

**Subject: Cartridge Bearing Assembly Update**

**File Number: ACS2024-TSD-ES-0002**

**Report to Transit Commission and Light Rail Sub-Committee on 31 May 2024**

**Submitted on May 22, 2024 by Renée Amilcar, General Manager, Transit Services  
Department**

**Contact Person: Richard Holder, Director Engineering Services, Transit Services  
Department**

**613-580-2424 ext. 52033, Richard.holder@ottawa.ca**

**Ward: Citywide**

**Objet : Examen de l'ensemble de roulements cartouches**

**Numéro de dossier : ACS2024-TSD-ES-0002**

**Rapport présenté au Commission du transport en commun et Sous-comité du  
train léger**

**Rapport soumis le 31 mai 2024**

**Soumis le 22 mai 2024 par Renée Amilcar, directrice générale, Direction générale  
des services de transport en commun**

**Personne-ressource : Richard Holder, directeur, Services du génie, Direction  
générale des services de transport en commun**

**613-580-2424, poste 52033, Richard.holder@ottawa.ca**

**Quartier : À l'échelle de la ville**

**REPORT RECOMMENDATION(S)**

**That the Transit Commission and Light Rail Sub-Committee receive this report for  
information.**

**RECOMMANDATION(S) DU RAPPORT**

**Que la Commission du transport en commun et Sous-comité du train léger  
reçoive ce rapport pour information.**

## CONTEXTE

Le présent rapport a pour but de fournir à la Commission du transport en commun une mise à jour sur l'état des mesures d'atténuation liées à l'ensemble de roulements cartouches des véhicules légers sur rail de l'O-Train et sur les progrès réalisés pour cerner la cause profonde et élaborer une solution durable.

Le 20 octobre 2023, la Commission du transport en commun a reçu le rapport intitulé « Perturbation du service du TLR – Examen des causes profondes » ([ACS2023-TSD-ENG-0020](#)), qui examinait les conclusions des enquêtes relatives aux roulements d'essieu, décrivait les éléments pour lesquels d'autres conclusions sont attendues afin de terminer l'analyse des causes profondes et énonçait des mesures à court, moyen et long terme pour résoudre le problème et accroître la fiabilité du service ferroviaire.

Ce rapport fournit des détails sur les points suivants :

- Rapports reçus depuis le 20 octobre 2023 concernant l'ensemble de roulements cartouches
- Statut du plan d'encadrement à court terme
- Statut des plans d'atténuation à moyen terme
- Statut des plans d'atténuation à long terme
- Sommaire et prochaines suivantes

## ANALYSE

### 1.0 Rapport précédemment soumis à la Commission du transport en commun

Le rapport « Perturbation du service du TLR – Examen des causes profondes » ([ACS2023-TSD-ENG-0020](#)) traite de trois événements liés à l'ensemble de roulements cartouches qui ont entraîné des fermetures complètes ou partielles. Par conséquent, diverses mesures d'encadrement ont été mises en œuvre sur la Ligne de la Confédération pour assurer le maintien du service sécuritaire du TLR. Simultanément, la Ville, le GTR et leurs consultants externes en sécurité et en ingénierie continuent de progresser dans l'élaboration de mesures d'atténuation supplémentaires qui fourniront un service de TLR stable et résilient. En fin de compte, la Ville et le GTR travaillent à une solution durable qui éliminera le besoin de recourir à des mesures d'encadrement et permettra la reprise du service complet qui répond aux exigences de rendement de l'entente du projet.

## **2.0 Enquêtes et rapports entrepris**

### **2.1 Troisième rapport de campagne d'essai d'essieu instrumenté – Mars 2024**

Ce rapport d'Alstom traite de la campagne d'essai de juillet 2023 qui avait pour but :

- de confirmer l'efficacité d'un modificateur de frottement sur la partie supérieure du rail pour réduire le coefficient de friction et les forces latérales;
- d'examiner les effets de la lubrification des boudins;
- de comparer le comportement de la remorque et du bogie moteur;
- d'évaluer les capteurs inductifs à faible coût pour le déplacement du moyeu ou des roues;
- d'évaluer l'impact du contact avec le rail de retenue.

En résumé, le rapport concluait comme suit :

- Les modificateurs de frottement sur la partie supérieure du rail sont efficaces pour réduire la charge latérale.
- L'usure sur le côté du rail supérieur dans les courbes démontre un contact régulier avec le boudin de roue, ce qui indique qu'un matériau plus résistant serait mieux adapté pour prendre les courbes.
- L'analyse effectuée à la suite de l'essai des capteurs de déplacement de poutre d'essieu/roue a révélé une méthode pour détecter le jeu des essieux.

### **2.2 Rapport d'analyse des causes profondes des défaillances de l'ensemble de roulements cartouches, février 2024**

Ce rapport traite de l'enquête menée par Alstom sur la cause profonde des défaillances de l'ensemble de roulements cartouches survenues sur la Ligne de la Confédération. Le rapport comprend une analyse, des preuves et une justification des conclusions. Voici les trois principaux points d'intérêt :

- La cause profonde des charges latérales excessives.
- Toute cause profonde liée aux matériaux ou aux processus d'assemblage qui pouvaient entraîner une perte de précharge dans l'ensemble ou le déverrouillage de l'écrou serti.
- Toute cause profonde qui entraîne des dommages aux roulements donnant lieu à une perte de précharge dans l'ensemble ou le déverrouillage de l'écrou serti.

Voici les principales conclusions du rapport :

- Selon Alstom, les facteurs contribuant à des charges latérales élevées sont les suivants : problèmes d'interface roue/rail comme le profil des roues, le profil des rails, la géométrie de la voie et des rails et le coefficient de frottement.
- On a déterminé que la méthode utilisée pour sertir l'écrou était un facteur susceptible de contribuer au déverrouillage de l'écrou sert.

Alstom décrit la séquence de défaillance comme suit :

- i. Usure de contact sous le petit roulement
- ii. Usure des pièces de l'ensemble entraînant un jeu axial
- iii. Perte de précharge sur l'ensemble/écrou
- iv. Micro-rotation de l'écrou
- v. Dommages au sertissage de l'écrou
- vi. Perte du sertissage de l'écrou (l'écrou se déverrouille)

Le GTR travaille actuellement avec James Boyle Associates (JBA), sa propre société d'ingénierie indépendante, pour examiner le rapport d'Alstom et produira un document consolidé qui contiendra les conclusions de tous les rapports achevés à ce jour.

### **2.3 Rapport du Conseil national de recherches Canada (CNRC) au GTR sur la Ligne de la Confédération du TLR d'Ottawa, avril 2024**

Ce rapport traite de l'examen par le CNRC de la solution durable proposée par Alstom. À l'appui de cet exercice, le CNRC a fourni des éléments de preuve tirés des activités suivantes :

- Visite du Centre d'excellence d'Alstom à Le Creusot, France, pour discuter de l'analyse des causes profondes des problèmes de défaillance.
- Mesures du coefficient de frottement de la voie ferrée de la Ligne de la Confédération.
- Mesures sur les rails des forces roues/rail.

#### Observations du rapport

Le rapport ne dégage pas de conclusions, mais formule les observations suivantes :

- Le modèle de simulation présenté à Le Creusot doit être encore peaufiné pour compenser pleinement la roue résiliente, la couronne d'orientation, la rigidité de la voie et les défauts de la voie.

- Le CNRC mentionne que le coefficient de frottement dans des conditions sèches sur des voies ferrées similaires partout en Amérique du Nord se situe dans une fourchette de 0,5 à 0,8.
- La conception appropriée de la position latérale des rails de retenue et leur positionnement sont importants.
- Le profil roue/rail d'origine offre plus d'avantages que les propositions ultérieures.
- Un rail haute résistance devrait remplacer le 115RE actuel dans les courbes serrées. Le remplacement du rail se produirait normalement lorsque le rail serait hors tolérance par rapport aux normes établies pour le système.
- Les problèmes de flambage de la voie devraient être une priorité dans la procédure d'entretien.

## **2.4 Rapport d'ingénierie indépendant de James Boyle and Associates**

À la suite de la suspension du service en juillet 2023, JBA a été engagée par le GTR pour remplir un rapport sur l'état d'avancement et les mesures correctives. Ce rapport résumera les diverses analyses effectuées par Alstom, CNRC et TTCI dans un seul document consolidé. Le rapport fournira également une analyse et des conclusions et décrira les prochaines étapes du GTR en ce qui a trait au problème de la boîte d'essieux. Outre l'examen de tous les rapports, mises à l'essai et enquêtes pertinents liés à la question de l'ensemble de roulements cartouches, JBA a entrepris ses propres essais d'essieux et interviewé les équipes techniques d'Alstom et de ses sous-traitants.

L'ébauche de rapport de JBA a été fournie à la Ville le 22 mai, et la Ville ainsi que ses propres experts techniques l'examinent actuellement.

## **2.5 Ville d'Ottawa – Mott MacDonald**

La Ville examine le rapport d'analyse des causes profondes d'Alstom afin de déterminer les prochaines étapes à suivre pour trouver une résolution permanente. En prévision du rapport sur l'état d'avancement et les mesures correctives du GTR, la Ville a retenu les services de la firme d'ingénierie Mott MacDonald, pour qu'elle fournisse une opinion de tiers sur tous les rapports et enquêtes reçus relativement aux problèmes de boîte d'essieux.

## **3.0 Plans d'encadrement – Court terme**

### **3.1 Remise en service**

Les Services d'ingénierie du transport en commun continuent de travailler avec le chef de la sécurité des Services de transport en commun et Transportation Research Associates (TRA) pour examiner toute modification proposée par le GTR qui modifie les conditions d'exploitation de la voie ferrée. Cela est conforme aux recommandations de l'enquête publique sur le réseau de train léger sur rail d'Ottawa.

### **3.2 Notes de sécurité d'Alstom**

Alstom continue de publier des mises à jour mensuelles de sa Note de sécurité. La dernière version, Rev N, indique que les limites de vitesse temporaires peuvent être levées, toutefois, le GTR ne l'a pas demandé. La Ville attend les résultats d'autres tests objectifs indiquant que c'est sécuritaire de lever les limites de vitesse temporaires des roulements d'essieux avant d'envisager de le faire.

### **3.3 Programme d'inspection et de remplacement des essieux**

Des ensembles de roulements cartouches avec ajout d'une tige à l'écrou de retenue sont en cours d'installation sur les VLR. Lorsque tous les VLR auront été ainsi modifiés, on pourra envisager de changer le régime d'inspection. On s'attend à ce que les critères de remplacement du moyeu soient étendus à 400 000 km, à 5 ans ou lorsqu'un levier ou le jeu d'engrènement échoue à la vérification.

Au moment de soumettre ce rapport, la moitié des bogies moteurs avaient été modifiés.

### **3.4 Limites de vitesse temporaires dans les courbes**

Les limites de vitesse temporaires demeurent en place dans les courbes dont le rayon est inférieur à 250 mètres.

### **3.5 Réglage du rail de retenue**

Le GTR continue de maintenir le rail de retenue dans une position « sans contact », conformément aux exigences de la note de sécurité d'Alstom. Pour augmenter la stabilité des supports du rail de retenue, des « butées de support » en acier ont été insérées dans les plaques d'assise rainurées.

### **3.6 Surveillance continue**

Les Services d'ingénierie du transport en commun et TRA continuent d'assurer la surveillance par le biais de vérifications, du suivi de l'entretien, d'inspections, de l'examen des changements de procédure et de la documentation soumise.

#### **4.0 Plan d'atténuation – Moyen terme**

##### **4.1 Lubrification de la partie supérieure du rail**

Le GTR a installé de l'équipement en voie pour le déploiement des modificateurs du frottement de la partie supérieure du rail. Le déploiement précis du modificateur de frottement réduira le frottement entre les roues et la table de roulement et diminuera le bruit et les vibrations ainsi que la force latérale appliquée aux ensembles de roulements cartouches des VLR.

Douze des vingt et un dispositifs de lubrification de la partie supérieure du rail ont été mis en service jusqu'à présent. Les autres dispositifs au-dessus du sol seront terminés d'ici la fin du mois de mai. L'installation de lubrifiants de la partie supérieure du rail montés sur le tunnel aura lieu à l'été 2024. À la fin du programme de déploiement, Alstom mènera une autre série de tests des bogies instrumentés (n° 4) afin de valider toute amélioration de l'interface roues/rail.

##### **4.2 Détecteurs d'état des roulements**

Le CNRC a conçu, fabriqué et mis en service avec succès un banc d'essai pour les roues, les roulements et les freins qui accepte la configuration d'essieux du VLR Citadis Spirit d'Alstom. La mise à l'essai d'un « nouvel » ensemble de roulements cartouches a eu lieu, et les résultats sont maintenant comparés à ceux de la mise à l'essai d'un ensemble de roulements cartouches usé afin de déterminer la signature de vibration claire associée à une unité dégradée. Si les mises à l'essai peuvent démontrer que la surveillance des vibrations avec des accéléromètres comme les « Smart Bugs » peut identifier avec succès un ensemble de roulements dégradé, le déploiement dans l'ensemble du parc pourra être envisagé. S'il est mis en œuvre, ce système de surveillance de l'état de l'ensemble des roulements répondra aux commentaires fournis par le BST à la suite de son enquête sur le premier déraillement.

##### **4.3 Mesure d'ajout d'une tige à l'écrou de retenue**

Dans le cadre de ses mesures d'encadrement, Alstom a préparé une proposition d'ajout d'une tige à l'écrou de retenue, et le RTM l'a présentée à la Commission du transport en commun le 12 octobre 2023. Plus précisément, cette mesure a été mise en œuvre

pour remédier à la perte de précharge de l'écrou de retenue de l'ensemble de roulement, ce qui entraîne le desserrage de l'écrou et la défaillance de l'intégrité de l'ensemble de roulements cartouches. À la suite d'une évaluation de la qualité menée avec des moyeux neufs et usagés dont l'écrou de retenue a été doté d'une tige, la Ville a approuvé le passage du parc d'Ottawa à des essieux avec ajout d'une tige à l'écrou de retenue au début de 2024.

## **5.0 Plan d'atténuation – Long terme**

### **5.1 Nouvelle conception de l'ensemble de roulements cartouches – Solution durable**

Le GTR s'est engagé à fournir une solution permanente au problème des roulements d'essieu, ce qui inclut une nouvelle conception de l'ensemble des roulements cartouches. Le remaniement de l'ensemble de roulements cartouches visera à renforcer la structure de l'ensemble afin qu'il résiste mieux aux forces latérales subies sur la Ligne de la Confédération et à fournir un produit qui répond aux exigences en matière de fiabilité, de disponibilité, de maintenabilité et de sécurité. Alstom a indiqué que l'on pouvait mettre au point une solution durable sans repenser la conception et qu'elle ne travaillait pas actuellement sur cette initiative. La Ville a officiellement communiqué l'importance de reprendre les travaux de nouvelle conception.

### **5.2 Document consolidé du GTR**

Au T4 de 2024, la Ville s'attend à recevoir le document consolidé du GTR.

## **Conclusion et prochaines étapes**

Le GTR a répondu à plusieurs des recommandations découlant des enquêtes approfondies entreprises à la suite du premier déraillement. La lubrification automatisée de la face intérieure des rails, les modificateurs de frottement sur la partie supérieure du rail, le réajustement du rail de retenue, le reprofilage de la table de roulement, l'ajout d'une tige à l'écrou de retenue et le renforcement du ballast sont autant d'améliorations qui rehausseront la fiabilité du réseau. D'autres travaux auront lieu lors d'une fermeture partielle en octobre 2024, y compris un programme de meulage pour rétablir le profil de la table de roulement et le renforcement du ballast de la voie.

Ces mesures d'atténuation, cependant, ne résolvent pas l'absence de consensus sur la cause profonde des défaillances de l'ensemble de roulements cartouches. Il est impératif que le GTR travaille avec ses équipes responsables des voies et des véhicules pour

parvenir à une entente concernant le plan de mesures correctives qui assurera la durabilité de la voie ferrée.

## **RÉPERCUSSIONS FINANCIÈRES**

Il n'existe aucune répercussion financière à la réception du présent rapport à titre d'information.

## **RÉPERCUSSIONS JURIDIQUES**

Il n'existe aucun obstacle juridique à la réception du présent rapport à titre d'information.

## **CONSULTATIONS**

Dans le cadre de l'examen et de l'analyse continus des problèmes cernés dans le présent rapport, les Services de transport en commun ont continué à travailler en étroite collaboration avec le GTR, le RTM et Alstom. De plus, on a consulté des experts pour obtenir des rapports et des recommandations. Ces experts comprennent le Conseil national de recherches Canada (CNRC), le Bureau de la sécurité des transports (BST), MxV Rail, Transportation Resource Associates (TRA) et JBA.

## **RÉPERCUSSIONS SUR L'ACCESSIBILITÉ**

L'un des énoncés de mission d'OC Transpo indiqués dans la Feuille de route quinquennale est : Fournir des services de transport en commun sûrs, propres, fiables et accessibles. Toutes les composantes du réseau de transport en commun, y compris la Ligne 1 de l'O-Train, sont conformes à la *Loi sur l'accessibilité pour les personnes handicapées de l'Ontario* (LAPHO).

Le personnel continuera de consulter les personnes en situation de handicap et les intervenants en matière d'accessibilité pour s'assurer que l'on tient compte de leurs points de vue et pour promouvoir l'inclusion. Les véhicules identifiés dans le présent rapport sont des véhicules légers sur rail entièrement accessibles.

## **RÉPERCUSSIONS SUR LA GESTION DES ACTIFS**

Les actifs d'OC Transpo constituent l'un des cinq piliers de la feuille de route quinquennale. Au cours des prochaines années, OC Transpo ajoutera tous les prolongements de l'Étape 2 de l'O-Train ainsi que les propriétés, les véhicules, l'infrastructure et les technologies connexes nécessaires à l'exploitation de ces nouveaux réseaux. Les actifs actuels et nouveaux d'OC Transpo seront gérés et entretenus au moyen de processus administratifs systématisés propres à la direction

générale. Une des initiatives définies dans la feuille de route, l'examen des activités principales, permettra d'évaluer les infrastructures essentielles pour vérifier si les Services de transport en commun en font la meilleure utilisation possible.

## **RÉPERCUSSIONS SUR LA GESTION DES RISQUES**

Ce rapport fait état des répercussions sur la gestion des risques.

## **PRIORITÉS DU MANDAT DU CONSEIL**

Ce rapport permet de respecter les priorités suivantes du mandat du Conseil :

- Une ville mieux connectée grâce à des options de mobilité fiables, sécuritaires et accessibles
- Une ville verte et résiliente

## **SUITE À DONNER**

Les Services de transport en commun continueront de fournir des mises à jour sur les progrès accomplis à la Commission du transport en commun et au Conseil.

Dans le cadre de l'engagement des Services de transport en commun à fournir à la Commission du transport en commun une solution finale au problème des roulements d'essieu, le personnel fournira un rapport de suivi au T4 de 2024 qui décrira les prochaines étapes vers une résolution.