



Étude de faisabilité technique du tramway de Québec et de Lévis



Dossier P-12-600-04

Consortium Tramway Québec-Lévis



SNC-LAVALIN



et ses partenaires



Intitulé du document
LIVRABLE 1.8 – RAPPORT TECHNIQUE DU MANDAT 1

Numéro du document	Révision
610879-0800-40ER-0001	01

PRINCIPAUX COLLABORATEURS AU RAPPORT :

CHOVIN, Pascal
 GENDREAU, André 
 INKEL, Michel
 HALLÉ, Stéphane
 SCHAILLÉE, Nathalie

VÉRIFIÉ PAR :

Pascal Chovin 
 André Gendreau 
 Michel Inkel 
 Philippe Morais 

APPROUVÉ PAR : André Gendreau


NUMÉRO DU DOCUMENT :		610879-0600-40ER-0001
REV.	DATE	TYPE DE RELÂCHE
PA	28/02/2014	Émission préliminaire interne
PB	14/03/2014	Émission préliminaire au RTC
PC	07/11/2014	Émission préliminaire au RTC
00	15/12/2014	Émission finale au RTC
01	18/12/2014	Émission finale au RTC

TABLE DES MATIÈRES

GLOSSAIRE ET DÉFINITIONS.....	6
PARTIE 1 – INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE	7
1 INTRODUCTION.....	8
1.1 Contexte et cadre contractuel.....	8
1.2 Situation dans le projet	11
1.3 Gouvernance de l'étude.....	12
1.4 Structure du rapport.....	12
PARTIE 2 – PRÉSENTATION SOMMAIRE DU PROJET TRAMWAY DE QUÉBEC ET DE LÉVIS	14
2 INSERTION DU TRACÉ, DES STATIONS ET DES TERMINUS	15
2.1 Tracé.....	15
2.2 Stations.....	21
2.3 Terminus.....	26
3 DESCRIPTION DES INSTALLATIONS TECHNIQUES	28
3.1 Plateforme du tramway, voie ferrée et appareils de voie	28
3.2 Alimentation traction	29
3.3 Système et courant faible	31
3.4 Signalisation ferroviaire.....	32
3.5 Signalisation lumineuse de trafic	33
4 CENTRES D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN.....	35
5 INSERTION URBAINE	38
5.1 Partie architecturale	38
5.2 Pistes cyclables	44
5.3 Ouvrages d'art	44
6 CARACTÉRISTIQUES DU MATÉRIEL ROULANT DU TRAMWAY.....	46
7 EXPLOITATION DU RÉSEAU.....	47
8 COÛTS DE CONSTRUCTION ET D'EXPLOITATION ET ÉCHÉANCIER DES TRAVAUX	48
8.1 Coût d'immobilisation.....	48
8.2 Coût d'exploitation	49
8.3 Échéancier des travaux	49
PARTIE 3 – PRÉSENTATION SOMMAIRE DES PROJETS SRB ÉVOLUTIF, FIABILISÉ ET DE BASE DE QUÉBEC ET DE LÉVIS.....	50
9 INSERTION DU TRACÉ, DES STATIONS ET DES TERMINUS	51
9.1 Tracé.....	51
9.2 Stations.....	55
9.3 Terminus.....	55
10 DESCRIPTION DES INSTALLATIONS TECHNIQUES	56
10.1 Plateforme du tramway	56
10.2 Plateforme du SRB évolutif.....	56
10.3 Plateforme des SRB de base et fiabilisé	57
10.4 Système et courant faible	58

10.5 Signalisation lumineuse de trafic.....	59
11 CENTRES D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN	61
12 INSERTION URBAINE	62
12.1 Partie architecturale	62
12.2 Pistes cyclables.....	62
12.3 Ouvrages d'art.....	65
13 MATÉRIEL ROULANT	66
13.1 Introduction.....	66
13.2 Présentation	66
13.3 Caractéristiques techniques.....	67
14 EXPLOITATION DU RÉSEAU	68
15 COÛTS DE CONSTRUCTION, DE TRANSITION ET D'EXPLOITATION ET PLANNING DES TRAVAUX	69
15.1 Coût d'immobilisation	69
15.2 Coût de transition des SRB vers le Tramway	70
15.3 Coût d'exploitation sur l'ensemble du tracé	71
15.4 Échéancier des travaux.....	71

PARTIE 4 – PRÉSENTATION SOMMAIRE DU PROJET SRB ÉLECTRIQUE DE QUÉBEC ET DE LÉVIS

LÉVIS	73
16 INSERTION DU TRACÉ, DES STATIONS ET DES TERMINUS	74
16.1 Tracé	74
16.2 Stations	77
16.3 Terminus	78
17 DESCRIPTION DES INSTALLATIONS TECHNIQUES.....	79
17.1 Plateforme du SRB électrique	79
17.2 Alimentation traction.....	79
17.3 système et courant faible	81
17.4 Signalisation lumineuse de trafic.....	81
18 CENTRES D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN	82
19 INSERTION URBAINE.....	84
19.1 Partie architecturale	84
19.2 Piste cyclable	84
19.3 Ouvrages d'art.....	87
20 MATÉRIEL ROULANT	88
20.1 Introduction.....	88
20.2 Présentation	88
20.3 Caractéristiques techniques.....	90
21 EXPLOITATION DU RÉSEAU	91
22 COÛTS DE CONSTRUCTION ET D'EXPLOITATION ET ÉCHÉANCIER DES TRAVAUX.....	92
22.1 Coût d'immobilisation	92
22.2 Coût d'exploitation sur l'ensemble du tracé	93
22.3 Échéancier des travaux.....	93

PARTIE 5 – CONCLUSIONS.....

23 CONCLUSION	95
24 ANNEXES	97
24.1 Annexe 1 – Planches d'insertion tramway (Livable 1.2).....	97
24.2 Annexe 2 – Vues en plan et coupes (Livable 1.2)	97

24.3	Annexe 3 – Planches d'insertion SRB électrique (Livrabale 1.20)	97
------	---	----

LISTE DES FIGURES :

Figure 1 : Plan général du tracé et des stations du tramway et des SRB de Québec et de Lévis	9
Figure 2 : Les 5 mandats.....	11
Figure 3 : Structure de gouvernance de l'étude	12
Figure 4 : Schématisation des tronçons sur les quatre (4) tracés des projets tramway et SRB de Québec et de Lévis	13
Figure 5 : Insertion axiale avec terre -plein - Boulevard Laurier.....	16
Figure 6 : Insertion axiale sans terre-plein - 1 ^{ère} Avenue - Tracé Nord-Sud à Québec	17
Figure 7 : Insertion latérale - rue Nicolas-Pinel	18
Figure 8 : Insertion bilatérale - Boulevard de la Rive-Sud	19
Figure 9 : Station type à quais latéraux.....	23
Figure 10 : Station type à quais latéraux décalés	24
Figure 11 : Station type à quai central.....	25
Figure 12 : Terminus d'arrière-gare à une position - Terminus Galerie Charlesbourg et Desjardins.....	26
Figure 13 : Terminus d'arrière-gare à deux positions - Terminus Grand-Théâtre et D'Estimauville	26
Figure 14 : Terminus partiel d'arrière-gare à une position - Terminus partiel Croix-Rouge	27
Figure 15 : Terminus partiel d'arrière-gare à une position - Terminus partiel 4 ^{ième} Avenue	27
Figure 16 : Coupe type de la Voie Ferrée	28
Figure 17 : Types de rail.....	28
Figure 18 : Exemple de communication - (Tramway de Reims)	28
Figure 19 : Exemple poteaux latéraux avec suspension sous transversal (Tramway de Dijon)	29
Figure 20 : Exemple ancrages en façade latéraux avec suspension sous transversal (Tramway de Valenciennes)	29
Figure 21 : Exemple poteau latéral avec consoles couvrant les 2 voies tramway (Tramway de Dijon)	29
Figure 22 : Exemple poteau axial avec 2 consoles couvrant chacune 1 voie tramway (Tramway de Valenciennes)	30
Figure 23 : Exemple d'accrochage sous ouvrage avec bras de rappel compensé (Tramway d'Orléans)	30
Figure 24 : Photo d'un PCC - Tramway de Dijon	31
Figure 25 : Exemples de DAT et de valideur de titres.....	31
Figure 26 : Exemples de bornes d'information en station et dans une rame de tramway	32
Figure 27 : Exemple d'enchaînement des signaux pour conducteur tramway	34

Figure 28 : Disposition des signaux lumineux aux carrefours pour le tramway en site propre en position axiale - en station - avec mail central.....	34
Figure 29 : Plan masse du CEE Principal - rue de Verdun, Québec	36
Figure 30 : Plan masse CEE Secondaire - rue Plante, Lévis	37
Figure 31 : Emprise type de largeur supérieure à 30 mètres - Tramway - Boulevard Laurier, Québec	39
Figure 32 : Emprise type de largeur supérieure à 30 mètres - Tramway - Boulevard Charest (St-Sacrement), Québec.....	40
Figure 33 : Emprise type de largeur de 22 à 30 mètres - Tramway - Boulevard Charest (Dorchester).....	41
Figure 34 : Insertion latérale - Tramway - Boulevard Wilfrid-Hamel (Amphithéâtre)	42
Figure 35 : Deux (2) emprises types pour le tracé du tramway à Lévis.....	43
Figure 36 : Proposition d'exploitation de quatre (4) lignes de tramway	47
Figure 37 : Insertion axiale en site propre standard	51
Figure 38 : Insertion axiale en site restreint semi-franchissable	52
Figure 39 : Insertion axiale en site restreint semi-franchissable	52
Figure 40 : Composantes de la plateforme tramway	56
Figure 41 : Plateforme du SRB évolutif surélevée de 150 mm.....	56
Figure 42 : Marquage de la chaussée d'un SRB en position latérale à Brisbane en Australie.....	59
Figure 43 : Marquage de la chaussée d'un SRB lors de l'insertion en site banal.....	60
Figure 44 : Insertion axiale en site propre standard - SRB - Station Desjardins, boulevard de la Rive-Sud, Lévis.....	63
Figure 45 : Insertion axiale en site espace restreint semi-franchissable - SRB - Station des Peupliers, 1 ^{ère} Avenue, Québec	64
Figure 46 : Exquicity 24 (hybride diesel-électrique) – (source : fiche technique de Van Hool).....	67
Figure 47 : Exemples de montage type de la LAC du SRB électrique de type trolleybus	80
Figure 48 : Plan masse du CEE principal - SRB électrique - rue de Verdun, Québec	83
Figure 49 : Emprise type de largeur supérieure à 30 mètres - Trolleybus - Boulevard Laurier, Québec.....	85
Figure 50 : Emprise type de largeur supérieure à 30 mètres - Trolleybus - Boulevard Charest (St-Sacrement), Québec.....	86
Figure 51 : Trolleybus bi-articulé (Source : HESS AG).....	88
Figure 52 : ExquiCity 24 (trolley) BHNS (Source : Van Hool).....	90

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 1 : Liste et caractéristiques des stations du tramway sur le tracé Est-Ouest à Lévis.....	21
Tableau 2 : Liste et caractéristiques des stations du tramway sur le tracé Est-Ouest à Québec	22
Tableau 3 : Liste et caractéristiques des stations du tramway sur le tracé Nord-Sud.....	22
Tableau 4 : Ouvrages d'art rencontrés sur les tracés Nord-Sud et Est-Ouest du tramway de Québec et de Lévis	45
Tableau 5 : Principales caractéristiques du matériel roulant du tramway de Québec et de Lévis	46
Tableau 6 : Fréquences de service du tramway de Québec et de Lévis en 2026 et 2041	47
Tableau 7 : Heures de conduite et kilométrage annuels parcourus par le matériel roulant du tramway de Québec et de Lévis (source: études de faisabilité, Lot 3, 2014).....	47
Tableau 8 : Sommaire des coûts d'immobilisation du projet de tramway de Québec et de Lévis en millions de dollars canadiens hors taxes du premier trimestre 2014 (source: études de faisabilité, Lot 1) .	48
Tableau 9 : Sommaire des coûts d'exploitation du tramway de Québec et de Lévis pour les années 2026 et 2041 (source: études de faisabilité, Lot 1).....	49
Tableau 10 : Principales dates de l'échéancier des travaux du tramway (source: études de faisabilité, Lot 1)	49
Tableau 11 : Comparaison des emprises site propre tramway et SRB.....	53
Tableau 12 : Composition de la structure de chaussée - Plateforme SRB hybride surélevée de 150 mm.....	58
Tableau 13 : Ouvrages dont les dimensions sont affectées par l'insertion des SRB	65
Tableau 14 : Fréquences de service du tramway et des SRB de Québec et de Lévis en 2026 et 2041	68
Tableau 15 : Heures de conduite et kilométrage annuels parcourus par le matériel roulant des SRB de Québec et de Lévis.....	68
Tableau 16 : Coûts d'immobilisation des SRB de Québec et de Lévis en millions de dollars canadiens hors taxes du premier trimestre 2014 (source : études de faisabilité, Lot 1).....	69
Tableau 17 : Coût de transition du SRB évolutif au tramway pour le tronçon 4 ^e Avenue – D'Estimauville en millions de dollars canadiens hors taxes du premier trimestre 2014 (source : études de faisabilité, Lot 1).....	70
Tableau 18 : Sommaire des coûts d'exploitation du SRB de Québec et de Lévis pour les années 2026 et 2041 en millions de dollars canadiens hors taxes du premier trimestre 2014	71
Tableau 19 : Principales dates de l'échéancier des travaux du SRB évolutif	71
Tableau 20 : Comparaison des emprises site propre tramway et site propre SRB électrique	74
Tableau 21 : Comparaison des emprises site propre tramway et site restreint SRB électrique	75
Tableau 22 : Particularité des LAC SRB électrique et tramway	80
Tableau 23 : Fréquences de service du tramway et des SRB de Québec et de Lévis en 2026	91
Tableau 24 : Heures de conduite et kilométrage annuels parcourus par le matériel roulant des SRB de Québec et de Lévis.....	91

Tableau 25 : Sommaire des coûts d'immobilisation du projet de SRB électrique de Québec et de Lévis en millions de dollars canadiens du premier trimestre 2014 (source : études de faisabilité, Lot1)	92
Tableau 26 : Sommaire des coûts d'exploitation du SRB électrique de Québec et de Lévis pour les années 2026 et 2041 en millions de dollars canadiens hors taxes du premier trimestre 2014 (source : études de faisabilité, Lot 1)	93
Tableau 27 : Principales dates de l'échéancier des travaux du SRB électrique	93

GLOSSAIRE ET DEFINITIONS

GLOSSAIRE

Abréviations	Définitions
BHNS	Bus à haut niveau de service
BIV	Borne d'information aux voyageurs
CEE	Centre d'exploitation et d'entretien
CN	Canadien Pacifique
DAT	Distributrice automatique de titres de voyage
GLO	Gabarit Limite d'Obstacle
GTC	Gestion Technique Centralisée
LAC	Ligne aérienne de contact
MTQ	Ministère des Transports du Québec
OPUS	Système de gestion de la billettique utilisé sur le réseau du RTC
PCC	Poste de Commande Centralisé
P.K.	Point kilométrique
RTC	Réseau de transport de la Capitale
SAE	Système d'aide à l'exploitation
SAEIV	Système d'Aide à l'Exploitation et à l'Information Voyageurs
SIGF	Système de signalisation ferroviaire
SIV	Système d'information aux voyageurs
SRB	Service rapide par autobus
STI	Systèmes de transport intelligent
TSP	Transit Signal Priority

DÉFINITIONS

Pôle d'échange :	Point de convergence et d'échange des usagers du tramway ou SRB avec le réseau d'autobus ou avec tout autre mode de transport; le centre d'échange peut être un terminus d'autobus, un stationnement incitatif pour automobiles, un stationnement pour un système d'autopartage, un stationnement pour vélo ou un regroupement total ou partiel de toutes ces fonctions.
Site propre :	Les voies du tramway ou SRB sont exclusivement utilisées par le tramway ou le SRB (et les véhicules d'entretien du système tramway ou SRB).
Site banal :	Les deux (2) voies du tramway ou SRB sont utilisées par les véhicules particuliers.
Sous-station :	Local ou bâtiment regroupant les équipements électriques d'acquisition MT, production / distribution traction, commande/contrôle, basse tension
Station :	Point d'embarquement ou de débarquement des usagers du tramway ou du SRB le long du tracé.

PARTIE 1 – INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE

1 INTRODUCTION

Ce rapport technique du mandat 1 a pour objectif de présenter, sous une forme synthétique et conceptuelle, les caractéristiques techniques des projets de tramway et de SRB de Québec et de Lévis. Il est l'image fidèle du projet techniquement détaillé dans les livrables émis par le Consortium du lot 1 qui a réalisé les Études de faisabilité techniques du tramway de Québec et de Lévis entre juillet 2012 et la date d'émission du présent rapport. Ce Consortium est composé de Roche - SNC Lavalin - EGIS Rail et de leur sous-traitant RÉGIS CÔTÉ.

1.1 CONTEXTE ET CADRE CONTRACTUEL

1.1.1 Plan de mobilité durable

Le projet a comme origine le *Plan de mobilité durable de la Ville de Québec*, réalisé par un groupe de travail désigné sur la mobilité durable, et rendu public par le maire de Québec le 9 novembre 2011.

Le Plan de mobilité durable définit sur un horizon de 20 ans une vision intégrée du développement, de l'aménagement et du transport pour la ville de Québec. La finalité du plan est de contribuer à faire de Québec une région attrayante, prospère et durable qui s'illustre notamment par une forte intégration de l'aménagement du territoire et des transports et dont la population privilégie les modes de déplacement actifs et collectifs. Le plan repose sur six (6) grandes orientations :

- contenir la croissance à l'intérieur du périmètre urbanisé des villes de Québec et de Lévis;
- privilégier une plus grande mixité des fonctions dans les pôles urbains et le long des principales artères;
- structurer, consolider et développer le territoire urbain par le transport public;
- assurer l'accessibilité aux lieux d'emplois, d'études, d'affaires et de loisirs par des modes autres que l'automobile;
- favoriser une utilisation efficace de chacun des modes de transport des marchandises;
- mettre à contribution les institutions et les entreprises qui génèrent beaucoup de déplacements.

Dans le domaine du transport, ces orientations sont liées à des cibles ambitieuses de transfert modal pour 2030. L'objectif est de doubler la part modale du transport en commun à Québec et à Lévis. Pour la région de Québec, la cible est de 20 % de part modale pour le transport en commun en 2030 sur 24 heures et de 26 % en période de pointe.

Cette vision est conforme à la vision du Plan métropolitain d'aménagement et de développement du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec adopté par la Communauté métropolitaine de Québec le 15 décembre 2011 et en attente de l'avis gouvernemental.

Dans le Plan de mobilité durable, le groupe de travail recommande de mettre en place un système intégré de transport collectif qui comprendrait quatre composantes répondant à des besoins spécifiques et complémentaires; soit :

- un réseau à haut niveau de service;
- un réseau 15/30;
- un réseau de proximité; et
- un réseau rapide.

Pour le réseau à haut niveau de service, le Plan prévoit qu'il serait d'abord assuré par des autobus articulés et réguliers et, qu'à moyen terme, ce réseau serait renforcé par la mise en service d'un tramway.

1.1.2 Projet tramway

L'étude de faisabilité technique de base s'est concentrée sur la définition et l'insertion du tramway sur l'ensemble du territoire de Québec et de Lévis.

Le projet de tramway (voir figure ci-après) est composé, d'une part, d'un tracé Est-Ouest qui relie le centre-ville de Lévis (Est du carrefour boulevard Alphonse-Desjardins/boulevard de la Rive-Sud) et Limoilou (Est du carrefour boulevard Sainte-Anne/avenue D'Estimauville) en passant par le pont de Québec, l'Université Laval et Saint-Roch et, d'autre part, du tracé Nord-Sud qui prend son origine aux Galeries Charlesbourg et se termine au Grand-Théâtre. Ces deux tracés se croisent dans le quartier Saint-Roch.

Le projet totalise 37,81 km répartis comme suit :

- un tracé Est-Ouest de 30,90 km ; soit 13,74 km sur le territoire de la Ville de Lévis, 0,99 km sur le pont de Québec et 16,17 km sur le territoire de Québec;
- un tracé Nord-Sud de 6,91 km dont 1,62 km en tunnel hors trémie.

Cinquante (50) stations sont prévues sur l'ensemble du tracé et l'insertion de la plateforme du tramway sur le territoire de Lévis est telle que six (6) autres stations pourraient être ajoutées si la demande le justifiait.

La figure qui suit illustre le tracé proposé du tramway et des SRB.



Figure 1 : Plan général du tracé et des stations du tramway et des SRB de Québec et de Lévis

1.1.3 Projet Service rapide par autobus (SRB)

Dans l'optique où le réseau de transport à haut niveau de service passerait par une étape de Service rapide par autobus (SRB), quatre scénarios ont été définis par le RTC; soit :

- Scénario - SRB évolutif (hybride – batteries) ;
- Scénario - SRB fiabilisé (hybride – batteries) ;
- Scénario - SRB de base (hybride – batteries) ;
- Scénario - SRB électrique (trolleybus).

Les hypothèses communes à ces scénarios sont les suivantes :

- le SRB utilisera l'emprise prévue pour le tramway ;
- si requis, l'emprise du tramway sera élargie pour le SRB et/ou ajustée localement pour tenir compte des particularités du système de SRB (rayon de giration, largeur de la plateforme en station, etc.) ;
- les stations sont localisées aux mêmes points kilométriques (P.K.) que pour le tramway ;
- les quais seront conçus pour recevoir deux (2) autobus articulés de 18 m ou un (1) autobus bi-articulé de 24 m ;
- le matériel roulant SRB sera constitué d'autobus bi-articulés de 24 m ;
- le système doit être accessible à tous (accessibilité universelle) ;
- la priorité absolue est donnée au SRB à tous les carrefours ;
- tous les travaux du tracé Est-Ouest, de la station Desjardins à la station D'Estimauville, et du tracé nord-sud doivent être réalisés (± 38 km) ;
- entre Charest et le Grand-Théâtre, les SRB vont circuler en rive dans les voies réservées tant à l'aller qu'au retour ;
- des boucles de retournement pour les autobus seront aménagées en bout de ligne ainsi qu'aux extrémités des services renforcés.

Les hypothèses spécifiques au Scénario - SRB évolutif sont les suivantes :

- le SRB évolutif est conçu afin de minimiser la conversion vers un tramway ;
- le matériel roulant sera constitué d'autobus hybride (diesel-batteries) bi-articulés de 24,00 m ;
- la plateforme du SRB évolutif sera une pré-plateforme tramway ; soit la plateforme du tramway sauf pour la partie supérieure (béton de calage, voie ferrée et revêtement). Cette partie de la plateforme sera remplacée par une finition adaptée au SRB évolutif ;
- la plateforme du SRB évolutif sera mise en place partout sauf entre le boulevard Charest et le Grand-Théâtre. Sur ce tronçon, les autobus vont circuler sur chaussée régulière ;
- les massifs des poteaux LAC seront mis en place dès le début là où la plateforme est construite ;
- les réseaux souterrains seront déviés ;
- l'opération du SRB évolutif, avec ± 100 véhicules, requiert l'extension des installations de remisage et d'entretien du RTC rue Armand-Viau, ainsi que la construction d'une aire de remisage, de révision et d'entretien journalier pour une partie de la flotte à Lévis (site à déterminer).

Les hypothèses spécifiques au Scénario – SRB fiabilisé sont les suivantes :

- le matériel roulant sera constitué d'autobus hybrides (diesel-batteries) bi-articulés de 24,00 m ;
- la plateforme sera une plateforme conçue pour répondre aux besoins du SRB fiabilisé (non une pré-plateforme tramway) ;
- la plateforme du SRB fiabilisé sera mise en place partout sauf entre le boulevard Charest et le Grand-Théâtre. Sur ce tronçon, les autobus circuleront sur une chaussée régulière ;
- les réseaux souterrains seront déviés ;
- l'opération du SRB fiabilisé, avec ± 100 véhicules, requiert l'extension des installations de remisage et d'entretien du RTC rue Armand-Viau, ainsi que la construction d'une aire de remisage, de révision et d'entretien journalier pour une partie de flotte à Lévis (site à déterminer).

Les hypothèses spécifiques au Scénario – SRB de base sont les suivantes :

- le matériel roulant sera constitué d'autobus hybrides (diesel-batteries) bi-articulés de 24,00 m ;
- la plateforme sera une plateforme conçue pour répondre aux besoins du SRB de base (non une pré-plateforme tramway) ;
- la plateforme du SRB sera mise en place partout sauf entre le boulevard Charest et le Grand-Théâtre. Sur ce tronçon, les autobus circuleront sur une chaussée régulière ;
- les réseaux souterrains ne seront pas déviés ;
- l'opération du SRB, avec ± 100 véhicules, requiert l'extension des installations de remisage et d'entretien du RTC rue Armand-Viau, ainsi que la construction d'une aire de remisage, de révision et d'entretien journalier pour une partie de flotte à Lévis (site à déterminer).

Les hypothèses spécifiques au Scénario - SRB électrique sont les suivantes :

- le matériel roulant sera constitué d'autobus électrique (trolleybus) bi-articulés de 24 m ;
- la plateforme du SRB électrique est une plateforme conçue pour rencontrer les besoins du SRB électrique ;
- entre Charest et le Grand-Théâtre, les autobus circuleront en surface sur des voies réservées aux autobus avec plateforme et stations SRB ;
- les réseaux souterrains seront déviés ;
- la construction d'un CEE principal à Québec sur le site Verdun ;
- la construction d'un CEE secondaire à Lévis rue Plante.

1.2 SITUATION DANS LE PROJET

1.2.1 Le mandat de services professionnels confié au consortium

Le mandat de services professionnels confié au Consortium Roche, SNC-Lavalin et Egis Rail dans le cadre de l'étude de faisabilité du tramway de Québec et de Lévis fait partie d'un ensemble d'études coupées en cinq (5) mandats.

La figure ci-après présente ces 5 mandats.

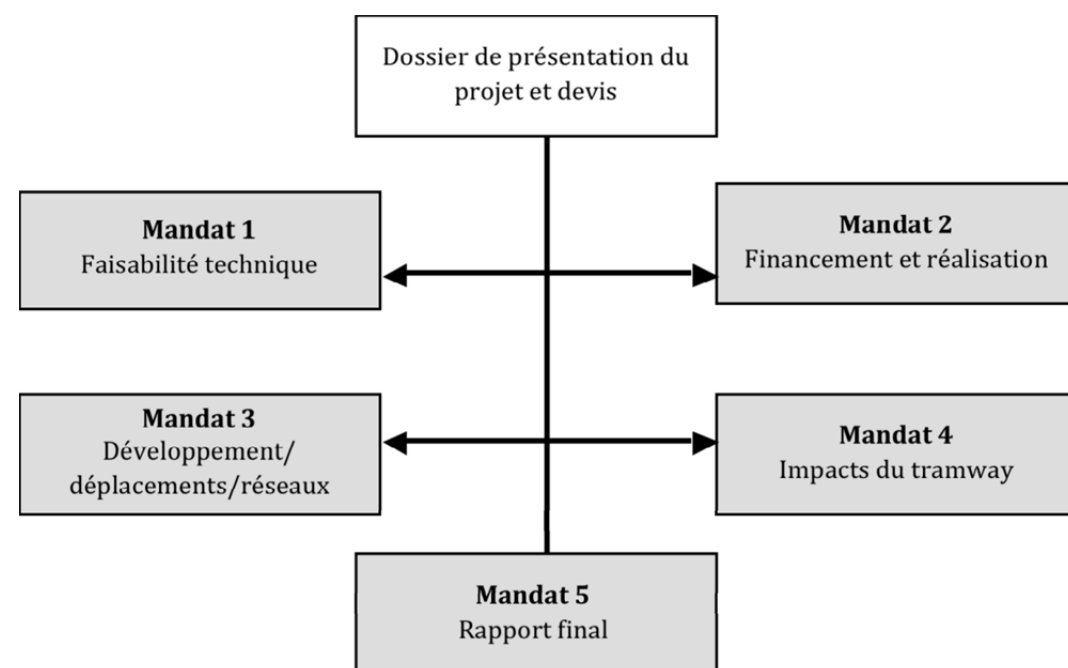


Figure 2 : Les 5 mandats

Le Réseau de transport de la Capitale (RTC) a regroupé ces mandats en trois (3) lots :

- le lot 1 comprend le mandat 1 (faisabilité technique);
- le lot 2 comprend le mandat 2 (modes de financement et de réalisation);
- le lot 3 comprend les mandats 3, 4 et 5 (développement/déplacements/réseaux, impacts du tramway et rapport final).

Le lot 1- mandat 1 : Étude de faisabilité technique du tramway a été confié par le RTC au Consortium tramway Québec-Lévis composé des firmes Roche, SNC-Lavalin et Egis Rail.

Les objectifs de l'étude de faisabilité étaient de :

- préciser le projet de tramway et de SRB, en évaluer les coûts et les impacts, les avantages et les inconvénients;
- viser à établir un consensus des organismes concernés sur les caractéristiques des projets;
- permettre, par le dépôt de l'étude, une décision sur la poursuite de la démarche de mise en place d'un tramway et / ou d'un SRB à Québec et Lévis;
- assurer que l'étude de faisabilité puisse aussi servir de dossier de présentation stratégique tel que prévu dans la politique-cadre sur la gouvernance des grands projets d'infrastructure publique du gouvernement du Québec.

Les principaux objectifs du lot 1 – Mandat étaient, pour le tramway et le SRB, de :

- définir les projets de référence, les variantes et enjeux;
- définir l'insertion urbaine et les principes d'aménagement;
- définir les différentes composantes de l'infrastructure;
- définir les divers systèmes requis pour leur fonctionnement;
- définir leur mode de propulsion et l'alimentation en énergie;
- définir les principes fonctionnels et concevoir les stations et les centres d'échange;
- identifier la localisation du centre d'exploitation et d'entretien des systèmes (CEE) et définir ses principales caractéristiques techniques;
- définir les caractéristiques techniques du matériel roulant;
- définir l'exploitation du système;
- définir les principes de fonctionnement des carrefours empruntés par le tramway ou le SRB;
- dresser l'échéancier de réalisation des différents projets, avec stratégie de phasage le cas échéant;
- d'estimer les coûts de réalisation (immobilisation et exploitation) avec une précision de $\pm 30\%$.

Une série de Livrables ont été émis par le Consortium pour répondre à ces objectifs.

Dans un premier temps, la mission du Consortium mandataire du Lot 1 – Mandat 1 consiste à réaliser l'étude de faisabilité technique du tramway de Québec et de Lévis. Ce dossier est constitué de 8 livrables soit :

- Livrable 1.1 – Projet de référence, variantes et enjeux du tramway;
- Livrable 1.2 – Technologie et insertion;
- Livrable 1.3 – Mode d'alimentation du système;
- Livrable 1.4 – Équipements, exploitation, maintenance et dépôt;
- Livrable 1.5 – Phasage et échéancier de construction du projet;
- Livrable 1.6 – Coûts d'immobilisation et d'exploitation;
- Livrable 1.7 – Impacts de la mise en place d'un BHNS à Lévis;
- Livrable 1.8 – Rapport technique du mandat 1.

Dans un deuxième temps, la mission du Consortium mandataire du Lot 1 – Mandat 1 consiste à réaliser les études relatives à l'intégration dans le projet de différents scénarios de SRB (service rapide par autobus).

Ce dossier est constitué de 14 livrables soit :

- Livrable 1.10 – Projet SRB de référence, variantes et enjeux;
- Livrable 1.11 – Insertion - SRB;
- Livrable 1.12 – Équipements d'exploitation - SRB;
- Livrable 1.13 – Coûts d'immobilisation - SRB;
- Livrable 1.14 – Coûts d'exploitation - SRB;
- Livrable 1.15 – Échéancier de construction - SRB;
- Livrable 1.20 – Insertion - SRB électrique;
- Livrable 1.21 – Mode d'alimentation – SRB électrique;
- Livrable 1.22 – CEE - SRB électrique;
- Livrable 1.23 – Équipements d'exploitation - SRB électrique;
- Livrable 1.24 – Coûts d'immobilisation - SRB électrique;
- Livrable 1.25 – Coûts d'exploitation – SRB électrique;
- Livrable 1.26 – Échéancier de construction - SRB électrique;
- Livrable 1.27 – Sommaire phase SRB (intégré au livrable 1.8).

1.3 GOUVERNANCE DE L'ETUDE

La Figure 3 illustre la structure de gouvernance de l'étude. Le côté droit de la figure décrit la structure de maîtrise d'ouvrage de l'étude, qui relève du conseil d'administration du RTC (Réseau de transport de la Capitale). La responsabilité administrative est assurée par le directeur de projet qui est le cadre supérieur du RTC de qui relève l'étude. Le gestionnaire de l'étude, qui relève du RTC, est la personne responsable de mener à bien la réalisation de l'étude. Pour ce faire, il supervise le personnel technique nécessaire, gère les mandats des consultants et crée et anime tous les groupes de travail nécessaires à la réalisation de l'étude. Le côté gauche décrit la structure de coordination entre la Ville de Québec, le maître d'ouvrage et les divers organismes participant à l'étude (Communauté métropolitaine de Québec, Ville de Lévis, Ministère des transports du Québec, Société de transport de Lévis, Hydro-Québec, etc.). Elle comprend trois comités.

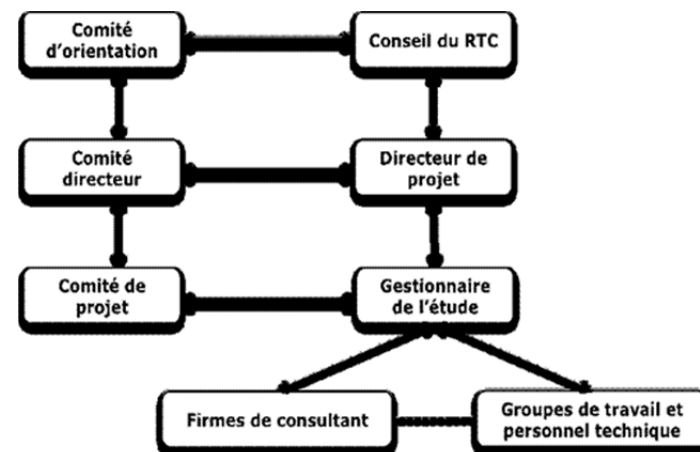


Figure 3 : Structure de gouvernance de l'étude

Il est à noter que l'ensemble des travaux et livrables ont été soumis à ces différents comités de l'étude qui les ont analysés et commentés en vue de leur approbation.

1.4 STRUCTURE DU RAPPORT

En plus de la présente partie du rapport (Partie 1), le rapport comporte quatre Parties ; soit la Partie 2 pour la présentation projet de tramway, la Partie 3 pour la présentation des projets SRB évolutif, fiabilisé et de base, la Partie 4 qui traite du SRB électrique et la Partie 5 qui présente les conclusions.

Les Parties 2 à 4 traitent essentiellement des sujets suivants :

- description du tracé : itinéraire, stations et pôles d'échanges;
- description des installations techniques : plateforme et voie ferrée, alimentation traction, systèmes et courant faible, signalisation ferroviaire, signalisation lumineuse de trafic;
- centres d'exploitation et d'entretien (CEE) : plans, fonctions et bâtiments;
- l'insertion urbaine : parti architectural, pistes cyclables et ouvrages d'art;
- matériel roulant : définition et caractéristiques;
- exploitation du réseau : caractéristiques principales du service qui sera offert;
- coûts de construction et d'exploitation et planning des travaux.

L'analyse étant souvent faite par tracé et / ou tronçons dans les pages qui suivent, la figure ci-après présent schématiquement ces éléments.

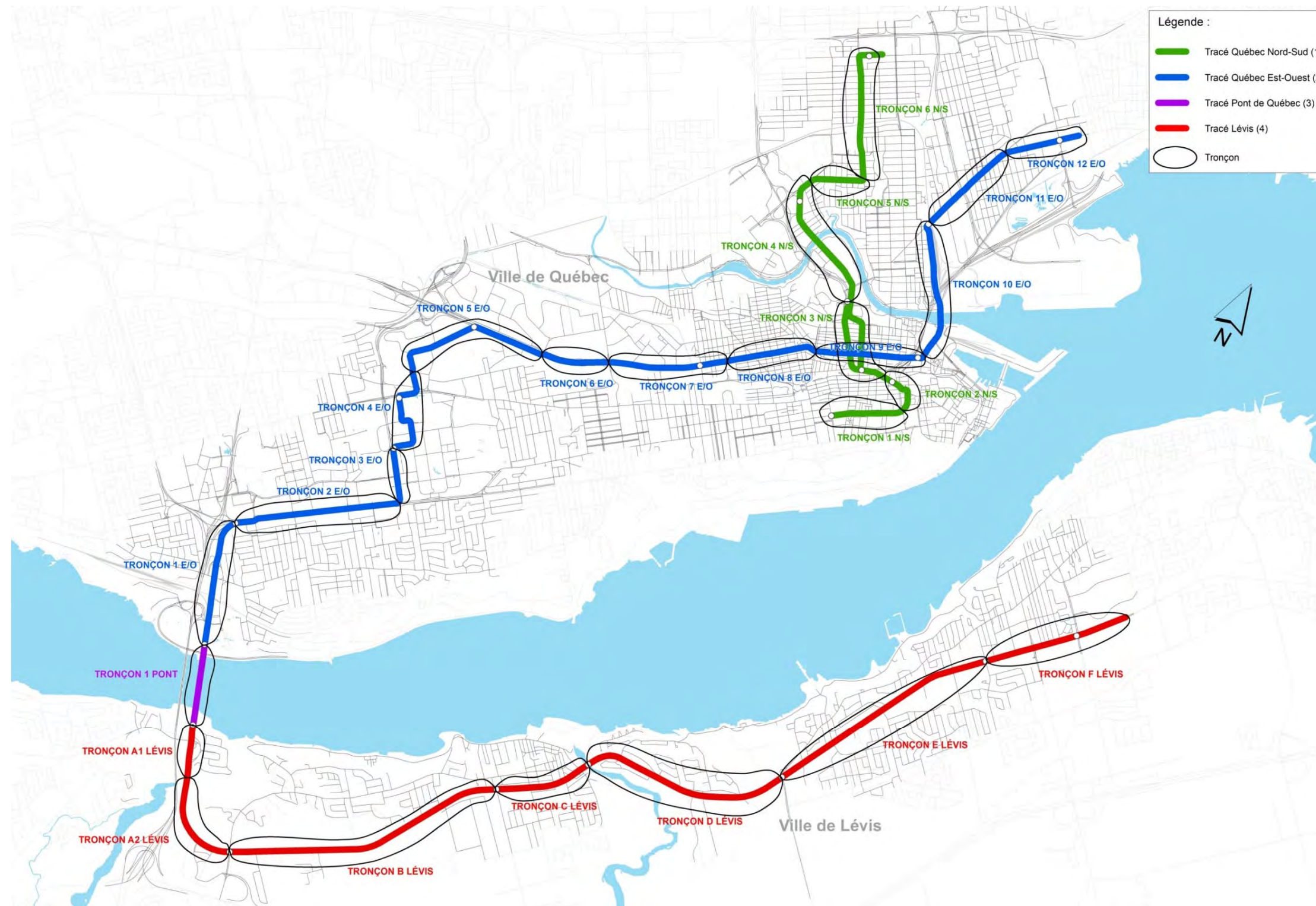


Figure 4 : Schématisation des tronçons sur les quatre (4) tracés des projets tramway et SRB de Québec et de Lévis

PARTIE 2 – PRÉSENTATION SOMMAIRE DU PROJET TRAMWAY DE QUÉBEC ET DE LÉVIS

2 INSERTION DU TRACE, DES STATIONS ET DES TERMINUS

2.1 TRACE

L'insertion du tramway sur l'ensemble du tracé tient compte d'un matériel roulant ayant un gabarit statique de 43 mètres de long et de 2,65 mètres de largeur ; matériel roulant qui est alimenté par une ligne aérienne de contact.

De façon générale, les insertions se font soit en axiale avec terre-pleins, soit en axiale sans terreplein, en latérale, où en bilatéral. Les figures des pages suivantes présentent ces types d'insertion.

2.1.1 Tracé Est-Ouest

Sur le tracé Est-Ouest, qui va de l'est du boulevard Alphonse-Desjardins à Lévis au carrefour boulevard Sainte-Anne / avenue D'Estimauville à Québec, les principaux aménagements du tramway qui sont proposés sont en site propre, sauf aux approches et sur le pont de Québec où ils sont en site banal. La plateforme est généralement placée en position axiale, sinon latérale ou aux approches et au Sud du pont Québec en position bilatérale

Tracé Est-Ouest – Lévis

Sur le territoire de la Ville de Lévis, le tramway est inséré en axial sur le boulevard de la Rive-Sud de son origine au carrefour boulevard de la Rive-Sud/chemin du Sault. Entre ce carrefour et le pont Dominion il sera soit en axial ou en bilatéral, le choix définitif de l'insertion restant à faire. Entre le pont Dominion et le pont de Québec, l'insertion est faite en bilatérale. Sur l'ensemble de ce tracé, l'insertion du tramway est faite en site propre sauf entre l'approche Sud du pont Dominion et le pont de Québec où le tramway est, pour partie, en site banal.

Un terminus partiel est prévu juste à l'Est de la 4^e Avenue, ce qui implique l'insertion d'une troisième voie en arrière de la station.

Deux (2) autres variantes ponctuelles existent sur ce tracé, soit aux ponts de la rivière à la Scie et de la rivière Etchemin. Dans le projet de base, sur ces deux (2) ponts le tramway est en site propre mais le nombre de voies routières est limité à une (1) voie par direction au lieu de deux (2) voies par direction.

Tracé Est-Ouest – pont de Québec

Sur le pont de Québec, deux (2) types d'insertions sont encore possibles, le choix final restant à faire : soit deux (2) voies banales ou deux (2) voies banales en bilatéral et une (1) voie routière

réversible. Le choix du type d'insertion est relié au choix qui sera fait pour la réfection du tablier de ce pont. S'il est refait à sa hauteur actuelle, l'insertion du tramway sera deux (2) voies banales. Si le tablier est abaissé, il sera alors plus large et les deux (2) scénarios d'insertion seront possibles.

Tracé Est-Ouest – Québec

Sur le territoire de Québec, l'insertion se fait en site propre sauf à l'approche Nord du pont de Québec. L'insertion se fait aussi de façon générale en axiale.

Juste au Nord du chemin Saint-Louis, le tramway quitte la route 132, via une nouvelle structure, pour aller s'insérer en latéral le long du boulevard des Hôtels.

À partir du carrefour avenue de Lavigerie/boulevard Laurier, le tramway s'insère en axial sur le boulevard Laurier jusqu'à l'autoroute Robert-Bourassa. De ce carrefour, l'insertion se fait en latéral le long de l'autoroute Robert-Bourassa, la rue de la Foresterie, l'avenue de la Médecine puis utilise le tracé actuel des autobus le long des installations sportives de l'Université Laval pour aller rejoindre en latéral le chemin des Quatre-Bourgeois.

Le tramway croise par la suite les chemins Quatre-Bourgeois et Sainte-Foy pour aller rejoindre les rues Nicolas-Pinel et Jean-Durand en passant à l'Ouest de la Pyramide.

Du carrefour rue Jean-Durand / avenue Nérée-Tremblay le tramway va rejoindre la rue Frank-Carrel en passant dans la partie Nord du cimetière Notre-Dame De Belmont. L'insertion du tramway se fait en latéral sur la rue Frank-Carrel jusqu'au carrefour Frank-Carrel / rue Semple.

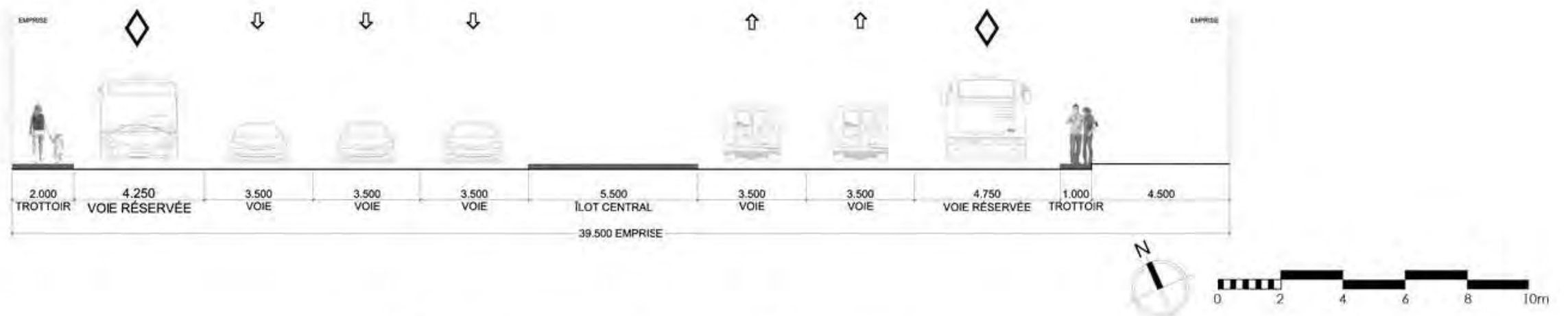
À partir de ce carrefour, le tramway s'insère en axial sur le boulevard Charest jusqu'à la Gare du Palais. Sur cette portion du tracé, un choix reste à faire entre la rue Marie-de-l'Incarnation et le boulevard Langelier. L'enjeu consiste essentiellement à acquérir ou pas quelque quatre (4) mètres du côté Nord du boulevard Charest ce qui permettrait d'une part, d'aménager deux (2) voies routières de 3,50 mètres par sens au lieu de voies de 3,00 mètres et, d'autre part, de ne pas compromettre l'avenir pour un redéveloppement éventuel du côté Nord du boulevard.

De la Gare du Palais au carrefour boulevard des Capucins / chemin de la Canardière l'insertion se fait en latéral et même en partie dans un parc linéaire qui sera créé entre l'emprise ferroviaire et le boulevard des Capucins.

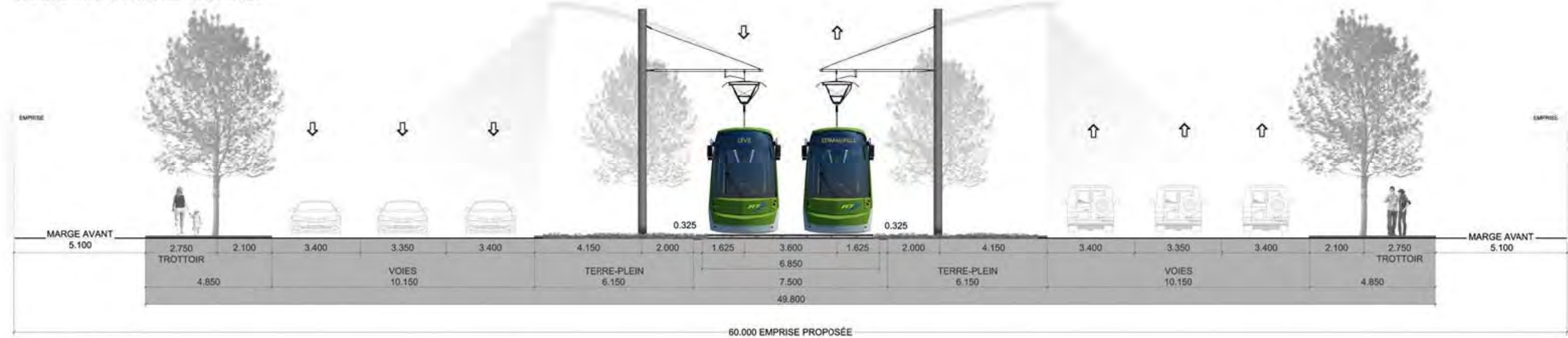
Sur le chemin de la Canardière l'insertion se fait en axiale entre le boulevard des Capucins et le boulevard Henri-Bourassa. De ce boulevard jusqu'au boulevard Sainte-Anne, l'insertion se fait en latérale.

L'insertion se fait en axiale sur le boulevard Sainte-Anne jusqu'au terminus de ce tracé Est-Ouest qui est localisé en latéral sur l'avenue D'Estimauville.

COUPE TRANSVERSALE EXISTANTE



COUPE TRANSVERSALE PROPOSÉE



PLAN PROPOSÉ

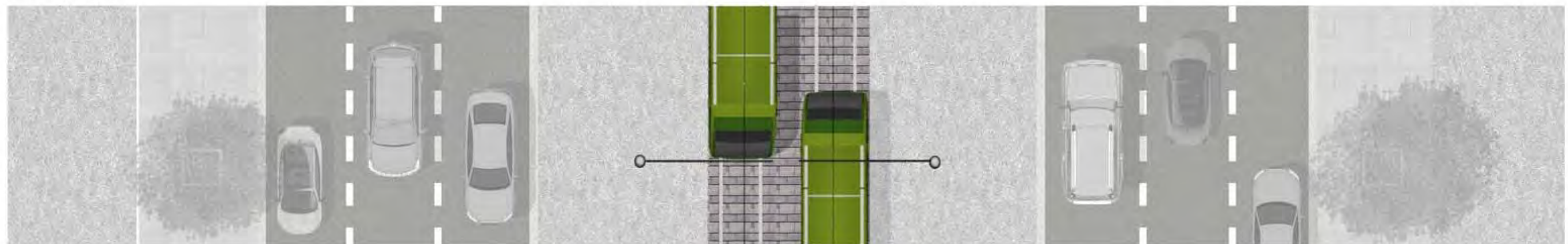


Figure 5 : Insertion axiale avec terre -plein - Boulevard Laurier

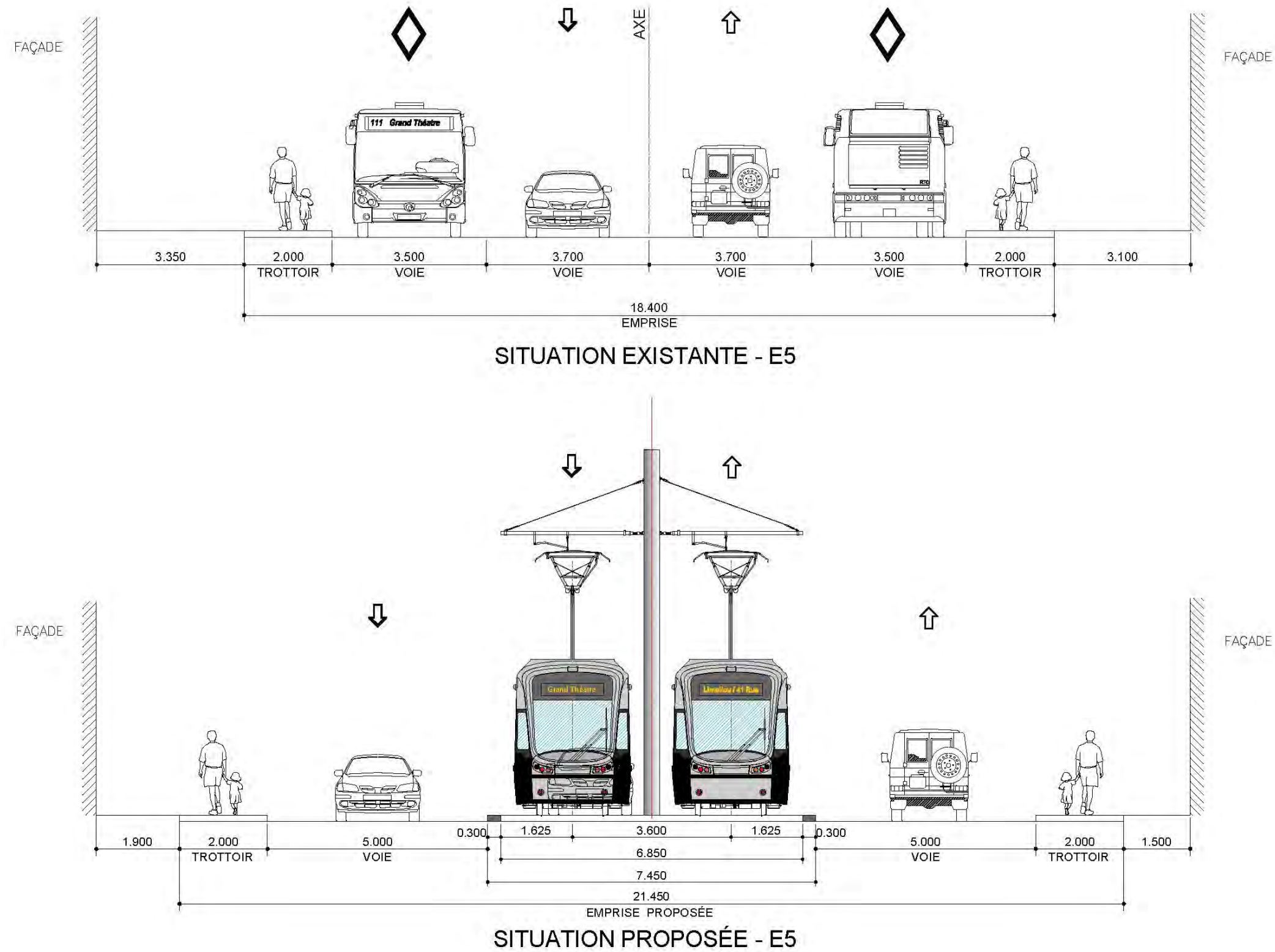
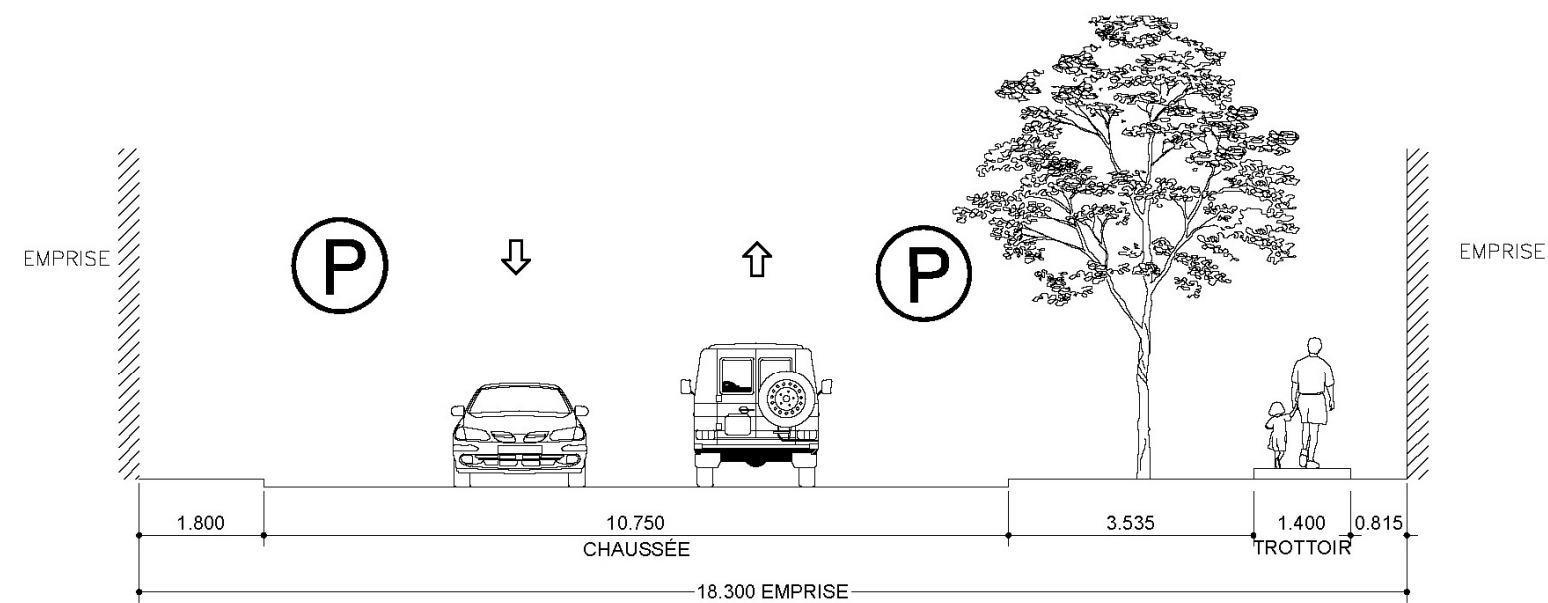
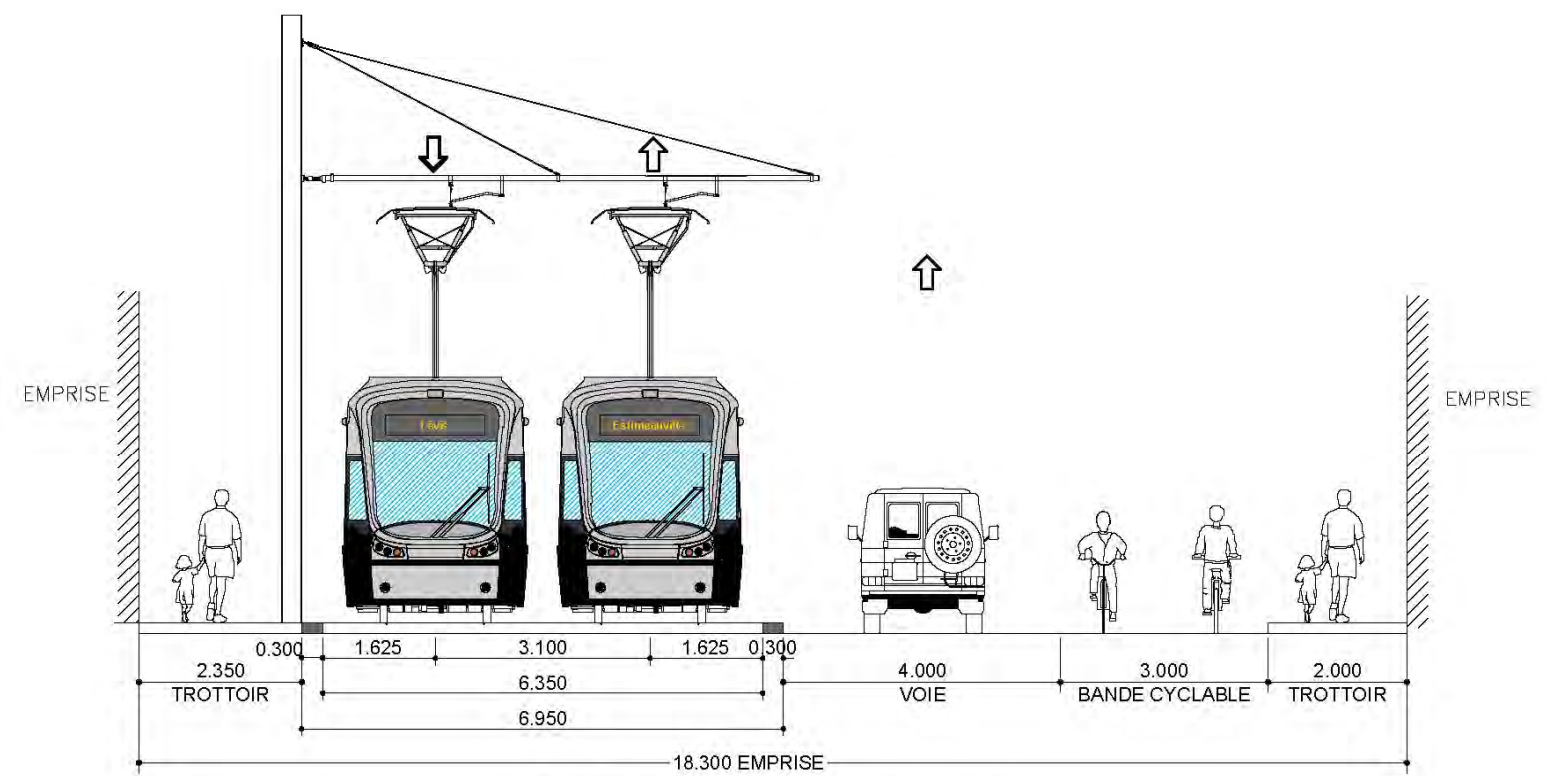


Figure 6 : Insertion axiale sans terre-plein - 1^{ère} Avenue - Tracé Nord-Sud à Québec

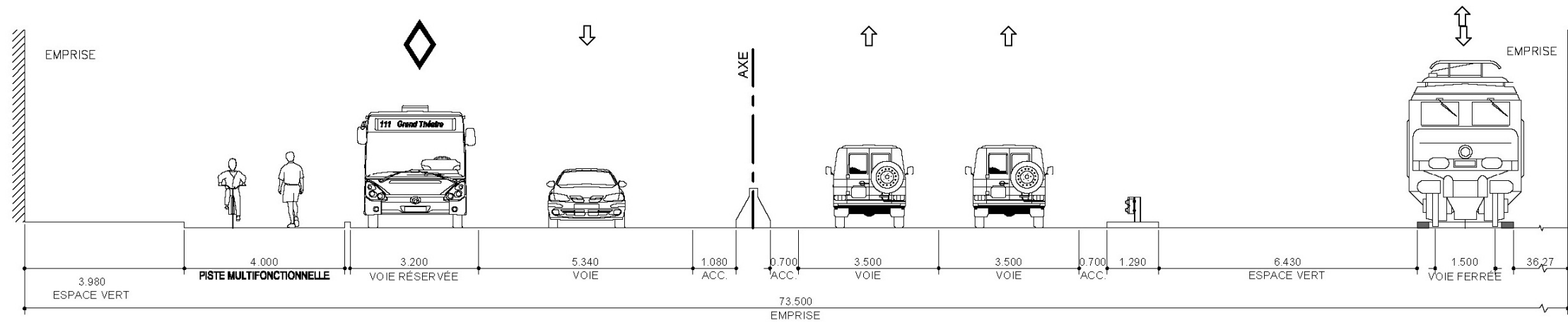


SITUATION EXISTANTE - D3

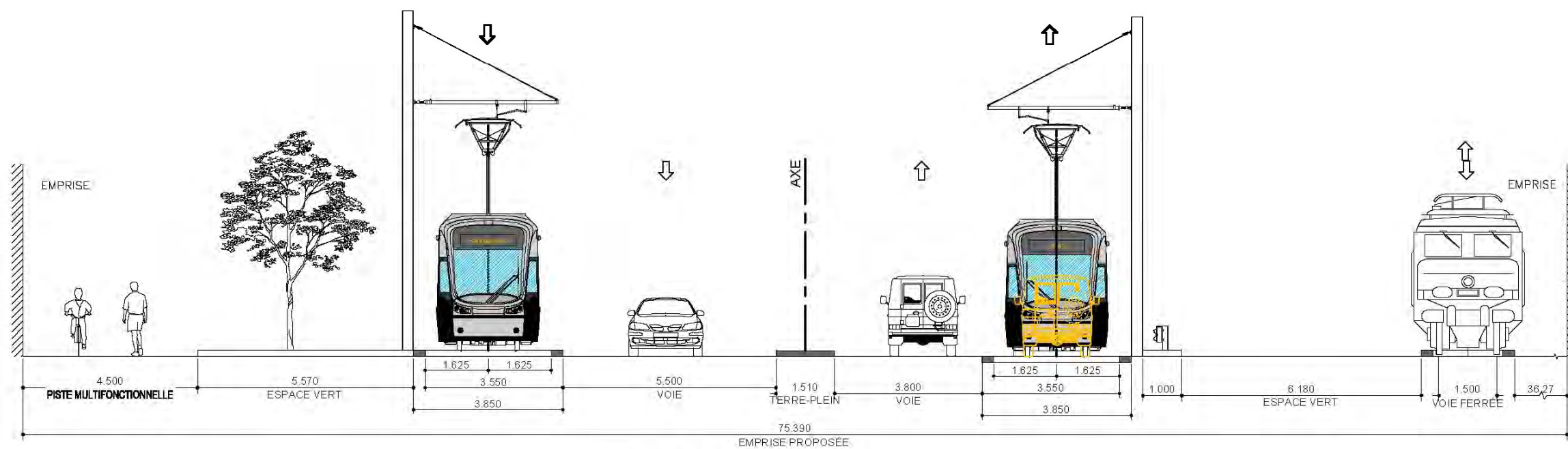


SITUATION PROPOSÉE - D3

Figure 7 : Insertion latérale - rue Nicolas-Pinel



SITUATION EXISTANTE A1



SITUATION PROPOSÉE A1

Figure 8 : Insertion bilatérale - Boulevard de la Rive-Sud

2.1.2 Tracé Nord-Sud

L'insertion du tramway se fait en site propre sur l'ensemble du tracé. Le tracé de référence prévoit une insertion en tunnel du terminus Grand-Théâtre à la jonction des rues Côte d'Abraham et Couronne ; soit sur une distance de 1,62 km sans inclure la trémie. Une variante existe au niveau de la station terminale Grand-Théâtre ; à savoir qu'elle pourrait être en surface au lieu de souterraine.

Du carrefour Côte d'Abraham / Couronne à la rue de la Croix-Rouge, l'insertion du tramway se fait en latérale. Pour le tracé de référence, il y a une (1) voie de tramway sur rue de la Couronne et une (1) voie de tramway sur la rue Dorchester. La variante prévoit l'insertion des deux (2) voies tramway sur la rue Dorchester.

Un terminus partiel est prévu à la station Croix-Rouge ce qui nécessite l'ajout d'une (1) voie et d'un (1) quai.

Au Nord de la rue de la Croix-Rouge, le tramway s'insère en axial sur la rue de la Pointeaux-Lièvres jusqu'au boulevard Wilfrid-Hamel.

De ce point jusqu'à la 1^{re} Avenue, le tracé de référence prévoit une insertion en latérale sur le boulevard Wilfrid-Hamel et l'avenue Eugène-Lamontagne. L'insertion en latérale sur l'avenue Eugène-Lamontagne étant problématique à plusieurs points de vue (plusieurs rues perpendiculaires fermées, importantes acquisitions pour éviter les rues en cul-de-sac, voie routière étroite à sens unique sur Eugène-Lamontagne, etc.), une alternative avec insertion axiale, acquisition et redéveloppement a été développée et retenue dans le cadre de l'étude.

Du carrefour Eugène-Lamontagne / 1^{re} Avenue à la 41^e Rue, l'insertion se fait en axiale sur la 1^{re} Avenue jusqu'à la station terminale « Galeries Charlesbourg » qui est en latérale sur la 41^e Rue.

2.2 STATIONS

Trois (3) principaux types de stations sont proposés sur le tracé du tramway (voir figures 9, 10 et 11) :

- station à deux (2) quais latéraux, face à face, dans le cas d'une insertion axiale;
- station à deux (2) quais latéraux décalés, dans le cas d'une insertion axiale dans une emprise restreinte;
- station à quai unique de type central, généralement applicable dans le cas d'une insertion axiale.

Les caractéristiques des quais sont les suivantes :

- longueur, hors rampes d'accès : 40 mètres;
- deux (2) rampes d'accès avec pente maximale de 5 % ; 6 mètres de long chacune (si implanté à l'horizontale);
- largeur des quais latéraux : 4,00 mètres chacun;
- largeur du quai central : 5,00 mètres;
- élévation au-dessus du plan de roulement : $\pm 30,0$ centimètres;
- pente maximum des rampes d'accès : 5 %.

Chaque station a deux (2) abris-bus par quai avec des bancs intégrés, quatre (4) autres bancs et quatre (4) corbeilles de propreté. Des bollards balisent la circulation le long des rampes et aux traverses piétonnes qui permettent l'accès aux quais. Pour les quais latéraux, un garde-corps est installé côté voirie tout au long du quai pour assurer la sécurité des piétons. Le revêtement des quais est en béton et des bordures en granit découpent le revêtement de béton. Des bandes podotactiles sont également placées sur les quais côté voie ferrée. Chaque quai est muni d'un élément signalétique (colonne Morris). Sur les abribus, les informations sur le nom de la station, la destination des rames desservant le quai, les horaires de passage du tramway, un plan du quartier, espaces publicitaires, etc. seront présentés. Un éclairage d'ambiance est prévu sur les quais, complété par des luminaires encastrés dans les abris-bus ainsi que dans les bollards. Des couleurs pourront être affectées à ces éclairages pour donner une identité aux stations dotées de caractère particulier.

De plus, les équipements suivants seront présents à chaque station :

- distributrice automatique de titres de voyage (DAT) pour les usagers, permettant entre autres de recharger sa carte OPUS;
- borne de validation des titres de voyage, permettant à l'usager de s'assurer qu'il possède un titre valide avant d'embarquer dans le véhicule;
- caméras de surveillance en station, pour veiller à la sécurité des lieux;
- un téléphone d'urgence;
- borne d'information, pour diffuser de l'information aux voyageurs sous forme d'affichage écrit;
- équipements de diffusion vocale (décodeur, amplificateur, haut-parleurs) pour diffuser de l'information aux voyageurs par voie sonore.

En station se retrouvera également un bloc technique, qui inclut l'ensemble des équipements techniques nécessaire au bon fonctionnement de la station et de ses équipements.

Dans le cas de stations majeures ou de pôles intermodaux / pôles d'échanges, des distributrices automatiques de titres et des bornes larges d'information seront prévus en supplément.

Cinquante (50) stations sont prévues sur l'ensemble du tracé et l'insertion de la plateforme sur le territoire de Lévis est telle que six (6) autres stations pourraient être ajoutées, identifiées par un (p) dans le tableau ci-après si la demande le justifiait, même si l'ajout d'une station a de facto un impact négatif sur le temps de parcours.

Les tableaux suivants présentent les listes de ces stations, les localisent et donnent leurs principales caractéristiques :

Tableau 1 : Liste et caractéristiques des stations du tramway sur le tracé Est-Ouest à Lévis

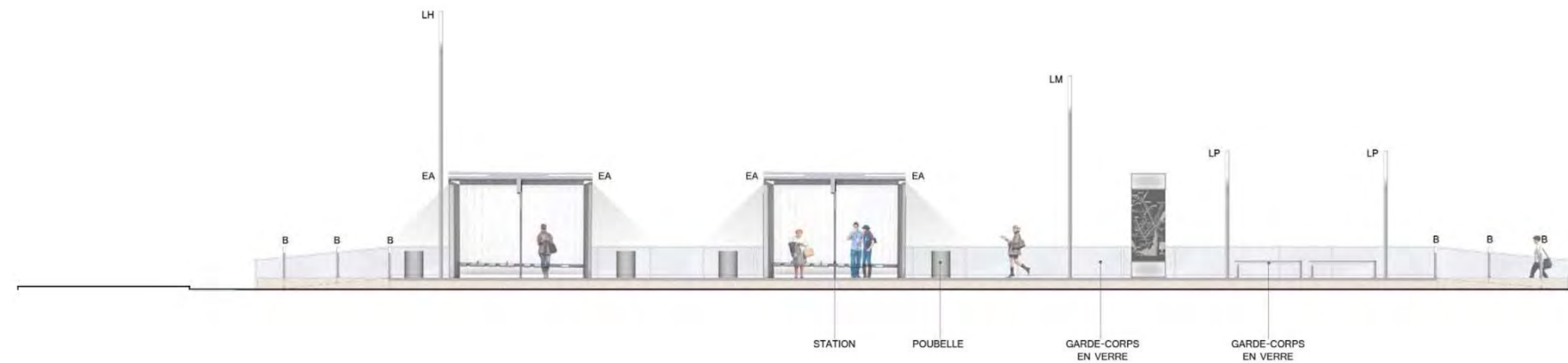
No	Nom provisoire	Point kilométrique	Localisation	Type de quai
Tracé Est-Ouest – Lévis				
1	Desjardins (terminus)	59+450	450 m à l'est du boulevard Alphonse-Desjardins	Latéraux
2	Dorval	60+170	Ouest rue Dorval	Latéraux
3	Président Kennedy	60+560	Ouest route du Président Kennedy	Latéraux
4	Lamartine	61+010	Ouest rue Lamartine / du Bel-Air	Latéraux
5	Charles-Rodrigue (p)	61+540	Ouest rue Charles-Rodrigue	Latéraux
6	Thomas Chapais	62+540	Ouest rue Thomas-Chapais	Latéraux
7	Rubis (p)	63+230	Ouest rue des Rubis / Hallé	Latéraux
8	Des Îles	63+880	Est chemin des Îles	Latéraux
9	Gravel (p)	65+300	Ouest rue Gravel (Face rue de Bois-Guillaume)	Latéraux
10	Saint-Laurent	65+980	Est rue Saint-Laurent / rue du Vieux-Moulin	Latéraux
11	Du Fleuve/Genest	66+660	Ouest rue du Fleuve / rue Genest	Latéraux
12	De L'Église	67+180	Est rue de l'Église	Latéraux
13	4 ^e Avenue (terminus partiel)	67+590	Est 4 ^e Avenue / rue Montfort	Latéraux
14	1 ^{re} Avenue	68+320	Est rue Desneiges	Latéraux
15	Wilson (p)	68+810	Ouest rue Wilson	Latéraux
16	Des Hirondelles (p)	70+070	Ouest rue des Hirondelles	Latéraux
17	Ernest-Lacasse (p)	70+500	Ouest boulevard Ernest-Lacasse	Latéraux
18	Du Sault	70+960	Est chemin du Sault	Latéraux
19	Presqu'île	72+500	Localisation à finaliser	Latéraux

Tableau 2 : Liste et caractéristiques des stations du tramway sur le tracé Est-Ouest à Québec

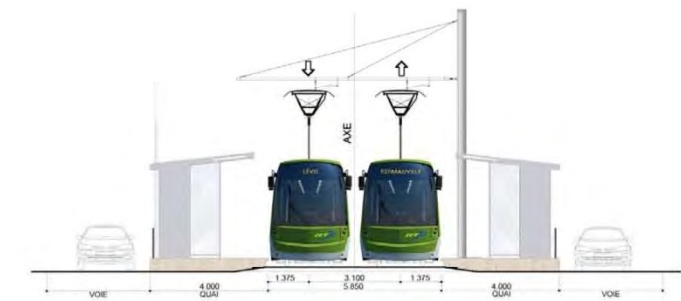
No	Nom provisoire	Point kilométrique	Localisation	Type de quai
Tracé Est-Ouest – Québec				
1	Saint-Louis	20+760	Sud chemin Saint-Louis	Latéraux
2	Lavigerie	21+730	Ouest avenue Lavigerie	Latéraux
3	De L'Église	22+340	Est rue de L'Église	Latéraux
4	CHU / Laurier	22+780	Ouest boulevard Jean-De Quen	Latéraux
5	S.S.Q	23+410	Ouest autoroute Robert-Bourassa	Latéraux
6	De La Foresterie	24+350	Ouest rue de la Médecine	Latéraux
7	Peps	25+020	Sud chemin Quatre-Bourgeois	Latéraux
8	Pyramide	25+480	Nord chemin Sainte-Foy	Latéraux
9	Future station	À localiser	Entre avenue Nérée-Tremblay et rue Frank-Carrel	Latéraux
10	Frank Carrel	26+780	Est du dépôt à neige	Central
11	Semple	27+640	Est rue Semple	Latéraux
12	Saint-Sacrement	28+530	Est rue Saint-Sacrement	Latéraux
13	Joffre / Lescarbot	29+010	Ouest rue Lescarbot	Latéraux
14	Marie de l'Incarnation	29+850	Est rue Marie-de-l'Incarnation	Latéraux
15	De l'Aqueduc	30+250	Entre les rues Saint-Luc et Saint-Germain	Latéraux
16	Langelier	30+870	Ouest boulevard Langelier	Latéraux
17	Dorchester	31+290 31+400	Ouest rue Dorchester Est rue Dorchester	Latéraux/ décalés
18	Du Pont	31+890	Est rue du Pont	Central
19	Gare du Palais	32+280	Sud rue de la Gare –du-Palais	Latéraux
20	Capucins	33+230	Sud 4 ^e Avenue	Latéraux
21	CEGEP-Limoilou	33+850	Est chemin de la Canardière	Latéraux
22	Henri-Bourassa	34+690	Nord avenue de Villebon	Latéraux
23	Bardy	35+050	Sud avenue Bardy	Latéraux
24	De Niverville	35+570	Nord avenue de Niverville	Latéraux
25	Estimauville (terminus)	36+050	Sur boulevard Sainte-Anne à L'Est de l'avenue D'Estimauville	Latéraux

Tableau 3 : Liste et caractéristiques des stations du tramway sur le tracé Nord-Sud

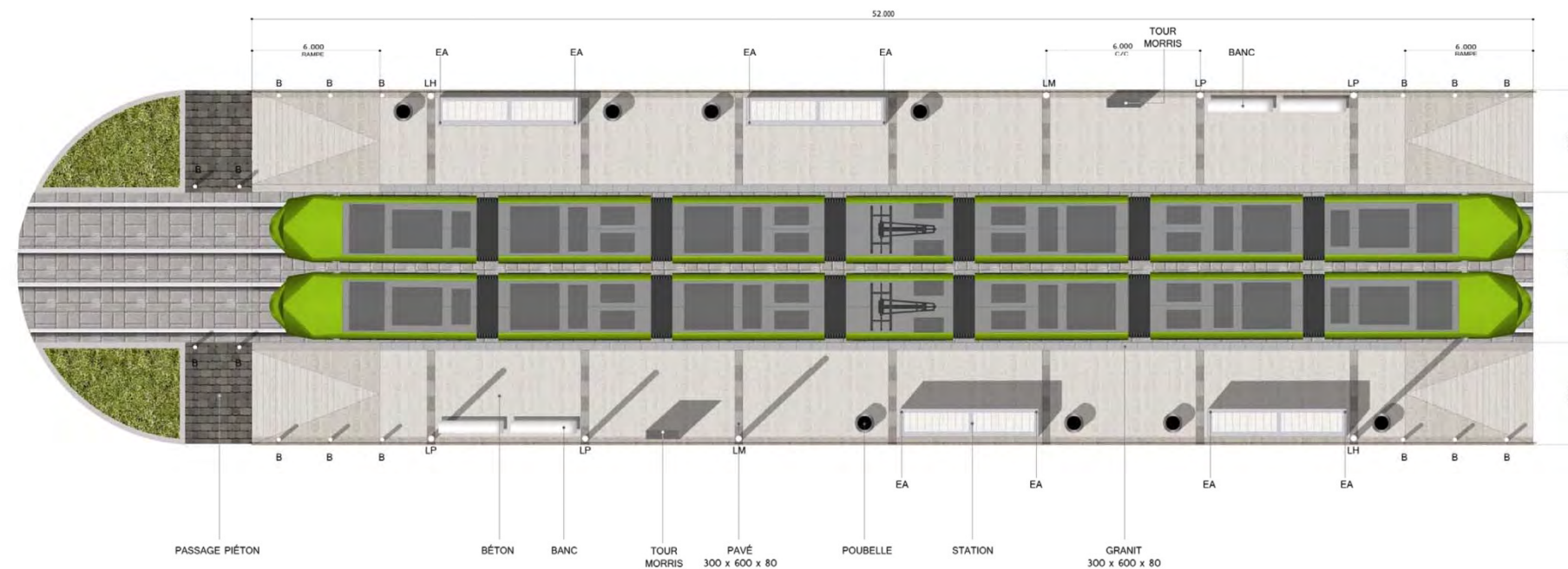
No	Nom provisoire	Point kilométrique	Localisation	Type de quai
Tracé Nord-Sud				
1	Grand-Théâtre (souterraine ou en surface)	40+170	Ouest rue Claire-Fontaine	Latéraux
2	Centre des Congrès (souterraine)	40+710	Est rue des Parlementaires	Latéraux
3	Place D'Youville (Souterraine)	40+930	Sud rue Saint-Jean	Central
4 a	Dorchester-Variante A	41+990 42+150	Sud de Charest sur Dorchester Nord de Charest sur Dorchester	Latéraux décalés
4 b	Dorchester- Référence	41+960 42+150	Sud de Charest sur Couronne Nord de Charest sur Dorchester	Latéraux
5	Croix-Rouge (Terminus partiel)	42+800	Est rue de la Croix-Rouge	Latéraux et central
6	Lee	43+260	Est rue Lee	Latéraux
7	Bibaud	43+760	Est rue Julien	Latéraux
8	Amphithéâtre	44+450	Sud avenue Eugène-Lamontagne	Latéraux
9	Eugène-Lamontagne Scénarios latéral et axial	45+010	Est avenue D'Assise	Latéraux ou central
10	Patro Roc-Amadour	45+570	Entre 22 ^e Rue et 24 ^e Rue	Latéraux
11	Peupliers	46+050	Entre les rues des Peupliers et des Frênes	Latéraux
12	Galerie Charlesbourg (terminus)	46+710	Sur 41 ^e Rue à l'Est de 1 ^{re} Avenue	Latéraux



COUPE / ÉLEVATION LONGITUDINALE



COUPE / ÉLEVATION TRANSVERSALE

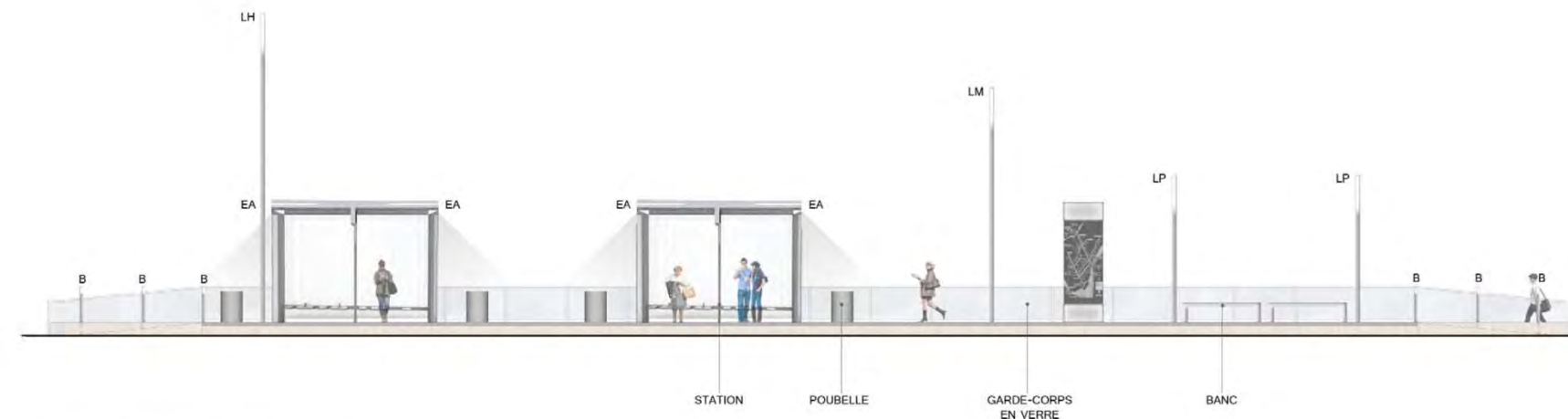


PLAN

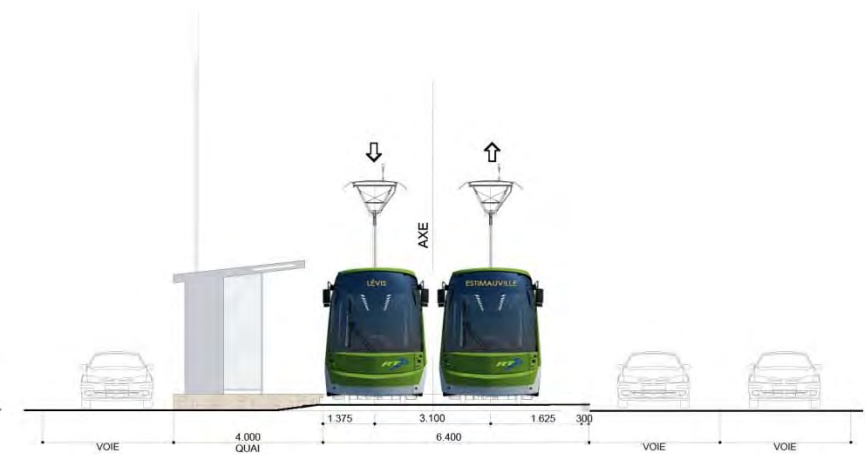
- LÉGENDE
- LH LUMINAIRE HAUT
 - LM LUMINAIRE MOYEN
 - LP LUMINAIRE PETIT
 - EA ÉCLAIRAGE ENCASTRÉ
 - B BOLLARD



Figure 9 : Station type à quais latéraux



COUPE / ÉLÉVATION LONGITUDINALE



COUPE / ÉLÉVATION TRANSVERSALE



LÉGENDE

- LH LUMINAIRE HAUT
- LM LUMINAIRE MOYEN
- LP LUMINAIRE PETIT
- EA ÉCLAIRAGE ENCASTRÉ
- B BOLLARD

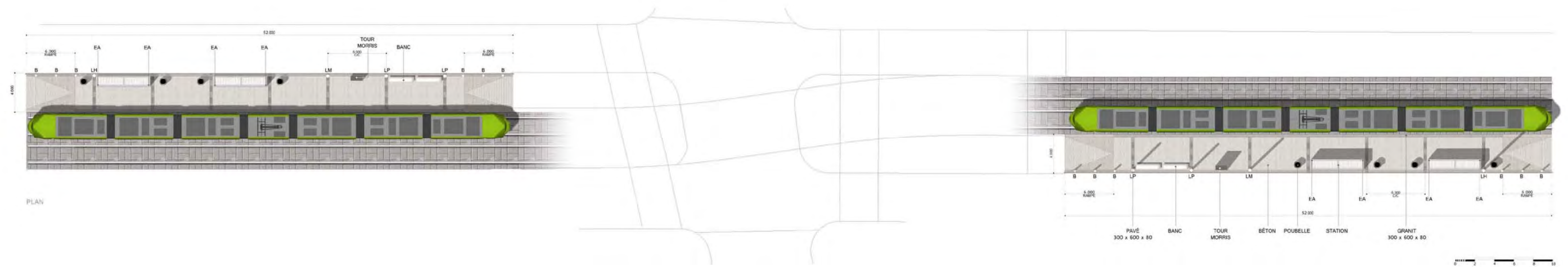
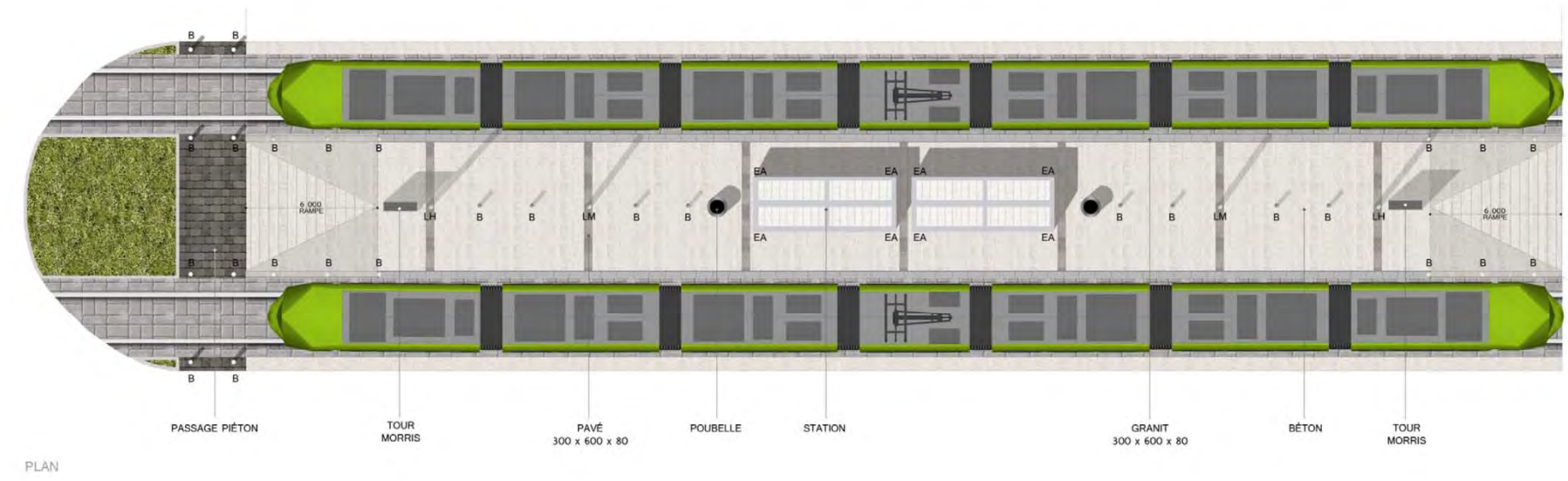
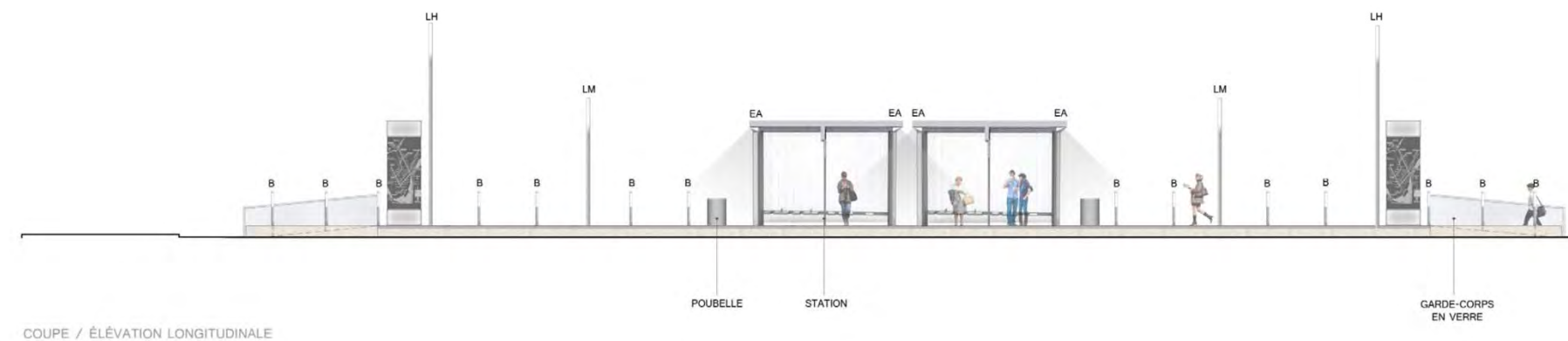


Figure 10 : Station type à quais latéraux décalés



- LÉGENDE
- LH LUMINAIRE HAUT
 - LM LUMINAIRE MOYEN
 - LP LUMINAIRE PETIT
 - EA ÉCLAIRAGE ENCASTRÉ
 - B BOLLARD



Figure 11 : Station type à quai central

2.3 TERMINUS

La venue du tramway de Québec et de Lévis, nécessite de revoir les réseaux de transports collectifs et de créer des pôles d'échanges entre les lignes de tramway et les différentes d'autobus.

De plus, compte tenu de l'achalandage prévu sur le tramway et plus spécifiquement des montées et descentes le long de la ligne, il est requis pour obtenir une adéquation entre l'offre et la demande de transport de créer, en plus des terminus de bout de ligne, des terminus partiels; terminus qui sont localisés en ligne.

Il y a sept (7) principaux pôles d'échanges sur la ligne Est-Ouest ; soit :

- station terminale Desjardins à Lévis;
- station 4^e Avenue à Lévis (également terminus partiel);
- station Presqu'île (localisation à finaliser) à Lévis;
- station De la Foresterie à Québec;
- station PEPS à Québec;
- station de correspondance Charest / Couronne et Dorchester à Québec, et;
- station terminale D'Estimauville à Québec.

Sur la ligne Nord-Sud on retrouve trois (3) pôles d'échanges importants en plus des stations de correspondance Charest / Couronne et Dorchester mentionnées ci-devant; soit :

- station terminale Grand-Théâtre;
- station Croix-Rouge (également terminus partiel), et;
- station terminale Galerie Charlesbourg.

Les terminus partiels servent à renforcer l'offre de transport aux heures de pointe entre les stations 4^e Avenue et D'Estimauville sur la ligne Est-Ouest et entre les stations Croix-Rouge et Grand-Théâtre sur la ligne Nord-Sud.

La Figure 12 ci-après montre l'aménagement des voies tramway aux terminus Galerie Charlesbourg et Desjardins. Ces terminus peuvent être exploités à la fois en avant-gare (heures de pointe) et en arrière-gare (heures creuses). L'intervalle technique minimum (le plus petit intervalle possible entre deux – 2 – rames sans marge de régularité) est d'environ 2 minutes et 15 secondes.

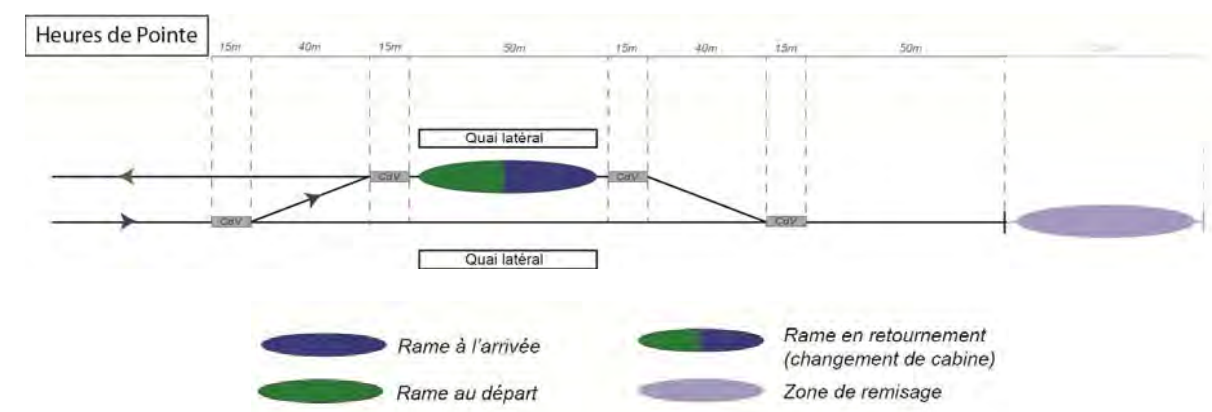


Figure 12 : Terminus d'arrière-gare à une position - Terminus Galerie Charlesbourg et Desjardins

La Figure 13 ci-après montre l'aménagement des voies tramway aux terminus Grand-Théâtre et D'Estimauville. L'intervalle technique minimum est d'environ 1 minute et 20 secondes.

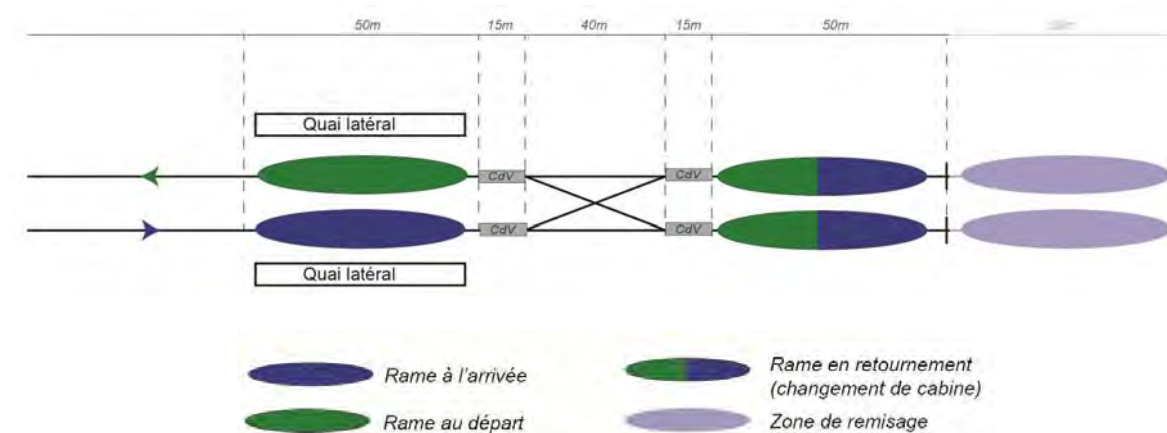


Figure 13 : Terminus d'arrière-gare à deux positions - Terminus Grand-Théâtre et D'Estimauville

Les configurations des terminus partiels tramway aux stations Croix-Rouge et 4^e Avenue sont respectivement schématisées aux figures Figure 14 et Figure 15 ci-après. L'intervalle technique minimum est d'environ 2 minutes et 45 secondes à Croix-Rouge et de 3 minutes à la station 4^e Avenue.

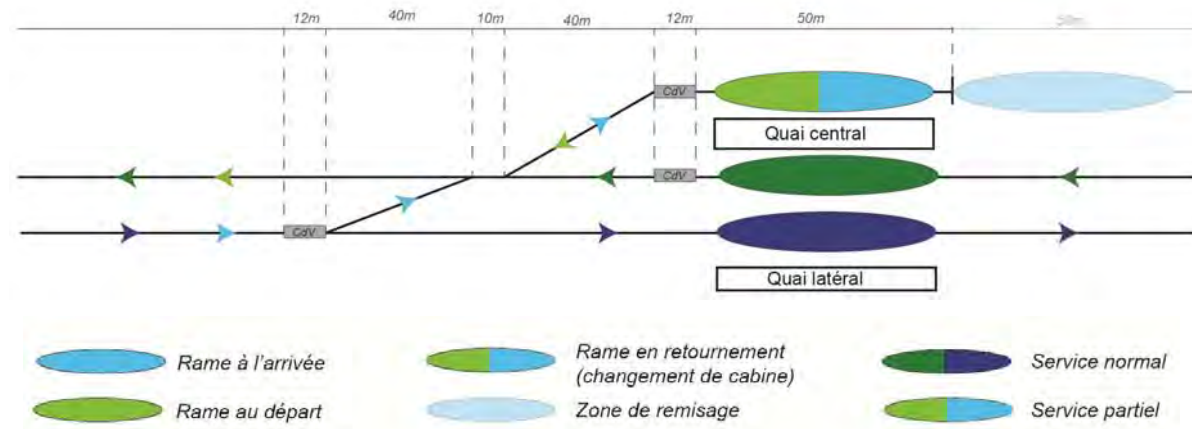


Figure 14 : Terminus partiel d'arrière-gare à une position - Terminus partiel Croix-Rouge

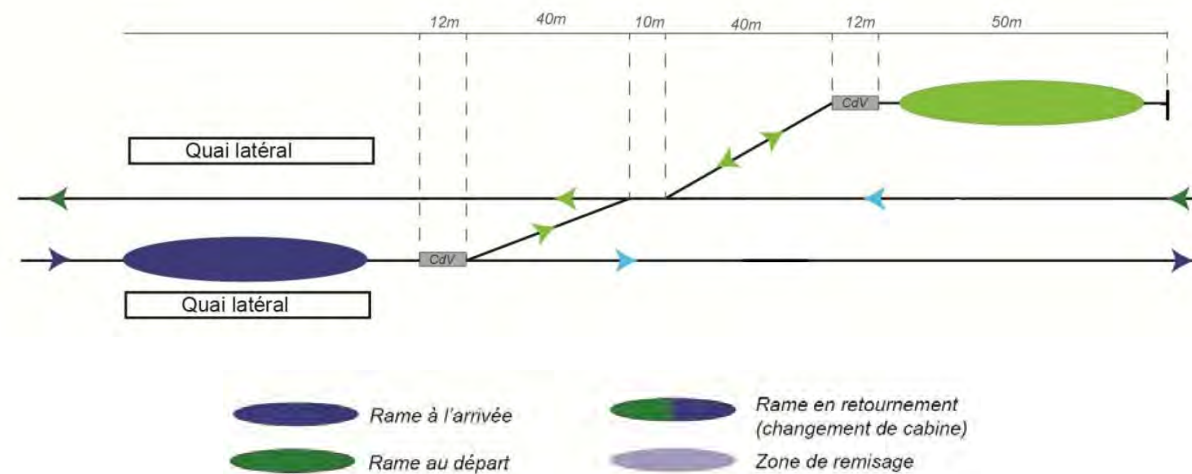


Figure 15 : Terminus partiel d'arrière-gare à une position - Terminus partiel 4^{ème} Avenue

3 DESCRIPTION DES INSTALLATIONS TECHNIQUES

3.1 PLATEFORME DU TRAMWAY, VOIE FERREE ET APPAREILS DE VOIE

3.1.1 Plateforme

La plateforme de la voie ferrée est constituée des trois (3) éléments suivants :

- de différentes couches de matériaux granulaires, réalisées suite au terrassement constituant la sous-fondation et la fondation;
- d'une première couche de fondation dite de fondation dont l'épaisseur dépend de la portance du terrain naturel et de l'épaisseur des différentes couches de matériaux granulaire;
- d'une seconde couche de béton dite de calage qui assure le maintien des traverses sur lesquelles les rails sont fixés.

D'une manière générale en milieu urbain, la plateforme est finie par la mise en place d'un revêtement perméable ou imperméable dit revêtement de la plateforme. La plateforme est drainée.

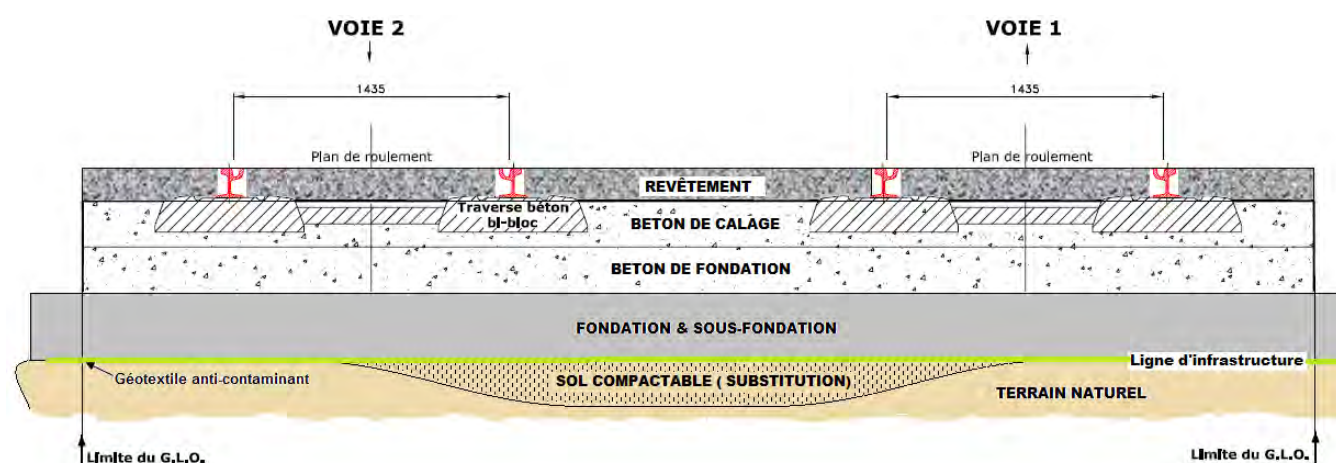


Figure 16 : Coupe type de la Voie Ferrée

3.1.2 Voie ferrée et appareils de voies

En dehors des tunnels et ouvrages d'art, la pose de voie retenue est une pose de voie classique sur traverses noyées dans le béton et la plateforme est revêtue. Selon la proximité des bâtiments la pose peut inclure un amortissement de 10 dBv (pose de semelles élastomères sous le rail) ou de 20 dBv (pose sur dalle flottante isolée par un tapis anti-vibration).

En tunnel et sur les ouvrages d'art, une pose directe est prévue (collage et/ou ancrage).

Dans les bâtiments des Centres d'Exploitation et d'Entretien les rails sont noyés dans la dalle du plancher pour permettre la libre circulation et posés sur pilotis là où il y a des fosses d'entretien.

Le rail a un écartement standard de 1,435 mètre. Deux (2) types de rails peuvent être utilisés : le rail à gorge et le rail vignoble. Le choix définitif sera fait en phase post étude de faisabilité.

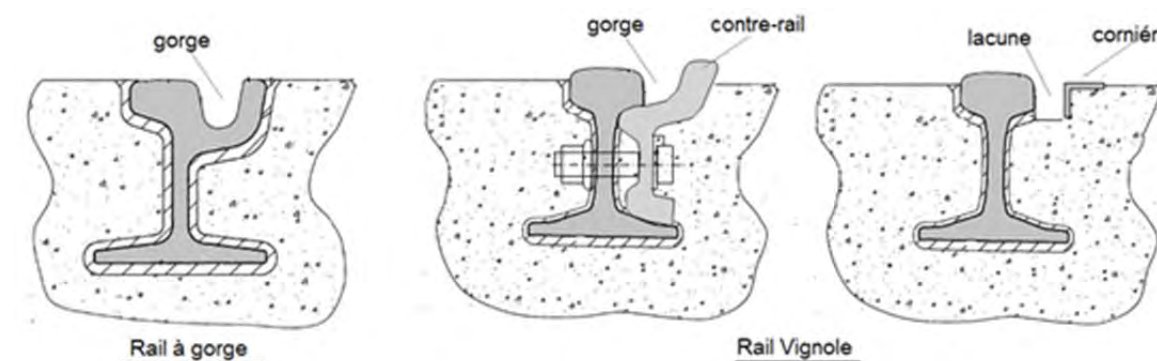


Figure 17 : Types de rail

Dans les courbes à faible rayon ($R < 80$ mètres) le rail est traité anti-usure et anti-crissement en usine.

3.1.3 Appareils de voies

Plusieurs composantes doivent être ajoutées au rail pour exploiter un tramway de façon sécuritaire ; entre autres :

- les communications qui permettent de passer d'une voie à l'autre;
- les branchements qui permettent à une voie de se séparer en deux ou inversement à deux voies de rejoindre;
- les traversées de voies qui permettent le croisement à niveau de deux voies;
- les appareils de dilatation qui permettent les variations de longueur du rail engendrées par les variations de température tout en assurant la continuité du roulement des rames;
- les taquets d'arrêt qui permettent de stopper une rame à très faible vitesse.



Figure 18 : Exemple de communication - (Tramway de Reims)

3.2 ALIMENTATION TRACTION

Le tramway de Québec et de Lévis est alimenté par une ligne de contact aérienne (LAC) à 750 V en courant continu.

Différents modes de supportage de la LAC sont utilisés dans le projet en fonction du site traversé. Les grandes familles sont :

- supports (poteau ou ancrage en façade) bilatéraux avec suspension sous transversal;
- poteaux latéraux avec suspension sous consoles couvrant une (1) ou deux (2) voies tramway;
- poteaux axiaux (entre les deux – 2 - voies tramway) avec suspension sous deux (2) consoles couvrant chacune une (1) voie;
- fixations sous ouvrages.

Les figures ci-dessous présentent des différentes grandes familles.



Figure 19 : Exemple poteaux latéraux avec suspension sous transversal (Tramway de Dijon)



Figure 20 : Exemple ancrages en façade latéraux avec suspension sous transversal (Tramway de Valenciennes)



Figure 21 : Exemple poteau latéral avec consoles couvrant les 2 voies tramway (Tramway de Dijon)



Figure 22 : Exemple poteau axial avec 2 consoles couvrant chacune 1 voie tramway (Tramway de Valenciennes)



Figure 23 : Exemple d'accrochage sous ouvrage avec bras de rappel compensé (Tramway d'Orléans)

Il est prévu de privilégier une ligne de contact régularisée (fils de contact maintenu à tension mécanique constante) afin de réduire le nombre de supports en alignement (± 1 support aux 40 mètres).

La LAC se situe normalement entre 6,00 mètres et 6,30 mètres au-dessus du plan de roulement du tramway pour ne pas interférer avec la circulation routière. La hauteur minimale de la LAC par rapport au plan de roulement est de $\pm 3,70$ mètres; cette limite étant fixée par la hauteur minimale de captation du matériel roulant choisi.

La LAC est alimentée par des sous-stations électriques réparties sur l'ensemble du tracé. Les sous-stations assurent la transformation de l'énergie alternative provenant d'Hydro-Québec en énergie continue ainsi que la distribution de cette énergie vers la LAC en toute sécurité. Le pré-dimensionnement des installations traction a démontré qu'il était requis d'avoir 25 sous-stations en ligne et une (1) à chacun des Centres d'Exploitation et d'Entretien. Certaines de ces stations ont un groupe redresseur, d'autres deux groupes redresseurs; chacun des groupes redresseurs ayant une puissance de 900 kW. La dimension d'une sous-station varie de $\pm 100 \text{ m}^2$ à 150 m^2 .

Pour obtenir une bonne efficacité énergétique, il est prévu de récupérer l'énergie de freinage des rames en mettant en œuvre les solutions technologiques suivantes :

- la réinjection par le matériel roulant sur la LAC (échange de puissance entre les rames en réinjection et les rames en traction);
- un matériel roulant équipé de rhéostat de freinage embarqué pour assurer une très bonne disponibilité du freinage électrique, et limiter l'usage du freinage mécanique (coûteux en entretien).

Pour assurer une très bonne disponibilité du système tramway, il est prévu de gérer et superviser les installations électriques du tramway à partir d'un Centre de Commande Énergie électrique tramway installé au PCC tramway. Cette gestion centralisée permet :

- de réagir très rapidement sur incident ou en fonction des conditions particulières d'exploitation (supervision temps réel);
- de faire de l'analyse approfondie et de l'aide à la maintenance (supervision en temps différé), afin de faciliter les interventions de maintenance sur site.

3.3 SYSTEME ET COURANT FAIBLE

Afin d'avoir un tramway efficace et sécuritaire, des systèmes doivent être mis en œuvre dans les stations, entre les stations et dans les rames.

Les systèmes requis dans les rames de tramway sont :

- système de communication voix;
- système d'aide à l'exploitation (SAE);
- système d'information aux voyageurs (SIV);
- système de vidéosurveillance;
- système de comptage de passagers;
- infrastructure STI (Systèmes de transport intelligent).

Les systèmes requis dans les stations sont les mêmes, sauf le SAE et les compte-passagers.

Les systèmes requis entre les stations sont : un système de vidéosurveillance, un système de signalisation ferroviaire (SIG F) et des infrastructures STI (Systèmes de transport intelligent).

La majorité de ces systèmes est reliée au poste de commande centralisé (PCC) en fonction des besoins de régularisation, d'entretien ou de surveillance via une dorsale de communication. Le poste de commande centralisé (PCC) est un endroit aménagé afin d'optimiser la régulation et l'exploitation des tramways par les membres du personnel du RTC. Les informations fournies par les systèmes déployés sur le réseau de tramways sont centralisées et affichées sur des postes de travail et sur un mur d'images (écrans). Les fonctionnalités du PCC sont fournies par les sous-systèmes qui suivent, sans s'y limiter :

- le Système d'Aide à l'Exploitation et Information Voyageurs (SAEIV);
- la Gestion Technique Centralisée (GTC, ou Centre de Commande Énergie);
- la supervision de la signalisation ferroviaire tramway;
- l'affichage des images des caméras de vidéosurveillance;
- communication radio avec les conducteurs.

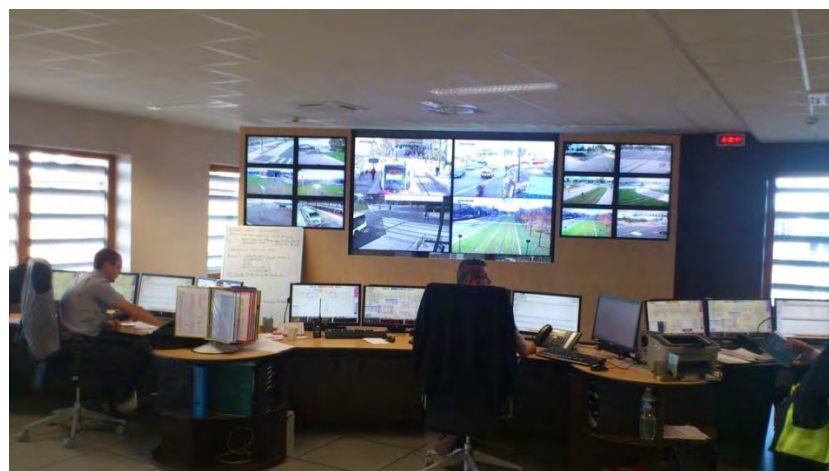


Figure 24 : Photo d'un PCC - Tramway de Dijon

Le système de billettique permet à la clientèle de valider, de se procurer ou de renouveler leur titre de transport. Il assure un moyen rapide et efficace aux usagers d'acquitter leurs droits de passage.

Les fonctionnalités rencontrées par le système de billettique, sans s'y limiter, sont :

- permettre de se procurer un titre de transport;
- permettre de renouveler un titre de transport;
- permettre le paiement électronique du titre (ex : carte de crédit, débit);
- permettre de valider un titre de transport;
- permettre de communiquer avec le système central de billettique (OPUS).

Pour ce faire, une distributrice automatique de titre (DAT) et un valideur de titre sont nécessaires en termes d'équipements.



DAT installée à l'extérieur dans la région de Besançon



Valideur de titre de l'AMT, situé à l'extérieur

Figure 25 : Exemples de DAT et de valideur de titres

Le système de communication voix permet au conducteur de chaque rame, le personnel d'entretien et aux voyageurs dans les rames, de pouvoir communiquer avec le poste de commande centralisé (PCC). Aussi, le personnel de l'entretien, du PCC et les voyageurs en station doivent pouvoir communiquer avec les services d'urgence (police, urgence santé, pompier) via un téléphone. Selon les liens de communication définis, le type de technologie est choisi (communication radio numérique, téléphonique, interphones, etc.).

Le système de compteur de passagers a pour but d'indiquer le niveau d'achalandage de la clientèle à bord des véhicules. Cette information est transférée au SAE en temps réel pour la régulation du réseau et archivée pour consultation future afin de permettre au planificateur de transport d'améliorer le niveau de service offert à la clientèle. Pour ce faire, il est prévu d'installer des capteurs infrarouges reliés à un contrôleur, à l'intérieur des rames de tramway au-dessus des portes du véhicule.

Le SAE sert à localiser précisément et en temps réel les véhicules afin d'avoir une vue globale du réseau de transport collectif et permettre sa régulation en temps réel dans le but d'améliorer la qualité du service. De plus, le système d'aide à l'exploitation sert à alimenter le système d'information aux voyageurs (SIV), puisqu'il permet d'informer en temps réel les voyageurs via les bornes d'information. Il est prévu d'ajouter le réseau de tramway au SAEIV futur prévu à ce jour par le RTC pour ses autobus (mise en service prévue par le RTC en 2017).

Le système d'information aux voyageurs (SIV) a pour but de diffuser de l'information à la clientèle désirant utiliser le tramway. L'information diffusée en temps réel doit permettre à la clientèle de prendre une décision éclairée sur les différents services offerts et selon l'état du service. Deux (2) moyens de communication sont préconisés en station et dans les rames : les bornes d'information voyageurs (BIV) et la diffusion vocale d'informations. L'utilisation de l'application mobile et du site web du RTC, dans le but de diffuser de l'information voyageurs sur le tramway en temps réel, pourra aussi être envisagée.



Exemple d'aménagement extérieur –
Afficheur de type DEL



Exemple d'aménagement intérieur –
Afficheur dans un tramway

Figure 26 : Exemples de bornes d'information en station et dans une rame de tramway

Le système de vidéosurveillance assure la sécurité de la clientèle, des infrastructures et aide le régulateur à détecter rapidement un problème de rame par une couverture des lieux en temps réel et différé via l'enregistrement vidéo. Ce système est constitué de caméras disposées à des endroits stratégiques afin de couvrir les aires des stations, du réseau de voies ferrées, les tunnels et l'intérieur des tramways. Les images captées sont acheminées vers le PCC et le CEE où elles sont analysées par le personnel assigné à la sécurité et enregistrées en temps réel pour référence future dans le cas d'un événement tel que du vandalisme ou des actes criminels. Les composants de ce système sont multiples et comprennent, sans s'y limiter : encodeur vidéo, blocs d'alimentation pour caméras, caméras fixes et mobiles, blocs d'alimentation pour caméras, serveurs d'archivage et analytiques pour les sites jugés à risques et critiques, parafoudre.

3.4 SIGNALISATION FERROVIAIRE

Le tramway circule principalement en site propre et le principe de conduite est la marche à vue. Ce principe consiste à régler la vitesse de déplacement en fonction de la distance de visibilité située en aval. Chaque conducteur de tramway est donc responsable de la marche de son véhicule. Il est mis en place un certain nombre de dispositifs et de systèmes lui permettant de piloter son véhicule en sécurité. Un de ces systèmes est la « signalisation ferroviaire ».

La signalisation ferroviaire tramway à plusieurs objectifs :

- permettre le mouvement des rames en sécurité sur les zones d'aiguillage (signalisation de manœuvre);
- gérer l'espacement entre les rames dans les zones à faible visibilité (signalisation d'espacement dans le tunnel) ;
- contribuer à l'optimisation de la gestion des mouvements des rames pour faciliter et rendre efficace l'exploitation (commande automatique des itinéraires, supervision du déplacement des trains et de l'état des équipements de signalisation).

La signalisation de manœuvre est mise en œuvre sur les zones de manœuvres telles que les terminus, les embranchements, le terminus partiel, le tunnel et les CEE. En dehors de ces zones de manœuvre, aucune signalisation ne fournit d'information au conducteur sur l'état d'occupation de la voie. Pour le présent projet, il est prévu une signalisation à commande d'itinéraires qui assure à la fois l'enclenchement des aiguilles, l'enclenchement de l'itinéraire avant l'autorisation et la gestion des incompatibilités des rames. La signalisation à commande d'itinéraire consiste à gérer le contrôle commande des éléments permettant d'effectuer ces parcours, soit :

- gérer les incompatibilités avec les autres itinéraires pour éviter les conflits de mouvement entre les rames;
- gérer l'enclenchement des aiguilles;
- d'autoriser un itinéraire si et seulement si, les appareils de voies concernés par cet itinéraire sont contrôlés et verrouillés;
- gérer l'autorisation de parcours de l'itinéraire (signal d'itinéraire).

La commande d'itinéraire en ligne peut être réalisée de façon automatique, manuelle depuis la rame par le conducteur à partir du pupitre de conduite ou manuelle à partir d'un boîtier de commande à pied d'œuvre (mode dégradé).

La commande d'itinéraire aux CEE n'est pas effectuée par le conducteur, mais par un régulateur au PCC puisqu'il a une vision globale des déplacements sur le site.

La signalisation d'espacement des rames est utilisée dans les zones à faible visibilité ; courbes en tunnel. La partie du réseau considérée est découpée en différentes zones appelées « cantons ». L'accès à un canton est seulement autorisé si celui-ci n'est pas occupé par une autre rame. Le dispositif de détection de rame le plus adapté dans ce cas est le compteur d'essieux. La détection par circuit de voie est également possible.

La supervision en temps réel du déplacement des trains et de l'état des équipements de signalisation se fait par un opérateur au Poste de Commande Centralisé (PCC). Son poste de travail lui permet de :

- disposer des informations des zones signalisées en ligne et aux dépôts;

- commander les itinéraires de la zone des dépôts;
- sélectionner chaque zone signalisée;
- suivre l'état de tous les équipements terrains;
- visualiser les rames;
- etc.

En temps différé, l'information recueillie peut aider le personnel d'exploitation et d'entretien, l'ensemble des informations étant enregistré et consultable facilement.

Pour le présent projet, les préconisations sont les suivantes :

- mise en œuvre de signalisation ferroviaire de manœuvre : pour chaque terminus, terminus partiel, pour chaque croisement de ligne (accès aux CEE, croisement des lignes Est-Ouest et Nord-Sud), et à l'intérieur des CEE;
- mise en œuvre d'une signalisation d'espacement dans le tunnel.

3.5 SIGNALISATION LUMINEUSE DE TRAFIC

Pour que le système de transport collectif tramway soit attractif, il est nécessaire que la vitesse commerciale des rames de tramway soit élevée. Pour cela, il est conseillé que le système tramway bénéficie de la priorité de passage absolue aux intersections routières gérées par signalisation lumineuse de trafic. Pour que le principe de la priorité absolue fonctionne bien, le système de priorité respectera les principes de base suivants :

- en fonctionnement normal (hors mode dégradé), toutes les rames de tramway bénéficieront d'une priorité absolue;
- le paramétrage des divers délais d'approche mis en jeu sera facile (réglages initiaux et mises à jour);
- la solution sera robuste aux aléas de progression des rames de tramway et aux pannes de certains capteurs mis en jeu;
- les appels de préemption pour les véhicules d'urgence et les phases pour piétons en cours dans l'axe perpendiculaire au tramway, particulièrement lorsque le temps alloué pour la traverse est élevé, sont des cas où le tramway ne pourra avoir la priorité absolue.

Il est prévu, pour le tramway de Québec et de Lévis, de traiter les demandes de priorité de façon centralisée par un poste de régulation centralisé de gestion du trafic routier.

Il y a actuellement 105 carrefours munis de feux de circulation qui sont traversés par le tracé du tramway de Québec et de Lévis, soit 86 sur le territoire de la Ville de Québec et 19 sur le territoire de la Ville de Lévis. La plus grande partie des feux existants (69, dépendamment des variantes de tracé notamment sur la ligne Nord-Sud au niveau des rues de la Couronne et Dorchester) devront être modifiés afin d'intégrer le projet du tramway alors que les autres devront être démantelés. Des feux devront aussi être installés à d'autres intersections qui ne sont actuellement pas munis de feux (à 44 intersections, dépendamment des variantes de tracé notamment sur la ligne Nord-Sud au niveau des rues de la Couronne et Dorchester). Il est prévu d'installer, avec la mise en place du tramway :

- un système de détection des rames de tramway, non pas à l'aide de boucles de détection mais à l'aide de systèmes de géolocalisation dans les rames, reliés au SAE (Système d'aide à l'Exploitation – voir chapitre sur les Systèmes et courants faibles);
- un système de détection des véhicules aux intersections. Aussi, sur le pont de Québec, les véhicules routiers devront être détectés pour donner priorité au tramway et vider la voie en avant de lui pour éviter qu'il soit pris dans la congestion. Pour ces détections de véhicules, un système non-intrusif (radars, caméras) est le mode retenu pour le projet de tramway de Québec et de Lévis¹. Sur les rues secondaires perpendiculaires au tracé toutefois, les boucles existantes de détection pourront être conservées;
- des contrôleurs : actuellement, sur l'ensemble des tracés du projet, différents types de contrôleurs existent et la majorité d'entre eux ne sont pas adaptés pour intégrer la priorité véhiculaire et du tramway. Dans le but d'uniformiser les équipements, ils seront tous remplacés par des nouveaux contrôleurs de feux de circulation qui auront suffisamment de flexibilité et de fonctionnalités afin d'assurer une intégration dans le milieu environnant. Ils seront en mesure

¹ En effet, il est à noter que la détection par boucles est sensible à la variation des champs magnétiques et la proximité des caténaires pourrait donc influencer sur celles-ci. De plus, la détection par boucle n'offre pas la redondance avec le système de vidéosurveillance prévu dans les systèmes et courants faibles du projet (cas de défaillance d'un système).

d'intégrer plusieurs caractéristiques spécifiques, dont entre autres, la préemption et « Transit Signal Priority » (TSP), la communication avec le centre de contrôle (PCC), la possibilité de coordination entre différentes intersections; la priorité pour les véhicules d'urgence, etc.;

- des signaux lumineux et d'aide à la conduite (voir Figure 27) : les signaux lumineux placés le long de la voie à l'approche d'une intersection permettent au conducteur de tramway d'adapter sa vitesse. Les informations minimales à présenter au conducteur de tramway sont :
 - feu du haut : signal d'arrêt, généralement une barre horizontale;
 - feu du milieu : signal d'annonce d'arrêt, généralement un rond centré;
 - feu du bas : signal traversé de l'intersection autorisée, généralement une barre verticale;
 - un quatrième feu permet de fournir au conducteur tramway des informations sur le système de priorité, la détection et prise en compte d'une rame de tramway, la signalisation qu'un changement d'état va se produire dans quelques secondes.

Il est à noter qu'une normalisation de la signalisation pour les tramways devra faire partie du tome V - Signalisation du MTQ (Ministère des transports du Québec).

Selon la configuration des intersections et l'insertion qui y est proposée du tramway, la localisation et les équipements de signalisation lumineuse y sont définis dans le projet. La Figure 28 illustre un cas de figure spécifique de carrefour avec station et tramway en position axiale, à titre d'exemple.

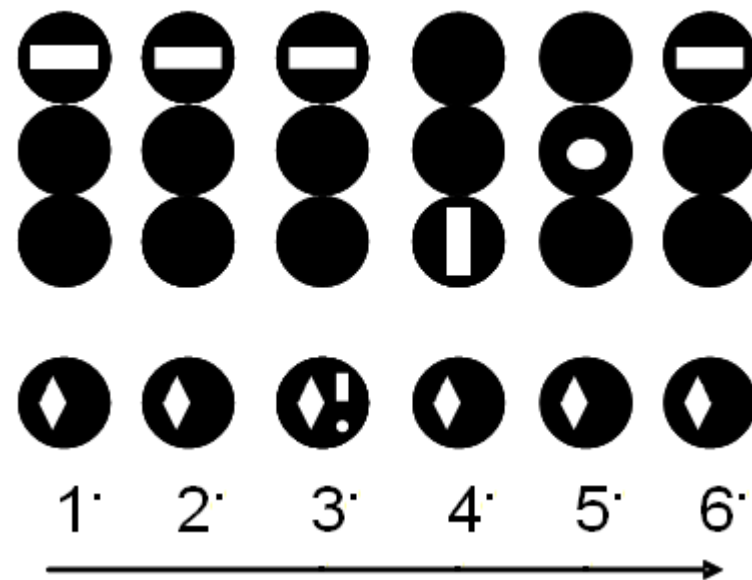


Figure 27 : Exemple d'enchaînement des signaux pour conducteur tramway

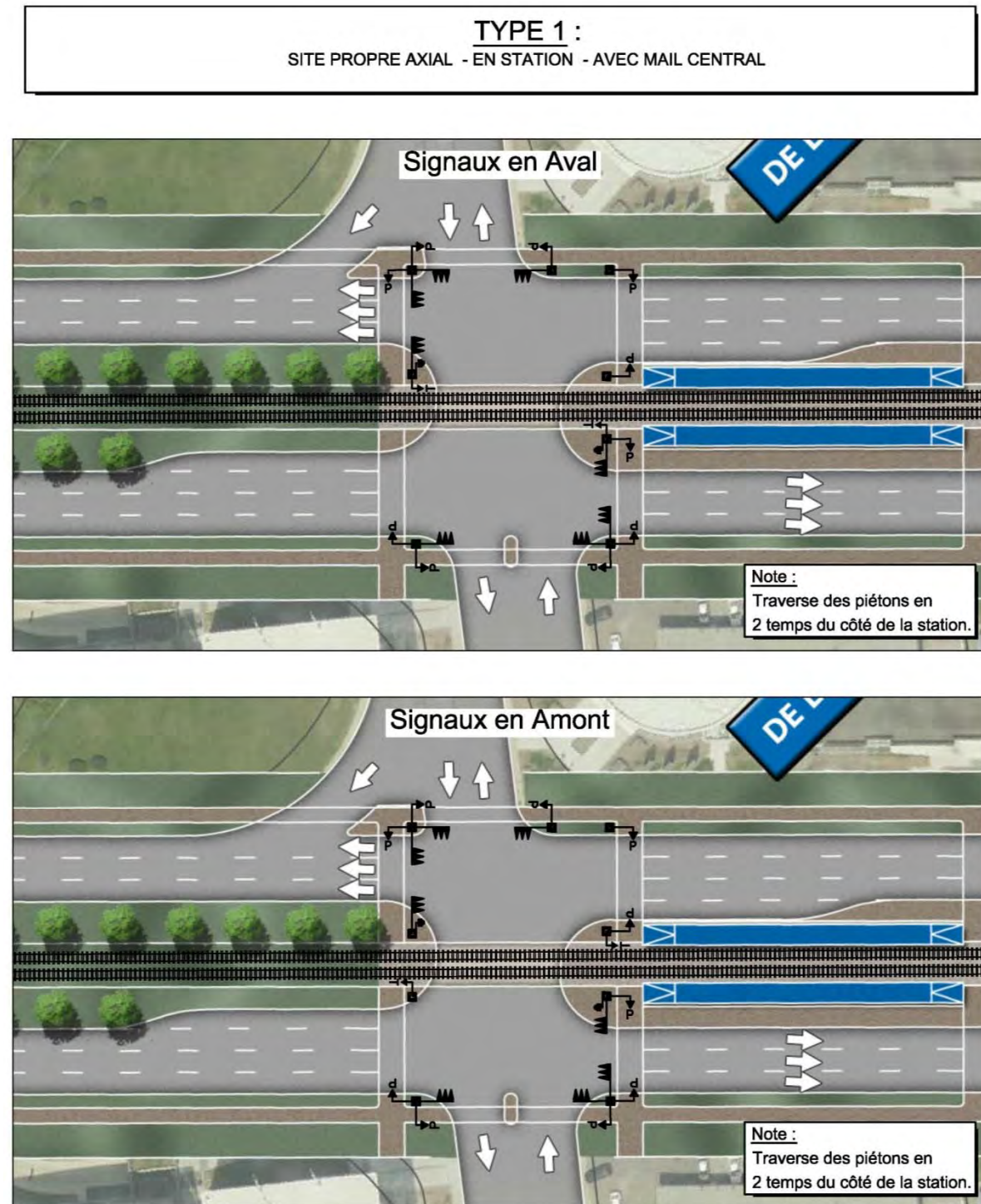


Figure 28 : Disposition des signaux lumineux aux carrefours pour le tramway en site propre en position axiale - en station - avec mail central

4 CENTRES D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN

Un (1) Centre d'Exploitation et d'Entretien (CEE) est un site où s'effectuent la gestion et l'entretien du système tramway ainsi que le remisage du matériel roulant.

Pour un parc de matériel roulant et un réseau de tramway étendu comme celui de Québec et de Lévis, il est préférable de privilégier un deuxième CEE ce qui permet de réduire les distances à parcourir en haut le pied (hors voyageurs) par chaque rame en début et en fin de service.

Deux (2) Centres d'Exploitation et d'Entretien sont donc prévus ; l'un dit Principal sur le territoire de Québec (Site Verdun) et l'autre dit Secondaire sur le territoire de Lévis (localisé entre les rues Plante et Perreault).

Le CEE principal dispose de toutes les fonctionnalités pour l'exploitation et l'entretien du système tramway. Pour le CEE secondaire, il n'est pas nécessaire de recréer toutes les fonctionnalités ; par exemple, les postes de travail pour les grandes révisions et les opérations réparations peu courantes (carrosserie, peinture...). Toutefois, les révisions et entretiens journaliers et le remisage d'une partie de la flotte y sont prévus.

Au CEE principal (voir Figure 29) on retrouve essentiellement :

- une station-service (lavage, mise à niveau des consommables et aspiration centralisée);
- une halle de maintenance avec :
 - 3 voies plain-pied (1 voie de dépose d'organe, 1 voie de levage et 1 voie de reprofilage),
 - voies sur pilotis avec fosses et passerelles pour effectuer les visites préventives prévues au plan de maintenance,
 - des ateliers de maintenance pour les différentes spécialités (mécanique, électronique, cabine de peinture, etc.);
 - le magasin;
 - les bureaux pour le personnel d'exploitation et d'entretien;
 - le PCC;
 - un bâtiment pour l'entretien des installations fixes;
 - un bâtiment pour le remisage des rames (capacité de 51 rames de 43 mètres);
 - un poste de garde;
 - une sous-station électrique;
 - une voie d'essai de 300 mètres.

Il est à noter que l'ensemble des équipements centraux seront installés dans le CEE principal, regroupés dans le PCC (Poste de commande centralisé) à savoir :

- la GTC (Gestion technique centralisée);
- la supervision de la signalisation ferroviaire;
- les systèmes de communication radio, diffusion vocale et de vidéosurveillance;
- le SAEIV (Système d'Aide à l'Exploitation et Information Voyageurs);
- le système de gestion de la billettique (OPUS).

Le terrain est aménagé pour permettre le stationnement du personnel de l'exploitant et des visiteurs.

Au CEE secondaire (voir Figure 30) on retrouve essentiellement :

- une station-service (lavage, mise à niveau des consommables et aspiration centralisée);

- une halle de maintenance avec:
 - 3 voies (plain-pied et sur pilotis);
 - des ateliers de maintenance;
 - le magasin;
 - les bureaux pour le personnel d'exploitation et d'entretien.
- un bâtiment pour l'entretien des installations fixes;
- un bâtiment pour le remisage des rames (capacité de 21 rames de 43 mètres);
- une sous-station électrique.

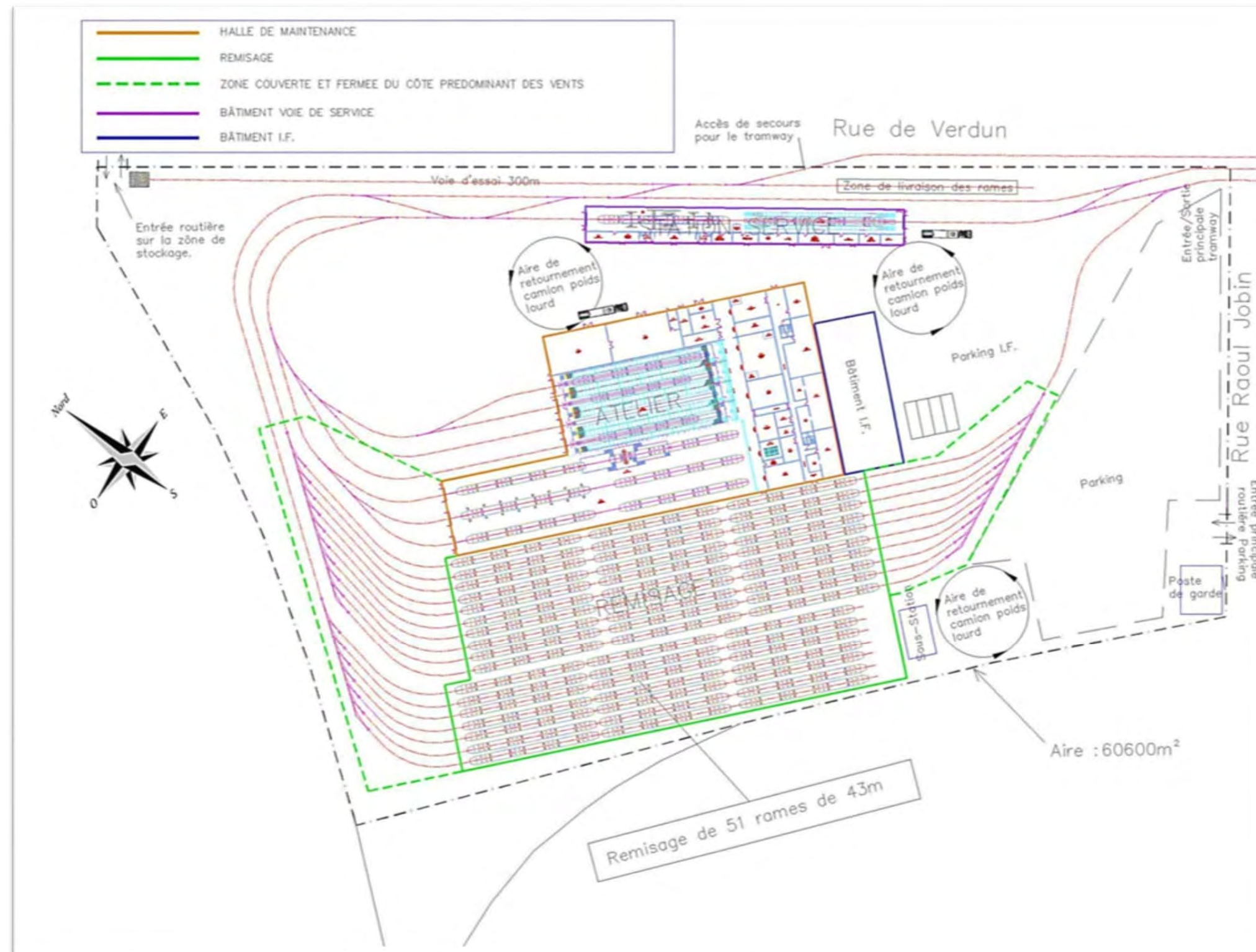


Figure 29 : Plan masse du CEE Principal - rue de Verdun, Québec

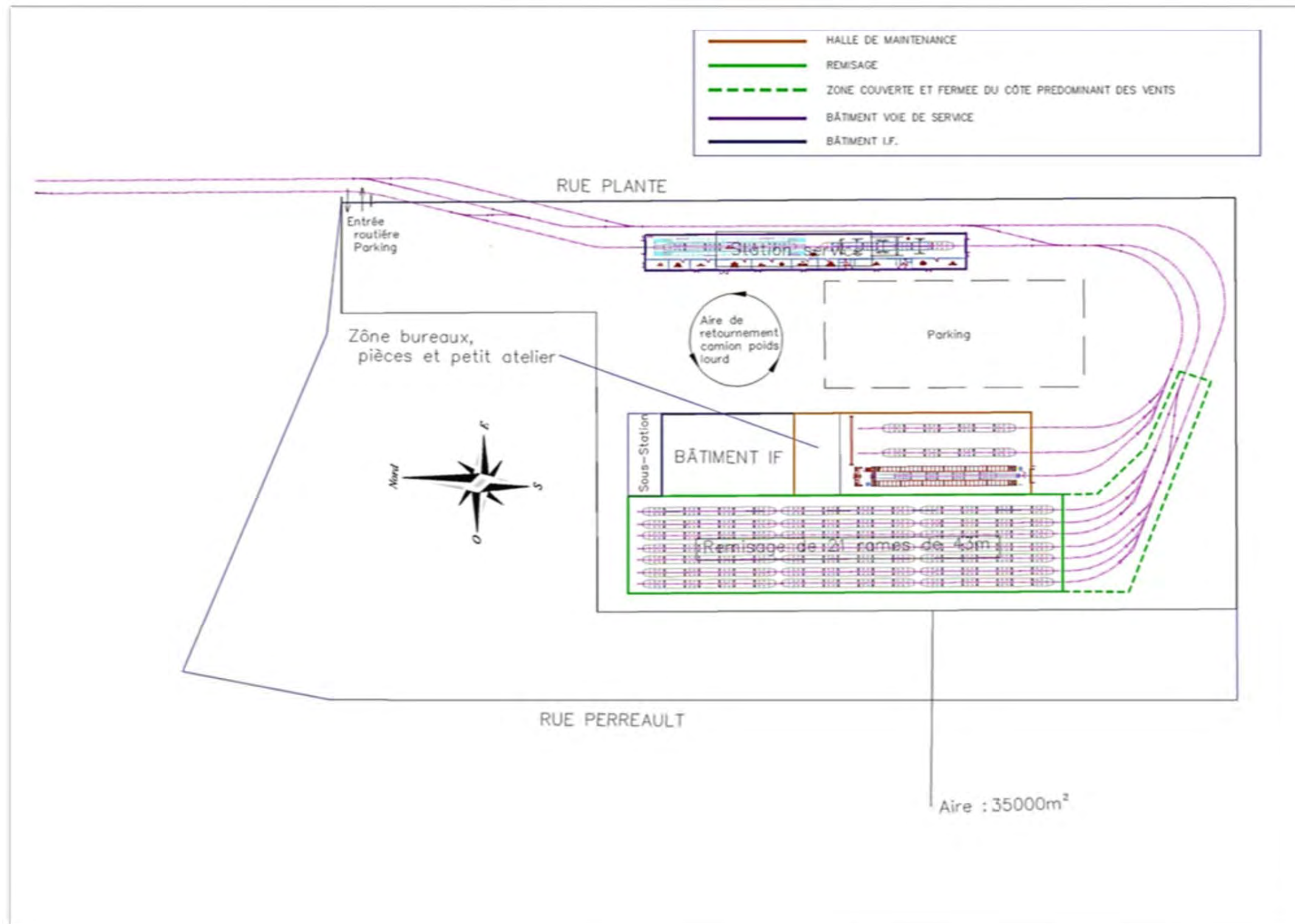


Figure 30 : Plan masse CEE Secondaire - rue Plante, Lévis

5 INSERTION URBAINE

5.1 PARTIE ARCHITECTURALE

Sur le territoire de la Ville de Québec, on retrouve essentiellement trois (3) types ; soit :

- Type 1 : emprise de 22 mètres et moins;
- Type 2 : emprise de 22 à 30 mètres;
- Type 3 : emprises de 30 mètres et plus.

Sur le territoire de la Ville de Lévis, deux (2) types d'emprises s'appliquent tel qu'illustré aux pages suivantes; soit :

- Type A – Lévis : une emprise avec une banquette arborée d'un seul côté de la rue,
- Type B – Lévis : une emprise avec une banquette arborée des deux (2) côtés de la rue.

Les figures suivantes présentent différents types d'insertions « tramway » sur les boulevards Laurier et Charest (St-Sacrement), sur le boulevard Charest (Dorchester) et sur le boulevard Wilfrid-Hamel. D'autres figures sont présentées dans la Partie 3 (SRB) où on y voit entre autres une insertion dans une emprise de 22 mètres et moins sur la 1^{ère} Avenue (des Peupliers) à Québec.

Chacune de ces emprises est composée de la plateforme du tramway, de voies routières, de trottoirs et lorsque l'emprise le permet de terre-pleins et / ou de banquettes arborées.

La plateforme du tramway, selon le milieu dans lequel elle s'insère, est soit finie jusqu'au niveau supérieur du rail par un revêtement de béton désactivé, de béton bitumineux ou d'un gazon. Les bordures qui délimitent de part et d'autre cette plateforme sont en granite.

Les voies routières ont, comme aujourd'hui, un revêtement en béton bitumineux standard; sauf aux carrefours tramway / voies routières où le revêtement de la voirie sera adapté (jeux de couleur et de texture), pour bien faire ressortir l'emprise du tramway.

Les bordures sont en granit alors que les trottoirs sont en béton.

Là où la largeur de l'emprise le permet, des terre-pleins et / ou des banquettes arborées sont aménagés en utilisant des essences adaptées et éprouvées sur le territoire des Villes de Québec et de Lévis. Les arbustes présents sur les trottoirs sont localisés aux 6 à 10 mètres. Il n'est pas prévu de grille.

L'éclairage est adapté selon le type de rue où s'insère le tramway. Par exemple :

- pour les boulevards et rues principales, il est prévu des lampadaires sur fût entre 12 et 15 mètres de haut à potences longues, de 250 W SHP à lentille plate pour un effet CUTOFF;
- pour les rues secondaires, il est prévu des lampadaires sur fût de 10 mètres de haut à potences, de 150W SHP à lentille plate pour un effet CUTOFF;
- à certains endroits, proche des parcs ou sentiers restreints, il est prévu des lampadaires décoratifs et sur fût de 8 mètres de haut avec ampoule de 70W SHP.

Dans les études subséquentes, il sera pertinent de regarder la possibilité d'installer des luminaires au DEL pour réduire la puissance consommée et d'utiliser des colonnes lumineuses comme alternative / complément aux lampadaires décoratifs.

Il est également prévu des bancs et des corbeilles de propreté. Les bancs sont aménagés tous les 100 mètres et cet intervalle est raccourci pour tenir compte des intersections nécessitant un bac de repos et / ou un terrain en pente. La localisation des corbeilles de propreté suit l'emplacement des bancs.



Figure 31 : Emprise type de largeur supérieure à 30 mètres - Tramway - Boulevard Laurier, Québec



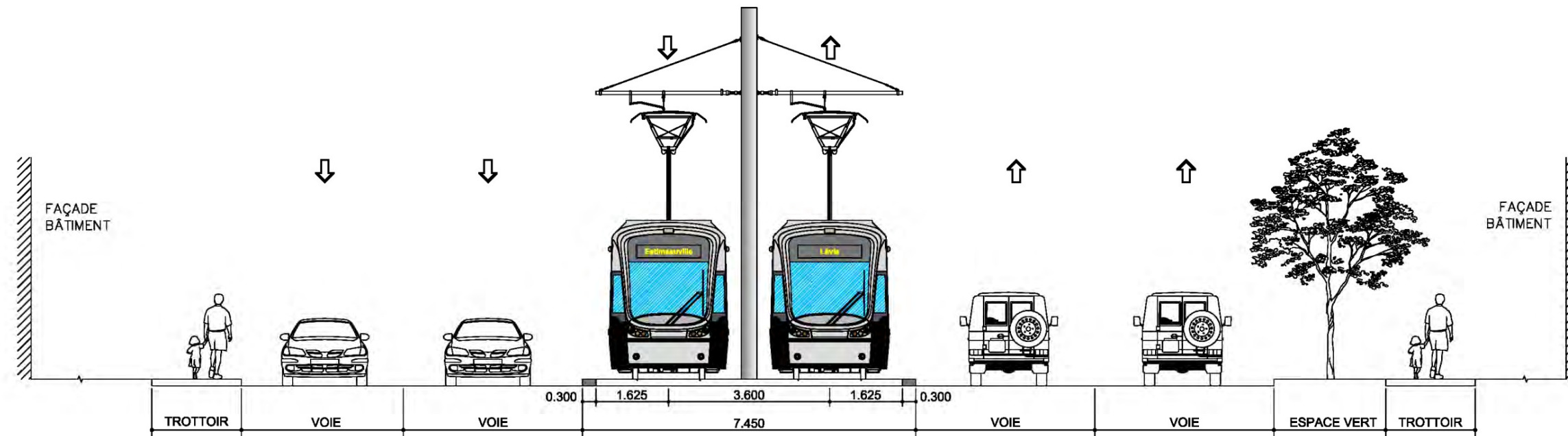
Figure 32 : Emprise type de largeur supérieure à 30 mètres - Tramway - Boulevard Charest (St-Sacrement), Québec



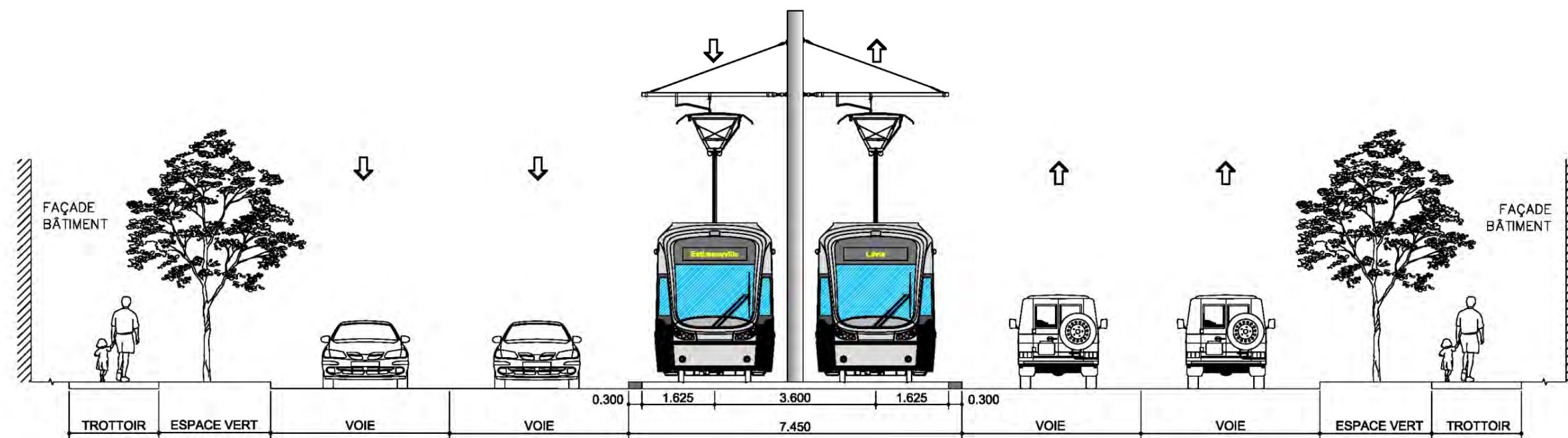
Figure 33 : Emprise type de largeur de 22 à 30 mètres - Tramway - Boulevard Charest (Dorchester)



Figure 34 : Insertion latérale - Tramway - Boulevard Wilfrid-Hamel (Amphithéâtre)



Emprise type A : un (1) côté planté



Emprise type B: deux (2) côtés plantés

Figure 35 : Deux (2) emprises types pour le tracé du tramway à Lévis

5.2 PISTES CYCLABLES

Le Service de l'aménagement du territoire de la Ville de Québec a élaboré un Plan directeur du réseau cyclable. L'insertion du tramway sur le territoire de Québec a pris en compte le plan du réseau cyclable existant et projeté émis le 14 novembre 2012 par la Division transport du Service de l'aménagement du territoire de la Ville de Québec. En effet là où il existe un réseau cyclable il a été conservé. Là où un réseau cyclable est projeté, le projet tramway l'a inclus dans son insertion.

Il existe seulement une exception, soit sur le boulevard Sainte-Anne, entre les avenues Mailloux et D'Estimauville, où une piste cyclable est projetée au Plan directeur du réseau cyclable. La prise en compte de cette piste cyclable nécessitant ou l'acquisition de 1,0 mètre de plus de part et d'autre l'emprise existante ou de réduire les voies routières de 7,5 mètres à 6,5 mètres de part et d'autre de la plateforme, il a été jugé à ce stade-ci des études de ne pas l'inclure dans le projet tramway ; une alternative pouvant être recherchée dans les prochaines phases des études.

Sur le territoire de Lévis, la piste cyclable entre la rue du Sault et le pont de Québec est conservée.

5.3 OUVRAGES D'ART

En plus du pont de Québec, on dénombre dix-huit (18) ouvrages d'art sur le tracé du tramway. La majeure partie est franchie par le tramway, d'autres enjambent le tracé du tramway.

Dans le cadre de la présente étude de faisabilité, un travail de vérification de ces ouvrages a été réalisé afin de voir si les structures, dans leur état actuel et jusqu'au moment de la mise en service commerciale de l'ensemble de la ligne en 2026, peuvent permettre le passage du tramway. Dans le contexte de l'étude de faisabilité technique du tramway, aucune visite terrain n'a été effectuée, hormis pour les deux (2) structures du CN, et les vérifications ont consisté à la revue des plans de référence lorsque disponibles et autres intrants reçus.

Le tableau ci-après présente les ouvrages d'art rencontrés sur les tracés Nord-Sud et Est-Ouest par tronçon et les interventions actuellement prévues sur ces ouvrages.

En plus de ces ouvrages, quelques tunnels piétons sont franchis par le tramway dans le secteur de l'Université Laval. Ces ouvrages seront partiellement démolis et reconstruits.

Tableau 4 : Ouvrages d'art rencontrés sur les tracés Nord-Sud et Est-Ouest du tramway de Québec et de Lévis

Tracé	Tronçon	PK	Identification	Intervention
Nord-Sud	4	43+630	Pont Lavigueur / rue de la Pointe-aux-Lièvres au-dessus de la rivière St-Charles	Remplacement de pont
Nord-Sud	6	45+800	Pont CN 1 ^{re} Avenue	La partie Sud est conservée et la partie Nord est remplacée
Est-Ouest	1 variantes a et b	20+270	Route 132 / Voie ferrée (bretelle Av des Hôtels)	Aucun travail
Est-Ouest	1 variantes a et b	20+480	Route 132 / Charles-M-Monsarrat & voie ferrée	Remplacement de pont
Est-Ouest	1 variantes a et b	20+820	Route 132 / Ch. St-Louis	Remplacement de pont
Est-Ouest	1 variantes a et b	21+000	Nouvel étagement route 132 et avenue des Hôtels	Construction
Est-Ouest	7	29+400	Boul. Charest & voie ferrée CPR	Remplacement du pont
Est-Ouest	9	32+060	Boul. Charest/Dufferin-Montmorency	Aucun travail
Est-Ouest	10	32+800	Boul Jean-Lesage / Pont Samson (au-dessus de la rivière St-Charles)	Remplacement du pont
Est-Ouest	10	33+050	Boul. Jean-Lesage/Duferrin-Montmorency	Aucun travail
Est-Ouest	11	34+400	Pt CN sur Canardière	Remplacement du pont
Lévis	A1	72+740	Pont de la Route 132	Pas de renforcement ni de remplacement
Lévis	A1	72+300	Pont Dominion	Travaux de renforcement
Lévis	B	69+930	Ponceau Ruisseau Cantin	Remplacement
Lévis	D	66+475	Rivière Etchemin	Renforcement si faisable ou Remplacement
Lévis	S	66+200	Portique de la Route 132 (tunnel piste cyclable)	Renforcement
Lévis	D	64+438	Pont Rivière à la Scie	Pas de remplacement ni d'élargissement
Lévis	E	62+250	Ponceau Ruisseau Rouge	Remplacement

6 CARACTERISTIQUES DU MATERIEL ROULANT DU TRAMWAY

Technologie

La technologie retenue pour le matériel roulant est un tramway à roulement fer, à plancher bas et alimentation électrique par ligne aérienne de contact (LAC) à 750 Vcc.

Le véhicule est de type articulé, bidirectionnel et composé de modules. Sa longueur est d'environ 33 mètres et sa largeur de 2,65 mètres.

Afin d'augmenter leur capacité initiale, les véhicules sont conçus pour rendre possible un allongement à environ 43 mètres. Cette opération peut soit être faite à l'origine ou après la mise en service commerciale. Dans le présent projet, il est prévu des rames de 43 m à l'origine.

Cabine de conduite

Chaque extrémité du véhicule est équipée d'une cabine de conduite. Les deux (2) cabines sont identiques. La cabine de conduite est séparée et isolée du compartiment voyageur par une paroi mobile permettant l'accès au conducteur.

Les commandes et les contrôles mis à la disposition de l'agent de conduite sont étudiés dans un souci d'ergonomie.

La disposition du siège du conducteur et des différentes commandes installées dans le poste de conduite, les montants structurels du bout avant, la forme du pare-brise, la position et le balayage de l'essuie-vitre, tiennent compte des dimensions anthropométriques du personnel de conduite qui peuvent varier de 1,52 mètre à 1,95 mètre. Chaque cabine est équipée de son système de chauffage et de réfrigération

Cabine voyageur

Les aménagements intérieurs à proximité des portes facilitent le flux des voyageurs. Tous les voyageurs ayant accès au véhicule, sauf cas particulier des usagers de fauteuils roulants, peuvent se déplacer dans ou entre les modules sans rencontrer d'obstacles fixes constitués par les composantes du véhicule.

Il est prévu au moins deux (2) espaces pour utilisateurs de fauteuil roulant. Un système de sécurité permet de maintenir le fauteuil roulant lorsqu'il est positionné dans l'espace qui lui est réservé.

Les sièges sont individualisés et positionnés dans le sens transversal au déplacement du véhicule. Le nombre minimal de sièges fixes est de 50. En compléments, des sièges à assise relevable seront prévus afin d'augmenter la capacité en places assises en heures creuses.

Les performances du système (température intérieure, homogénéité, vitesse d'air, etc.) sont adaptées pour les conditions de la région de Québec. Le système est conçu pour prévenir la formation de condensation dans le véhicule.

Information des voyageurs

Les informations destinées à aider les voyageurs à se déplacer sur le réseau sont disponibles sur et dans les rames pour tous les voyageurs y compris les malvoyants et les malentendants. Ces informations comprennent entre autres :

- des visuels de destinations sur chaque face avant du véhicule;
- deux (2) informations visuelles de destination réparties sur chaque face latérale du véhicule;
- des informations visuelles types autocollants, servant à renseigner les voyageurs sur le réseau de transport (plan de ligne et/ou du réseau);
- des informations visuelles, type afficheur à LED, placées dans chaque espace voyageur indiquant la destination du véhicule, le nom de la prochaine station, les correspondances;
- des informations sonores réalisées sous forme d'annonces enregistrées indiquant la destination du véhicule et le nom de la prochaine station.

Le tableau ci-après présente de façon sommaire les principales caractéristiques du matériel roulant :

Tableau 5 : Principales caractéristiques du matériel roulant du tramway de Québec et de Lévis

Caractéristiques	Valeur pour rame de 33 m	Valeur pour rame de 43 m
Nombre de places	Environ 200 places assises et debout (4 personnes/m ²)	Environ 260 places assises et de bout (4 personnes/m ²)
Gabarit statique	2,65 m en alignement droit	2,65 m en alignement droit
Gabarit dynamique	2,95 m en alignement droit	2,95 m en alignement droit
Gabarit limite d'obstacle (GLO)	3,25 m en alignement droit	3,25 m en alignement droit
Amplitude de captation	Entre 3,7 m et 6,3 m	Entre 3,7 m et 6,3 m
Hauteur du plancher	30 cm	30 cm
Motorisation	100%	75%
Rayon minimal de courbure en plan	Recommandé = ou > à 50 m Minimal absolu : 25 m	Recommandé = ou > à 50 m Minimal absolu : 25 m
Rayon minimal en profil en long	En creux : > 500 m En bosse : > 700 m	En creux : > 500 m En bosse : > 700 m
Vitesse maximale en exploitation (1)	70 km/h	70 km/h
Accélération moyenne (1)	Entre 0 et 40 km/h : 1 m/s ²	Entre 0 et 40 km/h : 1 m/s ²
Accélération instantanée (1)	Inférieur ou égale à 1,3 m/s ²	Inférieur ou égale à 1,3 m/s ²
Frein de service	0 à 1,2 m/s ²	0 à 1,2 m/s ²
Frein d'urgence	1,2 à 2,8 m/s ²	1,2 à 2,8 m/s ²
Frein de sécurité	1 m/s ²	1 m/s ²
Pente maximale	= ou < 8% en alignement droit	= ou < 8% en alignement droit

Note 1 : En charge maximale (6 personnes/m²), en alignement droit, en palier et sous tension nominale de 750 V.

7 EXPLOITATION DU RESEAU

Les tracés Est-Ouest et Nord-Sud se croisant dans le quartier Saint-Roch, l'exploitant du système pourrait éventuellement exploiter le système sous forme de quatre (4) lignes si les aiguillages requis sont mis en place, soit :

- 1. Ligne Est-Ouest;
- 2. Ligne Nord-Sud;
- 3. Ligne Nord-Ouest;
- 4. Ligne Ouest-Sud.

Les liaisons Est-Sud et Est-Nord ne sont pas possibles puisqu'elles nécessiteraient pour mettre les aiguillages requis en place des acquisitions majeures.

Ces liaisons sont illustrées schématiquement ci-après.

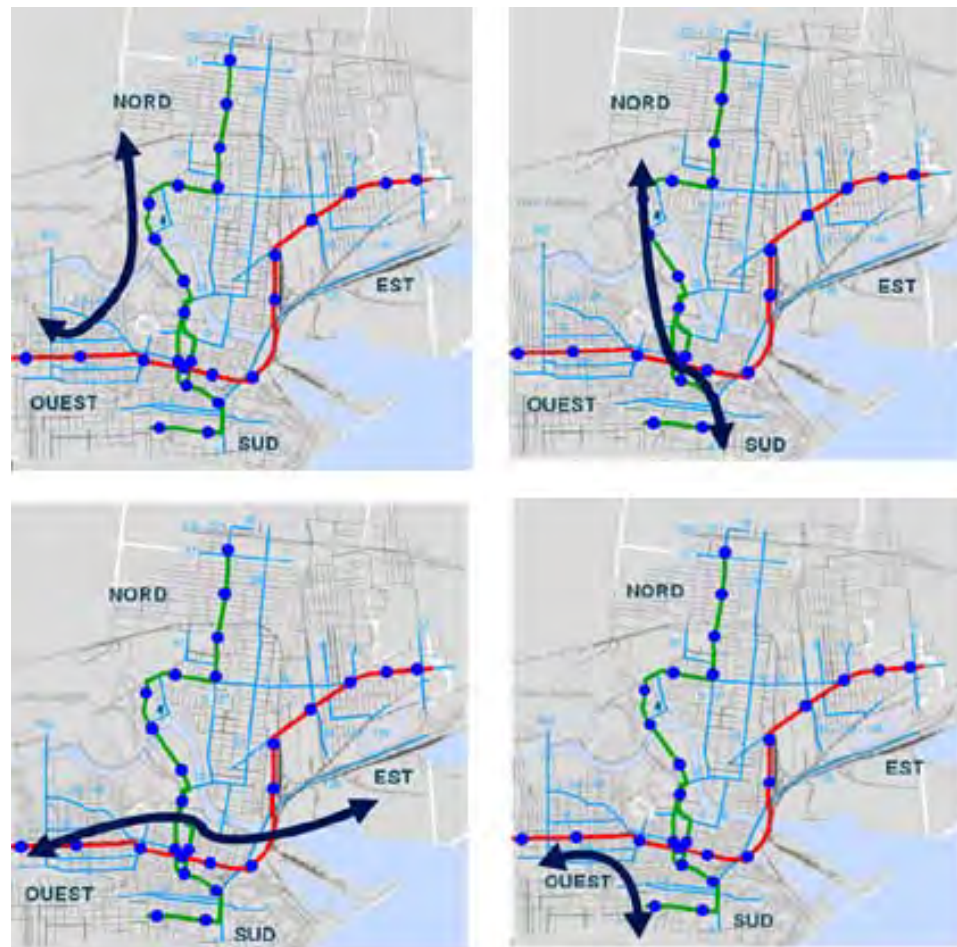


Figure 36 : Proposition d'exploitation de quatre (4) lignes de tramway
(Source : livrable 3.2 de l'étude de faisabilité du tramway - Lot 3)

Le choix du type d'exploitation pour les fins de l'étude de faisabilité est effectué dans le cadre du mandat 3.

Il est toutefois établi que le service tramway serait offert sept (7) jours par semaine entre 5 h 30 et 00 h 30 et que le tramway aura priorité absolue aux carrefours.

Les tableaux ci-après préparés par les responsables du lot 3 présentent pour les années 2026 et 2041 les fréquences de service à mettre en place pour répondre à la demande anticipée.

Tableau 6 : Fréquences de service du tramway de Québec et de Lévis en 2026 et 2041
(source: étude de faisabilité, Lot 3, 2014)

	Horizon 2026				
	Jour de semaine			Fin de semaine	
	Fréquence heure de pointe (06:30 à 09:00 et 15:30 à 18:00)	Fréquence hors heure de pointe (09:00 à 15:30)	Fréquence hors heure de pointe (05:30 à 06:30 et 18:00 à 00:30)	Fréquence journée (06:30 à 18:00)	Fréquence hors journée (05:30 à 06:30 et 18:00 à 00:30)
Ligne A Grand Théâtre - Galerie Charlesbourg	10 minutes	10 minutes	15 minutes	10 minutes	15 minutes
Ligne B Grand Théâtre - Croix-Rouge	10 minutes	NA	NA	NA	NA
Ligne C Estimaerville - Alphonse-Desjardins	8 minutes	10 minutes	15 minutes	10 minutes	15 minutes
Ligne D Grand Théâtre - 4ème Avenue	8 minutes	NA	NA	NA	NA

	Horizon 2041				
	Jour de semaine			Fin de semaine	
	Fréquence heure de pointe (06:30 à 09:00 et 15:30 à 18:00)	Fréquence hors heure de pointe (09:00 à 15:30)	Fréquence hors heure de pointe (05:30 à 06:30 et 18:00 à 00:30)**	Fréquence journée (06:30 à 18:00)**	Fréquence hors journée (05:30 à 06:30 et 18:00 à 00:30)**
Ligne A Grand Théâtre - Galerie Charlesbourg	6 minutes	10 minutes*	15 minutes	10 minutes	15 minutes
Ligne B Grand Théâtre - Croix-Rouge	6 minutes	NA *	NA	NA	NA
Ligne C Estimaerville - Alphonse-Desjardins	6 minutes	10 minutes*	15 minutes	10 minutes	15 minutes
Ligne D Grand Théâtre - 4ème Avenue	6 minutes	NA *	NA	NA	NA

*Dans le cadre du Lot 3.2, une fréquence de 12 minutes par ligne a été modélisée

**Période non modélisée dans le cadre du Lot 3.2

Sur la base des simulations réalisées par le lot 3, les heures de conduites annuelles et le kilométrage annuel parcouru par le matériel roulant, incluant les haut-le-pied, seraient les suivants :

Tableau 7 : Heures de conduite et kilométrage annuels parcourus par le matériel roulant du tramway de Québec et de Lévis (source: études de faisabilité, Lot 3, 2014)

	Horizon 2026		Horizon 2041	
	Fourchette basse	Fourchette haute	Fourchette basse	Fourchette haute
Kilométrage annuel	3 472 360	3 538 500	3 896 094	3 970 305
Heure de conduite annule	146 931	152 372	164 946	171 055

Pour le calcul des coûts d'immobilisation et d'exploitation les chiffres suivants ont été retenus :

- flotte de 53 rames en 2026 pour couvrir les besoins en exploitation de 2026 à 2031;
- flotte de 63 rames pour couvrir les besoins en exploitation de 2031 à 2041;
- 150 000 heures de conduite en 2026 et 168 000 heures de conduite en 2041;
- 3 500 000 véhicules kilomètres par an en 2026 et 3 950 000 véhicules kilomètres en 2041.

8

COUTS DE CONSTRUCTION ET D’EXPLOITATION ET ECHEANCIER DES TRAVAUX

8.1

COUT D’IMMOBILISATION

La valeur de la mise en œuvre du projet, en incluant la variante d’acquisition de 4 mètres pour le tronçon du boulevard Charest entre la rue Marie-de-l’Incarnation et le boulevard Langelier, se chiffre à 1 904,52 millions de dollars canadiens hors taxes du premier trimestre 2014.

La quantification de la contingence associée aux estimations a été réalisée par la méthode de simulation Monté Carlo. Les résultats de la simulation permettent d’affirmer avec une certitude de 95 % qu’il faut prévoir une contingence de 15 % pour avoir une estimation qui se situe dans une plage de ± 30 %. Une contingence de 15 % est donc incluse dans le montant global du projet mentionné ci-devant.

Le tableau ci-après présente un sommaire des coûts de projet du tramway de Québec et de Lévis.

Tableau 8 : Sommaire des coûts d'immobilisation du projet de tramway de Québec et de Lévis en millions de dollars canadiens hors taxes du premier trimestre 2014 (source: études de faisabilité, Lot 1)

Groupes techniques	Coût d'immobilisation En M\$ 2014
Composantes du système	Total
1 - Travaux préparatoires	24,60
2 - Traitement des sols contaminés	0,15
3 - Travaux de plateforme et réseau tramway	99,34
4 - Travaux de voirie	138,29
5 - Travaux de courant fort	63,83
6 - Travaux d'ouvrages d'art	72,43
7 - Travaux de déviation des réseaux souterrains	199,06
8 - Travaux de stations en surface	4,75
9 - Mobilier de station	30,25
10 - Travaux de voirie	85,89
11 - Travaux de signalisation et d'éclairage	26,41
12 - Tunnel	157,57
13 - Travaux de signalisation ferroviaire	10,22
14- Travaux d'équipements urbains et paysagers	32,16
15 - Équipements centraux	2,86
16 - Travaux de locaux techniques	19,79
17 - CEE Principal (Note 1)	45,92
18 - CEE Secondaire (Note 1)	21,92
19- Travaux de pôles d'échanges (hors mandat)	
20 - Matériel roulant	332,78
21 – Éléments STI	15,74
Sous-total : Travaux / Matériel roulant	1383,97
22 – Acquisitions foncières	63,79
Sous-total : Travaux /Matériel roulant / acquisitions foncières	1447,76
23 - Honoraires professionnels	193,87
24 – Allocation pour indemnisation	14,48
25 - Contingences	248,42
Total	1 904,52

Note 1 : Inclut équipements de maintenance du système, les bâtiments et l'aménagement des terrains du CEE.

8.2 COUT D'EXPLOITATION

Le tableau ci-après présente un sommaire des coûts d'exploitation du tramway pour l'ensemble du tracé pour les années 2026 et 2041 en millions de dollars canadiens hors taxes du premier trimestre 2014.

L'estimation des coûts d'exploitation ayant été réalisée de façon similaire à l'estimation des coûts d'immobilisation, la même contingence a été appliquée ; soit 15 % pour avoir avec une certitude de 95 % une estimation qui se situe dans une plage de ± 30 %.

Tableau 9 : Sommaire des coûts d'exploitation du tramway de Québec et de Lévis pour les années 2026 et 2041 (source: études de faisabilité, Lot 1)

Année	2026	2041
	En M\$ 2014	En M\$ 2014
Masse salariale	16,77	18,05
Biens et services		
▪ Chauffage, électricité et téléphone	0,80	0,80
▪ Entretien et opération des véhicules	12,91	14,68
▪ Entretien et opérations des bâtiments	2,08	2,08
▪ Carburant et électricité	4,61	4,88
Sous-total biens et services	20,40	22,45
Contingences	5,58	6,08
Total des dépenses	42,75	46,58

8.3 ÉCHEANCIER DES TRAVAUX

Un premier échéancier des travaux a été réalisé dans le cadre de l'étude de faisabilité technique du tramway de Québec et de Lévis ; ce qui est tôt dans le processus pour faire un tel échéancier. Les cadences utilisées sont préliminaires et devront être ajustées dans les prochaines phases des études en fonction des précisions des travaux à faire, des particularités de chacun des tronçons, du phasage imposé par le plan de circulation en phase travaux. L'échéancier réalisé dans le cadre de la présente étude de faisabilité technique donne toutefois une bonne idée de l'échéancier global.

Tableau 10 : Principales dates de l'échéancier des travaux du tramway (source: études de faisabilité, Lot 1)

Étapes	Échéancier
Études préliminaires (début)	janvier 2015
Études d'impacts (début)	janvier 2015
Plans et de devis (début)	janvier 2017
Acquisition foncière (début)	janvier 2017
Traitement des sols (appel d'offres)	mars 2017
Premier appel d'offres travaux	février 2018
Appel d'offres matériel roulant	août 2018
Début de travaux	avril 2019
Réception de la 1re rame	mars 2021
Début des essais dynamiques et marche à blanc	octobre 2022
Mise en service commercial partiel	mars 2023
Mise en service commercial de l'ensemble du tracé	janvier 2026

Il est à noter qu'advenant que les études préliminaires débutent quelques mois plus tard que prévu, cela pourrait générer un retard équivalent dans l'échéancier global du projet.

PARTIE 3 – PRÉSENTATION SOMMAIRE DES PROJETS SRB ÉVOLUTIF, FIABILISÉ ET DE BASE DE QUÉBEC ET DE LÉVIS

9 INSERTION DU TRACE, DES STATIONS ET DES TERMINUS

9.1 TRACE

Lors de la définition des différents scénarios de SRB, il a été posé comme hypothèse de base que les SRB utilisent l'emprise prévue pour le tramway et que, si requis, l'emprise du tramway soit élargie pour le SRB et/ou ajustée localement pour tenir compte des particularités du système de SRB (rayon de giration, largeur de la plateforme en station, etc.).

Le tracé des SRB évolutif, fiabilisé et de base est identique à celui du tramway. Il est toutefois à noter qu'entre le boulevard Charest et le Grand-Théâtre, aucun aménagement particulier n'est prévu (i.e. plateforme ou station) sauf au niveau du quai direction nord de la station Honoré-Mercier puisqu'il est implanté en utilisant une partie du terre-plein central de l'avenue Honoré-Mercier.

Les figures Figure 37 et Figure 38 illustrent respectivement une insertion axiale en « site propre standard » et une insertion axiale en « site espace restreint semi-franchissable ».

La Figure 39, présente un exemple d'insertion axiale en site restreint.

9.1.1 Emprise

Bien que le tracé soit le même, l'emprise requise pour insérer les SRB peut différer de celle du tramway.

Comme on le verra dans le chapitre 13 du présent livrable, le matériel roulant pour les SRB est un autobus hybride (diesel – électrique) bi-articulé de 24 mètres. Ce véhicule de largeur similaire au tramway n'étant pas guidé, une emprise plus large est requise pour garder le même niveau de service (vitesse) que le tramway. Dans ce but, des insertions dites « site propre standard » ont été définies.

Toutefois, compte tenu que l'espace disponible pour l'insertion varie le long du tracé, boulevard de la Rive-Sud à Lévis versus le boulevard Charest dans le quartier Saint-Roch par exemple, et qu'une insertion de type standard y est impossible, des insertions dites « en site restreint » ont été définies pour les SRB dans le Livrable 1.10 – Projet de référence SRB, variantes et enjeux. Le tableau ci-après présente de façon sommaire l'impact de ces « sites propres standards » sur la largeur de l'emprise requise et les enjeux possibles sur les acquisitions. Le lecteur est invité à consulter le Livrable 1.10 – Projet de référence SRB, variantes et enjeux pour plus de détail.

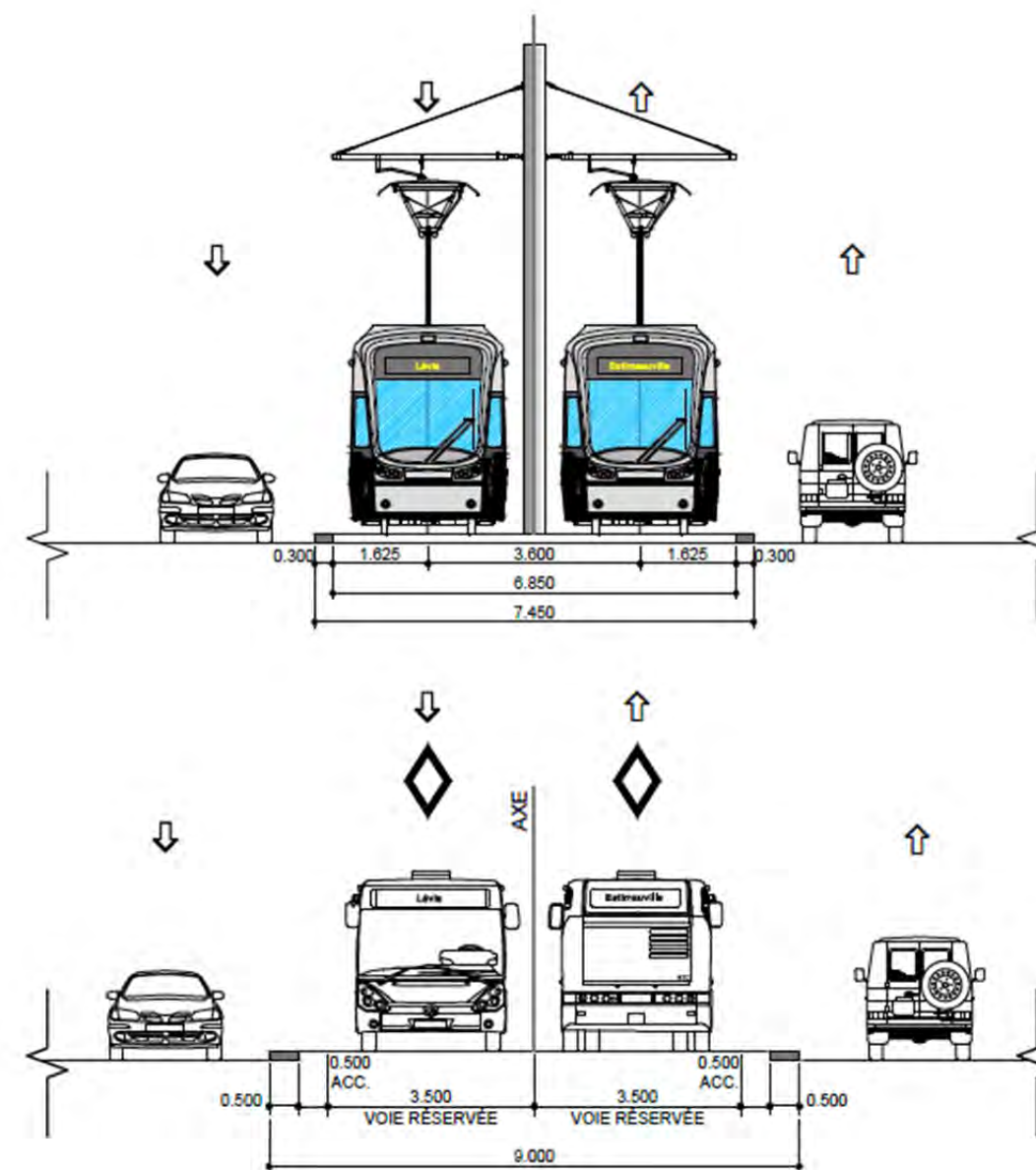


Figure 37 : Insertion axiale en site propre standard

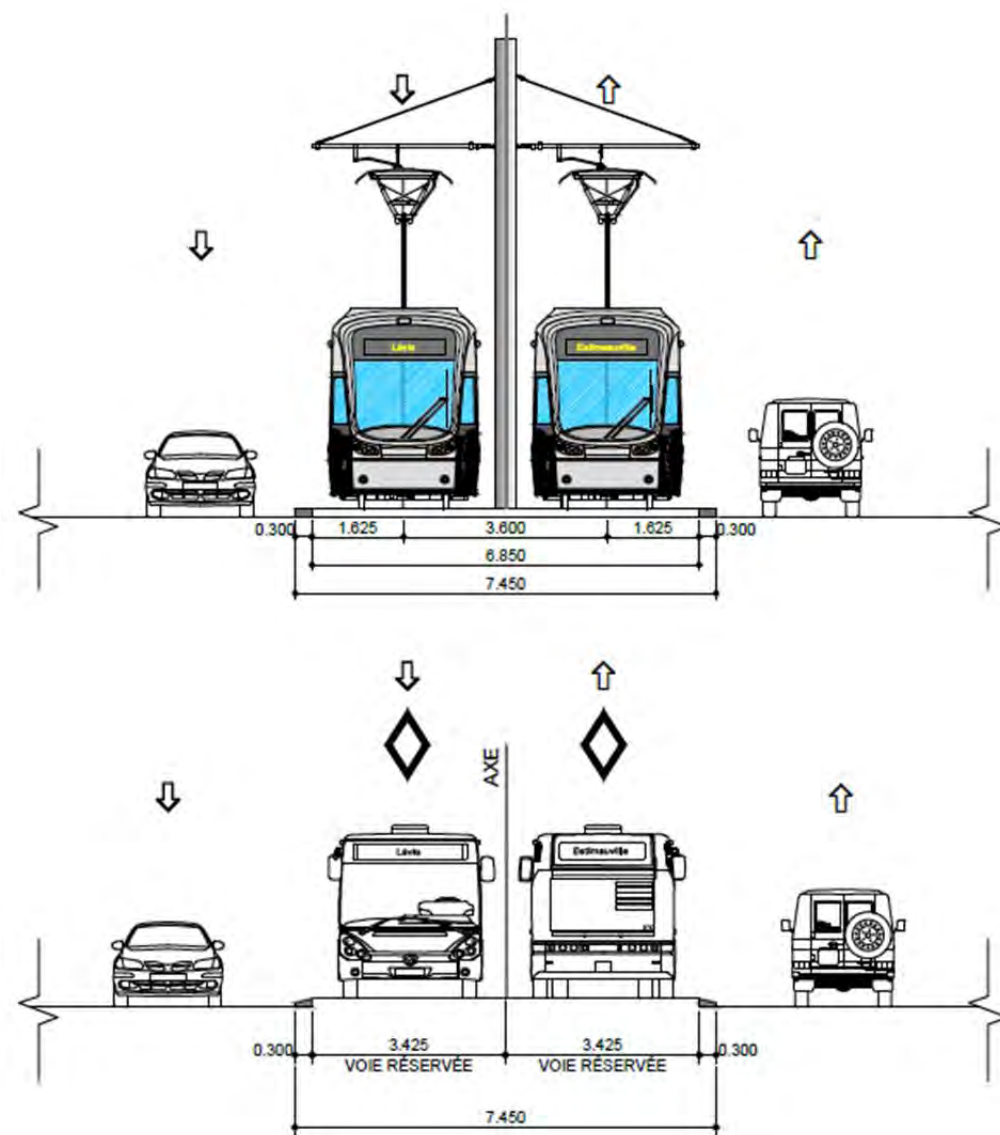


Figure 38 : Insertion axiale en site restreint semi-franchissable



Figure 39 : Insertion axiale en site restreint semi-franchissable
Busway de Nantes - Ligne 4²

² Source : Google Maps 2009, Nantes, France

Tableau 11 : Comparaison des emprises site propre tramway et SRB

Type d'insertion	Emprise tramway (m)	Emprise SRB (m)	Écart (m)	Impacts possibles
Insertion axiale en site propre standard entre terre-pleins	6,95	8,00	1,05	Espace supplémentaire pris dans les terre-pleins.
Insertion axiale en site propre standard entre voiries	7,45	9,00	1,55	Nécessite souvent une acquisition supplémentaire.
Insertion latérale en site propre standard	7,65	9,00	1,35	Nécessite souvent une acquisition supplémentaire.
Insertion bilatérale en site propre standard (par voie)	3,85	4,50	0,65	Peut nécessiter de l'acquisition supplémentaire.

Là où les impacts sont trop importants pour une insertion en site propre standard, modifications importantes à des structures existantes et / ou des acquisitions supplémentaires très onéreuses, par exemple, des concepts d'insertion en « site espace restreint » propre, semi-franchissable ou franchissable ont été développés pour s'insérer dans l'emprise prévue du tramway. Ces insertions ont toutefois un impact négatif sur la qualité du service offert.

9.1.2 Tronçons A1 à F (Pont de Québec – Station terminale Desjardins)

Sur ces tronçons, compte tenu de l'emprise disponible, l'insertion se fait en « site propre standard axial » sauf à quelques endroits ; soit :

- au niveau du cran rocheux qui est situé entre le chemin du Saul et la 4^e Avenue, où l'insertion se fait en « site espace restreint semi-franchissable axial » sur quelque 140 mètres;
- en direction sud, du sud du pont de Québec au sud du pont Dominion, l'insertion se fait, en site « bilatéral banal »;
- en direction nord, du sud du pont de Québec au sud du pont Dominion, l'insertion se fait, en « site propre standard bilatéral » sauf sur le pont Dominion où l'insertion se fait en « site espace restreint franchissable » et entre le nord de la rue de la Presqu'île et le pont de Québec où l'insertion se fait en « site banal ».

Les stations sont en site propre standard et requièrent une acquisition de 0,75 mètre pour les stations à quais latéraux et de 0,30 mètre pour les stations à quais décalés.

Une boucle de retournement est requise en bout de ligne à l'arrière de la station terminal Desjardins.

9.1.3 Tracé Pont de Québec

Sur le pont de Québec, l'insertion se fait en « site banal bilatéral », avec voie réversible au centre comme aujourd'hui.

9.1.4 Tracé Est-Ouest Québec

Tronçon 1 : Route 132 (Pont de Québec – Boulevard Laurier)

Entre le pont de Québec et le chemin Saint-Louis, l'insertion est en « site banal bilatéral » sauf en direction nord entre la sortie 132 et le chemin Saint-Louis où l'insertion est en « site propre standard bilatérale ».

Entre le chemin Saint-Louis et l'avenue des Hôtels, l'insertion se fait en « site propre standard axial ».

De ce point au boulevard Laurier, l'insertion se fait en « site propre standard latéral » sans impacts importants.

Tronçon 2 : Boulevard Laurier

Insertion entre des terre-pleins en « site propre standard axial » sans impact.

Tronçon 3 : Autoroute Robert-Bourassa

Insertion se fait en « site propre standard latéral » sur le terrain de l'Université Laval sans impact particulier.

Tronçon 4 : Université Laval – Pyramide

Sur la rue de la Foresterie et la rue de la Médecine jusqu'à la rue PEPS, l'insertion du SRB se fait en « site propre restreint latéral ». La plateforme du SRB y est partagée avec les eXpress, la priorité étant donnée au SRB.

Entre la rue du PEPS et le chemin Quatre-Bourgeois, l'insertion se poursuit en utilisant les voies existantes de l'ERBUL.

À la station PEPS, un quai double est aménagé (SRB et eXpress) en direction sud. À la sortie du quai, la priorité est donnée au SRB.

Sur le chemin des Quatre-Bourgeois, l'insertion se fait en « site propre espace restreint latéral ».

Enfin, du chemin Quatre-Bourgeois à la rue Nicolas-Pinel, l'insertion se fait en « site propre standard ».

À la station, l'insertion se fait en « site propre » et une acquisition de 0,75 mètre est nécessaire sur près de 60 mètres.

Tronçon 5 : Rue Nicolas-Pinel – Frank-Carrel

Sur les rues Nicolas-Pinel et Jean-Durand, l'insertion est en « site propre espace restreint latéral ».

Des rues Nérée-Tremblay à Frank-Carrel, l'insertion est en « site propre standard axial ».

Sur la rue Frank-Carrel, l'insertion est en « site propre standard latéral ».

La station Frank-Carrel est transformée de station à quai central à quais latéraux pour les besoins des SRB. Cette modification nécessite une surlargeur d'emprise. Ceci nécessite une acquisition de 2,50 mètres sur quelque 180 mètres.

Tronçon 6 : Boulevard Charest de la rue Semple à la rue Saint-Sacrement

Compte tenu du projet de réaménagement complet du boulevard Charest incluant les voies de service, l'insertion se fait en « site propre standard axial » dans l'emprise existante.

Tronçon 7 : Boulevard Charest de la rue Saint-Sacrement à la rue Marie-de-l'Incarnation

Insertion de type « site propre standard axial » entre terre-pleins latéraux, sans impacts particuliers.

Aux deux (2) stations de ce tronçon, une acquisition de 0,65 mètre est nécessaire.

Tronçon 8 : Boulevard Charest de la rue Marie-de-l'Incarnation au boulevard Langelier

Sur ce tronçon, il est prévu une Insertion de type « site restreint semi-franchissable axial ». Une acquisition de 4,00 mètres est requise du côté nord du boulevard Charest. Cette acquisition est la même que pour le tracé retenu pour le tramway.

Aux trois (3) stations sur ce tronçon, l'acquisition mentionnée ci-devant est suffisante pour en faire l'insertion sans impact particulier.

Tronçon 9 : boulevard Charest du boulevard Langelier à la Gare du Palais

Compte tenu de la faible largeur de l'emprise dans ce secteur et de la problématique de l'élargir, l'insertion est en site de type « espace restreint semi-franchissable axial » entre le boulevard Langelier et le boulevard Jean-Lesage. Cette insertion, entre la rue Dorchester et le boulevard Jean-Lesage, requiert même une légère révision des espaces dévolus aux voiries et trottoirs.

L'insertion au niveau de la station à quais décalés se fait en revoyant légèrement (0,30 mètre) la répartition les espaces dévolus aux voiries et trottoirs.

La station Du Pont est transformée de station à quai central à quais latéraux. Les espaces acquis pour le tramway à cet endroit sont suffisants.

Tronçon 10 : Boulevard Jean-Lesage et boulevard des Capucins

Sur la partie sud de ce tronçon, soit de la rue Saint-Paul à la caserne des pompiers près de la 4^e Rue, l'insertion se fait en « site propre espace restreint latéral ». Du nord de la caserne au chemin de la Canardière, l'insertion en hors rue se fait en « site propre standard latéral ».

Au niveau de la station CEGEP-Limoilou, une emprise de 0,75 mètre de plus est nécessaire. Cette emprise sera prise dans les espaces déjà acquis du côté voie ferrée de la station.

Tronçon 11 : Chemin de la Canardière

Du boulevard des Capucins au boulevard Henri-Bourassa, l'insertion se fait en « site espace restreint semi-franchissable axial ».

Entre les boulevards Henri-Bourassa et Sainte-Anne, l'insertion est en « site propre restreint latéral ».

Aux deux stations, une emprise de 0,75 mètre de plus est requise. Ceci nécessite de l'acquisition supplémentaire du côté ouest.

Tronçon 12 : Boulevard Sainte-Anne

L'insertion se fait en site « espace restreint semi-franchissable axial ». À la station Niverville, une acquisition de 0,75 mètre doit être faite; mais elle se fait sans toucher de bâtiment.

L'aire de retournement des autobus à la station terminale sera intégrée au projet de terminus du RTC dans ce secteur.

9.1.5 Tracé Nord-Sud (Tronçons 1A à 6 : Station Grand-Théâtre à Station Galeries Charlesbourg)

Du Grand-Théâtre au boulevard Charest, l'insertion se fait sur les voies réservées actuelles, sans travaux particuliers sauf au niveau du quai direction nord de la station D'Youville puisque le quai prend une partie du terre-plein de l'avenue Honoré-Mercier. Une boucle de retournement est aménagée sur la voirie existante autour du Grand-Théâtre.

Sur le reste du tracé Nord-Sud, l'insertion se fait en « site espace restreint axial semi-franchissable » sur la largeur de la plateforme du tramway, sauf :

- sur les rues de la Couronne et Dorchester où l'insertion se fait avec une voie sur chacune de ces rues en site « espace restreint franchissable latéral »,
- le long du boulevard Wilfrid-Hamel où l'insertion se fait en « site propre restreint latéral ».

À la station terminale Galeries Charlesbourg, une boucle de retournement est aménagée.

9.2 STATIONS

La qualité de service offert par les SRB devant être similaire à celle du tramway, les stations de ces systèmes sont identiques et localisées aux mêmes endroits que celles du tramway. Toutefois, les autobus n'ayant que des portes à droite, les deux stations à quai central sont transformées en station à quais latéraux.

Le lecteur est donc invité à se référer au chapitre 2.2 du présent rapport pour plus d'information sur les stations.

Les autobus, comme vue précédemment, requiert une plateforme plus large que le tramway ce qui impacte aussi au niveau de l'insertion des stations. Comme il est indiqué au Livrable 1.10 – Projet de référence SRB, variantes et enjeux, pour une station à quais latéraux avec une insertion en « site propre standard », l'emprise supplémentaire requise est de 0,75 mètre alors qu'en « site restreint semi-franchissable » pour une station à quais décalés, cette largeur est de 0,30 mètre.

Les enjeux au niveau des stations ont été soulignés à la section 9.1 du présent document.

9.3 TERMINUS

Les autobus, contrairement au tramway, n'étant pas munis de loge de conduite aux deux extrémités et de portes des deux côtés, requièrent des boucles de retournement qui doivent être aménagées aux stations terminales ; soit aux stations Grand-Théâtre et Galeries Charlesbourg pour le tracé Nord-Sud et aux stations Desjardins et D'Estimauville sur le tracé Est-Ouest.

Des aménagements similaires seront à prévoir aux terminus partiels (lignes courtes) lorsque l'exploitation sera précisée.

Ces boucles de retournement sont aménagées soit sur la chaussée existante, soit à même les infrastructures de la station terminale ou nécessitent une acquisition qui lui est propre.

10 DESCRIPTION DES INSTALLATIONS TECHNIQUES

10.1 PLATEFORME DU TRAMWAY

Les caractéristiques générales des composantes de la plateforme tramway, indépendamment de sa largeur, sont les suivantes :

- plateforme tramway est surélevée de 150 mm par rapport à la voirie;
- épaisseur totale de la structure est de 550 mm;
- béton de fondation, 190 mm;
- béton de calage, 190 mm;
- revêtement (béton, enrobé bitumineux ou couche végétale), 170 mm.

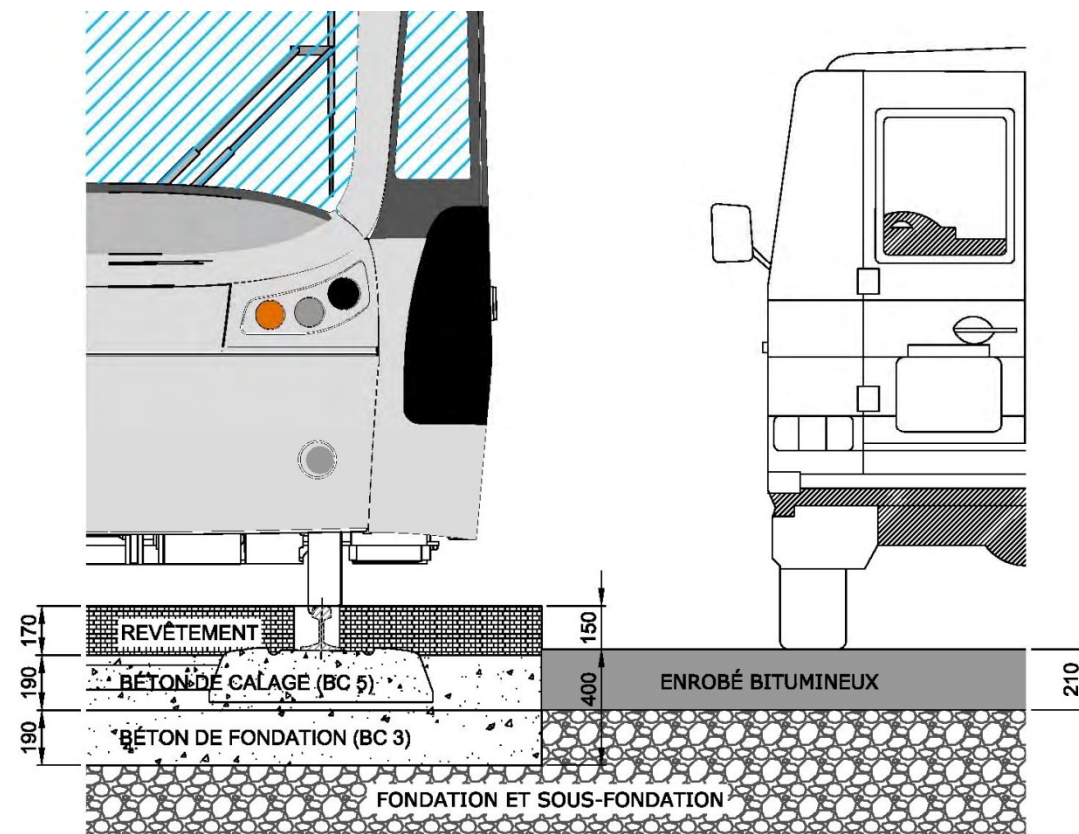


Figure 40 : Composantes de la plateforme tramway

10.2 PLATEFORME DU SRB EVOLUTIF

La plateforme du SRB évolutif est constituée de manière identique à celle du tramway à partir de ses éléments inférieurs jusqu'en surface, excluant les parties béton de calage, voie ferrée et revêtement. Le plan de roulement du SRB évolutif se situe à différentes élévations par rapport à la voirie adjacente le long du tracé, soit :

- surélevé de 150 mm et séparé par une bordure de 0,30 ou 0,50 mètre;
- surélevé de 50 mm et séparé par une zone tampon de 0,50 mètre;
- au même niveau, en site banal, simple voie réservée ou site propre séparé par un ou deux terre-pleins.

Pour le SRB évolutif, la déviation des réseaux souterrains et la structure de chaussée granulaire jusqu'à la dalle de fondation en béton, incluant tous les accessoires de drainage requis, la multitubulaire et les massifs des poteaux LAC sont construits et mis en place de manière finale dès le début des travaux.

Dans le cas de la plateforme SRB évolutif surélevée de 150 mm, ces éléments sont remplacés par une membrane d'étanchéité pour protéger la dalle de fondation, une fondation temporaire (matériaux granulaires) de 200 mm et un enrobé bitumineux de 160 mm.

La figure ci-dessous illustre la plateforme du SRB évolutif surélevée de 150 mm.

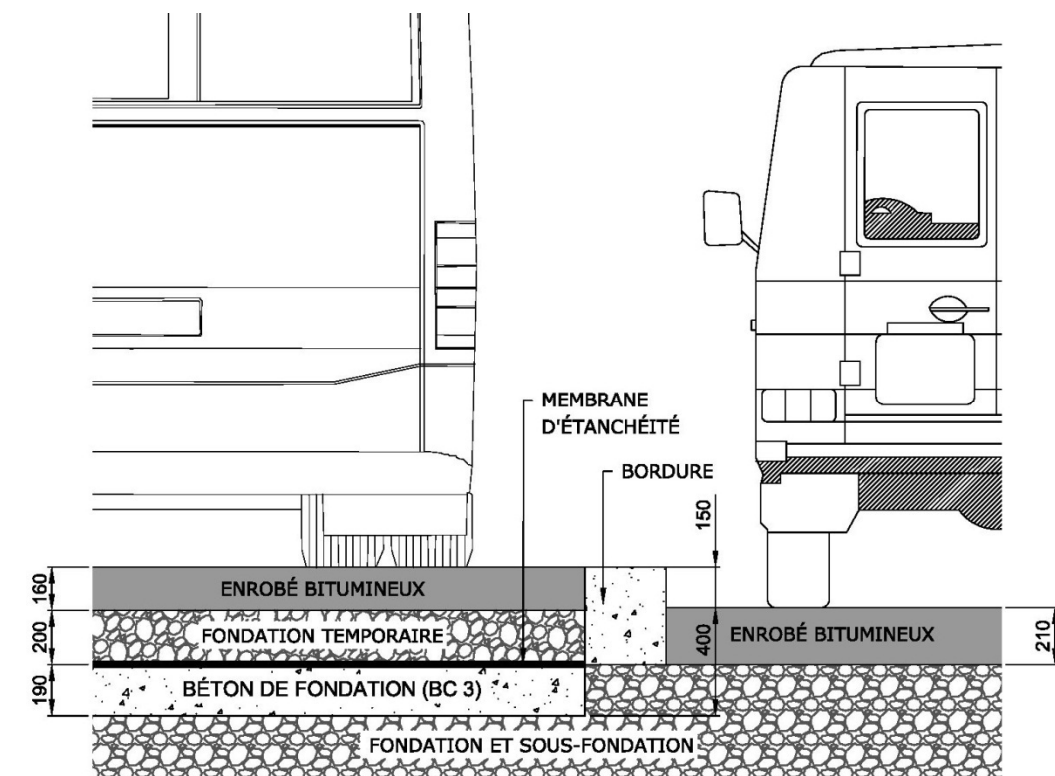


Figure 41 : Plateforme du SRB évolutif surélevée de 150 mm

Le drainage de la plateforme est assuré par une pente transversale de 2 % vers les voiries adjacentes.

Lorsque la plateforme n'est pas surélevée de 150 mm (entre terre-pleins, plateforme semi-franchissable, etc.) la fondation temporaire en matériaux granulaires est retirée et, si requis, remplacée par un enrobé bitumineux et le drainage assuré par une adaptation au système de drainage prévu au tramway.

Pour plus de détail, le lecteur est invité à consulter le Livrable 1.11 – Insertion SRB.

10.3 PLATEFORME DES SRB DE BASE ET FIABILISE

Le plan de roulement des SRB de base et fiabilisé se situe à différentes élévations par rapport à la voirie adjacente le long du tracé. Trois (3) situations différentes sont présentes, soit :

- surélevé de 150 mm et séparé par une bordure de 0,30 ou 0,50 mètre;
- surélevé de 50 mm et séparé par une zone tampon de 0,50 mètre;
- au même niveau, en site banal, simple voie réservée ou site propre séparé par un (1) ou deux (2) terre-pleins.

Pour le SRB fiabilisé, les réseaux souterrains sous la plateforme sont déviés.

Pour le SRB de base, il n'y a pas de déviation des réseaux souterrains sous la plateforme. Il est toutefois anticipé que lors des travaux certains réseaux désuets et / ou endommagés pendant les travaux devront être remplacés / déviés.

La structure de chaussée de la plateforme des SRB de base et fiabilisé est construite de manière semblable à celle des voiries adjacentes mais avec des surépaisseurs au niveau de la fondation supérieure et de l'enrobé bitumineux. Les accessoires de drainage requis sont aussi mis en place. Par contre, aucun massif de poteau LAC ou composante de plateforme tramway ne sont construits à cette étape des travaux.

10.3.1 Plateforme interstation

Lorsque la plateforme des SRB de base et fiabilisé est surélevée de 150 mm par rapport à la voirie adjacente, la différence entre les plans de roulement du SRB et des voiries est comblée par une couche supplémentaire équivalente de matériaux granulaires au niveau de la fondation supérieure.

Les caractéristiques générales des composantes de la plateforme SRB de base et fiabilisé, indépendamment de sa largeur, sont les suivantes :

- surélevée de 150 mm par rapport au niveau de la voirie;
- des bordures bordent la plateforme SRB en rive des voiries.

Tableau 12 : Composition de la structure de chaussée - Plateforme SRB hybride surélevée de 150 mm

Matériau		Plateforme SRB Épaisseur (mm)
Couche de surface d'enrobé bitumineux	ESG-10	50
Couche de base d'enrobé bitumineux	GB-20	210
Fondation supérieure	MG-20	250
Fondation inférieure	MG-56	225
Sous-fondation	MG-112 ou MR	300-600

Le drainage de la plateforme est assuré par une pente transversale de 2 % vers les voiries adjacentes ou relié directement au système de drainage des voiries adjacentes.

Si la plateforme est à moins de 150 mm au-dessus de la voirie, l'écart est pris au niveau de la sous-fondation.

10.3.2 Plateforme en station

En station, la plateforme des SRB de base et fiabilisé est modifiée par une dalle de béton armé de 260 mm qui remplace l'enrobé bitumineux.

Pour plus de détail, le lecteur est invité à consulter le Livrable 1.11 – Insertion SRB.

10.4 SYSTEME ET COURANT FAIBLE

Les SRB devant fournir une qualité de service similaire au tramway, les systèmes requis sur le terrain pour l'exploitation des SRB sont à toutes fins pratiques les mêmes que pour le tramway, la principale différence étant au niveau des équipements déployés aux intersections du SRB qui, contrairement aux équipements du tramway, sont non-intrusifs. Pour le poste de commande centralisé, il est planifié qu'il sera situé dans le local du PCC actuel du RTC. Toutes les fonctionnalités du PCC pour les SRB sont les mêmes que pour le tramway, sauf que les fonctionnalités de la signalisation ferroviaire et de commande d'énergie ne sont pas présentes.

En fonction des systèmes actuels, un minimum de deux (2) postes de travail est requis avec un (1) poste de relève.

Un premier poste est configuré pour faire la gestion et la surveillance des SRB et des infrastructures.

Un second poste est configuré pour faire le suivi de la vidéosurveillance (mur d'image), de gérer les communications et le SIV.

Les deux (2) postes doivent avoir accès aux mêmes fonctionnalités afin qu'ils puissent se supporter en cas de crise. Un troisième (3^e) poste peut être ajouté en heure de pointe selon l'achalandage des SRB ou si l'un d'eux ne fonctionne plus.

Puisque les postes seront ajoutés dans un PCC déjà en fonction au RTC, il est possible de combiner le poste de relève des SRB avec un autre poste actuellement en utilisation afin de réduire l'espace nécessaire

Pour plus de détail, le lecteur est invité à consulter la section 3.3 du présent document.

10.5 SIGNALISATION LUMINEUSE DE TRAFIC

10.5.1 Signaux lumineux et aide à la conduite pour les SRB

Pour que le système SRB soit aussi attractif que le tramway, il est nécessaire que sa vitesse commerciale soit élevée. Il est donc aussi prévu que les SRB bénéficient de la priorité de passage absolue aux intersections routières gérées par signalisation lumineuse de trafic.

Pour que le principe de la priorité absolue fonctionne bien, le système de priorité respectera les principes de base suivants :

- en fonctionnement normal (hors mode dégradé), tous les autobus SRB bénéficieront d'une priorité absolue;
- le paramétrage des divers délais d'approche mis en jeu sera facile (réglages initiaux et mises à jour);
- la solution sera robuste aux aléas de progression des autobus et aux pannes de certains capteurs mis en jeu;
- les appels de préemption pour les véhicules d'urgence et les phases pour piétons en cours dans l'axe perpendiculaire au SRB, particulièrement lorsque le temps alloué pour la traverse est élevé, sont des cas où le SRB ne pourra avoir la priorité absolue.

Certains feux existants devront être modifiés afin d'intégrer les projets de SRB alors que d'autres devront être démantelés. Des feux devront aussi être installés à d'autres intersections qui ne sont actuellement pas munies de feux.

Les signaux lumineux aux intersections des SRB avec le réseau routier offrent deux (2) possibilités, soit des signaux lumineux spécifiques aux SRB et du même type que ceux du tramway ou des signaux lumineux standards similaires à ceux du réseau routier.

Dans le cas des SRB de Québec et de Lévis, la solution à privilégier consiste à utiliser les feux de priorité spécifiques aux véhicules de transport en commun selon le même modèle que celui utilisé en France. Il est à noter qu'une normalisation de la signalisation de ce type devra faire partie du tome V - Signalisation du MTQ.

De la signalisation statique est aussi nécessaire le long du corridor des SRB afin d'assurer la sécurité des conducteurs et des usagers des SRB. Les panneaux de signalisation consistent à informer les conducteurs des dangers en aval et de possibles travaux. Parmi ceux-ci, les limites de vitesse de même que les avertissements de traverses piétonnes/cyclistes doivent être visibles et conformes aux normes du tome V – Signalisation du MTQ. De plus, la signalisation statique permet de maintenir certaines informations aux conducteurs d'autobus s'il y a une défaillance du STI. Ces panneaux de signalisation se retrouvent aux approches des intersections et des stations SRB.

10.5.2 Signaux lumineux aux intersections

Les signaux lumineux du réseau routier aux intersections le long du corridor des SRB sont présentement différents et doivent être uniformisés afin d'assurer la fluidité des SRB. Certains feux de circulation doivent être modifiés et certains démantelés aux rues transversales et traverses piétonnières ou cyclistes traversant le corridor des SRB. Les signaux lumineux sur le réseau routier pour les SRB ne diffèrent pas de ceux du tramway.

10.5.3 Marquage de la chaussée

En site propre, le corridor des SRB doit être clairement défini aux carrefours afin d'éviter d'avoir des véhicules non autorisés dans les voies des SRB.

Aux intersections, une zone hachurée indiquant une zone de dégagement pour le passage des SRB et une couleur différente pour les voies des SRB limitent les violations par les usagers de la route.

La figure suivante illustre un marquage de la chaussée utilisé pour le SRB de Brisbane en Australie et suggéré pour les SRB de Québec et de Lévis. Le corridor du SRB illustré sur la figure est en site propre standard en position latérale. Une zone hachurée est présente à l'intersection pour empêcher les véhicules de bloquer celle-ci. De plus, les voies du SRB sont de couleur rouge pour bien différencier le corridor du SRB des voies routières. Le terme « bus only » sur la chaussée s'ajoute au marquage de la chaussée spécifique aux SRB. Le marquage spécifique au transport en commun, soit un losange blanc, peut également être utilisé pour définir les voies des SRB.

En site banal, un marquage indiquant l'insertion des SRB et le partage de la route entre les SRB et les usagers est recommandé.

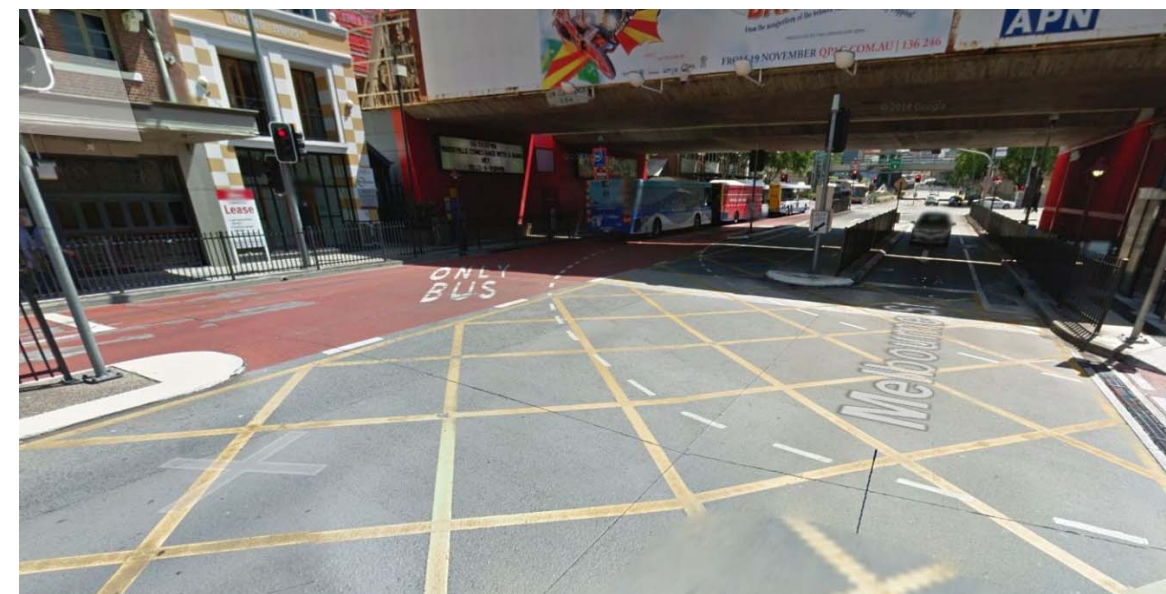


Figure 42 : Marquage de la chaussée d'un SRB en position latérale à Brisbane en Australie³

La figure suivante illustre un aménagement suggéré pour l'insertion des SRB en site banal aux approches du pont de Québec. Avec les losanges blancs et les lignes de continuité, l'insertion des SRB peut se faire plus facilement en informant les usagers de la route de l'insertion des SRB.

³ Source : Google Maps 2014, Brisbane, Australie



Figure 43 : Marquage de la chaussée d'un SRB lors de l'insertion en site banal⁴

⁴ Source : http://nacto.org/docs/usdg/effective_bus_only_lanes_kiesling.pdf
 Livrable 1.8 – Rapport technique du mandat 1 – 01

11 CENTRES D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN

Pour les SRB, puisqu'ils ne sont pas électrifiés, il est prévu dans un premier temps d'utiliser l'extension du Centre Métrobus du RTC, extension qui est aujourd'hui prévue au PQI du RTC. Cette extension serait suffisante pour entretenir et garer quelque 50 autobus bi-articulés. Lorsque la flotte dépassera ce seuil, un second Centre d'exploitation et d'entretien sera construit, vraisemblablement à Lévis, pour minimiser les kilométrages haut-le-pied. Le site exact reste à être déterminé.

12 INSERTION URBAINE

12.1 PARTIE ARCHITECTURALE

L'insertion urbaine sera la même pour les SRB que pour le tramway.

Le lecteur est invité à consulter la section 5 du présent document pour plus de détail.

Les figures Figure 44 et Figure 45 présentent l'insertion du SRB à la station Desjardins à Lévis (insertion en site propre standard axial) et sur la 1^{er} Avenue à Québec (insertion en site espace restreint semi-franchissable).

12.2 PISTES CYCLABLES

Par rapport à l'insertion du tramway, il n'y a pas de modification au niveau de la prise en compte des pistes cyclables dans le projet d'insertion des SRB.

Le lecteur est invité à consulter la section 5 du présent document pour plus de détail.



Figure 44 : Insertion axiale en site propre standard - SRB - Station Desjardins, boulevard de la Rive-Sud, Lévis



Figure 45 : Insertion axiale en site espace restreint semi-franchissable - SRB - Station des Peupliers, 1^{ère} Avenue, Québec

12.3 OUVRAGES D’ART

La plateforme des SRB en « insertion site propre standard » étant plus large que la plateforme tramway, la dimension des ouvrages sur ces tronçons ont été ajustés en conséquence.

Les ouvrages affectés sont listés dans le tableau ci-après :

Tableau 13 : Ouvrages dont les dimensions sont affectées par l'insertion des SRB

Ouvrage d’art	SRB évolutif	SRB fiabilisé et de base
Rivière Etchemin (Lévis) 13891	X	X
Ruisseau Cantin (Lévis) ponceau	X	X
Route 132 / Charles-M-Monsarrat & voie ferrée- option 1a	X	X
Boulevard Laurier /Chemin St-Louis	X	X
Structure ferroviaire 1 ^{re} Avenue	X	X
Structure ferroviaire Chemin de la Canardière	X	X

Il est de plus à noter que :

- le mur de soutènement sur Côte d’Abraham, prévu dans le cadre du projet tramway au niveau de l’amorce du tunnel, n’est pas construit dans le cadre des projets de SRB;
- les ponts Dominion et Samson ne sont pas modifiés pour prendre éventuellement les charges générées par le tramway dans le cadre des projets de SRB de base et fiabilisé puisque l’évolution de ce projet vers un tramway est peu probable.

13 MATERIEL ROULANT

13.1 INTRODUCTION

Pour les projets de SRB divers types de matériel roulant et de système d'alimentation ont été identifiés et analysés. Une analyse multicritère a permis d'identifier deux (2) technologies qui se démarquent des autres pour une mise en service à brève échéance ; soit l'autobus hybride (diesel-électrique) et le trolleybus (électrique). Pour plus de détail, le lecteur est invité à consulter le Livrable 1.10 – Projet de référence, variantes et enjeux.

L'autobus hybride est le véhicule qui s'applique aux SRB évolutif, fiabilisé et de base, objet de la présente partie du rapport, alors que le projet de SRB électrique fait l'objet de la Partie 4 du présent rapport.

Une analyse de la demande à satisfaire par les SRB de Québec et de Lévis a permis d'en arriver à la conclusion qu'il fallait retenir les autobus qui offraient la plus grande capacité possible ; soit des autobus bi-articulés d'une longueur de 24 mètres. Ces véhicules ont une capacité maximale de 150 passagers. Avec de tels véhicules, l'analyse démontre qu'aux trois (3) points les plus chargés du réseau (pont de Québec, Côte d'Abraham, Secteur Lavigerie) qu'il est possible de satisfaire la demande jusqu'en 2026. Au-delà de cette date, les autobus bi-articulés n'ont pas la capacité suffisante pour répondre à la demande définie pour le projet avec une fréquence de 3 minutes.

13.2 PRESENTATION

L'autobus hybride diesel-électrique permet de regrouper les avantages de la motorisation diesel et de la motorisation électrique. Ces autobus peuvent notamment arrêter le moteur diesel lorsqu'ils sont à l'arrêt et faire du freinage régénératif. Ces caractéristiques permettent à l'autobus hybride d'avoir une consommation réduite par rapport à un autobus diesel. De plus, lorsqu'une motorisation hybride en série est utilisée, ce qui est le cas pour le projet de Québec et de Lévis, il est possible de motoriser plus d'un essieu pour de meilleures performances de traction en format bi-articulé.

13.2.1 Format et capacité

Les autobus hybrides sont disponibles dans les mêmes formats que les autobus diesel et avec environ les mêmes capacités de voyageurs. La motorisation hybride est disponible auprès des quelques fabricants d'autobus bi-articulés.

13.2.2 Contraintes d'exploitation

Les autobus hybrides ont le même comportement d'exploitation que les autobus diesel.

13.2.3 Contraintes du tracé/platforme

Les autobus hybrides sont légèrement plus hauts que les autobus diesel dû au plus grand nombre d'équipements en toiture. Cela n'a habituellement pas d'impact sur les tracés.

Les équipements supplémentaires requis pour l'hybridation ajoutent du poids aux véhicules. Les autobus hybrides de 12 mètres sont environ 1 200 kg de plus lourd qu'un autobus diesel de même taille.

Lorsqu'une motorisation hybride en série est utilisée, il est possible de motoriser plus d'un essieu pour améliorer les performances dans les pentes, plus particulièrement avec la présence de neige. Ainsi, les véhicules articulés et bi-articulés peuvent avoir la même performance dans les pentes que le format 12 mètres.

13.2.4 Contraintes environnementales

Les performances des autobus hybrides en série articulés dans la neige peuvent être améliorées par la motorisation de plusieurs essieux (voir ci-dessus).

13.2.5 Maturité de la technologie

La technologie hybride est relativement jeune, par contre elle fait l'objet d'un grand déploiement qui donne un retour d'expérience important.

Les véhicules hybrides étant plus instrumentés que leur équivalent diesel, une plus grande quantité de bris électroniques est à anticiper.

13.2.6 Impact environnemental

Les essais réalisés sur des autobus hybrides en série permettent de conclure à une réduction de la consommation et par conséquent des émissions de 30 %.

13.2.7 Disponibilité et concurrence

Les autobus hybrides sont disponibles d'un grand nombre de fabricants. Tous les principaux fabricants d'autobus diesel offrent une option de motorisation hybride.

13.3 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

À titre d'information, les caractéristiques techniques des autobus hybrides (diesel-électrique) du modèle ExquiCity de Van Hool sont présentées ci-après.



ExquiCity 24 (hybride diesel-électrique)		EXQUI.CITY
Fiche technique		
longueur	23 820 mm	
porte-à-faux avant	1 900 mm	
empattement	6 600 / 6 710 / 6 710 mm	
porte-à-faux arrière	1 900 mm	
largeur	2 550 mm	
hauteur	3 300 mm	
angle d'attaque	7° 7'	
angle de départ	7° 7'	
hauteur d'accès	330 mm	
rayon de braquage	12 150 mm	
poids à vide	22 750 kg	
portes	4	
pneus	12 pneus: 275/70 - R22,5	

Figure 46 : Exquicity 24 (hybride diesel-électrique) – (source : fiche technique de Van Hool)

14 EXPLOITATION DU RESEAU

Compte tenu de la capacité moindre des SRB par rapport au tramway, soit un nombre maximum de 150 passagers au lieu de 260 passagers, la fréquence de service des SRB doit être augmentée par rapport à celle du tramway. Le tableau ci-après présente, pour l'heure de pointe, les fréquences de service pour l'année 2026.

Tableau 14 : Fréquences de service du tramway et des SRB de Québec et de Lévis en 2026 et 2041

Année 2026			Année 2041	
Fréquence – Heures de pointe				
Tronçon	Tramway	SRB	Tramway	SRB (1)
Grand-Théâtre – Galeries Charlesbourg	10 minutes	6 minutes	6 minutes	4 minutes
Grand-Théâtre – Croix-Rouge	10 minutes	6 minutes	6 minutes	4 minutes
Desjardins – D’Estimauville	8 minutes	6 minutes	6 minutes	4 minutes
4 ^e Avenue- D’Estimauville	8 minutes	6 minutes	6 minutes	4 minutes

Note 1 : Avec des fréquences de 4 minutes, on obtient sur les tronçons communs une fréquence de 2 minutes par direction ce qui va engendrer un impact important sur la circulation automobile et les piétons (réduction du temps de vert pour les flux antagonistes au SRB) et la qualité du service (la priorité au carrefour ne pourra être offerte).

Comme pour le tramway, le service serait offert sept (7) jours par semaine entre 5 h 30 et 00 h 30.
Compte tenu de l’offre de service prévue, les heures de conduites annuelles et le kilométrage annuel parcouru par le matériel roulant, incluant les haut-le-pied, seraient les suivants :

Tableau 15 : Heures de conduite et kilométrage annuels parcourus par le matériel roulant des SRB de Québec et de Lévis

	Horizon 2026	Horizon 2041
Kilométrage annuel	3 880 000	4 550 000
Heure de conduite annule	176 000	210 000

15 COUTS DE CONSTRUCTION, DE TRANSITION ET D'EXPLOITATION ET PLANNING DES TRAVAUX

15.1 COUT D'IMMOBILISATION

La valeur de la mise en œuvre, en millions de dollars canadiens hors taxes du premier trimestre 2014, du projet de SRB de base se chiffre à 818,33 M\$, alors que celle du projet de SRB fiabilisé se chiffre à 1 001,78 M\$ et que celle du SRB évolutif se chiffre à 1 182,10 M\$.

Les principales différences entre ces projets sont rappelées ci-après :

- pour le SRB de base, la plateforme est spécifique au SRB, les réseaux souterrains ne sont pas déviés (seulement réparés/déviés si vétustes ou endommagés lors des travaux), et certains ouvrages d'art ne sont pas modifiés pour recevoir le tramway ; les ponts Dominion et Samson entre autres;
- pour le SRB fiabilisé, la plateforme est spécifique au SRB, les réseaux souterrains sont déviés et certains ouvrages d'art ne sont pas modifiés pour recevoir le tramway ; les ponts Dominion et Samson entre autres;
- pour le SRB évolutif, la plateforme est en partie celle du tramway, les réseaux souterrains sont déviés et les ouvrages d'art sont prêts à recevoir le tramway.

Il est à noter que les coûts de ces projets ont été élaborés de façon détaillée pour le tronçon 4^e Avenue à Lévis à D'Estimauville à Québec pour le SRB évolutif. Le coût d'immobilisation global pour les différents SRB a été établi par la suite par déduction sans études d'insertion détaillées.

Le tableau ci-après présente un sommaire des coûts des projets SRB de Québec et de Lévis.

Tableau 16 : Coûts d'immobilisation des SRB de Québec et de Lévis en millions de dollars canadiens hors taxes du premier trimestre 2014 (source : études de faisabilité, Lot 1)

Groupes techniques	Coût d'immobilisation		
	M\$ 2014		
Composantes du système	SRB de base	SRB fiabilisé	SRB Évolutif
1 - Travaux préparatoires	24,60	24,60	24,60
2 - Traitement des sols contaminés	0,00	0,00	0,00
3 - Travaux de plateforme et réseau tramway	0,00	0,00	73,16
4 - Travaux de voirie	0,00	0,00	26,24
5 - Travaux de courant fort	2,35	2,35	2,35
6 - Travaux d'ouvrages d'art	47,28	47,28	71,66
7 - Travaux de déviation des réseaux souterrains	62,23 (note 1)	199,75	199,75
8 - Travaux de stations en surface	4,77	4,77	4,77
9 - Mobilier de station	30,25	30,25	30,25
10 - Travaux de voirie	109,62	109,62	121,03
11 - Travaux de signalisation et d'éclairage	25,97	25,97	25,97
12 - Tunnel	0,00	0,00	0,00
13 - Travaux de signalisation ferroviaire	0,00	0,00	0,00
14- Travaux d'équipements urbains et paysagers	31,89	31,89	31,89
15 - Équipements centraux	1,88	1,88	1,88
16 - Travaux de locaux techniques	0,61	0,61	0,61
17 - CEE Principal (note 2)	0,00	0,00	0,00
18 - CEE Secondaire	35,01	35,01	35,01
19- Travaux de pôles d'échanges (hors mandat)	0,00	0,00	0,00
20 - Matériel roulant	162,75	162,75	162,75
21 – Éléments STI	16,55	16,55	16,55
Sous-total : Travaux / Matériel roulant	555,76	693,28	828,46
22 – Acquisitions foncières	67,50	67,50	67,50
Sous-total : Travaux / Matériel roulant / acquisitions foncières	623,26	760,78	895,96
23 - Honoraires professionnels	82,10	102,72	123,00
24 – Allocation pour indemnisation	6,23	7,61	8,96
25 - Contingences	106,74	130,67	154,19
Total	818,33	1 001,78	1 182,10

Note 1 : Provient d'une analyse de la Ville de Québec pour le tracé sur le territoire de Québec et d'un rapport de Dessau au compte de la STLévis pour le territoire de Lévis.

Note 2 : Il a été posé comme hypothèse que l'extension du Centre Métrobus du RTC servirait, sans coûts pour le projet, de CEE principal pour les SRB.

15.2 COUT DE TRANSITION DES SRB VERS LE TRAMWAY

15.2.1 Coût de transistion du SRB évolutif au tramway pour le tronçon 4^e Avenue - D'Estimauville

Pour le tronçon 4^e Avenue à Lévis à D'Estimauville à Québec une analyse du coût de transition du SRB évolutif a été réalisée. Le tableau ci-après présente le résultat de cette analyse. Pour plus de détail, le lecteur est invité à consulter le Livrable 1.13 – Coût d'immobilisation SRB.

15.2.2 Coût de transition des SRB vers le tramway sur l'ensemble du tracé

Une analyse à très haut niveau a été faite pour établir un ordre de grandeur du coût de transition des SRB au tramway sur l'ensemble du tracé.

En dollars canadiens hors taxes du premier trimestre de 2014, ces coûts estimés sont :

- pour le SRB de base : 1 814 M\$
- pour le SRB fiabilisé : 1 325 M\$
- pour le SRB évolutif : 1 150 M\$.

Tableau 17 : Coût de transition du SRB évolutif au tramway pour le tronçon 4^e Avenue – D'Estimauville en millions de dollars canadiens hors taxes du premier trimestre 2014 (source : études de faisabilité, Lot 1)

Groupes techniques		Coût d'immobilisation M\$ 2014			
Composantes du système	Coût du SRB évolutif	Coût de transition	Coût total	Coût du projet tramway	Écart
1 - Travaux préparatoires	13,74	7,23	20,97	13,75	7,22
2 - Traitement des sols contaminés	0,00	0,15	0,15	0,15	0,00
3 - Travaux de plateforme et réseau tramway	45,46	18,37	63,83	60,74	3,09
4 - Travaux de voirie	15,66	68,81	84,47	82,04	2,43
5 - Travaux de courant fort	1,40	36,64	38,04	36,13	1,91
6 - Travaux d'ouvrages d'art	49,94	0,30	50,24	49,83	0,41
7 - Travaux de déviation des réseaux souterrains	89,18	0,00	89,18	87,12	2,06
8 - Travaux de stations en surface	2,84	2,84	5,68	2,88	2,80
9 - Mobilier de station	18,15	18,15	36,30	18,80	17,50
10 - Travaux de voirie	66,50	10,84	77,34	48,00	29,34
11 - Travaux de signalisation et d'éclairage	13,99	4,28	18,27	14,14	4,13
12 - Tunnel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13 - Travaux de signalisation ferroviaire	0,00	2,47	2,47	2,47	0,00
14- Travaux d'équipements urbains et paysagers	24,59	10,48	35,07	25,27	9,80
15 - Équipements centraux	0,00	2,86	2,86	2,86	0,00
16 - Travaux de locaux techniques	0,10	9,18	9,28	9,28	0,00
17 - CEE Principal (Note 1)	0,00	45,92	45,92	45,92	0,00
18 - CEE Secondaire (Note 1)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19- Travaux de pôles d'échanges (hors mandat)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20 - Matériel roulant	72,85	231,00	303,85	231,00	72,85
21 – Éléments STI	6,96	9,29	16,25	6,99	9,26
Sous-total : Travaux / Matériel roulant	421,36	479,08	900,17	737,37	162,80
22 – Acquisitions foncières	42,32	3,82	46,14	40,66	5,48
Sous-total : Travaux /Matériel roulant / acquisitions foncières	436,68	482,90	946,31	778,03	168,28
23 - Honoraires professionnels	64,55	56,26	120,68	100,53	20,14
24 – Allocation pour indemnisation	4,64	4,83	9,46	7,78	1,68
25 - Contingences	79,91	81,60	161,47	132,95	28,52
Total	612,68	625,60	1 237,92	1 019,29	218,62

15.3 COUT D'EXPLOITATION SUR L'ENSEMBLE DU TRACE

Le tableau ci-après présente, un sommaire des coûts d'exploitation du SRB pour une exploitation sur la totalité du tracé pour les années 2026 et 2041 en millions de dollars canadiens hors taxes du premier trimestre 2014.

Il est rappelé que ces coûts d'exploitation, compte tenu de l'évolution du projet au cours de l'étude, sont le fruit d'une extension du coût détaillé qui a été élaboré pour l'année 2026 sur la base d'un schéma d'exploitation en Y entre, d'une part, la 4^e Avenue à Lévis et, d'autre part, D'Estimauville et Grand-Théâtre à Québec. Pour obtenir les coûts d'exploitation 2026 et 2041 sur l'ensemble du réseau, les véhicules-kilomètres anticipés sur l'ensemble du réseau en 2026 et 2041 ont été multipliés par le coût au véhicule-kilomètre résultant de l'analyse détaillée.

Tableau 18 : Sommaire des coûts d'exploitation du SRB de Québec et de Lévis pour les années 2026 et 2041 en millions de dollars canadiens hors taxes du premier trimestre 2014
(Source : études de faisabilité, Lot 1)

	2026	2041
	M\$ 2014	M\$ 2014
Coût d'exploitation sur l'ensemble du tracé	37,09 M\$	43,55 M\$

15.4 ÉCHEANCIER DES TRAVAUX

Un premier échéancier des travaux a été réalisé dans le cadre de l'étude de faisabilité technique des SRB évolutif, fiabilisé et de base de Québec et de Lévis ; ce qui est tôt dans le processus pour faire un tel échéancier. Les cadences utilisées sont préliminaires et devront être ajustées dans les prochaines phases des études en fonction des précisions des travaux à faire, des particularités de chacun des tronçons et du phasage imposé par le plan de circulation en phase travaux. L'échéancier réalisé dans le cadre de la présente étude de faisabilité technique donne toutefois une bonne idée de l'échéancier global.

15.4.1 SRB évolutif

Le tableau ci-après présente les principales dates de l'échéancier des travaux du SRB évolutif.

Tableau 19 : Principales dates de l'échéancier des travaux du SRB évolutif

ÉTAPES	DATES
Études préliminaires (début)	janvier 2015
Études d'impacts (début)	janvier 2015
Plans et de devis (début)	janvier 2017
Acquisition foncière (début)	janvier 2017
Premiers appels d'offres travaux	mars 2018
Appel d'offres matériel roulant	novembre 2017
Début de travaux	avril 2019
Réception du 1 ^{er} véhicule	avril 2020
Début des essais dynamiques et marche à blanc	août 2021
Mise en service commercial partiel	janvier 2022
Mise en service commercial de l'ensemble du tracé	janvier 2025

Il est à noter qu'advenant que les études préliminaires débutent quelques mois plus tard que prévu, cela pourrait générer un retard équivalent dans l'échéancier global du projet.

15.4.2 SRB fiabilisé

La différence entre le SRB évolutif et le SRB fiabilisé se situe à deux (2) niveaux ; soit la plateforme et la réalisation de quelques ouvrages d'art.

La plateforme du SRB fiabilisé étant plus simple que celle du SRB évolutif (matériaux granulaires au lieu de béton), il est à prévoir un gain de temps entre 3 et 11 mois pour la mise en service des axes 1 à 5 et environ 2 mois pour la mise en service des axes 6 à 9.

Les ouvrages d'art étant essentiellement réalisés en temps masqué (en parallèle avec d'autres travaux), le fait qu'il y en a moins dans le scénario du SRB fiabilisé, ne devrait pas avoir d'impacts sur la durée globale de l'échéancier de réalisation.

Sur l'ensemble du projet, l'échéancier du SRB fiabilisé pourrait donc être raccourci d'environ 5 mois par rapport à celui du SRB évolutif.

15.4.3 SRB de base

La différence entre le SRB évolutif et le SRB de base se situe à trois (3) niveaux ; soit la plateforme, la réalisation de quelques ouvrages d'art et la déviation des réseaux.

La plateforme du SRB de base étant plus simple que celle du SRB évolutif (matériaux granulaires au lieu de béton), il est à prévoir un gain de temps entre 3 et 11 mois pour la mise en service des axes 1 à 5 et environ 2 mois pour la mise en service des axes 6 à 9.

Les ouvrages d'art étant essentiellement réalisés en temps masqué (en parallèle avec d'autres travaux), le fait qu'il y en a moins dans le scénario du SRB de base, ne devrait pas avoir d'impacts sur la durée globale de l'échéancier de réalisation.

Le fait que les réseaux souterrains ne soient pas déviés dans le cas du SRB de base aura un impact important sur l'échéancier de réalisation. Il est, en première approximation, anticipé un gain de temps entre 2 et 11 mois pour la mise en service des axes 1 à 5 et d'environ 2 mois pour les axes 6 à 9.

Sur l'ensemble du projet, l'échéancier du SRB de base pourrait donc être raccourci d'environ 9 à 15 mois par rapport à celui du SRB évolutif.

Il est toutefois à noter que ces gains de temps ne tiennent pas compte des imprévus rencontrés au niveau des réseaux souterrains qui devront, compte tenu de leur état, être remplacés sans avoir été prévu tant au niveau échéancier que budgétaire. Ces imprévus pourraient réduire fortement les gains de temps anticipés voire même les annuler complètement.

PARTIE 4 – PRÉSENTATION SOMMAIRE DU PROJET SRB ÉLECTRIQUE DE QUÉBEC ET DE LÉVIS

16 INSERTION DU TRACE, DES STATIONS ET DES TERMINUS

16.1 TRACE

Lors de la définition des différents scénarios de SRB, il a été posé comme hypothèse de base que les SRB :

- utiliseraient l'emprise prévue pour le tramway;
- et que, si requis, l'emprise du tramway serait élargie pour le SRB et/ou ajustée localement pour tenir compte des particularités du système de SRB (rayon de giration, largeur de la plateforme en station, etc.).

Le tracé du SRB électrique est donc identique au tramway. Il est toutefois à noter qu'entre le boulevard Charest et le Grand-Théâtre le SRB électrique roule en surface en bilatéral.

16.1.1 Emprise

Bien que le tracé soit le même, l'emprise requise pour insérer le SRB électrique peut différer de celle du tramway.

Comme on le verra dans le chapitre 24 du présent livrable, le matériel roulant pour le SRB électrique est un autobus électrique de type trolleybus bi-articulé de 24 m. Ce véhicule, de largeur similaire au tramway étant électrifié par LAC (ligne aérienne de contact) mais pas guidé, requiert une emprise plus large pour garder le même niveau de service (vitesse) que le tramway.

Toutefois, compte tenu que l'espace disponible pour l'insertion varie le long du tracé, par exemple le boulevard de la Rive-Sud à Lévis versus le boulevard Charest dans le quartier Saint-Roch, différentes emprises pour le SRB électrique ont été définies dans le Livrable 1.10 – Projet de référence SRB, variantes et enjeux. Pour garder le même niveau de service que le tramway des emprises dites « site propre standard » ont été définies.

Le tableau ci-après présente de façon sommaire l'impact de ces « sites propres standard » sur la largeur de l'emprise requise par rapport au tramway et des enjeux possibles sur les acquisitions.

Tableau 20 : Comparaison des emprises site propre tramway et site propre SRB électrique

Type d'insertion	Emprise tramway (m)	Emprise SRB électrique (m)	Écart (m)	Impacts possibles
Insertion axiale en site propre standard entre terre-pleins	6,95	8,00	1,05	Espace supplémentaire pris dans les terre-pleins.
Insertion axiale en site propre standard entre voiries	7,45	10,00	2,55	Nécessite normalement une acquisition supplémentaire.
Insertion latérale en site propre standard	7,65	9,30	1,65	Nécessite souvent une acquisition supplémentaire.
Insertion bilatérale en site propre standard (par voie)	3,85	4,80	0,95	Peut nécessiter de l'acquisition supplémentaire.

Là où les impacts sont trop importants pour une insertion en site propre standard (modifications importantes à des structures existantes et / ou des acquisitions supplémentaires très onéreuses), des concepts d'insertion en « site espace restreint » propre, semi-franchissable ou franchissable ont été développés pour s'insérer dans une emprise que se rapproche de celle prévue pour le tramway.

Le tableau ci-après présente de façon sommaire l'impact de ces « sites espace restreint » sur la largeur de l'emprise requise par rapport au tramway et les enjeux possibles sur les acquisitions.

Le lecteur est invité à consulter le Livrable 1.10 – Projet de référence SRB, variantes et enjeux pour plus de détail.

Tableau 21 : Comparaison des emprises site propre tramway et site restreint SRB électrique

Type d'insertion	Emprise tramway (m)	Emprise SRB électrique (m)	Écart (m)	Impacts possibles
Insertion axiale en site espace restreint semi-franchissable avec terre-plein central	7,45	8,40	0,95	Peut demander une acquisition supplémentaire.
Insertion axiale en site espace restreint sans terre-plein (poteaux LAC sur trottoir ou accrochage en façade)	7,45	7,45	0,00	Pas d'acquisition supplémentaire.
Insertion latérale en site restreint	7,65	7,95	0,30	Peut demander une acquisition supplémentaire
Insertion bilatérale en site espace restreint franchissable (par voie)	3,85	4,15	0,30	Peut demander une acquisition supplémentaire

Ces insertions nécessitent moins d'espaces supplémentaires, mais ont toutefois un impact négatif sur la qualité du service offert.

16.1.2 Tracé Est-Ouest Lévis

Tronçons B à F (du chemin du Sault à la station terminale Desjardins)

Compte tenu de l'emprise disponible, l'insertion se fait en « site propre standard axial » sauf au niveau du cran rocheux où la problématique d'insertion sur une distance de 140 mètres dicte une insertion en « site espace restreint semi-franchissable axial ».

Une boucle de retournement est aménagée à l'arrière de la station terminal Desjardins.

Tronçon A2 – (du sud du Pont Dominion à l'est du chemin du Sault)

L'insertion proposée, compte tenu du milieu récepteur, se fait entièrement en insertion « site propre standard axial ».

Tronçon A1 – (du sud de pont de Québec au sud du pont Dominion)

L'insertion dans ce secteur se fait en bilatéral. En direction nord, elle est faite en « site propre standard » sauf entre le nord de la rue de la Presqu'île et le pont de Québec où l'insertion se fait en « site banal ».

En direction sud, l'insertion se fait en « site banal » sur l'ensemble du tracé.

16.1.3 Tracé pont de Québec

Compte tenu de la nécessité de conserver trois (3) voies de circulation pour véhicules routiers sur le pont de Québec, l'insertion du SRB se fait obligatoirement sur un tablier abaissé en « site banal bilatéral » avec une voie réversible au centre comme présentement. Cette insertion permet d'avoir des voies banales pour le SRB qui respectent le minimum de 3,35 m de largeur par voie.

16.1.4 Tracé Est-Ouest Québec

Tronçon 1 : Route 132 (Pont de Québec – Boulevard Laurier)

Entre le pont de Québec et le chemin Saint-Louis, l'insertion se fait en « site banal bilatéral », sauf en direction nord entre la sortie 132 et le chemin Saint-Louis où il est en « site propre standard bilatéral ».

Entre le chemin Saint-Louis et le boulevard Laurier, l'insertion se fait en « site propre standard axial » pour aller rejoindre l'avenue des Hôtels puis en « site propre standard latérale » sur l'avenue des Hôtels.

Tronçon 2 : Boulevard Laurier

L'aménagement de la plateforme transport en commun entre les larges terre-pleins prévu dans ce tronçon permet d'insérer le SRB électrique en « site propre standard axial » sans impact.

Tronçon 3 : Autoroute Robert-Bourassa

La plateforme du tramway étant prévue en position latérale sur le terrain de l'Université Laval, l'insertion du SRB électrique s'y fait sans impact particulier en « site propre standard latéral ».

Tronçon 4 : Université Laval – Pyramide

Entre l'autoroute Robert-Bourassa et la rue du PEPS, la plateforme du SRB électrique s'insère latéralement en « site propre espace restreint » sur les rues de la Foresterie et de la rue de la Médecine. Entre la rue du PEPS et le chemin Quatre-Bourgeois les aménagements du projet ERBUL, sauf la station du PEPS, sont utilisés pour l'insertion du SRB électrique. Le SEB y est donc en site banal, les voies étant partagées avec les ERBUL. Les quais de la station du PEPS sont prolongés afin de mieux répondre aux besoins du SRB électrique qui partage le site réservé avec les autobus eXpress. À la sortie de la station la priorité est donnée au SRB.

Sur le chemin des Quatre-Bourgeois, l'insertion du SRB se fait en « site propre standard latéral ».

Enfin, du chemin Sainte-Foy à la rue Nicolas-Pinel, le SRB se retrouve en « site propre standard ».

Tronçon 5 : Rue Nicolas-Pinel – Frank-Carrel

Sur les rues Nicolas-Pinel et Jean-Durand, l'insertion se fait en « site propre standard latéral ».

De la rue Nérée-Tremblay à la rue Frank-Carrel, l'emprise disponible permet une insertion en « site propre standard axial ».

Sur la rue Frank-Carrel, l'insertion se fait en « site propre standard latéral » et une surlargeur est nécessaire du côté sud sur une longueur totale de 800 mètres. La station est réalisée avec quais latéraux et son emplacement est optimisé afin d'éviter l'acquisition d'un bâtiment.

Tronçon 6 : Boulevard Charest de la rue Semple à la rue Saint-Sacrement

Le projet du tramway prévoit dans ce secteur un réaménagement complet du boulevard Charest incluant les voies de service. L'insertion en « site propre standard axial » du SRB électrique s'y fait en revoyant légèrement l'aménagement de façade à façade, puisque cet aménagement ne requiert que de 2,55 mètres de plus.

Tronçon 7 : Boulevard Charest de la rue Saint-Sacrement à la rue Marie-de-l'Incarnation

Compte tenu de la présence de terre-pleins latéraux de part et d'autre de la plateforme, il est ici recommandé une insertion de type « site propre standard axial » ; la largeur de 1,05 mètre supplémentaire requise pour ce type d'insertion pouvant être prise sans problèmes dans les terre-pleins.

Aux deux (2) stations de ce tronçon, une acquisition de 0,65 mètre est nécessaire.

Tronçon 8 : Boulevard Charest de la rue Marie-de-l'Incarnation au boulevard Langelier

L'insertion proposée, puisqu'il est fait l'hypothèse d'une acquisition de 6,00 mètres du côté nord du boulevard Charest, se fait en « site propre standard axial ».

Aux trois (3) stations sur ce tronçon, l'acquisition de 6,00 mètres mentionnée ci-haut est suffisante pour en faire l'insertion sans impact.

Tronçon 9 : Boulevard Charest du boulevard Langelier à la Gare du Palais

Compte tenu de la limite de l'emprise et de la problématique de l'élargir dans ce secteur, l'insertion se fait sur l'emprise de 7,45 mètres prévue pour le tramway en « site espace restreint semi-franchissable axial » entre le boulevard Langelier et la rue Dorchester.

La plateforme du tramway passant à 6,95 mètres de largeur entre la rue Dorchester et le boulevard Jean-Lesage, l'insertion du SRB électrique s'y fait dans avec une insertion de type « espace restreint semi-franchissable axial » en revoyant légèrement les espaces dévolus aux autres fonctions de l'emprise.

L'insertion de la station à quais décalés, compte tenu de l'emprise très limitée, se fait en réduisant les largeurs des voies autobus en station et en revoyant légèrement (0,30 mètre) la répartition des espaces dévolus aux autres fonctions dans l'emprise. Il est à noter que, puisqu'il n'y a pas d'aiguillages à mettre au sol, le quai ouest de cette station est rapproché de la rue Dorchester.

Pour ce qui est de la station Du Pont à quai central, elle est transformée en station à quais latéraux. Les espaces acquis pour le tramway à cet endroit sont suffisants pour l'insertion du SRB électrique.

Tronçon 10 : Boulevard Jean-Lesage et boulevard des Capucins

Sur la partie sud de ce tronçon, soit de la rue Saint-Paul à la caserne des pompiers près de la 4^e Rue, l'insertion se fait latéralement en « site propre espace restreint ». Du nord de la caserne au chemin de la Canardière, l'insertion se fait en « site propre standard latéral » hors rue.

Tronçon 11 : Chemin de la Canardière

Du boulevard des Capucins au boulevard Henri-Bourassa, l'emprise réduite dicte une insertion « site espace restreint semi-franchissable axial ». Une emprise supplémentaire de 0,95 mètre par rapport au tramway est nécessaire pour l'insertion du SRB électrique.

Entre les boulevards Henri-Bourassa et Sainte-Anne, l'emprise réduite dicte aussi une insertion « site propre espace restreint latéral ». Une surlargeur de 0,30 mètre par rapport au tramway est nécessaire pour l'insertion du SRB électrique. Une insertion en « site propre standard » y aurait occasionné, au minimum, l'acquisition de tous les bâtiments bordant un côté de la rue.

Tronçon 12 : Boulevard Sainte-Anne

L'emprise disponible permet ici une insertion en « site propre standard axial ». Ainsi, des acquisitions supplémentaires de 2,55 mètres sont nécessaires pour l'insertion du SRB électrique.

Au nord de l'avenue D'Estimauville, l'insertion se fait en « site propre standard latéral », nécessitant une surlargeur de 1,65 mètre.

Au niveau la station Niverville, seule une acquisition de 0,75 mètre doit être faite et cette acquisition se fait sans toucher de bâtiments.

L'aire de retournement des autobus à la station terminale sera intégrée au projet de pôle d'échange du RTC dans ce secteur.

16.1.5 Tracé Nord-Sud

Tronçon A – Boulevard René-Lévesque et avenue Honoré-Mercier

L'insertion du SRB électrique sur ce tronçon se fait en majorité sur les voies réservées existantes, contrairement au tramway qui s'y fait en tunnel.

Sur le boulevard René-Lévesque, l'insertion du SRB électrique se fait en « site espace restreint franchissable bilatéral ». Sur l'avenue Honoré-Mercier, l'insertion « bilatérale » se fait en direction sud le long du trottoir alors qu'en direction nord elle se fait le long du terre-plein central. L'emprise supplémentaire est prise à partir des espaces dévolus aux autres fonctions de l'emprise.

Dû aux limitations de l'emprise disponible, le quai de la station Honoré-Mercier en direction sud a une longueur de seulement 28,00 mètres et une seule rampe d'accès. En direction nord, la station Honoré-Mercier est du côté du terre-plein central.

Une boucle de retournement est aménagée après la station du Grand-Théâtre en utilisant le quadrilatère autour du Grand-Théâtre dans l'emprise existante.

Tronçon B – Côte d'Abraham

Étant donné l'espace disponible très restreint sur ce tronçon et la présence de multiples bâtiments historiques et commerces, l'insertion se fait en voies réservées standards, exactement sur les voies réservées actuelles. Du marquage longitudinal et ponctuel sur la chaussée et une signalisation aérienne détermine l'emplacement du SRB électrique.

Tronçon C – Rues Dorchester et de la Couronne – De la Côte d'Abraham à la rue des Embarcations

À partir du carrefour rue De St-Valier Est / Côte d'Abraham jusqu'à la rue des Embarcations, le SRB électrique emprunte le tracé de référence, soit les rues Dorchester en direction sud et de la Couronne en direction nord. L'insertion s'y fait en « site propre standard bilatérale ».

Entre le boulevard Charest et la rue du Chalutier, le SRB électrique nécessite une surlargeur de 0,95 mètre par rapport au tramway. Cette surlargeur est obtenue en revoyant la répartition des espaces dévolus aux autres fonctions de l'emprise.

Tronçon D – Rue de la Pointe-aux-Lièvres - De la rue des Embarcations au boulevard Wilfrid-Hamel

Le SRB électrique s'insère sur la rue de la Pointe-aux-Lièvres en « site propre standard axiale » sur toute la longueur du tronçon, excepté au niveau de la station Croix-Rouge où l'insertion est en « site propre standard latéral » et juste au nord de la rue de la Croix-Rouge, où, sur quelque 200 mètres l'espace disponible ne permet qu'une insertion en « site espace restreint semi-franchissable axial ». Des acquisitions sont nécessaires lorsque le SRB électrique se retrouve en « site propre standard » et certains bâtiments doivent être acquis.

Un pôle d'échange important est prévu entre la rue des Embarcations et la rue de la Croix-Rouge.

Tronçons E et F – Boulevard Wilfrid-Hamel à la 41^e Rue

Sur le boulevard Wilfrid-Hamel, l'insertion se fait en « site propre standard latéral » et nécessite une surlargeur de 1,00 mètre du côté sud.

La station de l'Amphithéâtre est déplacée de 5,00 mètres vers le nord par rapport à celle du tramway pour éviter une acquisition de bâtiment.

Sur l'avenue Eugène-Lamontagne, le SRB électrique est en « site propre standard axial ». Cette insertion requiert des acquisitions de 2,55 mètres et certaines acquisitions additionnelles de bâtiments par rapport à ce qui était prévu pour le tramway.

Sur la 1^{re} Avenue, le SRB électrique est en « site espace restreint semi-franchissable axial ». Cette insertion nécessite de l'emprise supplémentaire, soit 0,95 mètre, engendrant des acquisitions additionnelles de bâtiments par rapport à ce qui était prévu pour le tramway. Une insertion en « site propre standard » y aurait occasionné, au minimum, l'acquisition de tous les bâtiments bordant un côté de l'avenue.

Sur la 41^e Rue, le SRB électrique se retrouve en « site propre standard latéral ». L'emprise supplémentaire de 1,65 mètre se fait à partir des stationnements des Galeries Charlesbourg.

Une boucle de retournement est aménagée à l'est de la station Galeries Charlesbourg, nécessitant des acquisitions supplémentaires dans le stationnement de ce centre d'achat.

16.2 STATIONS

La qualité de service offert par le SRB électrique devant être similaire à celle du tramway, les stations de ce système sont identiques et localisées aux mêmes endroits que celles du tramway. Toutefois, les autobus n'ayant que des portes à droite les deux (2) stations à quai central sont transformés en station à quais latéraux.

Le lecteur est donc invité à se référer au 2.2 du présent rapport pour plus d'information sur les stations.

Les autobus, comme vue précédemment, requièrent une plateforme plus large que le tramway ce qui impacte aussi au niveau de l'insertion des stations. Comme il est indiqué au Livrable 1.10 – Projet de référence SRB, variantes et enjeux, pour une station à quais latéraux avec une insertion en « site propre standard », l'emprise supplémentaire requise est de 0,75 mètre alors qu'en « site restreint semi-franchissable » pour une station à quais décalés, cette distance est de 0,30 mètre.

Les enjeux au niveau des stations ont été soulignés à la section 16.1 du présent document.

16.3 TERMINUS

Le lecteur est invité à lire le chapitre 2.3 du présent document pour avoir plus de détail sur les terminus.

Il est toutefois à noter que les autobus, contrairement au tramway, n'étant pas munis de loge de conduite aux deux (2) extrémités et de portes des deux (2) côtés, des boucles de retournement doivent être aménagées aux stations terminales ; soit aux stations Grand-Théâtre et Galeries Charlesbourg pour le tracé Nord-Sud et aux stations Desjardins et D'Estimauville sur le tracé Est-Ouest.

Des aménagements similaires seront à prévoir aux terminus partiels (lignes courtes) lorsque l'exploitation sera précisée.

Ces boucles de retournement sont aménagées soit sur la chaussée existante, soit à même les infrastructures de la station terminale ou nécessite une acquisition qui lui est propre.

17 DESCRIPTION DES INSTALLATIONS TECHNIQUES

17.1 PLATEFORME DU SRB ELECTRIQUE

La plateforme du SRB électrique est identique à celles des SRB fiabilisé ou de base sauf que, compte tenu que l'alimentation traction de ce système se fait par LAC, une multitubulaire (massif de conduits) et des chambres de tirages similaires à celles du tramway sont ajoutées à la plateforme. Le lecteur est invité à consulter la section 10.3 pour plus de détail.

17.2 ALIMENTATION TRACTION

L'alimentation traction du SRB électrique de Québec et de Lévis a plusieurs similitudes avec le tramway, entre autres :

1. une alimentation par LAC;
2. tension d'alimentation à 750 V courant continu;
3. mise en place de sous-stations électrique pour alimenter la LAC (en nombre similaire au tramway);
4. mêmes grandes familles d'insertion (poteaux axiaux, poteaux latéraux, accrochage en façade ; voir Figure 47);
5. hauteur minimale de captation de $\pm 3,7$ m;
6. hauteur nominale de captation de $\pm 6,0$ m;
7. hauteur maximale de captation de $\pm 6,3$ m;
8. contrainte de gabarit routier similaire ;
9. possibilité de régulariser la LAC (ce qui est recommandé pour le projet de Québec et de Lévis);
10. solutions éprouvées.

Il existe toutefois certaines spécificités au niveau de la LAC du SRB électrique par rapport à celle du tramway. Le tableau suivant présente un récapitulatif de ces principales particularités.

Tableau 22 : Particularité des LAC SRB électrique et tramway

Particularités LAC	SRB électrique	Tramway
Polarité traction « positif »	Par LAC	Par LAC
Polarité traction « négatif »	Par LAC (besoin d'un 2 ^e fil de contact)	Par les rails de roulement
Captation MR	Par perches. Les perches peuvent se déporter par rapport à l'axe du véhicule.	Par pantographe. Il suit l'axe du tramway et le fil de contact zig-zag pour répartir l'usure des bandes de contact.
Aiguillage de changement de ligne	Montages LAC nécessitant des appareils d'aiguillages aériens.	Montages LAC statiques, l'aiguillage étant assuré par la voie ferrée.
Solutions techniques	LAC simple unifilaire (1 fil de contact pour le positif et 1 fil de contact pour le négatif) Caténaire légère mise en œuvre sur des réseaux Trolleybus de l'Europe de l'Est	LAC simple unifilaire LAC bifilaire Caténaire légère Profil Aérien de Contact (sous ouvrage)

En plus des aiguillages LAC mentionnés dans le tableau précédent, la LAC du SRB électrique nécessite quelques équipements spéciaux :

- appareil de croisement;
- isolateur de section;
- guide d'empercharge.

La figure ci-après présente des exemples schématiques de montage type de la LAC du SRB électrique.

Pour plus d'information sur l'alimentation du SRB électrique - trolleybus, le lecteur est invité à consulter le Livrable 1.21 – Mode d'alimentation SRB électrique.

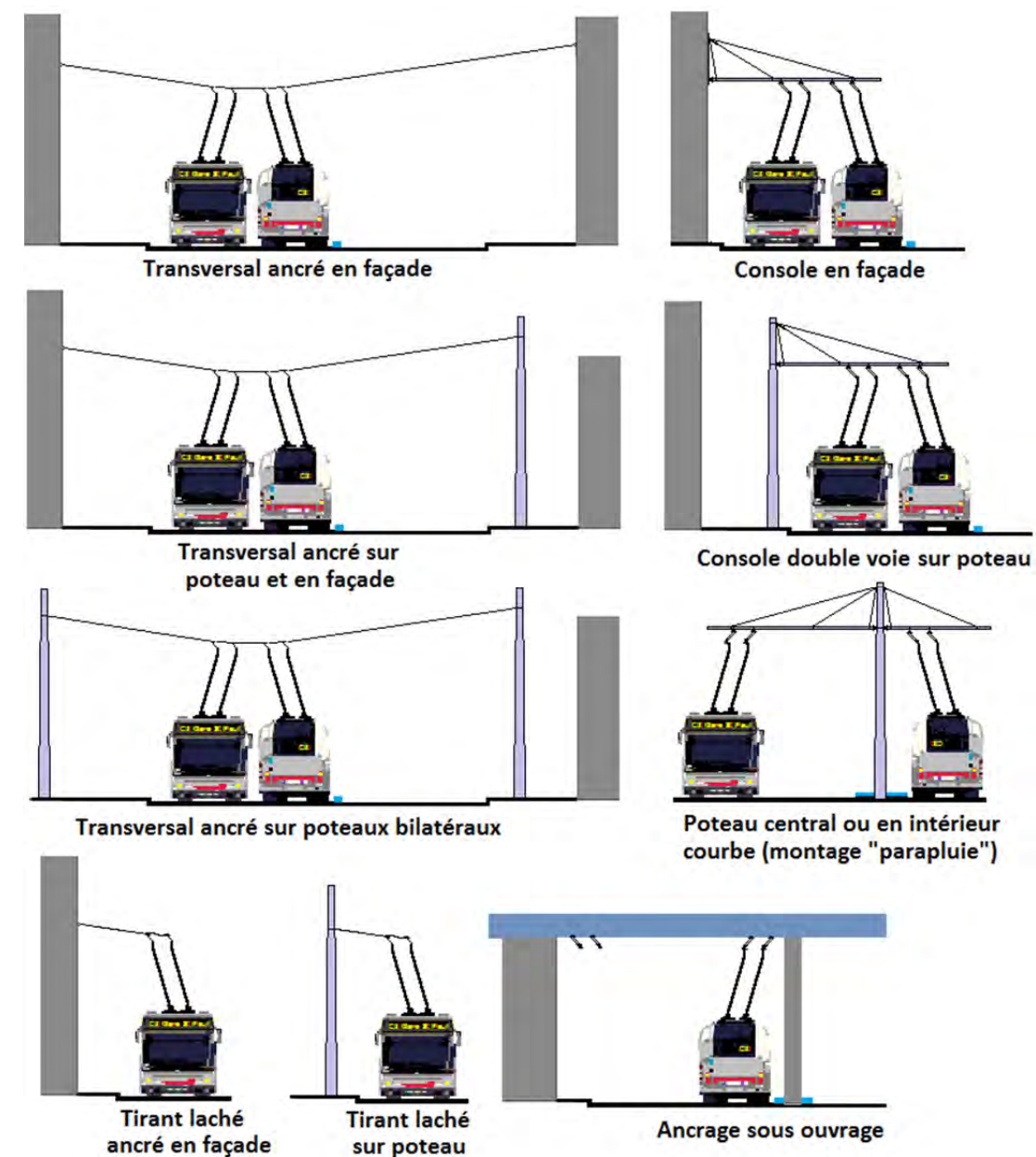


Figure 47 : Exemples de montage type de la LAC du SRB électrique de type trolleybus

17.3 SYSTEME ET COURANT FAIBLE

Les SRB électriques devant fournir une qualité de service similaire au tramway, les systèmes requis pour l'exploitation du SRB électrique sont, à une exception près, les mêmes que ceux prévus pour le tramway, incluant les infrastructures STI et la mise en place d'un poste de commande centralisé (PCC) où toutes les informations fournies par les différents systèmes déployés sur le réseau sont centralisées et affichées sur des postes de travail et sur un mur d'image. L'exception est la signalisation ferroviaire qui n'est pas nécessaire pour les SRB (pas d'aiguillage de voies ferrées).

Pour plus d'information, le lecteur est invité à consulter les chapitres 3.3 et 10.4 du présent document.

17.4 SIGNALISATION LUMINEUSE DE TRAFIC

Cette composante du système étant similaire à celle des SRB évolutif, fiabilisé et de base, le lecteur est invité à consulter la section 10.5 du présent document.

18 CENTRES D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN

Un Centre d'exploitation et d'Entretien (CEE) est un site où s'effectuent la gestion et l'entretien du SRB ainsi que le remisage du matériel roulant.

Pour un parc de matériel roulant et un réseau de SRB électrique étendu comme celui de Québec et de Lévis, il est préférable de privilégier un deuxième CEE ce qui permet de réduire les distances à parcourir en haut le pied (hors voyageurs) par chaque rame en début et en fin de service.

Comme pour le tramway, deux (2) Centres d'Exploitation et d'Entretien sont donc prévus à terme ; l'un dit Principal sur le territoire de Québec (Site Verdun) et l'autre dit Secondaire sur le territoire de Lévis (localisé entre les rues Plante et Perreault).

Le CEE principal dispose de toutes les fonctionnalités pour l'exploitation et l'entretien du système SRB électrique. Pour le CEE secondaire, il n'est pas nécessaire de recréer toutes les fonctionnalités ; par exemple, les postes de travail pour les grandes révisions et les opérations réparations peu courantes (carrosserie, peinture...). Toutefois, les révisions et entretiens journaliers et le remisage d'une partie de la flotte y sont prévus.

Au CEE principal on retrouve essentiellement à l'intérieur :

- une aire de stationnement des autobus;
- une zone de ravitaillement;
- une zone de lavage;
- une zone de nettoyage intérieur;
- une zone d'entretien avec passerelles fixes principales;
- une zone d'entretien avec passerelles fixes secondaires;
- une zone d'entretien avec vérins hydrauliques;
- une cabine de peinture;
- des baies diverses (lavage à vapeur, carrosserie...);
- des zones de stockage de pièces, d'outillage, de batteries...);
- des ateliers divers (montage de perche, mécanique, électrique-électronique, réparations de baies et portes...);
- le poste de commande centralisé;
- des espaces bureaux (employé de maintenance, équipe ingénierie, équipe d'exploitation, salle de prise de service, salle de formation, vestiaires...).

À l'extérieur, on retrouve essentiellement :

- un réseau routier d'accès;
- des espaces de stationnement pour les employés et les visiteurs;
- une voie d'essai;
- une zone de remisage extérieur;
- des espaces aménagés.

Dans un premier temps le CEE principal a été conçu pour recevoir la majeure partie de la flotte, puisque l'échéancier de construction du tronçon 4^e Avenue – Desjardins n'était pas connu.

La figure ci-après présente donc un CEE principal conçu pour quelque 92 SRB électrique bi-articulés de 24 mètres ; soit la majeure partie de la flotte. Dans l'éventualité où l'ensemble du tracé serait construit en bloc, la capacité du CEE principal serait réduite et un CEE secondaire conséquent serait construit.

Aucune conception n'a été faite pour le CEE secondaire du SRB électrique dans la présente étude de faisabilité.

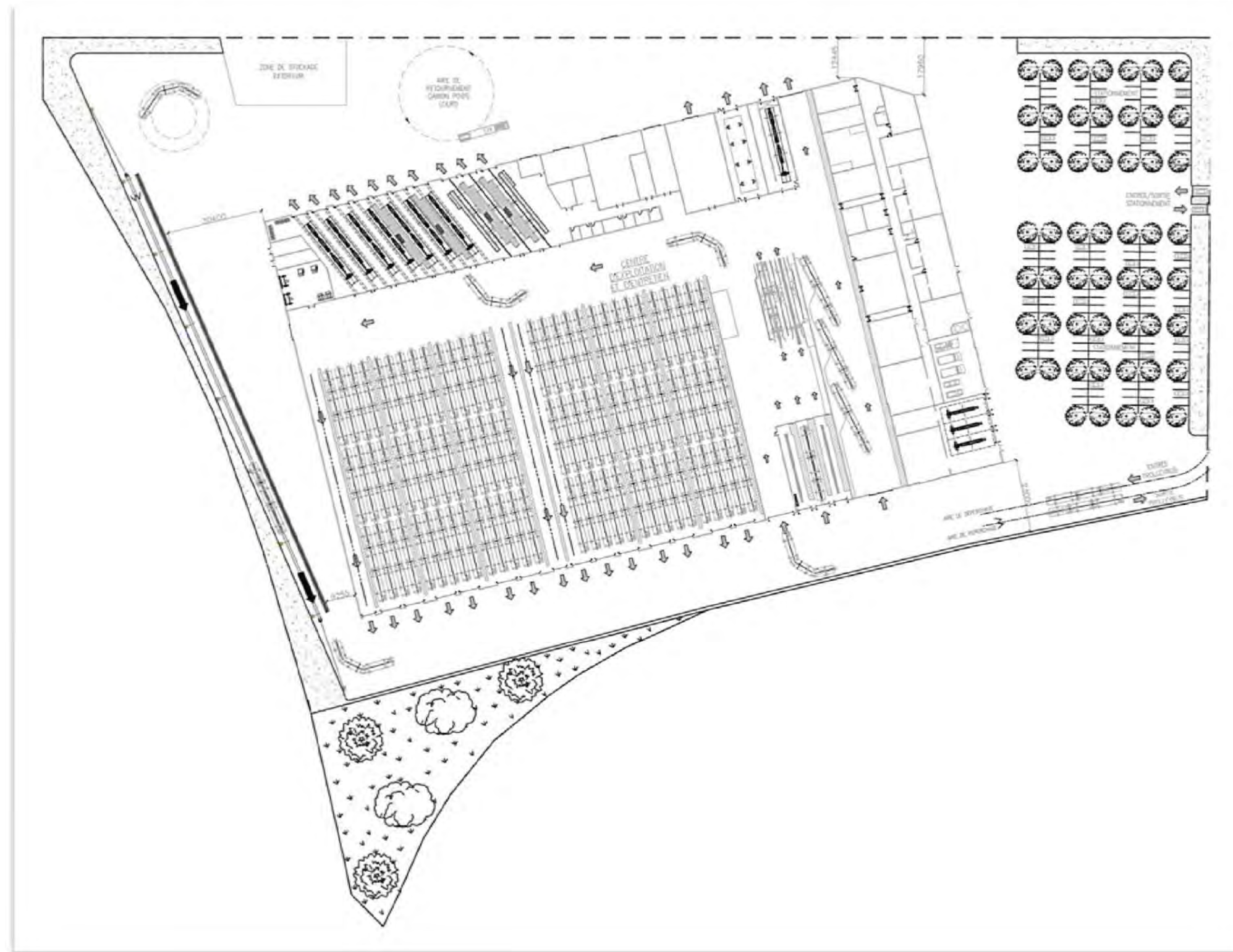


Figure 48 : Plan masse du CEE principal - SRB électrique - rue de Verdun, Québec

19 INSERTION URBAINE

19.1 PARTIE ARCHITECTURALE

L'insertion urbaine est la même pour les SRB que pour le tramway. Le lecteur est invité à consulter la section 5 du présent document pour plus de détail.

Les figures ci-après présentent l'insertion du SRB électrique à deux (2) endroits sur le tracé, soit sur les boulevards Charest (St-Sacrement) et Laurier.

19.2 PISTE CYCLABLE

Par rapport à l'insertion du tramway, il n'y a pas de modification au niveau de la prise en compte des pistes cyclables dans le projet d'insertion des SRB évolutif, fiabilisé et de base.

Le lecteur est invité à consulter la section 5 du présent document pour plus de détail.



Figure 49 : Emprise type de largeur supérieure à 30 mètres - Trolleybus - Boulevard Laurier, Québec



Figure 50 : Emprise type de largeur supérieure à 30 mètres - Trolleybus - Boulevard Charest (St-Sacrement), Québec

19.3 OUVRAGES D'ART

La plateforme du SRB électrique en insertion « site propre standard » et même en insertion « site restreint » étant plus large que la plateforme tramway, la dimension de plusieurs ouvrages a été ajustée à la hausse. Ces ouvrages sont :

- Rivière Etchemin (Lévis) P-13891;
- Ruisseau Cantin (Lévis) ponceau;
- Pont de la rivière St-Charles (Pont Lavigueur);
- Voie ferrée 1^{re} Avenue;
- Route 132 / Charles-M-Monsarrat & voie ferrée - option 1a;
- 17-Boul. Laurier/Chemin St-Louis;
- Nouvel étagement route 132 et avenue des Hôtels;
- Voie ferrée Chemin Canardière.

Par contre, des travaux majeurs, compte tenu des cas de chargement différents entre le tramway et le SRB électrique, sont évités dans le cas du projet SRB électrique. Ces ouvrages sont :

- Pont Dominion rivière Chaudière (Lévis) P-16928;
- Pont Boul. Jean-Lesage (Pont Samson);
- Mur de soutènement Côte d'Abraham (pas de tunnel / trémie avec le SRB).

20 MATERIEL ROULANT

20.1 INTRODUCTION

Pour les projets SRB divers types de matériel roulant et de système d'alimentation ont été identifiés et analysés. Une analyse multicritère a permis d'identifier deux (2) technologies qui se démarquaient des autres pour une mise en service à brève échéance ; soit l'autobus hybride (diesel-électrique) et le trolleybus (électrique). Pour plus de détail sur cette analyse, le lecteur est invité à consulter le Livrable 1.10 – Projet de référence, variantes et enjeux.

L'autobus de type trolleybus est le véhicule qui s'applique au SRB électrique, objet de la présente partie du rapport.

Une analyse de la demande à satisfaire par les SRB de Québec et de Lévis a permis d'en arriver à la conclusion qu'il fallait retenir les autobus qui offraient la plus grande capacité possible ; soit des autobus bi-articulés d'une longueur de 24 mètres. Ces véhicules ont une capacité maximale de 150 passagers.

Avec de tels véhicules, l'analyse démontre qu'aux trois (3) points les plus chargés du réseau (pont de Québec, Côte d'Abraham, secteur Lavigerie) il est possible de satisfaire la demande jusqu'en 2026. Au-delà de cette date, les autobus bi-articulés n'ont pas la capacité suffisante pour répondre à la demande définie pour le projet.

20.2 PRESENTATION

Le mode d'électrification de recharge dynamique avec LAC est basé sur la technologie trolleybus.

Le trolleybus est un autobus alimenté de façon continue au moyen d'une LAC. Les trolleybus étant sur pneumatiques, la ligne aérienne est bifilaire pour permettre le retour de courant (un fil positif, un fil négatif). L'autobus capte l'énergie électrique au moyen d'un système de perches trolley situé sur le dessus du véhicule.

L'image ci-dessous illustre un trolleybus bi-articulé de 24 m.



Figure 51 : Trolleybus bi-articulé (Source : HESS AG)

L'alimentation de la ligne aérienne est réalisée au moyen de postes de redressement qui convertissent l'alimentation du distributeur d'électricité à une tension de 600 ou 750 V en courant continu utilisable par les trolleybus. Pour le présent projet, la tension retenue est le 750 V.

Le véhicule trolleybus possède une source auxiliaire de puissance électrique (APU), pour lui permettre de continuer à circuler temporairement dans le cas d'une panne électrique, de circuler dans le CEE et de contourner les travaux routiers. Cet APU peut être thermique (une génératrice diesel à bord) ou électrique (batteries ou supercondensateurs). Dans le cas du présent projet, cette dernière technologie est préconisée. Sur les réseaux en opération le plus souvent une génératrice est utilisée, car elle permet au trolleybus de parcourir une plus grande distance en mode autonome; soit de l'ordre de quelques dizaines de kilomètres (50-100 km) et parce que les batteries étaient peu performantes à l'époque. Lorsque des batteries sont utilisées, elles ne permettent que quelques kilomètres d'autonomie (~1-2 km), mais donnent l'avantage d'un service entièrement électrique.

Les trolleybus ont un long historique service et représentent une solution d'électrification éprouvée.

L'inconvénient majeur des trolleybus est l'impact visuel du système de ligne aérienne bifilaire. En effet, le mécanisme de guidage des patins de perche sur les fils et la présence de polarités électriques opposées obligent la réalisation d'ouvrages aériens plus imposants que les fils seuls. Lorsque des lignes trolleybus se croisent, il faut installer des croisements avec plusieurs isolateurs et lorsque des tracés divergent ou convergent, il faut installer des aiguillages aériens. La réalisation de certaines intersections complexes peut être mal perçue.

Toutefois, les récentes avancées au niveau des accumulateurs d'énergie (batterie Li-ion surtout) permettent des APU électriques performants ce qui donnent au trolleybus la possibilité de

s'affranchir des montages aériens lourds en utilisant ces accumulateurs comme solution de recharge dynamique.

20.2.1 Le trolleybus comme mode de recharge dynamique

Contrairement à l'alimentation en continu de type trolleybus traditionnelle, l'autobus est conçu pour effectuer des portions du trajet en mode autonome sur ses réserves d'énergie même lorsqu'il n'y a pas de perturbations du service (perte d'alimentation, détours, etc.). La recharge de l'APU électrique est effectuée lorsque l'autobus est en mouvement et connecté à la LAC. Puisque la recharge est effectuée en mouvement, celle-ci n'a pas d'impact négatif sur l'exploitation.

La majeure partie du trajet est électrifié (>90 %), alors que des zones sans-fils sont réservées pour les zones denses (centre-ville), les secteurs patrimoniaux, les retours au garage, les boucles de retournement et pour éviter la construction d'ouvrages aériens imposants (virage, croisement, aiguillages, etc.). L'utilisation de lignes aériennes conserve l'avantage du trolleybus d'être une technologie éprouvée, mais sans les ouvrages aériens complexes. La LAC est plus simple de construction, de maintenance et s'intègre mieux dans le paysage urbain.

Le processus de positionner les perches trolley sur la ligne aérienne « le perchage » doit se faire à des endroits fixes. Une structure en forme de W, appelée « empercheur » placée sur les fils de contact permet de rapidement remonter les perches à l'arrêt où recommence la ligne aérienne.

Les systèmes de trolleybus de Rome et d'Eberswalde en Allemagne sont des exemples de trolleybus à recharge dynamique. À Rome, l'autonomie du véhicule est utilisée pour parcourir le centre-ville sans LAC entre la Porta Pia et la station Termini (~3 km aller-retour). À Eberswalde, les batteries embarquées permettent une distance de 18 km d'autonomie. En service commercial un parcours de 5 km sans lignes aériennes pour 20 minutes de recharge en mouvement y est envisagé. Au Québec, la STM étudie l'électrobus à recharge dynamique sur le boulevard Saint-Michel.

L'utilisation du trolleybus comme mode de recharge dynamique étant une évolution majeure, il n'est pas prévu de proposer une électrification trolleybus traditionnelle pour le SRB de Québec et de Lévis.

20.2.2 Format et capacité

L'offre actuelle d'autobus à recharge dynamique par LAC couvre l'ensemble des formats (12 m, 18 m et 24 m).

Les véhicules trolleybus sont généralement plus lourds que leur équivalent diesel en raison de la structure de caisse plus robuste. La masse axiale plus importante est souvent acceptée par la réglementation (ou par dérogation) sans réduction de la capacité en passagers. Les masses axiales maximales en vigueur au Québec ne sont pas suffisantes pour ces véhicules.

20.2.3 Contraintes d'exploitation

Le trolleybus se comporte, sur plusieurs aspects, comme un mode de transport guidé (ou ferré) :

- la flexibilité par rapport au trajet est faible et permet seulement de contourner les travaux ou les accidents;
- les dépassements de véhicules ne sont pas possibles, sauf en cas d'avarie ou à moins d'installer des aiguillages.

L'utilisation d'un APU électrique performant permet d'éviter l'installation de ligne aérienne sur les parcours HLP et sur certaines zones sensibles. Une autonomie de quelques kilomètres est possible en service, mais dépend fortement des dénivelés et du chauffage. Une autonomie de 3-5 km en service est utilisée sur des réseaux en service à Rome et à Eberswalde. Dans le cas de Québec, nos projections permettent d'envisager pouvoir réaliser 5 à 10 % des trajets commerciaux sans fil et une distance HLP de 10 km vers le garage (si absence de dénivelés importants).

Il est important de comprendre que l'APU n'est pas un mode d'exploitation pouvant être utilisé de façon continue afin d'éliminer la LAC sur une majeure partie du tracé. De façon générale, l'usage de l'APU sera orienté par les critères suivants :

- se faire, si et seulement si, il n'y a pas d'impact sur l'exploitation et la vitesse commerciale. Le perchage / déperchage devra être réalisé à des points d'arrêts planifiés et dont le temps de manœuvre est masqué par la montée et la descente de voyageurs;
- se limiter en exploitation commerciale à 5 à 10 % du tracé;
- être utilisé en exploitation commerciale normale à un nombre restreint d'endroits soit se limiter à 1 ou 2 tronçons sans LAC d'une longueur de 300 à 500 m sur un trajet;
- être utilisé en exploitation commerciale dégradée planifiée et non planifiée (déviation du parcours pour travaux/incidents, perte d'un secteur électrique, etc.);
- être utilisé hors-service pour les cas suivants :
 - aller et venir du Centre de Transport en début et fin de service;
 - dans les boucles de retournement en bout de ligne.

Pour réduire les capacités de batterie embarquées, il faut réduire les longueurs HLP et préférer si possible l'injection directe en ligne des véhicules à l'injection systématique en terminus.

Les transitions du mode non-connecté (parcours hors LAC) au mode connecté (parcours avec LAC) se font à l'arrêt à certains arrêts clairement identifiés. L'impact sur le temps d'arrêt ou le temps de parcours est négligeable. Bien que les opérations de perchage / déperchage soient simples, il est préférable de réduire au maximum le nombre de transitions pour réduire les risques de perchages infructueux qui nuiraient à la vitesse commerciale.

Les pannes d'alimentation électrique sont gérées en ayant plus de batteries que requis pour une opération normale ce qui permet de circuler jusqu'au secteur desservi par le poste de redressement suivant. Il est également possible de prévoir un réseau électrique robuste permettant le maintien des opérations avec un critère d'un poste de redressement hors service (critère n-1) commun aux installations électriques de tramway. L'alimentation de certains postes de redressement peut également être fiabilisée.

20.2.4 Contraintes du tracé/plateforme

En position perches baissées, les autobus à recharge dynamique par LAC sont légèrement plus haut que les autobus diesel dû au plus grand nombre d'équipements en toiture (chaîne de traction, batteries et système de captation).

En position perches levées, certaines interférences sont possibles avec certains ouvrages (surtout les ponts ferroviaires) ou avec des éléments de mobiliers urbains (feux de signalisation/équipements HQ). Des adaptations sont donc à prévoir, toutefois celles-ci sont très simples dans le cas d'une voie réservée.

La LAC est habituellement installée de 5,5 à 6 m de hauteur nominale par rapport au plan de roulement. La LAC peut être baissée sous les ouvrages jusqu'à environ 3,7 m ce qui permet de pouvoir passer sous la majorité de ceux-ci.

L'implantation des poteaux LAC requiert une plateforme plus large que pour les autobus diesel ou pour les autres modes d'électrification; sauf sur les tronçons où l'accrochage de la LAC peut se faire sur la façade des édifices.

La motorisation électrique permet de la motorisation de plusieurs essieux, afin d'améliorer les performances dans les pentes, plus particulièrement avec la présence de neige. Ainsi, les véhicules articulés peuvent avoir la même performance dans les pentes que le format 12 m.

20.2.5 Contraintes environnementales

Dans le cas de contraintes environnementales sévères, seul le dépôt de verglas ou de givre sur la LAC peut être problématique. La mise en place de solutions préventives / correctives de dégivrage sont à organiser en période hivernale (solutions chimiques, mécaniques ou électriques).

20.2.6 Maturité de la technologie

Technologie éprouvée depuis longtemps. Comme pour les autres types de motorisation, la technologie de batterie évolue rapidement.

De nombreux SRB utilisent ce mode de propulsion, qui est très attractif pour des lignes de forts achalandages (bonne rentabilité des investissements d'électrification, optimisation des implantations des poteaux LAC).

Les différents équipements (matériel roulant et infrastructures électriques) sont très fiables.

20.2.7 Impact environnemental

Cette technologie ne produit aucune émission de GES et de PCA.

20.2.8 Disponibilité et concurrence

Dans le cadre d'études récentes, plusieurs fabricants ont manifesté leur intérêt pour fournir ce type de véhicules au Québec.

20.3 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

À titre d'information, les caractéristiques techniques des trolleybus (SRB électrique) du modèle ExquiCity de Van Hool sont présentées ci-après



ExquiCity 24 (trolley) BHNS

EXQUI.CITY

Fiche technique

longueur	23 820 m m
longueur (avec perches caténaire)	24.820 m m
largeur	2 550 m m
largeur (avec rétroviseurs)	± 2 980 m m
hauteur	3 300 m m
hauteur (avec perches caténaire)	3 680 m m
rayon de braquage	12 200 m m
porte-à-faux avant	1 900 m m
empattement	6 600 / 6 710 / 6 710 m m
porte-à-faux arrière	1 900 m m
angle d'attaque	7° 7'
angle de départ	7° 7'
hauteur d'accès	330 m m
poids à vide	25 590 kg
portes	4
pneus	12 pneus: 275/70 - R22,5

données techniques sous réserve

Figure 52 : ExquiCity 24 (trolley) BHNS (Source : Van Hool)

21 EXPLOITATION DU RESEAU

Compte tenu de la capacité moindre des SRB par rapport au tramway, soit un nombre maximum de 150 passagers au lieu de 260 passagers, la fréquence de service des SRB doit être augmentée par rapport à celle du tramway. Le tableau ci-après présente, pour l'heure de pointe, les fréquences de service pour l'année 2026.

Tableau 23 : Fréquences de service du tramway et des SRB de Québec et de Lévis en 2026

Année 2026		
	Fréquence – Heure de pointe	
Tronçon	Tramway	SRB
Grand-Théâtre – Galeries Charlesbourg	10 minutes	6 minutes
Grand-Théâtre – Croix-Rouge	10 minutes	6 minutes
Desjardins – D'Estimauville	8 minutes	6 minutes
4 ^e Avenue- D'Estimauville	8 minutes	6 minutes

Comme pour le tramway, le service avec les SRB serait offert sept (7) jours par semaine entre 5 h 30 et 00 h 30.

Compte tenu de l’offre de service prévue, les heures de conduites annuelles et le kilométrage annuel parcouru par le matériel roulant des SRB, incluant les haut-le-pied, seraient les suivants :

Tableau 24 : Heures de conduite et kilométrage annuels parcourus par le matériel roulant des SRB de Québec et de Lévis

	Horizon 2026	Horizon 2041
Kilométrage annuel	3 880 000	4 550 000
Heure de conduite annuelle	176 000	210 000

22 COUTS DE CONSTRUCTION ET D’EXPLOITATION ET ECHEANCIER DES TRAVAUX

22.1 COUT D’IMMOBILISATION

La valeur de la mise en œuvre du projet de SRB électrique, se chiffre à 1 297,18 millions de dollars canadiens hors taxes du premier trimestre 2014.

Il est à noter que le coût de ce projet a été élaboré de façon détaillée pour le tronçon 4^e Avenue à Lévis à D’Estimauville à Québec et Grand-Théâtre – 41^e Rue à Québec. Le coût d’immobilisation global a été établi par la suite par déduction sans études d’insertion détaillées.

Le tableau ci-après présente un sommaire des coûts du projet SRB électrique de Québec et de Lévis.

Tableau 25 : Sommaire des coûts d’immobilisation du projet de SRB électrique de Québec et de Lévis en millions de dollars canadiens du premier trimestre 2014 (source : études de faisabilité, Lot1)

Groupes techniques	Coûts d'immobilisation M\$ 2014
Composantes du système	Total
1 - Travaux préparatoires	24,60
2 - Traitement des sols contaminés	0,15
3 - Travaux de plateforme et réseau tramway	39,35
4 - Travaux de voirie	-
5 - Travaux de courant fort	66,93
6 - Travaux d'ouvrages d'art	49,98
7 - Travaux de déviation des réseaux souterrains	205,14
8 - Travaux de stations en surface	5,07
9 - Mobilier de station	32,19
10 - Travaux de voirie	130,96
11 - Travaux de signalisation et d'éclairage	28,65
12 - Tunnel	-
13 - Travaux de signalisation ferroviaire	-
14- Travaux d'équipements urbains et paysagers	36,19
15 - Équipements centraux	2,86
16 - Travaux de locaux techniques	18,58
17 - CEE Principal (note 1)	45,17
18 - CEE Secondaire (note 1)	9,03
19- Travaux de pôles d'échanges (hors mandat)	-
20 - Matériel roulant	194,94
21 – Éléments STI	16,65
Sous-total : Travaux / Matériel roulant	906,46
22 – Acquisitions foncières	77,71
Sous-total : Travaux /Matériel roulant / acquisitions foncières	984,17
23 - Honoraires professionnels	133,98
24 – Allocation pour indemnisation	9,84
25 - Contingences	169,19
Total	1 297,18

Note 1 : Inclut équipements de maintenance du système, les bâtiments et l’aménagement des terrains du CEE.

22.2 COUT D'EXPLOITATION SUR L'ENSEMBLE DU TRACE

Le tableau ci-après présente, un sommaire des coûts d'exploitation du SRB électrique pour une exploitation sur la totalité du tracé pour les années 2026 et 2041 en millions de dollars canadiens hors taxes du premier trimestre 2014.

Il est rappelé que le coût de ce projet a été élaboré de façon détaillée pour le tronçon 4^e Avenue à Lévis à D'Estimauville à Québec et Grand-Théâtre – 41^e Rue à Québec. Pour obtenir les coûts d'exploitation 2026 et 2041 sur l'ensemble du réseau, les véhicules-kilomètres anticipés sur l'ensemble du réseau en 2026 et 2041 ont été multipliés par le coût au véhicule-kilomètre résultant de l'analyse détaillée.

Tableau 26 : Sommaire des coûts d'exploitation du SRB électrique de Québec et de Lévis pour les années 2026 et 2041 en millions de dollars canadiens hors taxes du premier trimestre 2014 (source : études de faisabilité, Lot 1)

	2026	2041
	M\$ 2014	M\$ 2014
Coût d'exploitation sur l'ensemble du tracé	42,64 M\$	44,95 M\$

22.3 ÉCHEANCIER DES TRAVAUX

Un premier échéancier des travaux a été réalisé dans le cadre de l'étude de faisabilité technique du SRB électrique de Québec et de Lévis ; ce qui est tôt dans le processus pour faire un tel échéancier. Les cadences utilisées sont préliminaires et devront être ajustées dans les prochaines phases des études en fonction des précisions des travaux à faire, des particularités de chacun des tronçons, du phasage imposé par le plan de circulation en phase travaux. L'échéancier élaboré dans le cadre de la présente étude de faisabilité technique donne toutefois une bonne idée de l'échéancier global.

Le tableau ci-après présente les principales dates de l'échéancier des travaux du SRB électrique.

Tableau 27 : Principales dates de l'échéancier des travaux du SRB électrique

ÉTAPES	DATES
Études préliminaires (début)	janvier 2015
Études d'impacts (début)	janvier 2015
Plans et de devis (début)	janvier 2017
Acquisition foncière (début)	janvier 2017
Premier appel d'offres travaux	mars 2018
Appel d'offres matériel roulant	novembre 2017
Début de travaux	avril 2019
Réception du 1 ^{er} véhicule	avril 2020
Début des essais dynamiques et marche à blanc	août 2021
Mise en service commercial partiel	janvier 2022
Mise en service commercial de l'ensemble du tracé	janvier 2025

Il est à noter qu'advenant que les études préliminaires débutent quelques mois plus tard que prévu, cela pourrait générer un retard équivalent dans l'échéancier global du projet.

PARTIE 5 – CONCLUSIONS

23 CONCLUSION

Les études réalisées par le mandataire du Lot 1 ont permis de démontrer que la faisabilité technique d'un système de transport en commun à haut niveau de service sur les territoires de Québec et de Lévis était avérée que le mode soit un tramway ou un système rapide par autobus (SRB). Cette faisabilité se décline en plusieurs volets :

MATÉRIEL ROULANT

Dans le cas du tramway, il a été établi que cette faisabilité passait par un matériel roulant fer sur fer de grande capacité (43 mètres de long, 2,65 mètres de large et 260 passagers) alimenté par une ligne aérienne de contact. Ce type de matériel roulant est adapté aux conditions climatiques de la région de Québec, mais est limité au point de vue pente qu'il peut négocier (8 % maximum).

Pour le SRB, compte tenu de la demande à satisfaire, il a été établi que seuls les véhicules les plus capacitaires devaient être considérés; soit des véhicules bi-articulés (24 mètres de long, 2,65 mètres de large, 150 passagers). L'analyse a également permis d'identifier deux (2) types de matériel roulant à considérer ; soit des autobus hybrides (diesel-électrique) et des autobus électriques (trolleybus). Ces types de matériel roulant sont adaptés aux conditions climatiques de la région de Québec, mais sont plus limités que le tramway au point de vue offre de transport en commun.

INSERTION

Dans la présente étude de faisabilité technique, les analyses d'insertions ont démontré que le tramway pouvait être inséré sur l'ensemble du tracé en site propre, sauf aux approches et sur le pont de Québec où l'insertion se fait en site banal.

Dans le cas des SRB hybrides, ces analyses ont démontré que sur le tracé Est-Ouest, quelque 71 % du tracé se fait en « site propre standard » alors que sur le tracé Nord-Sud, l'insertion se fait totalement en « site espace restreint semi-franchissable ou franchissable ».

Dans le cas du SRB électrique, ces pourcentages sont respectivement de 80 % sur le tracé Est-Ouest et de 56 % sur le tracé Nord-Sud.

Compte tenu de l'impact que peuvent avoir les sites semi-franchissable et franchissable sur l'efficacité du service, dans les études subséquentes, une attention particulière devra être apportée pour limiter ce type d'insertion et / ou de prendre toutes les mesures requises pour les rendre le plus possible aussi efficient que les « sites propres standards ».

ADEQUATION DE L'OFFRE ET DE LA DEMANDE DE TRANSPORT

L'analyse de capacité faite par le Lot 1 est basée sur la capacité maximale des différents types de véhicules (4 pers/m²) réduite à 0,85%. Sur cette base :

- la capacité offerte par le tramway permet de satisfaire la demande anticipée bien au-delà de 2041 avec des fréquences sur les tronçons les plus chargés de l'ordre de 3 minutes ;
- l'adéquation offre / demande pour les SRB atteindra dès 2026, 85 % de sa capacité maximale avec des fréquences de 3 minutes sur les tronçons les plus chargés. Une fréquence plus élevée, compte tenu de la priorité donnée SRB aux carrefours, aura un impact sur la circulation.

COUTS D'IMMOBILISATION

Les coûts d'immobilisation des différents projets varient entre 818,33 M\$ (SRB de base) et 1 904,52 M\$ (tramway) en passant par 1 001,78 M\$ (SRB fiabilisé), 1 182,10 M\$ (SRB évolutif) et 1297,18 M\$ (SRB électrique).

SRB de base

Le SRB de base est comparativement peu cher, mais :

- le service n'est pas fiabilisé (bris / entretien / remplacement de réseaux souterrains);
- la transition éventuelle vers un tramway coûtera très cher (estimé à quelque 1 814 M\$) puisque, sauf les acquisitions, tout est à faire ou refaire;
- les travaux de transition seront longs;
- la deuxième vague d'impacts sera majeure sur les riverains, les usagers du transport en commun (TC) et de la route, les exploitants des TC, etc.

SRB fiabilisé

Le SRB fiabilisé coûte un peu plus cher que le SRB de base (+ 183,45 M\$), mais permet :

- d'avoir un service plus fiable puisque les réseaux souterrains sont déviés;
- de réduire, s'il y a une transition vers un tramway, le coût de transition (estimé à quelque 1 325 M\$) puisque les réseaux souterrains sont déjà déviés et que la majeure partie de l'aménagement de façade-en-façade sera conservé;
- de réduire la durée des travaux de transition;
- de réduire quelque peu l'importance de la deuxième vague d'impacts sur les riverains, les usagers du transport en commun (TC) et de la route, les exploitants des TC, etc.

SRB évolutif

Le SRB évolutif coûte 180,32 M\$ de plus que le SRB fiabilisé et bonifie les avantages du SRB fiabilisé (moins d'impacts lors de la transition vers le tramway sur les usagers du transport en commun, les usagers de la route, des riverains, etc.) puisqu'une partie de la plateforme du tramway serait faite. S'il y a une transition vers un tramway, le coût de transition sera un peu plus bas que pour le tramway fiabilisé (estimé à 1 150 M\$).

SRB électrique

Le SRB électrique coûte quelque 115,08 M\$ de plus que le SRB évolutif, mais son caractère est plus permanent (électrification, matériel roulant ayant une durée de vie plus longue, etc.).

Tramway

Le tramway coûte plus cher que tous les autres systèmes à mettre initialement en place, mais s'il y a un passage par un SRB avant d'en arriver à un tramway, les solutions SRB coûtent entre 428 et 728 M\$ de plus selon le SRB qui sera mis en place de façon temporaire. De plus, le tramway :

- offre une capacité mieux adaptée à la demande de transport à terme;

- permet, avec une mise en place dès le début, de minimiser les perturbations pendant les travaux, car les flux des transports routiers et transports en communs augmentent dans le temps;
- évite toute transition et ses impacts :
 - coûts de transition ;
 - les impacts sur les riverains, les usagers du transport en commun (TC) et de la route, les exploitants des TC.

COÛTS D'EXPLOITATION

Les coûts d'exploitation annuelle des différents systèmes sont similaires, variant en 2026 de 37,09 M\$ (SRB hybride) à 42,64 M\$ (SRB électrique) et 42,75 M\$ (tramway). Il est à noter que les SRB hybrides profitent de l'extension du Centre du Métrobus et du PCC du RTC.

En 2041, ces coûts annuels sont respectivement de 43,55 M\$, 44,95 M\$ et 46,58 M\$.

ÉCÉANCIER DE CONSTRUCTION

L'échéancier de construction pour le tramway prévoit, du début des études préliminaires à la mise en service commerciale sur l'ensemble du tracé, une durée de 11 ans répartie comme suit :

- études préliminaires, études d'impact, plans et devis : ± 3 ans;
- appels d'offres et adjudication des contrats : ± 1 an;
- construction et essais pour mise en service partiel : ± 3 ans;
- construction et essais du reste du tracé : ± 4 ans.

De façon générale, il est prévu 1 an de moins pour mettre les SRB évolutif et électrique en service commercial que le tramway.

Le SRB fiabilisé pourrait permettre de réduire de ± 5 mois l'échéancier global prévu pour les SRB évolutif et électrique.

Pour le SRB de base cette réduction pourrait être de ± 9 à 15 mois. Ces gains de temps ne tiennent pas compte des imprévus rencontrés au niveau de certains réseaux souterrains qui devront, compte tenu de leur état, être remplacés sans avoir été planifié tant au niveau échéancier que budgétaire. Ces imprévus pourraient réduire fortement les gains de temps anticipés voire même les annuler complètement.

Les réductions d'échéancier mentionnées ci-devant sont exclusivement dues à des réductions de temps au niveau de la phase de construction parce que certains travaux ne sont pas requis ou plus simples à réaliser.

24 ANNEXES

24.1 ANNEXE 1 – PLANCHES D’INSERTION TRAMWAY (LIVRABLE 1.2)

24.2 ANNEXE 2 – VUES EN PLAN ET COUPES (LIVRABLE 1.2)

24.3 ANNEXE 3 – PLANCHES D’INSERTION SRB ELECTRIQUE (LIVRABLE 1.20)