

Subject: Trillium Stage 2 – Independent Peer Review

File Number: ACS2023-TSD-RC-008

Report to Light Rail Sub-Committee on 26 May 2023

Submitted on May 16, 2023 by Renée Amilcar, General Manager, Transit Services Department

Contact Person: Michael Morgan, Director, Rail Construction Program, Transit Services Department

613-580-2424 ext. 52718, michaelj.morgan@ottawa.ca

Ward: Citywide

Objet : Étape 2 de la Ligne Trillium – Examen par des pairs

Dossier : ACS2023-TSD-RC-008

Rapport au Sous-comité du train léger

le 26 mai 2023

Soumis le 16 mai 2023 par Renée Amilcar, Directrice générale, Services de transport en commun

**Personne-ressource : Michael Morgan, Directeur, Programme de construction du train léger
Service de transport en commun**

613-580-2424 poste 52718, michaelj.morgan@ottawa.ca

Quartier : À L'ÉCHELLE DE LA VILLE

REPORT RECOMMENDATION(S)

That the Light Rail Sub-Committee receive this report for information.

RECOMMANDATION(S) DU RAPPORT

Que le Sous-comité du train léger prenne connaissance du présent rapport à titre d'information.

RÉSUMÉ

Le 26 janvier 2022, le Conseil municipal donnait au directeur du Programme de construction du train léger le mandat d'entreprendre un examen par des pairs de l'Étape 2 de la Ligne Trillium afin d'évaluer tous les aspects du projet, incluant la conception, la construction, la mise en service, la formation, la préparation opérationnelle et les activités d'entretien. Les objectifs principaux de cet examen s'articulent autour de deux pôles : premièrement, analyser et valider les stratégies et les méthodes utilisées par TransitNEXT et deuxièmement, déterminer les problèmes potentiels ou les difficultés pouvant survenir au moment de l'entrée en service commercial.

Suivant un processus d'approvisionnement public, SYSTRA Canada Inc. a été sélectionné en mai 2022 de concert avec RATP Dev Canada pour réaliser une analyse et un examen global du projet de l'Étape 2 de la Ligne Trillium. Ces deux entreprises possèdent des forces complémentaires et une vaste expérience de façon à ce que l'examen indépendant de la Ligne Trillium soit rigoureux et s'inscrive dans les règles de pratique de l'industrie à l'échelle mondiale.

Le groupe SYSTRA est une firme d'ingénieurs-conseils de réputation internationale et le groupe RATP est la troisième plus grande société de transport en commun au monde, fournissant des services d'exploitation et d'entretien à 30 lignes de train léger et menant des activités de transport en commun dans 14 pays. Récemment, ces deux entreprises ont procédé à l'examen indépendant similaire du prolongement de la ligne bleue de l'ARTM à Montréal.

Le rapport final de l'examen par des pairs de l'étape 2 de la Ligne Trillium met en relief le fait que TransitNEXT et la Ville d'Ottawa ont, tous les deux, été ouverts à la discussion sur la progression du projet et ses défis. Selon le rapport, la démarche de TransitNEXT et de son équipe est conforme aux normes internationales et elle est adaptée à la réalisation du projet de la Ligne Trillium. Le rapport conclut également que les pratiques de gestion de projet sont satisfaisantes et que les outils appropriés sont en place pour contrôler la progression du projet et remédier à ses risques potentiels.

Le rapport final de l'examen par des pairs contenait 47 recommandations. La Ville d'Ottawa et TransitNEXT ont formulé des réponses et mis en œuvre un plan d'action global pour donner suite à ces 47 recommandations, comme il est décrit en détail dans le présent rapport.

Les recommandations sont regroupées en cinq catégories : gestion de projet,

infrastructure ferroviaire, systèmes du train, exploitation et entretien, et sécurité.

En matière de contexte, il est important de noter que l'examen par des pairs de l'Étape 2 de la Ligne Trillium a été réalisé pendant que se déroulait le projet. Par conséquent, plusieurs problèmes relevés en cours de route ont été réglés progressivement par la Ville d'Ottawa et TransitNEXT. Les problèmes qui restaient ont été réglés ou un plan a été mis en place pour y remédier. La réponse et le plan d'action global mis en œuvre par la Ville d'Ottawa et TransitNEXT démontrent leur engagement à assurer le succès du projet de la Ligne Trillium et respectent les normes les plus exigeantes en matière de sécurité et de qualité.

Gestion du projet :

L'examen par des pairs contenait trois recommandations reliées à la gestion du projet de l'Étape 2 de la Ligne Trillium. La Ville d'Ottawa et TransitNEXT ont mis en œuvre les trois recommandations.

Infrastructure ferroviaire :

L'examen par des pairs contenait cinq recommandations reliées à l'infrastructure ferroviaire. Celles-ci portaient notamment sur une vérification additionnelle de la conception, la documentation de la conception, les méthodes de travail et les procédures opérationnelles normalisées. La Ville d'Ottawa et TransitNEXT ont mis en œuvre trois des cinq recommandations et ont un plan en place pour donner suite aux deux dernières.

Systèmes du train :

L'examen par des pairs contenait vingt recommandations reliées aux systèmes du train, qui sont réparties comme suit :

Six recommandations portent sur des essais additionnels liés au matériel roulant. Tous les essais ont été faits ou sont planifiés pour être terminés avant l'achèvement substantiel des systèmes de la Ligne Trillium.

Six recommandations pour effectuer des essais additionnels. Ceci afin d'assurer l'élaboration et l'exécution du programme global d'essais et de mise en service. À mesure qu'avancait le projet, la Ville d'Ottawa et TransitNEXT ont mis au point un programme d'essais et de mise en service dans le but de donner suite à toutes les recommandations.

Enfin, il y a huit recommandations portant sur des exigences et des spécifications

techniques précises. La Ville d'Ottawa et TransitNEXT ont répondu à chacune de ces recommandations conformément aux normes applicables, à l'Accord de projet ou aux pratiques exemplaires de l'industrie, le tout vérifié par une firme d'ingénieurs-conseils indépendants engagée par la Ville.

Exploitation et entretien :

L'examen par des pairs contenait neuf recommandations reliées à l'exploitation et à l'entretien du réseau. Les recommandations portent sur divers paramètres et exigences liés aux opérations, sur des mises en situation opérationnelle et sur des obligations précises en matière d'entretien. La Ville d'Ottawa et TransitNEXT ont donné suite ou ont un plan en place pour donner suite aux recommandations techniques; deux recommandations au moins sont en attente de décisions de la Ville à ce sujet.

Procédures de sécurité :

L'examen par des pairs contenait dix recommandations afin d'améliorer les procédures de sécurité et la documentation liée à la sécurité du projet. Pour donner suite à ces recommandations, la documentation a été mise à jour et lorsqu'une nouvelle procédure a été adoptée, l'approche de la Ville pour l'application des normes a été analysée et validée par le vérificateur de la sécurité indépendant de la Ville. Aux fins de précision, le vérificateur de la sécurité indépendant de la Ville est SENER.

Conclusion :

Le projet de l'Étape 2 de la Ligne Trillium a fait l'objet d'un examen complet par des tiers, dans lequel examen ont été soulevés des problèmes précis et ont été formulées des recommandations pour améliorer divers aspects du projet. La Ville d'Ottawa et TransitNEXT ont répondu et donné suite à toutes les recommandations. Les stratégies et les méthodes utilisées par TransitNEXT pour donner suite aux recommandations ont satisfait les attentes de la Ville d'Ottawa et, dans bien des cas, elles ont été validées par la firme d'ingénieurs-conseils indépendants de la Ville et son vérificateur de la sécurité indépendant.

Dans l'ensemble, la Ville d'Ottawa et TransitNEXT sont déterminés à offrir un réseau ferroviaire sûr, fiable et efficace qui répond aux besoins des clients, de la collectivité et des parties prenantes. Nous continuerons de travailler en étroite collaboration avec nos partenaires et les parties prenantes pour assurer la réussite du projet de l'Étape 2 de la Ligne Trillium.

CONTEXTE

L'Étape 1 de la Ligne 1 de l'O-Train est un réseau de transport en commun par train léger électrique sur deux voies de 12,5 km, empruntant un trajet est-ouest et traversant la ville d'Ottawa depuis la station Blair jusqu'à la station Tunney's Pasture. La ligne est entrée en service en septembre 2019.

Les activités de la ligne 2 originale de l'O-Train ont démarré en octobre 2001. Il s'agissait d'un service de train léger alimenté au diesel sur 8 km et comptant cinq stations. La ligne utilisait trois voitures-unités multiples diesel Bombardier Talent et fournissait un service à intervalle de 15 minutes entre les passages. En mars 2015, la Ville a modernisé son réseau en construisant de nouvelles voies d'évitement et de nouveaux quais, en améliorant les voies ferrées et la signalisation et en achetant six voitures-unités multiples LINT Alstom. Le projet comportait également une mise à niveau du centre de régulation de la circulation.

En mai 2020, la Ligne 2 a été fermée au public pour permettre la construction du prolongement vers le sud de l'étape 2 du projet, approuvée par le Conseil le 6 mars 2019.

Dans le cadre d'un processus d'approvisionnement concurrentiel, TransitNEXT, une filiale en propriété exclusive de SNC Lavalin, a obtenu de contrat pour la conception, la construction, le financement et l'entretien du prolongement de la Ligne Trillium.

L'étape 2 du prolongement vers le sud de la Ligne Trillium étend, à partir du terminus de la station Greenboro jusqu'à la station Limebank, de 12 km la ligne nord-sud, constituée d'une voie ferrée simple et d'un train alimenté au diesel. Le projet comprend également une nouvelle voie ferrée de 4 km reliant la nouvelle station South Keys à l'Aéroport international Macdonald-Cartier d'Ottawa. Le réseau continuera d'utiliser des voies d'évitement et des dépassements coordonnés en complément de voies doubles additionnelles installées à certains endroits.

Le 26 janvier 2022, le Conseil approuvait la motion 62/28 chargeant le directeur du Programme de construction du train léger d'entreprendre « un examen par des pairs de la stratégie relative à la conception, à la construction, à la mise en service et à l'entretien de la Ligne Trillium de l'O-Train par le consortium TransitNEXT afin de relever les difficultés pouvant découler de sa conception, de sa construction, de sa mise en service, de la formation ou de l'aménagement organisationnel, difficultés auxquelles il serait possible de remédier avant la fin du projet ».

Suivant un processus d'approvisionnement concurrentiel, en mai 2022, les firmes SYSTRA Canada et RATP Dev Canada ont été sélectionnées pour réaliser l'examen

complet et l'analyse du projet de l'Étape 2 de la Ligne Trillium. SYSTRA CANADA est une firme internationale d'ingénieurs-conseils spécialisée en transport et possédant plus de 60 années d'expérience dans le domaine. La firme offre un éventail de services, notamment des conseils experts aux autorités municipales en matière de transport, et elle gère des projets de transport visant une transition efficace à des sources d'énergie modernes. La division du transport en commun de SYSTRA Canada propose des solutions innovatrices pour le transport de passagers.

Le groupe RATP est un important fournisseur de services d'exploitation et d'entretien en matière de transport urbain et régional. Cumulant 120 années d'expérience, RATP a conçu, bâti, exploité et modernisé des réseaux ferroviaires urbains dans 14 pays. RATP Dev Canada participe présentement à des processus d'approvisionnement majeurs pour des projets de transport en commun par train au Canada. Les groupes SYSTRA et RATP ont tous deux travaillé à des projets notables, notamment l'examen par des pairs du prolongement de la ligne bleue de l'ARTM de Montréal, le réseau de transport en commun par train léger Lusail à Doha, et le projet de tramway Al Sufouh à Dubai.

L'examen par des pairs réalisé par SYSTRA Canada et RATP Dev Canada vise deux objectifs principaux :

1. Analyser et valider les stratégies et les méthodes utilisées par TransitNEXT pour la conception, la construction, les essais, la mise en service, la formation, l'exploitation et l'entretien de la ligne.
2. Relever des problèmes potentiels ou des difficultés pouvant survenir au moment de l'entrée en service commercial de la ligne.

L'examen par des pairs a commencé en mai 2022. Il comportait un examen rigoureux de la documentation, des entrevues et des ateliers avec l'équipe de TransitNEXT et des visites sur place à divers endroits, notamment la salle du serveur principal, le laboratoire des essais, le centre de contrôle des opérations, l'IRE et la station Walkley.

En fonction de l'analyse initiale de la documentation et à partir des entrevues et ateliers, divers autres documents et des précisions ont été demandés par l'équipe chargée de l'examen par des pairs. Du mois de mai 2022 au mois de février 2023, à mesure qu'avancait le projet, de nouveaux documents ou des documents mis à jour étaient soumis par TransitNEXT et remis aux tiers réviseurs aux fins d'analyse. Plusieurs séances de discussion productives ont eu lieu entre les équipes de TransitNEXT, de SYSTRA Canada et de RATP Dev Canada afin de parvenir à une compréhension commune des stratégies employées par TransitNEXT pour la conception, la

construction, les essais, la mise en service, la formation, l'exploitation et l'entretien de la ligne.

Le rapport final de l'examen par des pairs a été publié en février 2023 après un dernier examen et la Ville d'Ottawa et TransitNEXT ont fait part de leurs commentaires. Le rapport présente le point de vue impartial d'un tiers et jette un regard expert sur les risques pouvant découler de la réalisation du projet; il met aussi de l'avant un ensemble de recommandations pour réduire ces risques.

ANALYSE

Le rapport final de l'examen par des pairs de l'Étape 2 de la Ligne Trillium met en relief le fait que TransitNEXT et la Ville d'Ottawa ont, tous les deux, été ouverts à la discussion sur la progression du projet et ses défis. Selon le rapport, la démarche de TransitNEXT et de son équipe est conforme aux normes internationales et elle est adaptée à la réalisation d'un projet de la taille et de l'envergure de la Ligne Trillium. Le rapport conclut également que les pratiques de gestion de projet sont satisfaisantes et que les outils appropriés sont en place pour contrôler la progression du projet et remédier à ses risques potentiels.

Le rapport soulève des possibilités pour améliorer la réalisation du projet, renforcer les procédures de sécurité et améliorer la prestation des services durant les phases d'exploitation et d'entretien. En se fondant sur ces perspectives d'amélioration, 47 recommandations ont été formulées par SYSTRA Canada et RATP Dev Canada. Celles-ci portent sur l'amélioration de la documentation, la réalisation d'essais additionnels et sur une validation accrue des travaux sur le terrain. La Ville d'Ottawa et TransitNEXT ont formulé des réponses et mis en œuvre un plan d'action global pour donner suite à ces 47 recommandations.

Aux fins d'analyse, les recommandations sont regroupées en cinq catégories : gestion de projet, infrastructure ferroviaire, systèmes du train, exploitation et entretien, et sécurité

Tableau 1 : Description des recommandations regroupées par catégorie

Catégorie	Sous-catégorie	Description
Gestion de projet	PM.xx	Gestion de projet
	TRA.xx	Formation
Infrastructure ferroviaire	TRK.xx	Travaux sur la voie ferrée
	TVS.xx	Système de ventilation du tunnel

	CON.xx	Contrôle de la construction
Systèmes du train :	RS.xx	Matériel roulant
	TCS.xx	Système de contrôle des trains
	COM.xx	Communications et systèmes SCADA
	SEM.xx	Gestion de l'ingénierie des systèmes
	TC.xx	Essais et mise en service
Exploitation et entretien	OPS.xx	Opérations
	MAI.xx	Entretien
Procédures de sécurité	SA.xx	Assurance du système

Les parties suivantes de notre rapport présentent les réponses et le plan d'action de la Ville d'Ottawa et TransitNEXT reliés à chaque recommandation formulée dans le rapport final de l'examen par des pairs.

Gestion de projet (PM et TRA)

PM. 01

Recommandation :

Nous recommandons à la Ville d'Ottawa et TransitNEXT de « tracer une ligne dans le sable » et créer ouvertement un nouveau référentiel du projet, ainsi qu'un nouveau calendrier, un nouveau rapport mensuel avec des IRC explicites et communs et potentiellement certaines recommandations issues de ce rapport. Les deux parties doivent s'entendre sur le fait que les allégations qui les ont amenées à établir ce nouveau référentiel seront traitées par une autre équipe que celle chargée de réaliser le nouveau projet et que cela ne fera pas obstacle aux progrès à accomplir.

Réponse :

Nous avons convenu d'un nouveau calendrier de réalisation de base (PBS-3) avec TransitNEXT, suivant des discussions au cours du T4 2022 et du T1 2023. La Ville d'Ottawa et TransitNEXT collaborent en vue de terminer le projet au début d'octobre et les ajouts au programme ont été acceptés à un niveau supérieur. Des visites quotidiennes sur place et des réunions hebdomadaires avec TransitNEXT servent à assurer le suivi et à surveiller la progression des travaux d'ici la fin du projet.

PM. 02

Recommandation :

Les leçons apprises dans le précédent projet et dans les projets ou produits comparables devraient être intégrées dans le développement de l'ingénierie du réseau de transport en commun. Un document sur les leçons apprises se rapportant à ce projet, à ce système ou à ce produit devrait faire état des leçons apprises dans l'intérêt du projet en cours.

Réponse :

La Ville d'Ottawa a réalisé une analyse détaillée de l'exploitation et de l'entretien de la Ligne Trillium depuis 2001 jusqu'à 2018 dans le cadre du processus d'approvisionnement afin de répertorier un ensemble d'améliorations à apporter au réseau élargi. Parmi les améliorations précises en matière de sécurité dans les exigences contractuelles, notons l'ajout d'un système amélioré de contrôle ferroviaire, l'étagement du croisement en oblique d'Ellwood, des améliorations du système de ventilation du tunnel et des mesures de sécurité incendie dans le tunnel du Lac Dow, et l'installation d'extenseurs de quais plus larges sur toute la longueur des quais afin de réduire l'écart. De plus, la Ville d'Ottawa a demandé un type de véhicule avec des portes additionnelles afin de réduire les temps d'arrêt; elle a exigé le remplacement des installations d'entretien actuelles; elle a ajouté des quais redondants à l'extrémité de la ligne; et elle a allongé les voies de contournement afin de réduire, et dans certains cas d'éliminer, l'impact des dépassements.

La Ville d'Ottawa a pris des mesures importantes afin de mettre en pratique les leçons tirées de l'étape 1 du projet et d'assurer leur intégration à la planification, au processus d'approvisionnement et à la réalisation de l'étape 2. En tout, 24 vérifications et études indépendantes ont été menées, qui ont débouché sur la mise en œuvre de recommandations et l'application de leçons apprises à divers égards, notamment en matière d'approvisionnement, de gouvernance et de surveillance. En outre, l'Accord de projet actualisé inclut des exigences explicites reliées à l'intégration des systèmes, au rodage d'essai, à l'entretien, à la gouvernance et à la surveillance.

La Ville d'Ottawa continue de prioriser l'application des leçons apprises à mesure qu'avance l'étape 2 du projet. Les membres du personnel de la Ville s'emploient systématiquement à appliquer les connaissances acquises des expériences antérieures pour améliorer les opérations du TLRO1 et l'élaboration de l'étape 2 du TLR. À mesure que nous avançons dans l'étape 2 du projet, l'équipe de la Ville demeure engagée à intégrer à la planification, au processus d'approvisionnement et à la réalisation toute nouvelle leçon apprise.

Durant la phase d'achèvement de l'étape 2 du TLR, la Ville d'Ottawa compilera toutes les leçons tirées des étapes 1 et 2 du projet. Le but étant de développer une approche globale qui intègre toutes les réflexions, les perspectives et les informations utiles cumulées durant les projets. La compilation des leçons apprises sera accessible aux fins de références futures de sorte que les connaissances précieuses acquises de ces projets seront conservées et pourront être consultées au besoin.

TRA. 01

Recommandation :

Nous recommandons que la Ville d'Ottawa et TransitNEXT s'entendent rapidement sur le calendrier et le contenu de la formation afin d'éviter de retarder la date de mise en service commercial.

Réponse :

La Ville d'Ottawa et TransitNEXT continuent de travailler en collaboration au programme de formation de la Ligne Trillium, ce qui inclut un plan de formation intégré définissant les rôles et les responsabilités de chaque partie et un calendrier intégré pour l'achèvement de la formation requise, lequel fait un suivi global de la formation en cours.

Infrastructure ferroviaire (TRK, TVS et CON)

TRK. 02

Recommandation :

Vérifier pendant la construction des rails à attache directe (AD) que les différents relevés mentionnés dans la déclaration de la méthode de travail sont exécutés comme prévu.

Confirmer que les essais mécaniques effectués sur les fixations des voies à attache fixe ont été réalisés en positions extrêmes (calage maximum) et n'entraîneront aucune restriction de quelque nature que ce soit.

Réponse :

La Ville a demandé à TransitNEXT de lui remettre la documentation sur la méthode de construction des voies à attache fixe et on lui a remis les documents demandés.

La Ville a analysé la déclaration de méthode de travail pour l'installation des voies à attache fixe et elle a établi qu'elle répondait à la recommandation sur les relevés et le

calage. Des contrôles de relevés sont effectués au début, pendant et à la fin de la construction des voies à attache fixe.

La déclaration de méthode de travail indique que des essais de couple incontrôlés et contrôlés seront effectués afin de vérifier la qualité de la fabrication.

Le système de fixation des voies à attache fixe est fourni avec le système de chargement des wagons en tant qu'exigence. Les procédures d'essai proposées par TransitNEXT sont conformes aux pratiques normalisées de l'industrie et sont reliées aux travaux d'installation; le calage maximum n'a pas d'incidence sur ces procédures (essais de couple incontrôlés et contrôlés.)

TRK. 03

Recommandation :

Confirmer que la traversée oblique à la hauteur de la station Limebank a été considérée dans l'analyse de l'interaction rail-structure et que la poutrelle est fixée dans la zone de la culée pour restreindre les mouvements.

Réponse :

TransitNEXT a confirmé à la Ville que les roulements de la poutrelle sont fixes dans la culée. Puisque le pont Limebank est un pont ballasté, une analyse type de l'interaction rail-structure n'est pas nécessaire. En raison du ballast, les contraintes thermiques causées par les rails sont transférées au ballast plutôt que directement au tablier du pont. L'expansion/contraction thermique des rails ne devrait pas avoir d'incidence sur le rendement du pont.

TVS.01

Recommandation :

Il faudrait procéder à un examen détaillé de toute la documentation sur l'aération du tunnel afin de corriger toutes les incohérences et tous les écarts et de s'assurer que le bon plan de conception sera mis en œuvre conformément aux exigences de l'AP.

Réponse :

En s'appuyant sur cette recommandation, la Ville a demandé à TransitNEXT d'examiner la documentation et de corriger toutes les incohérences et les écarts pour s'assurer de l'harmonisation de la mise en œuvre et de la conception.

TransitNEXT examinera et actualisera tous les rapports et documents nécessaires et les remettra à la Ville.

TVS.02

Recommandation :

Nous recommandons de procéder à une analyse pour s'assurer que la température du tunnel n'atteint jamais la température de déclenchement du système de CVC des trains.

Réponse :

Cette recommandation fait référence à une situation où le train marchant au ralenti dans le tunnel, la chaleur qui s'en dégagerait n'augmenterait pas la température dans le tunnel à un point tel que l'équipement de refroidissement (équipement CVC) soit désactivé.

Pour répondre à cette recommandation, la Ville et TransitNEXT ont intégré des éléments de conception plus rigoureux dans le tunnel afin de gérer les situations d'urgence. À titre d'exemple, des éléments de conception ont été intégrés au tunnel pour répondre à une situation d'urgence lorsque le train est endommagé et prend feu.

Les mesures pour diminuer le risque s'il survenait une situation d'urgence dans le tunnel incluent des gicleurs, des conduites d'incendie sèches, des passerelles et des escaliers d'urgence. À titre d'exemple, si la température à l'intérieur du tunnel devait déclencher le système de CVC du train et que celui-ci était défaillant, les gicleurs s'activeraient pour diminuer la température dans le tunnel et les passagers et l'opérateur sortiraient du train et emprunteraient la passerelle d'urgence et les escaliers à une extrémité ou l'autre du tunnel.

La Ville rédigera un résumé technique sur cette question pour les dossiers du projet.

CON. 01

Recommandation :

TransitNEXT devrait mettre au point une méthode pour vérifier, après le bétonnage, le positionnement adéquat de la couverture de béton de l'acier d'armature des structures.

Réponse :

Remarque : La recommandation fait référence au placement d'acier d'armature dans le béton. Habituellement, le béton recouvrant les renforts d'acier devrait avoir une épaisseur d'au moins 40 mm.

Selon la Ville, la vérification de l'épaisseur du béton au-dessus des renforts d'acier à l'intérieur d'une structure après le bétonnage ne fait pas partie des normes de l'industrie et n'est pas exigée par les Normes et spécifications provinciales de l'Ontario. La Ville est convaincue que TransitNEXT adhère aux pratiques exemplaires de l'industrie et respecte ses obligations conformément à l'Accord de projet en chargeant un ingénieur en assurance de la qualité d'examiner l'installation des barres d'armature avant le bétonnage et d'émettre un certificat de conformité. Ce certificat est signé, scellé et daté par un ingénieur professionnel agréé en Ontario. De plus, une inspection visuelle préalable au coulage du béton est effectuée en vertu des plans d'inspection et d'essais et si l'on constatait l'exposition des renforts d'acier, les réparations nécessaires seraient exécutées. Cette méthode est décrite à la fois dans les Normes et spécifications provinciales de l'Ontario et dans les Normes et spécifications municipales d'Ottawa et elle est utilisée partout en Ontario pour la construction de structures de béton.

Systèmes du train (RS, TCS, COM, SEM & TC) :

RS. 01

Recommandation :

Pour les deux types de véhicules, nous recommandons de procéder aux essais du bruit intérieur et extérieur des véhicules dès que la longueur de la voie ferrée permettra de rouler en toute sécurité à 85 km/h et de freiner par la suite afin de mesurer le bruit intérieur et le bruit extérieur du côté de la voie à 25 m du train comme l'exigent les alinéas a) et b) de l'article 1.8 de la partie 8 de l'annexe 15 2 de l'AP.

Réponse :

La Ville et TransitNEXT entendent se conformer entièrement aux dispositions de l'Accord de projet en ce qui concerne les essais de rendement acoustique. Des essais du bruit extérieur et intérieur seront effectués sur les véhicules Stadler FLIRT. Les véhicules Alstom LINT appartiennent à la Ville et sont déjà utilisés sur la Ligne Trillium. La Ville est satisfaite de leur rendement acoustique. Les essais acoustiques de qualification sur ces véhicules ont été réalisés au moment de leur livraison dans le cadre d'un contrat distinct.

RS. 02

Recommandation :

Pour les voitures Stadler, simuler l'accumulation de verglas à concurrence de 3 mm sur les portes pour s'assurer que les ouvre-portes sont bien dimensionnés afin de respecter leur espérance de vie conformément aux alinéas d) i) de l'article 1.18 de la partie 8 de l'annexe 15 2 de l'AP.

Réponse :

Stadler nous a fourni les résultats d'essais effectués dans une enceinte climatique, lesquels résultats ont démontré que les portes fonctionnaient avec une accumulation de verglas de 3 mm. Selon l'ensemble des résultats de ces essais dans l'enceinte climatique, la Ville est convaincue que la conception des ouvre-portes s'appuie sur des antécédents de fiabilité, qu'elle est éprouvée et que les ouvre-portes sont adaptés pour fonctionner par températures froides et lors de tempêtes de neige et de verglas.

RS. 03

Recommandation :

Procéder à un démarrage à froid dans la mise à l'essai des voitures neuves (à la température minimum de la salle froide pour respecter les conditions environnementales de la Ville d'Ottawa) afin de simuler les véhicules garés la nuit pour s'assurer qu'ils peuvent démarrer sans difficulté.

Réponse :

La Ville et TransitNEXT ont effectué les essais additionnels recommandés et la Ville est satisfaite des résultats. Un véhicule Stadler FLIRT a été laissé à l'extérieur et sans courant pour plusieurs jours afin d'atteindre une température de départ à froid. Au moment de démarrer le moteur, la température extérieure enregistrée était de (-27 °C. Tous les moteurs diesel ont fonctionné sans problème.

RS. 04

Recommandation :

La Ville devrait demander à TransitNext de confirmer que Stadler connaît cet essai et si on a procédé à l'essai résistif rotationnel des bogies ou à l'essai et à la simulation de la résistance au lacet des bogies

Réponse :

Remarque : Un bogie de train est le châssis ou le cadre qui porte et supporte les roues de l'essieu d'un véhicule ferroviaire.

Stadler a confirmé que la protection contre les déraillements du véhicule a été démontrée, notamment par les essais de résistance rotationnelle effectués sur les bogies

Pour l'application de la norme européenne EN 14363, afin de démontrer la sécurité contre le déraillement des véhicules ferroviaires, on utilise le test de résistance rotationnelle des bogies en combinaison avec le test de torsion.

En Amérique du Nord, les contreparties de cette norme sont les suivantes :

1. APTA PR-M-S-014-06 : « Wheel Load Equalization of Passenger Railroad Rolling Stock » (équilibre de la charge des roues des voitures pour passagers)
2. APTA PR-M-S-031-22 : "Low-Speed Curving Performance of Railway Passenger Equipment » (rendement à basse vitesse dans les courbes des voitures pour passagers)

L'équilibrage de la charge des roues correspond au test de torsion, lequel a été effectué par Stadler. Et de plus, des simulations ont été effectuées (dans les essais dynamiques des véhicules) afin d'établir le rendement dynamique général du véhicule, ce qui incluait l'influence de la résistance rotationnelle des bogies.

La Ville est convaincue que les éléments susmentionnés répondent avec satisfaction à cette recommandation.

RS. 07

Recommandation

La Ville devrait s'assurer que la compensation des roues est bien définie et comprise pour garantir que la hauteur des voitures respecte toujours la hauteur attendue du quai dans toutes les conditions d'exploitation et de prise en charge des passagers.

Réponse :

Des essais particuliers ont été effectués pour s'assurer que la compensation des roues permet au train de maintenir les écarts verticaux requis aux quais dans toutes les conditions d'exploitation et de prise en charge des passagers.

TCS. 01

Recommandation :

Nous recommandons d'ajouter l'essai du taux de freinage d'urgence garanti (TFUG) dans les procédures d'essai sur le site conformément à la condition du chapitre 6.1.2.1 de l'IEEE1474.1.

Réponse :

La Ville d'Ottawa souligne que l'IEEE1474.1 ne s'applique pas au système de signalisation utilisé, mais elle prend acte de l'exigence générale de valider le taux de freinage d'urgence garantie (TFUG). Stadler a soumis une procédure d'essai visant à quantifier le TFUG. La Ville et TransitNEXT se concertent afin d'effectuer des essais en modes dégradés.

De plus, le TFUG du véhicule fait partie, avec le système de signalisation et de contrôle ferroviaires, d'une approche intégrée élargie. Cette approche est décrite dans la documentation sur le modèle de freinage sécuritaire qui traite des taux de freinage, de l'application des freins et des temps de réponse entre autres paramètres variés.

COM. 01

Recommandation :

Nommer un responsable pour le système de la structure globale afin de produire la documentation des systèmes (par exemple les notes d'autorisation).

Réponse :

TransitNEXT a généré un plan de gestion de la configuration dans lequel il est indiqué que les logiciels et les documents de description des micrologiciels connexes, ou l'équivalent, associés à chaque actif sont inclus comme données de configuration de base.

TransitNEXT sera responsable de toutes les notes d'autorisation associées aux modifications des logiciels et des micrologiciels des systèmes livrés (systèmes reliés aux voitures Stadler/Alstom, systèmes mécaniques, systèmes électriques, système de contrôle ferroviaire, etc.)

La Ville sera responsable de toutes les notes d'autorisation associées aux systèmes de logiciels et de micrologiciels sur les serveurs livrés dans le cadre du système de structure globale de la Ville (panneaux indicateurs pour les passagers, écrans de renseignements sur le transport en commun, TVCF, etc.)

COM. 02

Recommandation :

Établir une plateforme d'essai pour l'intégration et la validation des systèmes pour éviter de constater les premiers problèmes d'intégration sur le site.

Réponse :

Remarque : Le système de structure globale dont il est question dans le présent rapport fait référence au système de contrôle et de communications qui gère et surveille l'exploitation des trains, des stations et des autres équipements connexes.

Le plan d'essais et de mise en service du système de structure globale de la Ville a été élaboré. Il comprend une plateforme dédiée aux essais de la structure globale de la Ligne Trillium ainsi qu'un laboratoire de mise à l'essai du système de structure globale de la Ville en tant qu'actif essentiel pour soutenir les premiers essais d'intégration et atténuer l'impact sur le centre de contrôle durant les essais et la mise en service. Le Programme de construction du train a installé le laboratoire de mise à l'essai dans un nouvel espace au 875, chemin Belfast et il est utilisé pour la mise en service des systèmes de structure globale fournis par la Ville.

Le plan d'essais pour l'intégration des systèmes de TransitNEXT inclut l'aménagement d'un laboratoire de mise à l'essai (présentement situé dans la cour Walkley). Ce laboratoire a une connexion provisoire sans fil avec le laboratoire de mise à l'essai de la Ville et permettra de procéder l'intégration rapide des activités et au repérage des problèmes. Les dispositifs terminaux sont apportés au laboratoire de TransitNEXT station par station, et après des essais initiaux et leur débogage, ils sont envoyés aux sites pour être installés.

COM. 03

Recommandation :

Produire un document décrivant les essais de validation des systèmes pour le système de la structure globale.

Réponse :

Le plan d'essais et de mise en service du système de la structure globale de la Ville a été élaboré et remis à TransitNEXT. On y reconnaît le laboratoire de mise à l'essai en

tant qu'actif essentiel pour soutenir les essais d'intégration rapide et atténuer l'impact sur le centre de contrôle durant les essais et la mise en service.

COM. 04

Recommandation :

Produire un document décrivant les essais d'intégration et de validation des systèmes pour l'ensemble des systèmes.

Réponse :

TransitNEXT a élaboré un plan des essais d'intégration des systèmes et l'a soumis. Ce plan décrit les essais d'intégration qui seront effectués d'un bout à l'autre des systèmes avec des équipements fournis par la Ville et par TransitNEXT.

SEM.01

Recommandation :

Il faudrait que TransitNEXT revoie et signe tous les documents que lui font parvenir ses sous-traitants. Il faudrait aussi revoir et approuver, pour l'exploitabilité (jauge, longueur et hauteur du quai et rendement des freins, entre autres) des voitures actuelles dans les tronçons du prolongement de la ligne, les documents portant sur les voitures LINT d'Alstom.

Réponse :

Les documents de conception définitifs fournis par TransitNEXT, qui incluent les documents des sous-traitants, sont signés par TransitNEXT.

Les modifications apportées aux véhicules n'ont pas eu d'incidence sur le rendement des véhicules Alstom LINT. Les roues des véhicules Alstom LINT sont les mêmes et la jauge des voies du prolongement de la Ligne Trillium n'a pas changé. Le rendement des freins des véhicules Alstom LINT a été pris en compte par les exigences du système de signalisation et de contrôle ferroviaires. La longueur et la hauteur des quais ont été conçues pour recevoir les véhicules Alstom LINT.

SEM.02

Recommandation :

Nous recommandons de mettre en place un plan global de gestion de la configuration comme ligne de conduite à suivre par tous les acteurs du projet (notamment dans le champ d'intervention de la Ville) et par tous les participants afin d'avoir une vue d'ensemble cohérente de tous les éléments de la configuration, dont les logiciels, le matériel et les micrologiciels.

Réponse :

TransitNEXT a généré un plan de gestion de la configuration de haut niveau. TransitNEXT a remis à la Ville un modèle de base de données de gestion de la configuration permettant à la Ville de fournir des données de configuration (incluant des détails sur l'équipement, les micrologiciels et les logiciels) afin que toutes les données de configuration soient conservées dans une seule base de données holistique.

SEM.03

Recommandation :

Il faudrait établir la définition de ce qui constitue un système, un sous-système, et des biens d'équipement du point de vue du système de transport en commun de masse (projet) et s'assurer que cette définition cadre avec la Structure de répartition du système et avec la Structure de répartition fonctionnelle afin de donner une vue d'ensemble à tous les intervenants et copartenaires du projet.

Réponse :

Les définitions et la structure de répartition du système ne figurent pas parmi les exigences de l'Accord du projet; cela dit, le Plan de gestion de l'ingénierie des systèmes de TransitNEXT définit le niveau des voies ferrées, des systèmes, des systèmes principaux et des sous-systèmes.

TransitNEXT utilise un format qui lui permet de suivre toutes les conditions liées au projet dans une base de données des exigences, et ce, conformément au Plan de gestion des exigences. Tous les systèmes et sous-systèmes contribuant au respect de chaque exigence y sont inclus. Il est possible de vérifier la fonction spécifique exécutée par chaque sous-système en consultant la base de données des exigences, ce qui permet d'avoir une vue d'ensemble de tous les intervenants et copartenaires impliqués dans le projet.

SEM.04

Recommandation :

Nous recommandons de préciser la liste des mesures à prendre éventuellement pour garantir le dégagement de l'électrification projetée de la ligne de concert avec la procédure d'essai pour s'assurer que les mesures ont été appliquées.

Réponse :

La Ville d'Ottawa est convaincue que TransitNEXT a respecté les exigences de l'Accord du projet et pris les mesures appropriées pour assurer la réussite de l'électrification future de la Ligne Trillium, ce que les consultants en ingénierie tiers retenus par la Ville ont validé.

SEM.05

Recommandation :

Nous recommandons d'ajouter la norme EN50500 et la norme ICNIRP dans le Plan de contrôle de la CEM afin de garantir que l'impact de la CEM/EMI sur la santé humaine dans les environnements ferroviaires est mesurée et respecte les cahiers des charges types.

Réponse :

Les normes EMC/EMI applicables en vertu de l'Accord du projet sont la série de normes EN 50121 de la CEM/EMI, les normes de l'ICES, la norme du Code de sécurité 6 de Santé Canada ainsi que les normes C95.1 et C95.6 de l'IEEE. De plus, TransitNEXT a confirmé qu'elle respecte également les exigences et les caractéristiques techniques de la norme ICNIRP (Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants), ainsi que la méthodologie énoncée dans la norme EN50500.

SEM.06

Recommandation :

Le document sur la protection contre la corrosion de la base de la conception doit être actualisé pour tenir compte de l'indicateur de la protection contre la corrosion du pont, en tenant compte de la conception de la voie ferrée.

Réponse :

La Ligne Trillium est une voie de trains diesel et ne connaît donc aucun problème de courant vagabond. En outre, l'Accord du projet exigeait que l'on installe un ballast non conducteur pour qu'on n'ait pas à le remplacer en cas d'électrification de la ligne. De

surcroît, la voie ballastée et les dispositifs de fixation des rails à attache directe actuellement proposés sont complètement isolés afin d'être protégés du courant vagabond.

Par conséquent, la Ville estime qu'une analyse du courant vagabond n'est pas justifiée pour le moment.

TC.01

Recommandation :

Il faudrait mettre en place un plan d'essai clair pour l'intégration en usine et dresser une liste exhaustive des essais à mener en usine, ainsi que des critères de réussite clairs afin de réduire le nombre de problèmes à constater sur le site.

Réponse :

En réaction à cette recommandation, la Ville et TransitNEXT ont instauré une procédure visant à recréer l'environnement sur le terrain et entre la tête et l'extrémité de la ligne afin de réaliser des essais avant la mise en place de tous les appareils sur le site. Cela permet de déceler d'éventuels problèmes avant d'exécuter le plan d'essais formels de la plupart des systèmes de communication. L'atténuation des risques grâce à cette approche est supérieure à celle de l'essai d'intégration en usine recommandé par Systra, puisque l'environnement des essais représente mieux celui dans lequel l'équipement fonctionnera.

TC.02

Recommandation :

TransitNext devrait établir un calendrier complet et intégré, faisant état de tous les liens d'interdépendance et de toutes les interfaces entre les systèmes, ainsi que d'une feuille de route claire à suivre pour le rendement des essais d'intégration du système. Ce calendrier devrait comprendre un ensemble d'IRC et un tableau de bord permettant de suivre attentivement, chaque semaine ou toutes les deux semaines au mieux, les progrès accomplis dans les essais de chaque secteur d'activité, en plus de faire état des points de blocage et de les porter à la connaissance des responsables pour résoudre rapidement les problèmes.

Réponse :

TransitNEXT a produit un calendrier des essais et des mises en service, qui a été intégré au calendrier du projet, plus complet, et a relié les essais des systèmes aux conditions préalables à la construction et à la mise en place. Le calendrier des essais et des mises en service correspondant comprend les étapes faisant état des principaux éléments menant à l'exécution des essais suivants.

La Ville et TransitNEXT tiennent toutes les semaines des réunions conjointes sur les essais et les mises à l'essai, et y invitent les principaux intervenants, tels que le certificateur indépendant, le conseiller en sécurité indépendant et le vérificateur de l'intégration des systèmes. L'on y présente les étapes des quatre semaines afin d'indiquer les essais et les points de blocage à venir. À cette occasion, l'on y montre un tableau de bord assurant le suivi et rendant compte des procédures d'essais afin d'identifier tout document relatif aux points de blocage.

TC.03

Recommandation :

TransitNext prévoit un plan d'essai pour vérifier le rendement du système durant l'hiver.

Réponse :

La Ville est d'avis que les activités d'essai et de mise en service de TransitNEXT respectent les exigences de l'Accord du projet. Les activités d'essai de tous les systèmes de la Ligne Trillium ont été conçues pour pouvoir mener des essais en toute saison et, comme cela a été précisé, tous les biens d'équipement doivent pouvoir fonctionner même à des températures très froides (-38 °C). Depuis l'arrivée de la première voiture en 2021, les véhicules ont été soumis à des essais dans diverses conditions météorologiques, même des conditions hivernales. Cela comprend les essais dynamiques et de mise en service qui ont été effectués jusqu'à présent à Ottawa et l'ont été aux quatre saisons. Le système de signalisation a également été testé en hiver. En outre, le démarrage des véhicules par temps froid a fait l'objet de nouvelles vérifications sous les températures glaciales des premiers jours de février 2023.

En ce qui concerne l'entrée en service prévue pour l'automne, la Ville d'Ottawa a décidé de maintenir le service d'autobus R2 jusqu'en avril 2024 afin d'offrir un service de réserve aux clients durant le premier hiver d'exploitation de la ligne prolongée. Toutes les autres leçons tirées du premier service de transport offert aux passagers pendant tout l'hiver seront mises en œuvre au cours de l'été 2024.

TC.04

Recommandation :

TransitNext devrait adopter un ensemble d'exigences opérationnelles minimums dérivées de l'exigence de 98,5 % du rendement et réviser son analyse de la FDM pour attribuer l'exigence correspondant au rendement à chacun des systèmes, des sous-systèmes et des biens d'équipement et à chacune des fonctions.

Réponse :

La Ville constate que le plan du programme de fiabilité, de disponibilité, de maintenabilité et de sûreté (FDMS) de TransitNEXT tient dûment compte de la répartition des exigences de rendement correspondant au niveau des systèmes.

Le Plan de démonstration de la FDMS de TransitNEXT illustre la manière dont l'entrepreneur entend se conformer aux exigences de fiabilité du service. Le plan du programme de FDMS et le rapport prévisionnel de FDMS calculent le temps moyen entre les défaillances (MTBF) des composantes ainsi que la disponibilité du service. Ce calcul montre les systèmes qui auront une incidence sur la fiabilité du service, comme il ressort du Plan de démonstration de la FDMS et de la procédure du système de signalement et d'analyse des défaillances et des mesures correctives, et qui seront évalués dans le rapport de démonstration de FDMS pendant et après la phase de rodage et durant la période d'entretien.

Exploitation et entretien (OPS et MAI) :

OPS.01

Recommandation :

Examiner l'analyse des PHPD prévus en 2031 et 2048, en tenant compte de la marge minimum et du parc effectif de trains pour savoir s'il est nécessaire d'apporter des améliorations afin d'atteindre le nombre de PHPD prévu pour 2048.

Réponse :

L'achalandage prévu dans l'Accord du projet demeure un objectif valide pour 2048; toutefois, le niveau d'achalandage actuel a évolué en raison de plusieurs facteurs, dont la pandémie de COVID-19. La Ville estime qu'il faudra réexaminer l'analyse et la validation de l'achalandage une fois que le réseau aura été ouvert au public.

Pour compléter ce point, les restrictions affectant plusieurs infrastructures (différents ponts, tunnel du Lac Dow et enrochement taillé) obligent les rames à circuler sur une

seule voie du tronçon nord de la ligne et à respecter des intervalles de 12 minutes. Mener les essais opérationnels plus tard dans l'année permettra de réévaluer les mises à niveau qu'il faudra effectuer à l'avenir pour augmenter la fréquence des passages et accroître la capacité du réseau.

OPS.02

Recommandation :

Il faudrait se pencher sur l'option qui consiste à commander un huitième train Stadler afin de réduire le risque de dégradation des opérations en raison de la maintenance non planifiée des nouveaux trains Stadler.

Réponse :

Bien que l'ajout d'un huitième train pour compléter le service permettrait d'atteindre le niveau de service requis et de le maintenir, la Ville constate que l'on peut toujours atteindre ce niveau en utilisant les sept trains Stadler, conformément à l'Accord du projet. Pour réduire au maximum les risques d'interruption de service, les calendriers d'entretien ont été organisés de telle façon qu'il est peu probable que les trains aient besoin d'entretien et d'inspection en même temps. En cas de problèmes d'entretien imprévus, les véhicules seront remplacés par ceux du parc ferroviaire LINT d'Alstom.

Bien que la Ville puisse acquérir un train supplémentaire afin de compléter le service, elle doit néanmoins tenir compte de plusieurs facteurs pour déterminer si cet achat est judicieux. Tout d'abord, l'achat d'un train additionnel représente un coût d'immobilisations d'au moins 18,5 millions de dollars (prix du véhicule, surveillance accrue de la réalisation du projet, équipement de commande des trains additionnel) ainsi que de nouveaux frais d'entretien à long terme. Ensuite, l'on estime que le processus d'acquisition et de livraison d'un train dure au moins un an. D'ailleurs, même si un huitième train permet d'augmenter la redondance et, éventuellement, la disponibilité du parc ferroviaire, son acquisition a un coût prohibitif et serait chronophage. À titre d'information complémentaire, la Ville a préservé l'électrification de la Ligne Trillium afin de réduire son empreinte carbone. Au départ, la voie vers l'électrification prévoyait l'installation d'un système de suspension caténaire sur la ligne. Les trains Stadler peuvent être modifiés pour être intégrés à un réseau caténaire, mais d'autres options pourraient être envisagées plus tard, dont des trains alimentés par batterie ou un système mixte utilisant des batteries sur des tronçons de la ligne et un réseau caténaire ailleurs. À l'avenir, l'ajout d'une huitième rame pourrait être exploité par la mise à l'essai d'un réseau électrique.

OPS.03

Recommandation :

Compte tenu de l'achalandage prévu, simuler la marge minimum réalisable sur la ligne pour avoir une vue d'ensemble de la marge disponible en cas d'interruption.

Réponse :

L'accord relatif au projet de la Ligne Trillium prévoit un intervalle de 12 minutes entre les passages, ce que les périodes d'essai, de mise en service et de rodage permettront de confirmer. Ces marges sont coordonnées de manière à tenir compte des courbes de vitesse et d'accélération autorisées des trains, des tronçons à une seule voie utilisant des voies d'évitement et des systèmes de contrôle automatique des commandes des trains, de signalisation ferroviaire et de contrôle de la circulation. Une fois en service, le réseau a été conçu de façon à ce que, en cas d'interruption du réseau (p. ex., imposition d'un délai sur le système), il reparte en réduisant les temps d'arrêt aux stations terminales au lieu de raccourcir les intervalles entre les passages.

OPS.04

Recommandation :

Appliquer un délai d'exécution d'au moins cinq minutes à la station South Key pour les trains de la Liaison aéroportuaire.

Réponse :

L'Accord du projet relatif à la Ligne Trillium prévoit que le niveau de service requis sera atteint avec un délai d'exécution de trois minutes à la station South Key pour les trains de la Liaison aéroportuaire. La Ville est convaincue que le rapport de TransitNEXT sur la modélisation opérationnelle démontre la capacité du réseau à respecter et à maintenir des marges de 12 minutes avec des temps d'arrêt de trois minutes aux stations South Key et Aéroport, ce que les périodes d'essai, de mise en service et de rodage permettront de valider.

Même si un temps d'arrêt de cinq minutes peut offrir une période tampon supplémentaire pour les scénarios prévoyant des capacités d'exploitation réduites, l'allongement du temps d'arrêt se répercuterait sur le fonctionnement du service de la ligne principale et la capacité à respecter des marges de 12 minutes. Compte tenu des

tronçons à une seule voie de la Liaison aéroportuaire, l'augmentation du temps d'arrêt obligerait à vérifier l'interaction entre les deux trains de la Liaison aéroportuaire pour confirmer ses répercussions sur le réseau, puisque l'allongement du temps d'arrêt à une station risque de retarder un autre train, contraint d'attendre que le train arrive sur le tronçon à deux voies.

OPS.05

Recommandation :

Afin d'améliorer l'exactitude des procédures opérationnelles et d'avoir une meilleure idée de la robustesse de l'exploitation de la ligne, nous recommandons de mener des simulations stochastiques en faisant appel à des incidents plus proches de la réalité, par exemple : le problème technique des portières à la station sur la ligne principale (train bloqué pendant une durée de 10 à 15 minutes); un passager malade et inconscient dans un train (20 minutes pour attendre les services d'urgence), etc.

Réponse :

Pour plus de précision, une simulation stochastique est une sorte de technique de modélisation mathématique qui inclut le hasard et l'incertitude. Elle utilise divers résultats possibles pour différentes entrées du modèle afin de produire les résultats de la simulation.

Le rapport de TransitNEXT sur la modélisation opérationnelle vise à démontrer que la Ligne Trillium fonctionnera conformément aux exigences de l'Accord du projet, y compris en matière de fréquence de passage prescrite pour les trains. La simulation de la modélisation opérationnelle est généralement fondée sur des scénarios d'exploitation idéaux, tandis que la simulation stochastique est un type de modélisation qui prend en compte le hasard et l'incertitude. Dans le cadre du rapport sur la modélisation opérationnelle de la Ligne Trillium, la simulation stochastique a été réalisée à partir de plusieurs scénarios d'exploitation en dehors d'un service « normal », tel que la variabilité des temps d'arrêt et du rendement des conducteurs, et ce, afin de confirmer que le système peut continuer de fonctionner dans des conditions anormales et de démontrer qu'il peut être rétabli.

La Ville constate la simulation stochastique que TransitNEXT a effectuée dans son Rapport sur la modélisation opérationnelle, qui présente des scénarios de capacités d'exploitation réduites et inclut des obstructions de voies sur la ligne principale et des départs retardés depuis des stations terminales. Les périodes de rodage permettront de

tester davantage les scénarios de capacités d'exploitation réduites et de valider les résultats de cette simulation stochastique.

MAI.01

Recommandation :

Compte tenu de la pénurie de ressources compétentes au Canada, nous recommandons que TransitNext produise un plan de mobilisation de la maintenance, ainsi qu'un calendrier clair et des IRC à appliquer afin de prévoir les problèmes éventuels.

Réponse :

TransitNEXT a fourni ses projections d'effectifs pour l'entretien des véhicules dans son ébauche de plan d'entretien et de remise à neuf (M&R). Si le projet connaît les mêmes défis en matière de recrutement et de fidélisation du personnel à un coût raisonnable que ceux que l'on observe dans le contexte économique actuel, la Ville reste d'avis qu'il sera toujours possible d'atteindre le niveau d'employés qualifiés que l'entretien des véhicules requiert. Afin d'atténuer les risques en la matière, par exemple, TransitNEXT a recruté sept anciens techniciens spécialistes des véhicules Alstom qui s'occupaient auparavant de l'entretien des rames automotrices diesel LINT de la Ligne Trillium.

Par ailleurs, la Ville et TransitNEXT se penchent sur les problèmes comme la dotation en personnel de M&R ou la documentation et le transport de l'équipement lors de leurs réunions bihebdomadaires sur l'entretien ainsi que des ateliers ciblés en vue d'assurer la capacité de l'entretien de ce projet.

MAI.03

Recommandation :

La Ville devrait s'assurer qu'il existe un calendrier consacré à la maintenance et que ce calendrier est à la disposition de TransitNext; ce calendrier devrait faire état de toutes les grandes étapes dans le déploiement des activités de maintenance et être intégré dans le calendrier du projet, en plus de préciser clairement les étapes à franchir.

Réponse :

L'Accord du projet définit les exigences en matière d'entretien du réseau de la Ligne Trillium (p. ex., les systèmes, installations, stations, tunnel, structures, tracé, etc.).

TransitNEXT reviendra sur ces exigences dans le plan d'entretien et de remise à neuf qu'il doit remettre à la Ville 90 jours avant la phase de quasi-achèvement des travaux.

MAI.05

Recommandation :

La Ville devrait s'assurer que le calendrier et la formation du personnel tiennent compte du développement du logiciel de maintenance (Agility). Il faudrait une étape claire avec les IRC. En date d'aujourd'hui, il n'y a pas de solution de repli. C'est pourquoi nous recommandons que la Ville se concerte avec les différents intervenants (fournisseurs, équipes de construction et utilisateurs finaux) pour mettre au point une solution de repli dans l'éventualité où le SIGE n'est pas prêt à temps.

Réponse :

La Ville d'Ottawa et TransitNEXT se serviront d'un système de rapports sur la gestion et le rendement de l'entretien (MMPRS). Les leçons tirées de la Ligne 1 ont incité la Ville et TransitNEXT à travailler ensemble à cette fin. Un plan d'essais mis en place avant la phase de quasi-achèvement des travaux permettra d'évaluer l'état des capacités d'exploitation du réseau durant la période de rodage. La Ville tient souvent des rencontres avec TransitNEXT concernant le MMPRS, qui reste un point permanent à l'ordre du jour des réunions bihebdomadaires du Comité de l'entretien.

MAI.06

Recommandation :

TransitNext devrait préparer un plan global de gestion de l'obsolescence, ainsi que la politique et les processus à appliquer par tous ses fournisseurs.

Réponse :

La question de la gestion de l'obsolescence des biens d'équipement sera abordée dans le cadre du plan d'entretien et de remise à neuf (M&R), qui comprendra des politiques et des procédures appropriées portant sur les cycles de fin de vente et de fin de vie utile des biens d'équipement et l'obsolescence générale. Le plan d'entretien et de remise à neuf sera présenté à la Ville 90 jours avant la phase de quasi-achèvement des travaux.

Procédures en matière de sécurité (SA) :

SA.01

Recommandation :

Il faudrait procéder à un examen de l'ensemble des activités de FDMS dans le cycle chronologique du modèle V pour s'assurer que ces activités se déroulent dans les bonnes phases du projet. TransitNext devrait aussi décrire les moyens de traiter les constatations portant sur la FDM dans les travaux de conception et de maintenance.

Réponse :

La Ville constate que TransitNEXT a bel et bien entrepris des activités de fiabilité, de disponibilité, de maintenabilité et de sûreté (FDMS) correspondant au cycle chronologique du modèle V dans l'exécution du projet. L'avis de la Ville a été corroboré par le vérificateur de la sécurité indépendant qu'elle a engagé. À des fins de précision, il s'agit de SENER.

SA.02

Recommandation :

TransitNext devrait réviser l'APR pour que cette analyse cadre avec la terminologie de la norme EN 50126-2:2017 et procéder à un examen complet de tous les risques et de toutes les mesures de maîtrise des risques en tenant compte de tous les scénarios, en justifiant la dégradation du niveau de sévérité, de même que les cas dans lesquels certains biens d'équipement ne sont pas évalués. Si ce travail n'est pas fait, il se pourrait qu'on ne puisse pas maîtriser certains risques pour la sûreté. Il faudrait présenter dans le Plan d'assurance de la sûreté, plutôt que dans le rapport sur l'APR, la matrice de sévérité des risques, la matrice de probabilité des risques, ainsi que la matrice de criticité des risques.

Réponse :

La Ville estime qu'il n'y a plus lieu de mettre à jour l'Analyse préliminaire des risques (APR), qui constituait une évaluation préliminaire des premières étapes du projet. Depuis lors, les risques visés par l'APR ont été transférés au Registre des risques liés au projet; des mesures d'atténuation ont été mises sur pied et sont actuellement soumises à des essais visant à les valider. Le Registre des risques est géré et mis à jour tout au long des étapes du projet; il a fait l'objet de plusieurs examens menés par la Ville, OC Transpo, le vérificateur de la sécurité indépendant, et d'une analyse plus minutieuse dans le cadre de la procédure de transfert des risques.

SA.03

Recommandation :

TransitNEXT devrait faire état de l'autonomie, des pouvoirs et de l'indépendance, ainsi que de la gestion des compétences de l'équipe chargée de la FDMS. Il se pourrait qu'on doive présenter la modification ou la mise à jour de l'organigramme pour respecter parfaitement la norme EN 50126-1:2017.

Réponse :

La Ville estime que TransitNEXT a démontré l'autonomie, l'expérience et les compétences de son équipe chargée de la fiabilité, la disponibilité, la maintenabilité et la sûreté (FDMS) au moyen des mises à jour apportées à son programme de FDMS, ce que le vérificateur de la sécurité indépendant nommé par la Ville a corroboré.

SA.04

Recommandation :

Il faudrait définir et utiliser uniformément, dans toute la documentation de TransitNext, ainsi que dans la documentation des sous-traitants, pour éviter toute ambiguïté, les termes de la FDMS comme MTBF et MTBSAF ou « disponibilité des services » et « disponibilité ». Dans les documents, il faudrait expliquer clairement comment on a établi le TMDP de chaque sous-système, en précisant la base de données consultée pour la fiabilité ou en indiquant si on s'en est remis aux résultats techniques de l'expérience dans le calcul de cet indicateur.

Réponse :

La Ville est convaincue que TransitNEXT a fourni l'information demandée au moyen des mises à jour sur le plan du programme de fiabilité, disponibilité, maintenabilité et sûreté (FDMS) et sur le Plan de démonstration des activités de FDMS, qui indique la manière dont la fiabilité du service sera assurée conformément à l'Accord du projet.

Le plan du programme de FDMS et le rapport prévisionnel de FDMS ont calculé le temps moyen entre les défaillances (MTBF) des composantes ainsi que la disponibilité du service. Ce calcul montre les systèmes qui auront une incidence sur la fiabilité du service, comme il ressort du Plan de démonstration de la FDMS, et qui seront évalués dans le rapport de démonstration de la FDMS durant la période de rodage et après. L'avis de la Ville a été corroboré par le vérificateur de la sécurité indépendant qu'elle a engagé.

SA.05

Recommandation :

Il faudrait exprimer les formules de calcul de la fiabilité et de la disponibilité et les adapter au profil de la mission ou au mode opératoire de chaque système, sous-système ou bien d'équipement. La fonction de FDM devrait être attribuée à l'URP et paraître dans le rapport de l'affectation de la FDM.

Réponse :

La Ville estime que TransitNEXT a fourni l'information demandée au moyen des mises à jour sur le plan du programme de fiabilité, disponibilité, maintenabilité et sûreté (FDMS), et ce, conformément à l'Accord du projet. L'avis de la Ville a été corroboré par le vérificateur de la sécurité indépendant qu'elle a engagé.

SA.06

Recommandation :

TransitNEXT devrait procéder à une analyse des défaillances dont les causes sont communes et en faire état dans un rapport spécifique portant sur les défaillances systématiques afin de s'assurer que les événements de l'analyse arborescente des défauts sont vraiment indépendants.

Réponse :

La Ville estime qu'en menant ses analyses sur la sécurité, TransitNEXT a donné suite à la recommandation d'analyser les défaillances dont les causes sont communes et d'en faire état dans un rapport spécifique portant sur les défaillances systématiques afin de s'assurer que les événements de l'analyse arborescente des défauts sont vraiment indépendants. Les étapes de la progression des analyses sur la sécurité fournissent les données probantes des analyses des causes communes et explicatives respectives. Les causes communes ont été prises en compte dans l'analyse des modes de panne, de leurs effets et de leur importance parmi les systèmes redondants. Les rapports de démonstration des niveaux d'intégrité de la sécurité (NIS), qui seront vérifiés par un évaluateur du NIS indépendant, viendront renforcer les données probantes de l'intégrité de la sécurité (niveau de sécurité). L'avis de la Ville a été corroboré par le vérificateur de la sécurité indépendant qu'elle a engagé.

SA.07

Recommandation :

TransitNEXT devrait préciser le processus de collecte et d'analyse des données sur le terrain se rapportant à la FDMS en expliquant l'information qui sera recueillie, surveillée, comment elle le sera, puis en précisant le processus d'analyse, ainsi que la définition et la mise en œuvre du plan d'action.

Réponse :

La Ville est convaincue que TransitNEXT a fourni l'information demandée au moyen des mises à jour sur le plan du programme de fiabilité, disponibilité, maintenabilité et sûreté (FDMS) et sur le Plan de démonstration des activités de FDMS, et ce, conformément à l'Accord du projet. Les données sur la FDMS seront colligées et vérifiées pendant les périodes d'essai, de mise en service et de rodage, ce qui permettra de réunir des données probantes au moyen du dossier de l'assurance et de la sécurité de l'ingénierie qui viendront confirmer la sécurité de la Ligne Trillium avant le lancement du service payant.

TransitNEXT a indiqué dans le Plan du système de signalement des défaillances et des mesures correctives (FRACAS) la manière dont elle entend mesurer et surveiller le rendement durant les activités d'exploitation. L'avis de la Ville a été corroboré par le vérificateur de la sécurité indépendant qu'elle a engagé.

SA.08

Recommandation :

TransitNEXT devrait préciser l'approche adoptée pour réduire les risques liés à la sûreté et les risques liés à la FDM en s'en remettant à la norme EN 50126:2017.

Réponse :

La Ville est convaincue que TransitNEXT a présenté l'approche qu'elle a adoptée pour réduire les risques liés à la sécurité et les risques liés à la fiabilité, la disponibilité, la maintenabilité et la sûreté (FDMS) dans le Plan d'assurance de la sécurité du système (PASS) qu'elle a élaboré et déposé. L'avis de la Ville a été corroboré par le vérificateur de la sécurité indépendant qu'elle a engagé.

SA.09

Recommandation :

TransitNEXT devrait présenter, dans un document spécifique, le principe et le processus de l'analyse des lacunes pour les produits réutilisés, déjà certifiés ou non. Dans ce

document, TransitNEXT devrait préciser les moyens grâce auxquels elle gère les périmètres fonctionnels et les interfaces fonctionnelles entre le parc de voitures originel et le parc de voitures adapté au projet. Cette recommandation s'applique aussi au SSRT, qui n'est pas conforme aux exigences du CCDP du point de vue de la conformité au Code.

Réponse :

La Ville note que TransitNEXT a donné suite à cette recommandation en soulignant la démarche adoptée pour renouveler le certificat de sécurité des trains LINT dans le dossier de renouvellement du certificat de sécurité des voitures LINT d'Alstom qu'elle a déposé. L'approche évoquée respecte pleinement les principes de reconnaissance mutuelle décrits dans la norme EN 50126:2017. Les périmètres fonctionnels et les interfaces fonctionnelles y sont décrits, les risques appropriés sont signalés et atténués grâce aux mesures de sécurité pertinentes exigées qui en résultent. Cet exercice a été réalisé sur tous les systèmes intégrés aux réseaux LINT, y compris le système de signalisation, et a tenu compte de l'introduction du réseau LINT dans un milieu opérationnel modifié. Le dossier sur la sécurité du système de signalisation et de commande des trains a été mis à jour et respecte la norme EN 50126-1:2017, qui est désormais conforme à l'Accord du projet.

SA.10

Recommandation :

TransitNEXT devrait assurer la traçabilité formelle entre les normes de CENELEC et ses plans, ainsi que les autres résultats et activités de l'AS, afin de démontrer qu'elle respecte ces normes. Cette question est essentielle pour donner confiance dans le processus et dans les résultats.

Réponse :

La Ville estime qu'il n'y a plus lieu d'exiger une conformité article par article à la norme EN 50126 de CENELEC. La Ville constate que TransitNEXT a démontré qu'elle respectait les procédures définies dans cette norme; en outre, l'entrepreneur a été soumis à une vérification par un vérificateur de la sécurité indépendant tout au long du projet de vie du projet. Jusqu'à présent, ces parties indépendantes n'ont relevé aucun problème dans l'application de cette norme par TransitNEXT.

La Ville est convaincue que TransitNEXT a respecté le cas B de l'article 7.3 de la norme EN50126-2 et s'y est conformée tout au long du cycle de vie du projet, comme l'a

spécifié l'entrepreneur dans son Plan de vérification et de validation, ce que TransitNEXT et Systra ont considéré, d'un commun accord, comme approprié dans les circonstances (lorsque les fonctions relatives à la sécurité sont inférieures au NIS2). Les fournisseurs dont le système de signalisation, les nouvelles voitures et les interfaces respectives sont supérieurs au niveau d'intégrité de sécurité (NIS)2 ont leurs propres procédures de vérification et de validation compatibles avec la norme de CENELEC. En ce qui concerne les activités de vérification et de validation décrites dans l'un de ses plans (le Plan de vérification et de validation), TransitNEXT a démontré que cette approche est conforme au cas B de la norme EN 50126 de CENELEC. Différentes parties, dont l'équipe de sécurité de la Ville et le vérificateur de la sécurité indépendant, ont d'ailleurs examiné cette approche et n'y ont relevé aucun problème relativement à l'indépendance de la vérification et de la validation. La norme (EN50126-1 — Introduction) explique que l'application de la norme peut être adaptée aux exigences spécifiques pour le système en cours d'examen. La norme reconnaît également (EN50126 -1 6.7.1) que les activités de vérification étayent les activités de validation et y contribuent.

La Ville est convaincue que le Plan d'assurance de la sûreté du système de TransitNEXT décrit les activités de vérification et de validation entreprises, démontre la place que ces activités peuvent occuper dans le cycle de vie global du projet et prouve que le projet respecte les niveaux d'indépendance requis.

Conclusion :

Le projet de l'Étape 2 de la Ligne Trillium a fait l'objet d'une procédure d'examen exhaustive par les pairs qui a permis de cerner des problèmes spécifiques et de recommander des améliorations dans certains secteurs. La Ville d'Ottawa et TransitNEXT ont répondu à toutes les recommandations. La Ville d'Ottawa est satisfaite des stratégies et des méthodologies que TransitNEXT a proposées en réponse aux recommandations et qui, dans bien des cas, ont été analysées et validées par des ingénieurs-conseils tiers et par le vérificateur de la sécurité indépendant.

Dans l'ensemble, la Ville d'Ottawa et TransitNEXT sont déterminés à offrir un réseau ferroviaire sûr, fiable et efficace qui répond aux besoins des clients, de la collectivité et des parties prenantes. La Direction générale des services de transport en commun continuera de travailler étroitement avec ses partenaires et les parties prenantes pour assurer la réussite du projet de l'Étape 2 de la Ligne Trillium.

RÉPERCUSSIONS FINANCIÈRES

Aucune répercussion financière immédiate n'est associée au présent rapport, mais il pourrait y avoir des répercussions financières liées à la mise en œuvre des recommandations provenant de l'examen par des tiers. Les répercussions financières seraient indiquées dans le budget du projet ou de l'initiative lors de sa présentation au Comité et au Conseil aux fins d'examen et d'approbation.

RÉPERCUSSIONS JURIDIQUES

Il n'y a pas d'obstacle juridique empêchant de prendre connaissance de l'information reproduite dans le présent rapport

COMMENTAIRES DES CONSEILLERS ET CONSEILLÈRES DE QUARTIER

Ce rapport est à l'échelle de la ville.

RÉPERCUSSIONS SUR L'ACCESSIBILITÉ

Toutes les composantes du projet de l'Étape 2 du TLR respectent les dispositions de la *Loi sur l'accessibilité pour les personnes handicapées de l'Ontario* (LAPHO).

Toutes les politiques et procédures ainsi que les communications aux usagers et les activités d'engagement du public mentionnées dans les recommandations du présent rapport seront mesurées à l'aune de l'optique d'équité et d'inclusion de la Ville. Le personnel continuera de consulter les personnes qui ont des incapacités et les intervenants du domaine de l'accessibilité pour s'assurer que leur point de vue est pris en compte et intégré afin de favoriser l'inclusion.

Le personnel veillera également à ce que toutes les lois applicables en matière d'accessibilité, toutes les normes et toutes les directives soient respectées pendant l'exécution du projet et des initiatives décrits dans le présent rapport.

Il importe de souligner que la station du lac Dow a été modernisée et est équipée d'ascenseurs d'appoint. Tous les sites dotés d'ascenseurs incluent un dispositif d'appoint. La politique sur l'accessibilité contient d'autres caractéristiques, telles que les indicateurs tactiles de surface de marche (ITSM), le braille, etc..

RÉPERCUSSIONS LIÉES À LA GESTION DES ACTIFS

La construction de nouveaux actifs a respecté les normes municipales, provinciales ou fédérales applicables. Cela garantit que les actifs sont construits dans le respect des

exigences de qualité et de sécurité, réduisant ainsi les risques et les responsabilités potentiels. Le respect des normes favorise également la durabilité et la fiabilité à long terme.

La gestion des actifs (AM) a collaboré étroitement avec les parties prenantes concernées, telles que le bureau de conservation des ressources (RCO) et le département Technologie et innovation (TNext). Cette collaboration visait à minimiser autant que possible l'impact sur les actifs existants. En impliquant le RCO et TNext, les conflits potentiels ou les risques associés à l'intégration de nouveaux actifs ont été abordés de manière proactive.

L'objectif, lors de l'intégration de nouveaux actifs, était de s'assurer qu'il n'y avait pas de diminution de la durée de vie, du niveau de service, ou de perturbation du service ou de la maintenabilité des actifs existants. Cette approche permet de préserver les performances et la fonctionnalité de l'infrastructure de la ville, en évitant tout effet négatif sur la prestation de services aux habitants et aux autres parties prenantes.

Les implications de la gestion des actifs sur les ressources financières de la ville ont été examinées en collaboration avec l'unité des services financiers (FSU). En impliquant la FSU dans les premières étapes du rapport, les contraintes et les opportunités financières ont été évaluées, en accord avec les principes de gestion financière prudente et de durabilité.

INCIDENCES SUR LA GESTION DES RISQUES

Le personnel prend des mesures pour surveiller et maîtriser les risques associés au rapport de l'examen par les pairs de la Ligne Trillium, comme indiqué dans le présent rapport.

RÉPERCUSSIONS SUR LES ZONES RURALES

Le réseau des transports de la Ville, incluant le transport en commun par TLR, est conçu pour fournir des options à tous les résidents. Une fois achevée, l'Étape 2 du TLR s'étendra du chemin Trim à la promenade Moodie et vers le sud, jusqu'à Riverside-Sud. Les résidents des zones rurales auront accès à des parcs-o-bus dans diverses stations du TLR, ce qui leur permettra d'emprunter facilement le réseau public de transport en commun.

PRIORITÉS POUR LE MANDAT DU CONSEIL

Les priorités pour le mandat du Conseil 2019-2022 contiennent ce qui suit :

- Ce rapport étaye la volonté permanente de la Ville pour ce qui est de la viabilité financière et de la transparence.
- Transport intégré : Assurer l'efficacité de la mobilité grâce à un réseau de transport urbain durable, accessible et connecté.
- Excellence des services grâce à l'innovation : Offrir des services novateurs et de qualité et les améliorer constamment pour répondre aux besoins des particuliers et des communautés.

DOCUMENTS À L'APPUI

Document 1 — Examen par les pairs de l'Étape 2 de la Ligne Trillium - Rapport final

DISPOSITION

Le projet de l'Étape 2 de la Ligne Trillium a fait l'objet d'une procédure d'examen exhaustive par les pairs qui a permis de cerner des problèmes spécifiques et de recommander des améliorations. La Ville d'Ottawa et TransitNEXT ont examiné étroitement, évalué et pris en compte toutes ces recommandations. Les consultants en ingénierie tiers et le vérificateur de la sécurité indépendant ont analysé et validé les stratégies et les méthodologies proposées en réponse à ces recommandations. La Ville d'Ottawa et TransitNEXT sont déterminés à fournir un réseau ferroviaire sécuritaire, fiable et efficace qui répond aux besoins de la collectivité et des parties prenantes et continueront à travailler de concert avec les organismes partenaires et les intervenants pour assurer la réussite de ce projet.

La Direction générale des Services de transport en commun continuera de présenter régulièrement des mises à jour au Conseil et au sous-comité du train léger, et ce, tout au long de la période de construction et de rodage.