	Chetwynd	Dérail. 22	C75351-02	29-oct-99	L/ R3					oct-99
15	R06Q0089	IOCC	2943	Wagon-trémie, 286K	11-août-06	P.M. 41,5, sub. Wacouana	Dérail. 1	PL-603	5-août-03	R2			mai-98	n/d	mai-98

Annexe B – Découvertes de roues décalées / lâches provenant de l'atelier de roues Transcona du Canadien National (de 2000 à 2006)

n° séq.	Initiale du wagon	n° du wagon	Type de wagon	Date de la découverte	Endroit de la découverte	Comment on a découvert le problème	Train	Date d'installation	Position	n° de série de la roue décalée	Pression de montage en tonnes, roue décalée	n° de série de la roue accouplée	Pression de montage en tonnes, roue accouplée	Date de moulage de la roue décalée	Date sur plaque de blocage des roulements	Date de montage
1	CNA	192134	Wagon-tomb. alum., 286K	2-juin-00	Kamloops	IAW	C 78851-07	2-juil-98	L1	93889	110	92753	117	mai-98	Transc. 06/98	19-juin-98
2	CN	196358	Wagon-tomb. acier, 286K	12-juil-00	Kamloops	IAW	C 77651-10	2-juil-98	R1	93793	95	92878	129	mai-98	Transc. 06/98	19-juin-98
3	CN	197154	Wagon-tomb. acier, 286K	7-mar-01	Kamloops	IAW		20-avr-99	R1	73243	98	73529	113	mar-99	Transc. 03/99	12-mar-99
4	CN	197154	Wagon-tomb. acier, 286K	7-mar-01	Kamloops	IAW		20-avr-99	L1	73529	113	73243	98	mar-99	Transc. 03/99	12-mar-99
5	CN	197209	Wagon-tomb. acier, 286K	5-oct-01	Holloway	Inspection		31-oct-99	R3	46078	123	45712	120	juin-99	Transc. 09/99	3-sep-99
6	CNA	192121	Wagon-tomb. alum., 286K	6-oct-01	Kamloops	Inspection	C 78351-04	14-mar-99	R1	55264	92	54606	146	fév-99	Transc. 02/99	22-fév-99
7	CN	196845	Wagon-tomb. acier, 286K	14-oct-01	Kamloops	Inspection		21-mar-99	R2	58234	108	63845	132	fév-99	Transc. 03/99	1-mar-99
8	CN	196615	Wagon-tomb. acier, 286K	29-oct-01	CFCP - Golden	Inspection	CFCP	31-mar-00	L4	76148	119	76136	120	mar-99	Transc. 03/99	22-mar-99
9	CNHX	197695	Wagon-tomb. acier, 286K	11-déc-01	Winnipeg	Inspection	U 76941-10	22-juil-98	R3	11889	103	63909	98	juin-98	n/d	26-juin-98
10	PROX	41682	Wagon-citerne, 263K	14-jan-02	Prince George	Inspection		10-déc-99	L1	8744		8794		oct-99	Transc. 11/99	nov-99
11	SULX	2317	Wagon-tomb. acier, 263K	26-jan-02	Kamloops	Inspection	S 70651-24	4-fév-99	? ? ?	25410				déc-98	Transc. 01/99	jan-99
12	BCNE	900431	Wagon-tomb. acier, 286K	26-jan-02	Prince George	Inspection	M 35951-24	1-mai-99	? ? ?						Transc. 03/99	mar-99
13	SULX	2321	Wagon-tomb. acier, 263K	20-août-02	CFCP - Golden	Inspection	CFCP	31-jan-01	L1						Transc. 01/01	jan-01
14	CNA	192185	Wagon-tomb. acier, 286K	20-oct-02	Kamloops	Wheelspec		7-mar-99	R/L3						Transc. 01/99	déc-98
15	SULX	2134	Wagon-tomb. acier, 263K	21-oct-02	Kamloops	Wheelspec		27-août-98	R/L2						Transc. 08/98	août-98
16	ICG	766035	Wagon-trémie couvert, 263K	1-jan-03	ARN - Grande Prairie	Inspection	ARN	9-fév-01	L4	65380		70267		fév-99	Transc. 03/99	mar-99
17	BCNE	900431	Wagon-tomb. acier, 286K	26-jan-03	Prince George	Inspection		1-mai-99	L/R1					mar-99	Transc. 03/99	mar-99
18	BCNE	900445	Wagon-tomb. acier, 286K	3-fév-03	Prince George	IAW		21-avr-99	L1					fév-99	Transc. 02/99	fév-99
19	CN	196402	Wagon-tomb. acier, 286K	7-fév-03	Arnold	Wheelspec		17-mai-99	L/R4	55268					Transc. 02/99	fév-99
20	CN	196808	Wagon-tomb. acier, 286K	17-fév-03	Kamloops	Inspection		29-mar-99	L/R2	58873				fév-99	Transc. 02/99	fév-99
21	BCOL	730921	Wagon à longrine centrale, 263K	1-mai-03	Williams Lake (C.-B.)	Wheelspec	BCR	n/d - pas CN	L/R3	n/d				mai-99	Transc. 04/00	1-mai-99
22	CN	196675	Wagon-tomb. acier, 286K	21-mai-03	Roberts Bank	Wheelspec		24-avr-99	R2						Transc. 02/99	
23	CN	558499	Wagon couvert, 286K	12-juil-03	Thornton	Wheelspec		13-mai-99	L/R2	n/d				fév-99		
24	BCOL	873232	Wagon à longrine centrale, 263K	20-oct-03	Arnold	Wheelspec		16-jan-99	L/R4	28079				déc-98		

n° séq.	Initiale du wagon	n° du wagon	Type de wagon	Date de la découverte	Endroit de la découverte	Comment on a découvert le problème	Train	Date d'installation	Position	n° de série de la roue décalée	Pression de montage en tonnes, roue décalée	n° de série de la roue accouplée	Pression de montage en tonnes, roue accouplée	Date de moulage de la roue décalée	Date sur plaque de blocage des roulements	Date de montage
25	CPWX	606037	Wagon-trémie couvert, 263K	20-oct-03	Arnold	Wheelspec	CFCP	31-mar-99	L/R1							
26	UNPX	102813	Wagon-tomb. acier, 286K	17-nov-03	Cranbrook	Wheelspec	CFCP	8-mar-99	L/R4							
27	CN	197655	Wagon-tomb. acier, 286K	23-nov-03	Symington	Inspection et Wheelspec	U76251-19	28-jan-99	L/R1						Transc. 12/98	
28	CN	197628	Wagon-tomb. acier, 286K	19-déc-03	Symington	Inspection et Wheelspec	U76251-16	22-avr-99	L/R2						Transc. 02/99	
29	BCNE	900596	Wagon-tomb. acier, 286K	20-fév-04	Symington	Wheelspec		20-jan-99	L/R1	n/d						déc-98
30	CNA	622082	Wagon à longrine centrale	11-mar-04	Symington	Wheelspec	36692	15-juin-00	L/R3	n/d				avr-00		
31	CNA	192200	Wagon-tomb. alum., 286K	24-mar-04	Kamloops	Wheelspec		24-jan-01	L/R2	59410				déc-00		
32	CN	197646	Wagon-tomb. acier, 286K	5-sep-04	BCR North Vancouver	Inspection		2-nov-98	R1	n/d						
33	CNA	194153	Wagon-tomb. alum., 286K	7-sep-04	Arnold/Golden	Wheelspec		20-fév-03	L/R1	45415						
34	CNA	194090	Wagon-tomb. alum., 286K	7-sep-04	Kamloops	Wheelspec		23-fév-01	L/R3	82667				déc-00	Transc. 01/01	
35	CN	197587	Wagon-tomb. acier, 286K	26-sep-04	Walker Yard	Inspection		2-mar-99	L/R4	n/d					Transc. 02/99	
36	CNA	194102	Wagon-tomb. alum., 286K	10-nov-04	Kamloops	Inspection et Wheelspec		13-fév-01	L/R1	55432				jan-01		
37	SULX	1137	Wagon-tomb. acier, 263K	28-déc-04	Thornton	Wheelspec		n/d - pas CN	L/R1	n/d				juin-98		
38	CN	197569	Wagon-tomb. acier, 286K	5-jan-05	Kamloops	Inspection		2-déc-99	R1	41149		41189		juin-99	Transc. 08/99	août-99
39	BCNE	900343	Wagon-tomb. acier, 286K	16-mai-05	Thornton	Wheelspec		5-juil-00	L/R1	n/d				fév-99		
40	EOGX	4162	Wagon-citerne, 263K	15-juin-05	Shuswap du CFCP	Wheelspec		n/d - CFCP	L3	47938		47340			PRWW 04/04	jan-00
41	RTLX	2348	Wagon-citerne, 263K	26-juin-05	Shuswap du CFCP	Wheelspec			L/R4							
42	SCMX	4248	Wagon-citerne, 263K	22-sep-05	Symington	Wheelspec		n/d	L/R1	n/d				oct-00		
43	CN	414827	Wagon couvert, 263K	6-mar-06	Nattress	Wheelspec		31-oct-99	L/R4	56907		56401		sep-99		
44	CN	196834	Wagon-tomb. acier, 286K	18-mar-06	Prince George	Inspection	C 76651-17	21-jan-01	L1	60023		55557		déc-00	Transcona	déc-00
45	BCNE	901073	Wagon-tomb. acier, 286K	29-mar-06	Prince George	Inspection	C 76651-28	31-mar-00	L1	75477				mar-99	Transc. 03/99	mar-99
46	CN	196147	Wagon-tomb. acier, 286K	15-avr-06	Arnold	Wheelspec		9-jan-01	R4	40274				juin-00		
47	CNHX	197918	Wagon-tomb. acier, 286K	5-mai-06	Nattress	Wheelspec	C 78141-03	6-avr-03	R4	n/d				déc-99		
48	CNA	412811	Wagon couvert, 263K	16-mai-06	Nattress	Wheelspec		19-mai-99	L/R4	n/d				fév-99		

Annexe C – Sigles et abréviations

AAR	Association of American Railroads
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
CFCP	Chemin de fer Canadien Pacifique
CN	Canadien National
DDPR	détecteur de défauts de profil de roue
DDR	détecteur de défauts de roues
FRA	Federal Railroad Administration
h	heure
IAW	inspection autorisée de wagons
IRF	identification par radiofréquence
LRS	long rail soudé
MA	avis de maintenance (<i>Maintenance Advisory</i>)
mi/h	milles à l'heure
MSRP	<i>Manual of Standards and Recommended Practices</i> (manuel des normes et des pratiques recommandées)
manuel G-II	<i>Wheel and Axle Manual, Manual of Standards and Recommended Practices</i>
PRWW	atelier de roues Progress, situé à Winnipeg
REF	<i>Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada</i>
RSV	<i>Règlement sur la sécurité de la voie</i>
SDV	système de détection en voie
TTCI	Transportation Technology Center, Inc.
°C	degrés Celsius
%	pour cent