



Étude de faisabilité technique du tramway de Québec et de Lévis



Dossier P-12-600-04

Consortium Tramway Québec-Lévis



et ses partenaires
RÉGIS CÔTÉ

Intitulé du document
LIVRABLE 1.6 – VOLET A – COÛTS D'IMMOBILISATION RAPPORT D'ÉTAPE

Numéro du document	Révision
610879-0600-40ER-0001	01

PRINCIPAUX COLLABORATEURS AU RAPPORT :

KALEM, Smail
 BLONDIN, Jean-Pierre
 CASGRAIN, Pierre
 CAYOUILLE, Faber
 GÉLINAS, André
 GILBERT, Jean-Claude
 HALLÉ, Stéphane
 INKEL, Michel
 LUSIGNAN, Marc
 POIRIER, Claude
 ROBERT, Guillaume
 SCHAILLÉE, Nathalie
 SAI, Amina
 TINKICHT, Fadila
 TREMBLAY, Denis
 TREMBLAY, Hugues
 TREMBLAY, Stéphane

VÉRIFIÉ PAR :

CHOVIN, Pascal
 CÔTÉ, Claude
 GENDREAU, André
 MORAIS, Philippe

APPROUVÉ PAR : André Gendreau

NUMÉRO DU DOCUMENT :		610879-0600-40ER-0001
REV.	DATE	TYPE DE RELÂCHE
PA	01/11/2013	Émission préliminaire interne
PA2	9/11/2013	Émission préliminaire interne
PB	25/11/2013	Émission préliminaire au RTC
00	24/02/2014	Émission finale au RTC
01	16/04/2014	Émission finale au RTC

TABLE DES MATIÈRES

GLOSSAIRE ET DÉFINITIONS 5

1 INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE 7

1.1	MISE EN CONTEXTE	7
1.1.1	Plan de mobilité durable	7
1.1.2	Projet de tramway à Québec et Lévis	7
1.1.3	Particularité des analyses sur le territoire de la Ville de Lévis	8
1.1.4	Organisation du projet	8
1.1.5	Échéancier	9
1.2	SITUATION DANS LE PROJET	10
1.2.1	Le mandat de services professionnels confié au consortium	10
1.2.2	Portée et objectifs de l'étude de faisabilité	10
1.2.3	Objectifs du lot 1 – mandat 1	10
1.2.4	Les livrables du lot 1 – mandat 1	11
1.3	PRÉSENTATION DU LIVRABLE 1.6 : VOLET A – COÛTS D'IMMOBILISATION	16
1.3.1	Objectifs du présent livrable	16

2 APPROCHE GLOBALE D'ESTIMATION 17

3 DESCRIPTION DES GROUPES TECHNIQUES ET APPROCHE SPÉCIFIQUE D'ESTIMATION 20

3.1	TRAVAUX PRÉPARATOIRES	20
3.1.1	Contenu du Groupe technique	20
3.1.2	Approche d'estimation	20
3.2	TRAITEMENT DES SOLS	20
3.3	TRAVAUX DE PLATEFORME ET RÉSEAU TRAMWAY	21
3.3.1	Contenu du Groupe technique	21
3.3.2	Approche d'estimation	21
3.4	TRAVAUX DE VOIE FERRÉE	23
3.4.1	Contenu du Groupe technique	23
3.4.2	Approche d'estimation	23
3.5	TRAVAUX DE COURANT FORT	25
3.5.1	Contenu du Groupe technique	25
3.5.2	Approche d'estimation	25
3.6	TRAVAUX D'OUVRAGES D'ART	26
3.6.1	Contenu du Groupe technique	26
3.6.2	Approche d'estimation	26
3.7	TRAVAUX DE DÉVIATION DES RÉSEAUX SOUTERRAINS	28
3.7.1	Contenu du Groupe technique	28
3.7.2	Approche d'estimation	28
3.8	TRAVAUX DE STATIONS EN SURFACE	32
3.8.1	Contenu du Groupe technique	32
3.8.2	Approche d'estimation	32

3.9	MOBILIER DE STATIONS	32
3.9.1	Contenu du Groupe technique	32
3.9.2	Approche d'estimation	32
3.10	TRAVAUX DE VOIRIES	36
3.10.1	Contenu du Groupe technique	36
3.10.2	Approche d'estimation	36
3.11	TRAVAUX DE SIGNALISATION ET ÉCLAIRAGE	36
3.11.1	Contenu du Groupe technique	36
3.11.2	Approche d'estimation	36
3.12	TUNNEL	38
3.12.1	Contenu du Groupe technique	38
3.12.2	Approche d'estimation	38
3.13	TRAVAUX DE SIGNALISATION FERROVIAIRE	40
3.13.1	Contenu du Groupe technique	40
3.13.2	Approche d'estimation	40
3.14	TRAVAUX D'ÉQUIPEMENTS URBAINS ET PAYSAGERS	41
3.14.1	Contenu du Groupe technique	41
3.14.2	Approche d'estimation	41
3.15	ÉQUIPEMENTS CENTRAUX	46
3.15.1	Contenu du Groupe technique	46
3.15.2	Approche d'estimation	46
3.16	TRAVAUX DE LOCAUX TECHNIQUES	47
3.16.1	Contenu du Groupe technique	47
3.16.2	Approche d'estimation	47
3.17	CEE PRINCIPAL – CENTRE VERDUN	47
3.17.1	Contenu du Groupe technique	47
3.17.2	Approche d'estimation	47
3.18	CEE SECONDAIRE – CENTRE LÉVIS	51
3.18.1	Contenu du Groupe technique	51
3.18.2	Approche d'estimation	51
3.19	TRAVAUX DE PÔLES D'ÉCHANGE	53
3.20	MATÉRIEL ROULANT	54
3.20.1	Contenu du Groupe technique	54
3.20.2	Approche d'estimation	54
3.21	ÉLÉMENTS STI	54
3.21.1	Contenu du Groupe technique	54
3.21.2	Approche d'estimation	55
3.22	ACQUISITIONS FONCIÈRES	56
3.22.1	Contenu du Groupe technique	56
3.22.2	Approche d'estimation	56
3.23	HONORAIRES PROFESSIONNELS	57
3.23.1	Contenu du Groupe technique	57
3.23.2	Approche d'estimation	57
3.24	ALLOCATION POUR INDEMNISATION	58
3.24.1	Contenu du Groupe technique	58
3.24.2	Approche d'estimation	58
3.25	CONTINGENCE	58
4	COÛT DU PROJET	59
4.1	SOMMAIRE DU COÛT DU PROJET	59

4.2	PRÉCISION DE L'ESTIMATION ET CONTINGENCE.....	61
4.3	ANALYSES	62
4.3.1	Tracé Est-Ouest.....	62
4.3.2	Tracé Nord-Sud	62
4.3.3	Tracé pont de Québec	62
4.3.4	Tracé Lévis	62
4.3.5	Items globaux.....	62
4.3.6	CEE.....	62

Tableau 7 :	poste de pompage touché par l'insertion du tramway, localisation et intervention requise (Tracés Est-Ouest).....	27
Tableau 8 :	Éléments STI par type de quai.....	54
Tableau 9 :	Équipements additionnels des stations majeures et des pôles intermodaux.....	54
Tableau 10 :	Évaluation des tracés en millions de dollars	60

5 ANNEXE – COÛTS POUR CHAQUE TRONÇON INCLUANT LES VARIANTES..... 63

LISTE DES FIGURES :

Figure 1 :	Tracé proposé du tramway	7
Figure 2 :	Structure de gouvernance de l'étude.....	8
Figure 3 :	Les 5 mandats	10
Figure 4 :	Proposition d'exploitation de 6 lignes de tramway – RTC (août 2012).....	11
Figure 5 :	Schématisation des tronçons.....	19
Figure 6 :	Coupe d'insertion à niveau et souterraine – tramway en situation axiale (source : 1 ^{er} sous-livrable 1.2 – Critères de conception •Volet – Voirie, chaussée, aqueduc et égout, utilités publiques et aménagement 610879-0200-4GEC-0001_01).....	29
Figure 7 :	Coupe d'insertion à niveau et souterraine – tramway en situation latérale (source : 1 ^{er} sous-livrable 1.2 – Critères de conception • Volet – Voirie, chaussée, aqueduc et égout, utilités publiques et aménagement, 610879-0200-4GEC-0001_01).....	30
Figure 8 :	Coupe illustrant l'aménagement du boulevard Charest entre Semple et Saint-Sacrement (source: lot 3, livrable 3.1)	31
Figure 9 :	Deux (2) emprises types en termes d'équipements urbains et paysagers pour le tracé du tramway à Lévis.....	45
Figure 10 :	Courbe de distribution de l'estimation probabiliste du budget	61

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 1:	Tronçons du tracé Nord-Sud (tracé n° 1).....	17
Tableau 2 :	Tronçons du tracé Est-Ouest (tracé n° 2)	17
Tableau 3 :	Tronçons du tracé Est-Ouest Lévis (tracé n° 4).....	18
Tableau 4 :	Parties urbaines / non-urbaines des tracés du tramway considérées	20
Tableau 5 :	Liste des ponts touchés par l'insertion du tramway, localisation et intervention requise (Tracés Est-Ouest, Nord-Sud et Lévis).....	27
Tableau 6 :	Liste des tunnels piétonniers touchés par l'insertion du tramway, localisation et intervention requises (Tracés Est-Ouest et Nord-Sud)	27

GLOSSAIRE ET DÉFINITIONS

GLOSSAIRE

Abréviations	Définitions
APS	Alimentation par le sol
BHNS	Bus à haut niveau de service
BT	Basse Tension
CEE	Centre d'exploitation et d'entretien
CV	Courants vagabonds
GLO	Gabarit Limite d'Obstacle
GTC	Gestion Technique Centralisée
HQ	Hydro-Québec
LAC LATE	Ligne aérienne de contact Ligne aérienne de traction électrique Même signification pour les 2 abréviations
MALT	Mise à la terre
MT	Moyenne Tension
OPUS	Système de gestion de la billettique
PAC	Profil aérien de contact (type particulier de ligne aérienne de contact)
PCC	Poste de Commande Centralisé
PCE	Poste de Commande Énergie
P+R	Parc Relais
PL	Poids lourd
RTC	Réseau de transport de la Capitale
SAEIV	Système d'Aide à l'Exploitation et à l'Information Voyageurs
SST	Sous-station de traction tramway
STI	Systèmes de transport intelligents
STM	Société de transport de Montréal
STLévis	Société de transport de Lévis
TC	Transport collectif
TGV	Train à Grande Vitesse
VP	Véhicule particulier

DÉFINITIONS

- Centre d'échange : Point de convergence et d'échange des usagers du tramway 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.
- Ligne de tramway : Axe opérationnel (défini avec un horaire d'opération) utilisant une partie, un ou plusieurs tracé(s) (infrastructures) spécifiquement aménagé(s) pour le tramway
- Corridor : Délimitation géographique d'une largeur totale de 1 km environ et dont les extrémités sont fixées.
- Site propre : Les voies du tramway sont exclusivement utilisées par le tramway (et les véhicules d'entretien du système tramway).
- Site mixte : Une des deux (2) voies du tramway est utilisée par les véhicules particuliers (voitures particulières, poids lourds, bus, etc.).
- Site banal : Les deux (2) voies du tramway sont utilisées par les véhicules particuliers.
- Section électrique : Portion de ligne située entre 2 sous-stations de traction
- 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 le long du tracé.
- Tracé : Infrastructures spécifiques et nécessaires pour l'opération du tramway.

1 INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE

1.1 MISE EN CONTEXTE

1.1.1 Plan de mobilité durable

En janvier 2009, le maire de Québec a mis sur pied le groupe de travail sur la mobilité durable. Au terme de 18 mois de réflexions, d'échanges et d'analyses, le groupe de travail a rendu publiques, en juin 2010, les propositions du Plan de mobilité durable. Ces propositions ont été soumises à une large consultation de la population au cours des mois de septembre et d'octobre 2010. Le 9 novembre 2011, le maire de Québec rendait public le rapport final du Plan de mobilité durable de la Ville de Québec en présence de M. Sam Hamad, Ministre responsable de la région de la Capitale Nationale et de M. Pierre Moreau, Ministre des Transports du Québec.

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 l'agglomération 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.

1.1.2 Projet de tramway à Québec et Lévis

Pour structurer, consolider et développer le territoire urbain par le transport public et pour atteindre l'objectif de doubler la part modale du transport collectif au cours des 20 prochaines années, le Plan de mobilité durable propose la mise en place de deux (2) lignes de tramway soit une ligne Est-Ouest de 22,3 km et une ligne nord-sud de 6,6 km. Le Plan de mobilité durable évalue de façon sommaire le coût de mise en place de l'ensemble de ce réseau de tramway à environ 1,5 milliard \$ excluant le prolongement dont il est question ci-après.

La figure qui suit illustre le tracé proposé du tramway.



Figure 1 : Tracé proposé du tramway

Il est à noter qu'à ce tracé de 28,9 km, il est aussi envisagé un projet d'extension de 7,7 km sur la Rive-Sud entre la 4^e Avenue et le boulevard Alphonse-Desjardins. Le coût du projet serait de 2,0 milliards \$ avec cette extension. L'étude de faisabilité porte sur l'ensemble du tracé soit quelque 36,6 km.

Le réseau de tramway proposé par le Plan de mobilité durable sera l'élément structurant du réseau de transport collectif, avec le quartier Saint-Roch comme plaque tournante.

La ligne Nord-Sud reliera la 41^e Rue au Grand Théâtre sur la colline parlementaire. Le corridor préliminaire emprunte la 1^{re} Avenue, l'avenue Eugène-Lamontagne, la rue de la Pointe-aux-Lièvres, la rue Dorchester, la Côte d'Abraham, l'avenue Honoré-Mercier, la place d'Youville et le boulevard René-Lévesque pour desservir en partant du Nord vers le Sud :

- le quartier Lairet;
- le secteur d'ExpoCité, incluant le futur amphithéâtre;
- le futur écoquartier de la Pointe-aux-Lièvres;

- le quartier Saint-Roch;
- la colline Parlementaire.

Le prolongement vers l'est rejoindrait le pôle de D'Estimauville. Le corridor préliminaire emprunte le boulevard Charest, la rue Jean-Lesage, le boulevard des Capucins, le chemin de la Canardière et le boulevard Sainte-Anne pour desservir d'ouest en est :

- le quartier Saint-Roch;
- le secteur Saint-Dominique;
- le Cégep de Limoilou;
- le secteur Maizerets du quartier Limoilou;
- le pôle et l'Écoquartier de D'Estimauville.

Le prolongement vers l'ouest rejoindrait Lévis. Le corridor préliminaire emprunte le boulevard Charest, la rue Nérée-Tremblay, le campus de l'Université Laval, le boulevard Laurier, le pont de Québec et le boulevard de la Rive-Sud pour desservir :

- le quartier Saint-Roch;
- le quartier Saint-Sauveur;
- le boulevard Charest;
- le Cégep de Sainte-Foy;
- l'Université Laval;
- le secteur Laurier dans Sainte-Foy;
- le secteur de l'ex-ville de Saint-Romuald à Lévis.

En plus de desservir les pôles générateurs de déplacements les plus importants (quartiers denses, services, commerces, emplois, éducation, tourisme, etc.), ces deux lignes vont permettre à de nombreux projets structurants de se développer dans un contexte d'accessibilité favorable au transport collectif, notamment :

- le site d'ExpoCité;
- le futur amphithéâtre;
- l'Écoquartier de la Pointe-aux-Lièvres;
- le pôle Saint-Dominique;
- la future gare TGV;
- l'écoquartier et le parc technologique D'Estimauville;
- le pôle Marie-de-l'Incarnation;
- le nouveau boulevard urbain et le développement immobilier et des activités (parcs industriels, parc technologique) de l'axe Charest;
- le secteur de l'Université Laval et du Cégep Sainte-Foy;
- le secteur de la tête des ponts à Lévis;
- les plans particuliers d'urbanisme (PPU) de Saint-Roch et Sainte-Foy.

1.1.3 Particularité des analyses sur le territoire de la Ville de Lévis

La Société de transport de Lévis (STLévis) en collaboration avec la Ville de Lévis prévoit réaliser, entre 2013 et 2019 environ, le réaménagement du boulevard de la Rive-Sud depuis le pont de Québec jusqu'à la route Monseigneur-Bourget, dans le but notamment d'y insérer des voies en site exclusif pour un service de bus à haut niveau de service (BHNS). Ce projet est prévu en différentes

phases de planification et de réalisation. La première phase de planification est en cours soit une étude d'avant-projet pour la partie comprise entre les rues Alphonse-Desjardins et Saint-Omer. Le reste du corridor, soit de la rue Alphonse-Desjardins au chemin du Sault, fera l'objet d'une étude de faisabilité et d'avant-projet préliminaire qui doivent débiter à l'été 2012 et se terminer à l'automne 2013. Dans le cadre de ces études d'avant-projet, la STLévis demandera à ses consultants de planifier ces voies en site exclusif de telle façon qu'elles puissent éventuellement recevoir un tramway.

Sur le territoire de la Ville de Lévis, le projet de tramway emprunte le boulevard de la Rive-Sud du pont de Québec au boulevard Alphonse-Desjardins. Sur le boulevard de la Rive-Sud, l'étude de faisabilité doit faire l'insertion du tramway et en analyser les impacts par rapport à la situation actuelle.

Pour tenir compte du projet de BHNS de la Ville de Lévis, le lot 1 – mandat 1 comprend un livrable spécifique (livrable 1.7) qui demande l'analyse d'une variante qui tient compte du projet de BHNS.

1.1.4 Organisation du projet

La figure qui suit illustre la structure de gouvernance de l'étude.

Le côté droit de la figure décrit la structure de maîtrise d'ouvrage de l'étude. La maîtrise d'ouvrage de l'étude relève du conseil d'administration du RTC. 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 urbaine de Québec, Ville de Lévis, ministère des Transports du Québec, Société de transport de Lévis, Hydro-Québec, etc.). Elle comprend un comité d'orientation, un comité directeur et un comité de projet.

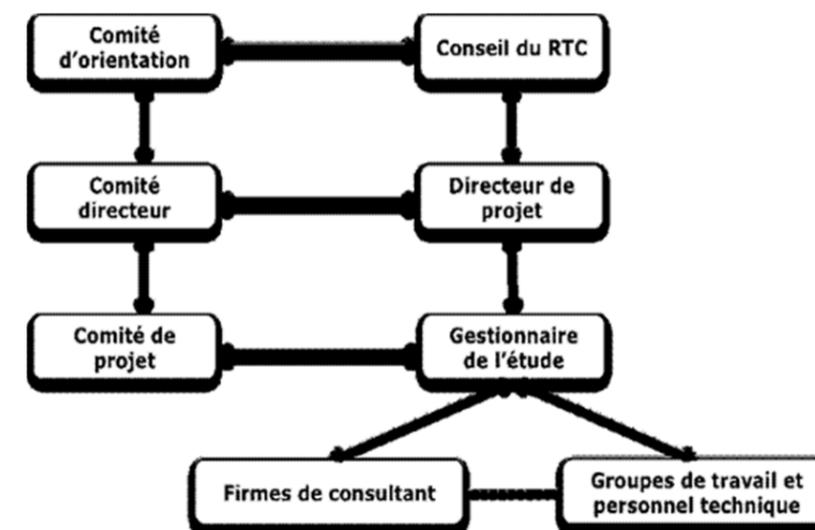


Figure 2 : Structure de gouvernance de l'étude

Comité d'orientation

Le comité d'orientation a principalement une responsabilité décisionnelle. Il joue entre autres les rôles suivants :

- assurer que l'étude respecte les orientations du Plan de mobilité durable;
- approuver les grandes orientations de l'étude;
- approuver les principaux mandats et les principaux livrables de l'étude.

Comité directeur

Le comité directeur a principalement une responsabilité administrative. Il joue entre autres les rôles suivants :

- assurer le respect des décisions du comité d'orientation;
- assurer un déroulement harmonieux de la réalisation de l'étude;
- assurer le respect des échéanciers et du budget;
- faire au comité d'orientation les recommandations requises sur les mandats et les livrables.

Comité de projet

Le comité de projet a principalement une responsabilité technique. Il joue entre autres les rôles suivants :

- supporter le responsable et les soumissionnaires retenus dans la réalisation de l'étude;
- assurer la qualité technique des analyses effectuées;
- faire au comité directeur les recommandations requises sur les mandats et les livrables.

Groupe de travail

Un groupe de travail est formé, lorsque requis pour accompagner le soumissionnaire retenu dans la réalisation d'une partie spécifique de l'étude de faisabilité.

1.1.5 Échéancier

L'échéancier de l'Étude de faisabilité technique du tramway (lot 1 – mandat 1) dépend principalement des dates suivantes :

- remise du livrable 1.1 – version préliminaire du rapport - 4 septembre 2012. Ce rapport a été remis en version préliminaire le 4 septembre 2012 et en version finale le 1 novembre 2012;
- remise du livrable 1.2 – technologie et insertion – version préliminaire du rapport – 30 juillet 2013. Ce rapport a été remis en version préliminaire le 31 juillet 2013, en version révisée le 4 septembre 2013 et en version finale le 5 février 2014;
- remise du livrable 1.3 – mode d'alimentation du système – version préliminaire du rapport – 30 août 2013. Ce rapport a été remis en version préliminaire le 3 septembre 2013 et en version finale le 14 novembre 2013;
- remise du livrable 1.4 – équipements, exploitation, maintenance et dépôt – version préliminaire du rapport – 20 décembre 2013. Ce rapport a été émis en version préliminaire le 20 décembre 2013 et en version finale le 10 février 2014;
- remise du livrable 1.5 – phasages et échéancier de construction du projet – version préliminaire du rapport – 18 décembre 2013. Ce rapport a été divisé en deux (2) Volets A et B. Le Volet A (Phasage du projet) a été émis en version préliminaire le 9 octobre 2013 et sa dernière version date du 2 décembre 2013. Il est prévu, en date d'aujourd'hui, de déposer une version préliminaire du Volet B (Échéancier de construction) en février 2014;

- remise du livrable 1.6 – coûts d'immobilisation et d'exploitation – version préliminaire du rapport – 20 décembre 2013. Ce rapport a été divisé en deux (2) volets A et B. Le Volet A (coûts d'immobilisation) a été émis en version préliminaire le 25 novembre 2013. Il est prévu, en date d'aujourd'hui, de déposer une version préliminaire du Volet B (coûts d'exploitation) à la fin février 2014;
- remise du livrable 1.7 – impacts de la mise en place d'un BHNS à Lévis – version préliminaire du rapport – 13 décembre 2013. En date de finalisation du présent rapport, l'insertion validée du BHNS n'étant pas disponible, la date prévue de remise de ce rapport ne peut être précisée;
- livrable final – Lot 1 – version préliminaire fin février 2014.

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.

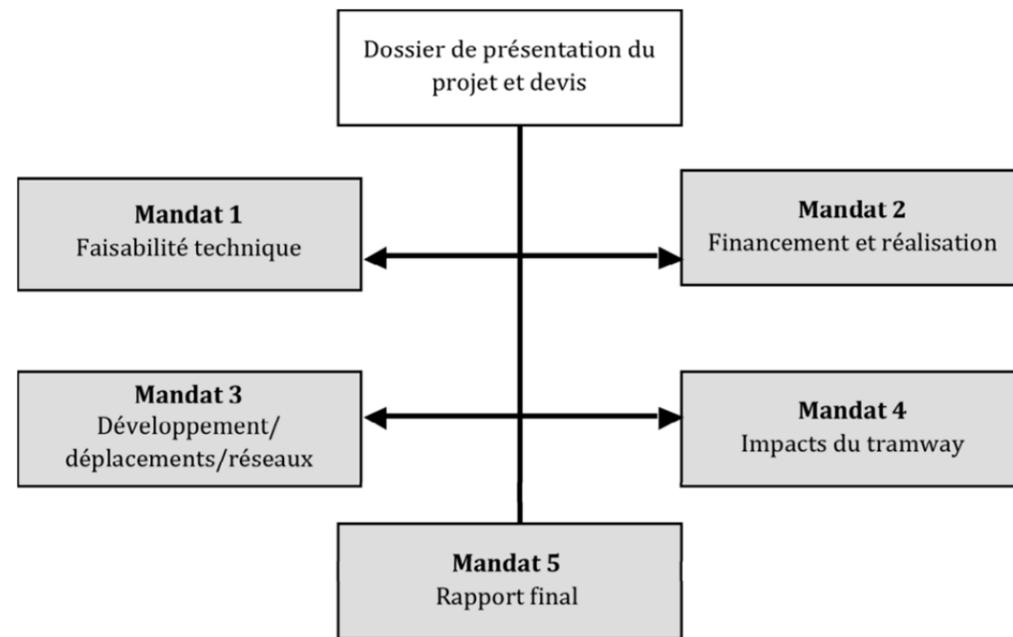


Figure 3 : Les 5 mandats

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.

Le lot 1 – mandat 1 est constitué de 8 livrables. Le présent rapport est le Volet A du sixième de ces livrables, soit : Coûts d'immobilisation.

1.2.2 Portée et objectifs de l'étude de faisabilité

L'étude de faisabilité du projet de tramway ne porte pas sur un éventuel choix de corridors, ceux-ci ayant été définis dans le cadre du Plan de mobilité durable. Elle porte sur la faisabilité et les impacts de la mise en place d'un tramway dans ces corridors.

Les objectifs de l'étude sont de :

- préciser le projet de tramway, en évaluer les coûts et les impacts, les avantages et les inconvénients;
- viser à établir un consensus des organismes concernés sur les caractéristiques du projet;
- permettre, par le dépôt de l'étude, une décision sur la poursuite de la démarche de mise en place d'un tramway 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.

1.2.3 Objectifs du lot 1 – mandat 1

Les principaux objectifs du mandat 1 sont les suivants :

- définir le projet de référence, les variantes et les enjeux du tramway;
- définir l'insertion urbaine et les principes d'aménagement du projet de tramway;
- définir les différentes composantes de l'infrastructure (plateforme voie ferrée, voirie, drainage, réseaux souterrains, ouvrages d'art, etc.);
- définir les divers systèmes requis au fonctionnement du tramway;
- définir le 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 du tramway (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;
- dresser l'échéancier de réalisation du tramway, avec stratégie de phasage le cas échéant.

Le Consortium doit estimer les coûts de réalisation du tramway avec une précision de $\pm 30\%$.

Il est à noter que les termes de référence du dossier prévoyaient l'étude de deux (2) tracés pour une opération organisée que sur la base de deux lignes, une ligne Est-Ouest et une ligne Nord-Sud. Les hypothèses présentées récemment par la RTC orienteraient vers deux tracés (Nord-Sud et Est-Ouest), mais exploités sous forme de quatre lignes ou six qui seraient :

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

Toutefois, compte tenu des impacts engendrés par le désir de garder ouvertes toutes ces possibilités d'exploitation tant sur l'aménagement physique (espace requis pour l'insertion des aiguillages), impact visuel (toile d'araignée pour la LAC), et moins bonne fréquence et lisibilité pour les usagers (une (1) rame sur deux(2) ou sur trois (3) va à la destination de l'utilisateur), le RTC va procéder à une analyse plus fine des origines et destinations des usagers et préciser les lignes qu'il souhaite exploiter.

Elles sont illustrées schématiquement ci-dessous.

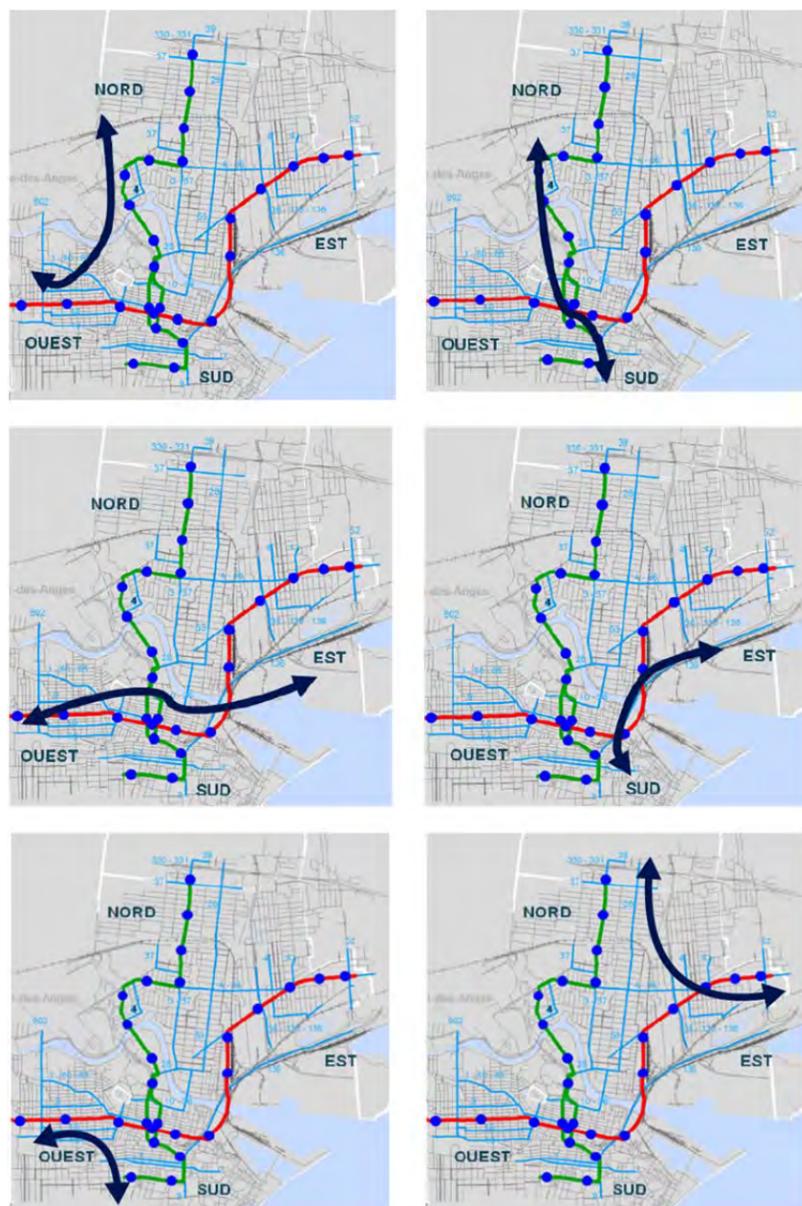


Figure 4 : Proposition d'exploitation de 6 lignes de tramway – RTC (août 2012)

1.2.4 Les livrables du lot 1 – mandat 1

Le lot 1 – mandat 1 est composé de 8 livrables : soit :

Livrable 1.1 : Projet de référence, variantes et enjeux du tramway

Ce premier livrable a trois objectifs. Le premier est de bien identifier le projet de référence de l'étude en termes de matériel roulant, de tracé, d'alimentation électrique et de localisation du CEE. Le

deuxième est d'identifier de façon préliminaire les problématiques d'insertion d'un tramway le long du tracé de référence. Le troisième est d'identifier les variantes possibles par rapport au projet de référence qui doivent être considérées et étudiées dans la poursuite de l'étude.

Il est aussi requis dans ce livrable d'identifier les études et projets majeurs en cours qui ont un impact sur le projet de tramway, notamment les études et projets concernant le pont de Québec et les études et projet concernant la mise en place sur voies en site exclusif d'un système de bus à haut niveau de service (BHNS) sur le boulevard de la Rive-Sud à Lévis.

Projet de référence

Décrire le projet de référence et en cartographier le tracé.

Variantes

Faire l'inventaire des types de matériel roulant et des modes d'alimentation qui peuvent être pertinents pour le projet de Québec et de Lévis et en décrire les principaux avantages et désavantages. Faire une recommandation sur les variantes qui seront conservées pour analyse tout au long de l'étude.

Dans les corridors décrits au Plan de mobilité durable de la ville de Québec, identifier les diverses variantes de tracé possible. Faire une recommandation sur les variantes de tracé qui seront conservées pour analyse tout au long de l'étude.

Identifier les sites potentiels pour localiser le CEE. Faire une recommandation sur les variantes de localisation du CEE qui seront conservées pour analyse tout au long de l'étude.

Problématiques d'insertion

L'objectif est de dresser un inventaire préliminaire des difficultés d'insertion d'un tramway le long du tracé proposé afin de mieux cibler les analyses à effectuer dans les volets suivants. Pour ce faire, les activités suivantes doivent être réalisées :

- illustrer les sections des insertions possibles d'un tramway en milieu urbain pour la technologie de référence et les variantes retenues. Ces sections donneront les dimensions requises autant pour la circulation en ligne droite que pour la circulation en virage;
- illustrer sur plan les insertions possibles d'une station en montrant la localisation et l'étendue des quais;
- identifier les pentes sur le tracé de référence et les variantes retenues. Le résultat devra être illustré sur un plan d'ensemble avec une légende pour des tranches de 2 % jusqu'à 6 % et des tranches de 1 % au-delà de 6 %. Les tronçons avec des pentes de plus de 6 % devront être illustrés avec une plus grande précision;
- dresser la typologie du tracé à l'étude (plans d'ensemble et plans spécifiques à chaque tronçon) quant aux types d'insertion possibles : en ligne droite, en rive sur un côté, en rive sur deux côtés, au centre. Cette typologie devra donner par tronçon les largeurs d'emprise actuelle, nombre et utilisation actuelle des voies de circulation et stationnement, largeur trottoir à trottoir, largeur bâtiment à bâtiment. Le nombre et l'horaire des places de stationnement éliminées ou maintenues devront être spécifiés;
- illustrer avec une plus grande précision, le tracé des virages à faible rayon le long du tracé et les rayons de courbure possibles avec une insertion au centre ou en rive;
- identifier sur un plan d'ensemble les tronçons où l'insertion d'un tramway pourrait se faire en demeurant à plus d'un demi-mètre des valeurs critiques (généralement minimum 3,6 m ou

- maximum 6,5 m) du tirant d'air sous la caténaire (au rail). Les cas où ces valeurs critiques ne sont pas respectées doivent être décrits avec un descriptif (bulle) sur le plan d'ensemble;
- dresser un inventaire préliminaire des problématiques majeures d'insertion d'un tramway sur le tracé de référence et les options retenues, avec plan d'ensemble et liste.

Rapport d'étape

Produire un rapport d'étape faisant état des analyses et recommandations découlant du livrable 1.1.

Ce rapport a été remis en version finale le 1 novembre 2012.

Livrable 1.2 : Technologie et insertion

Principes généraux

Dans la recherche d'une solution technologique, le Consortium tiendra compte des principes suivants.

- favoriser les déplacements et le confort des usagers;
- assurer la sécurité des personnes, la sécurité des installations et des équipements, la sécurité routière et la sécurité publique;
- assurer l'accessibilité aux personnes à mobilité réduite, incluant les personnes en fauteuil roulant, sans intervention du personnel;
- minimiser l'ensemble des coûts;
- faciliter l'entretien des infrastructures, des équipements et du matériel roulant;
- offrir des services pratiques aux usagers;
- maximiser les interfaces avec les réseaux de transport en commun;
- minimiser les impacts sur le milieu urbain et le réseau routier;
- assurer le maintien de la fluidité de la circulation et des autres modes de transport présents le long du tracé du tramway;
- optimiser le concept visuel;
- favoriser le sens d'orientation par des aménagements simples et logiques;
- assurer le fonctionnement et la performance du système dans les conditions climatiques de la région de Québec.

Énoncé de conception

Le Consortium devra rédiger un énoncé (ou hypothèses) de conception relatif aux problématiques d'insertion et aux différents systèmes. Ce chapitre rassemblera les hypothèses d'études générales applicables à tous les domaines techniques. Les hypothèses spécifiques à un domaine technique seront formulées dans le chapitre dédié à ce domaine.

Cet énoncé devra prendre en compte toutes les normes applicables qu'elles soient internationales, nationales ou locales.

Définition du matériel roulant

À partir de la technologie de référence et des variantes retenues au livrable 1.1, le Consortium décrira :

- le matériel roulant;
- l'environnement opérationnel requis pour le matériel roulant;
- les spécifications générales pour l'exploitation du matériel roulant;

- les spécifications fonctionnelles du matériel roulant.

Définition de la plateforme, des stations et des pôles d'échanges

À partir de la technologie de référence et des variantes retenues au livrable 1.1, le Consortium décrira :

- les différentes caractéristiques de l'infrastructure (plateforme voie ferrée, voirie, drainage, réseaux souterrains);
- la définition technique et fonctionnelle des stations;
- la définition technique et fonctionnelle des terminus de lignes;
- les données d'entrée du tracé de la plateforme en plan, profil en long et profil en travers.

Insertion fonctionnelle du tramway

L'insertion fonctionnelle consiste à mettre en place sur le terrain l'ensemble des éléments (infrastructure, voie ferrée, ouvrages d'art, stations et centres d'échange, système d'alimentation, autres systèmes) requis pour le fonctionnement du système de tramway.

Le Consortium devra donc :

- cartographier à une échelle de 1/1000 l'insertion du tramway et de toutes ses composantes;
- les points critiques devront être cartographiés avec une plus grande précision lorsque requis;
- décrire l'ensemble des modifications que cette insertion apporte aux divers réseaux urbains incluant la géométrie routière, l'aménagement des intersections, la signalisation routière, l'éclairage, les trottoirs et pistes cyclables, etc.;
- identifier l'ensemble des travaux requis pour l'insertion fonctionnelle et pour les modifications aux réseaux urbains pour pouvoir en calculer les coûts.

Le Consortium retenu pour le mandat 1 (lot 1) est responsable de l'insertion fonctionnelle du tramway. Cependant, dans l'axe du boulevard Charest entre la rue St-Sacrement et la rue Nérée-Tremblay, cette insertion va dépendre de divers scénarios de développement ou de redéveloppement. Le mandataire du mandat 3 (lot 3) est responsable d'élaborer ces scénarios. Le Consortium retenu pour le mandat 1 et le mandataire du mandat 3 devront travailler en étroite concertation dans ce secteur.

Insertion et aménagement de l'espace urbain

Au-delà de son insertion fonctionnelle, la mise en place d'un système de tramway a un impact important sur l'espace et le paysage urbain. Le Consortium devra donc proposer des aménagements spécifiques pour chaque secteur traversé par le tramway. Ces aménagements devront s'adapter au contexte local en fonction des volontés d'imposer le tramway comme élément structurant de l'espace public ou au contraire le fondre dans le cadre local afin qu'il s'adapte aux lieux traversés.

Le Consortium devra donc :

- définir un concept général d'image de marque pour le tramway et illustrer ce concept;
- découper la ligne en tronçons présentant des caractéristiques similaires, par exemple, du point de vue des unités de paysage, de la géométrie et de la typologie des espaces publics;
- caractériser et analyser les tronçons en regard de la morphologie urbaine, de la configuration de l'espace public et de la composante paysagère;
- identifier les contraintes et formuler les recommandations pour une insertion optimale;

- pour chaque tronçon, définir l'aménagement de l'espace urbain en tenant compte des caractéristiques du tronçon et de l'image de marque souhaitée pour le tramway;
- illustrer le concept d'aménagement de chaque tronçon;
- identifier l'ensemble des travaux requis pour réaliser cette insertion dans le but d'en calculer les coûts.

Rapport d'étape

Produire un rapport d'étape faisant état des analyses et recommandations découlant du livrable 1.2.

Ce rapport préliminaire, excluant le tracé de Lévis, a été remis le 31 juillet 2013. Une version incluant les commentaires du RTC a été soumise le 4 septembre 2013. La version finale de ce rapport d'étape a été émise le 5 février 2014, incluant le tracé de Lévis.

Livrable 1.3 : Mode d'alimentation du système

Définition des sous-systèmes fonctionnels

Le sous-système « Énergie et lignes aériennes de contact » du scénario de référence de la ligne de tramway se compose de quatre sous-ensembles fonctionnels :

- la transformation de l'énergie Moyenne Tension (MT) du réseau de distribution d'électricité en énergie de traction continue d'alimentation des matériels roulants et en énergie Basse Tension (BT) qui alimente les stations voyageurs, le dépôt (CEE) et les équipements en ligne;
- la distribution de l'énergie de traction au matériel roulant qui se fait au moyen de lignes aériennes de contact (LAC) sur poteaux, intégrées au paysage urbain;
- la commande et le contrôle des équipements électriques à partir du centre de commande énergie;
- la récupération de l'énergie de freinage en vue d'optimiser la consommation énergétique de la ligne.

Objectifs de l'étude de faisabilité de l'alimentation électrique

À l'instar des autres systèmes du tramway, l'étude de faisabilité de l'alimentation électrique a pour objectif :

- de s'assurer de la faisabilité du système « énergie et alimentation électrique » dans le respect des normes et des lois;
- de caractériser les équipements de ce système dans un détail nécessaire et suffisant pour estimer les coûts d'investissement avec une précision de $\pm 30\%$;
- de déterminer la consommation en énergie et en puissance électrique du tramway et d'en déterminer le coût annuel avec une précision de $\pm 30\%$;
- de caractériser les requis en entretien (équipement et personnel) et d'en déterminer le coût annuel avec une précision de $\pm 30\%$;
- de proposer et d'étudier des alternatives au système d'énergie et de ligne de contact de référence (alimentation par le sol, par batteries, etc.).

Exigences générales

Les principes de base à considérer, pour le projet de référence, bien que non limitatifs, sont les suivants :

- appliquer un concept éprouvé et sécuritaire;

- tenir compte des conditions climatiques (très grande variation entre les hivers froids et l'été), du relief (dénivelé important de la ligne) et des conditions de circulation en environnement urbain;
- minimiser les impacts sur l'environnement;
- optimiser les coûts d'immobilisation et d'exploitation sur la durée de vie des infrastructures;
- optimiser l'implantation des divers équipements en milieu urbain;
- faciliter l'entretien des infrastructures et des équipements servant à l'électrification.

Identification des critères de conception

Les sujets à traiter comprennent entre autres :

- l'identification des enjeux majeurs et des problèmes associés à la réalisation du scénario de référence et des variantes retenues;
- l'identification des normes (incluant celles d'Hydro-Québec) et pratiques à respecter pour la mise en place, l'exploitation et la maintenance des équipements électriques du tramway aérien;
- l'élaboration des critères ainsi que des normes de conception des ouvrages et des équipements électriques, notamment en ce qui a trait aux structures à mettre en place et aux gabarits à respecter;
- l'identification et l'analyse des contraintes imposées par la circulation de véhicules hors gabarit (pompiers, véhicules hors gabarits), ainsi que l'analyse des impacts que les équipements peuvent avoir sur la circulation de ces véhicules, le cas échéant;
- l'identification des contraintes environnementales et des règles qui devront être suivies;
- l'identification des enjeux reliés aux conditions climatiques et l'identification des impacts sur les exigences d'exploitation et de maintenance.

Équipements de transformation et principes de raccordement au réseau

Les sujets à traiter comprennent entre autres :

- la caractérisation des variantes d'alimentation traction au projet de référence (ligne aérienne de contact);
- la détermination du niveau et du choix de tension de la ligne aérienne de contact (LAC);
- la détermination de la configuration de l'alimentation optimale (raccorder chaque poste de redressement au réseau d'Hydro-Québec, avoir un réseau interne de distribution alimenté à quelques points par Hydro-Québec, etc.);
- la détermination de la localisation et des puissances des postes de redressement;
- les choix technologiques associés aux équipements des postes de redressement et les principes de raccordement au réseau d'Hydro-Québec;
- la définition de l'insertion de la ligne aérienne de contact (définir les types d'insertion, définition des équipements);
- la définition des fonctions principales et équipements associés au centre de commande d'énergie;
- l'étude, la caractérisation et la comparaison des différents systèmes de récupération d'énergie de freinage;
- la mise à la terre et le traitement des perturbations harmoniques et des courants vagabonds;
- l'exploitation et l'entretien des équipements « énergie et lignes aériennes ».

Rapport d'étape

Produire un rapport d'étape faisant état des analyses et recommandations découlant du livrable 1.3.

La version préliminaire de ce rapport a été émise le 3 septembre 2013 et la version finale a été émise le 14 novembre 2013.

Il est à noter que pour faciliter le suivi de l'évolution et la validation progressive de ce livrable, le Consortium a subdivisé ce livrable en 7 sous-livrables présentés sous forme de 7 notes techniques.

Livrable 1.4 : Équipements, exploitation, maintenance et dépôt

L'objectif de ce livrable est de :

- définir les caractéristiques du service offert par le tramway en fonction des besoins et de l'achalandage;
- dimensionner le parc de matériel roulant et le kilométrage annuel;
- définir les ressources requises pour l'exploitation et l'entretien du service, du garage et des systèmes et infrastructures;
- définir les équipements requis pour le projet tel que la signalisation, les communications, etc.

Équipements requis

Le Consortium devra définir l'ensemble des systèmes et équipements requis pour le bon fonctionnement du tramway.

Exploitation du système

Le Consortium devra décrire les principes d'exploitation recommandés et faire l'estimation du parc de matériel roulant, de la vitesse commerciale du système, ainsi que des paramètres d'exploitation nécessaires au fonctionnement du tramway. Cela contribue au calcul du coût d'exploitation du système.

Le Consortium doit :

- évaluer qualitativement les différents scénarios d'exploitation du tramway en fonction des caractéristiques de la demande (conception et définition des lignes);
- dimensionner l'offre de transport journalière (évolution des intervalles d'exploitation et la longueur des trains);
- calculer la marche type, le temps d'arrêt en station, la vitesse commerciale et la durée d'un tour;
- dimensionner le parc de matériel roulant et calculer les véhicules-km;
- décrire le fonctionnement des terminus de ligne (configuration et mouvement des trains) et des aires de remisage en ligne;
- décrire le fonctionnement en mode nominal, y compris insertion / retrait des rames;
- décrire le fonctionnement en mode dégradé, en ligne (services provisoires) et en terminus;
- produire le plan de voies;
- établir les ressources requises pour l'exploitation du système.

Le calcul de la demande est de la responsabilité du mandataire du mandat 3 (lot 3). Celui-ci doit fournir les caractéristiques de la demande pour le tramway. À partir de cette information, le Consortium du mandat 1 (lot 1) devra faire la conception des lignes, définir les vitesses, la longueur des trains, les horaires et les fréquences.

Maintenance et dépôt

Par rapport au CEE, le Consortium devra :

- analyser les différents scénarios de localisation et proposer une localisation;
- établir les dimensions requises pour le terrain du centre;
- décrire les fonctions du CEE;
- dimensionner de façon préliminaire le CEE et décrire sommairement son mode de fonctionnement;
- établir les ressources requises pour le fonctionnement du CEE.

Rapport d'étape

Produire un rapport d'étape faisant état des analyses et recommandations découlant du livrable 1.4. La version finale de ce rapport a été déposée le 10 février 2014.

Pour faciliter le suivi de l'évolution et la validation progressive de ce livrable, le Consortium a subdivisé ce livrable en 6 sous livrables présentés sous forme de 6 notes techniques.

Livrable 1.5 : Phasage et échéancier de construction du projet

Phasage du projet

Le Consortium devra analyser s'il est possible de mettre en place le projet de tramway par phases. Si cela est possible, il devra proposer un découpage des phases du projet et proposer une priorité de mise en place des différentes phases.

Dans l'analyse du phasage du projet, il doit tenir compte des éléments suivants :

- les priorités des divers projets de développement le long des corridors du tramway;
- les différences de coûts d'immobilisation entre un projet complet ou un projet par phase;
- la capacité d'exploiter de façon performante le système de tramway;
- l'impact sur les déplacements et l'achalandage du tramway;
- les avantages et les coûts du projet.

Il devra se concerter avec le mandataire des mandats 3 et 4 (lot 3) pour tenir compte de l'impact des déplacements, de l'achalandage et des avantages ainsi que des coûts sur le phasage du projet.

Échéancier de construction

Le Consortium devra produire un échéancier sommaire de construction du projet de tramway. Cet échéancier devra tenir compte des éléments suivants :

- l'échéancier doit être construit pour que l'ouverture du système se fasse préférentiellement le 1^{er} janvier 2026;
- l'échéancier doit détailler les principales étapes qui sont nécessaires à la mise en place du projet de tramway, de la confection des plans et devis à l'ouverture officielle du système;
- l'échéancier doit être présenté en tenant compte des phases potentielles du projet et des variantes retenues.

Rapport d'étape

Produire un rapport d'étape faisant état des analyses et recommandations découlant du livrable 1.5. Ce rapport d'étape fait l'objet de deux (2) volets : le Volet A qui traite du phasage et le Volet B qui traite de l'échéancier de construction. La plus récente version du Volet A a été remise le 2 décembre 2013 et la version préliminaire du Volet B est prévue pour février 2014.

Livrable 1.6 : Coûts d'immobilisation et d'exploitation

L'objectif de ce livrable est de :

- définir les coûts d'immobilisation du projet pour le concept de référence et les variantes;
- définir les coûts annuels d'exploitation du système pour le concept de référence et les variantes.

Le livrable 1.6 est subdivisé en deux parties ; soit le Volet A qui traite des coûts d'immobilisation projet et le volet B couvre les coûts d'exploitation.

Volet A - Coût d'immobilisation du projet

Le présent rapport constituant le Volet A du livrable 1.6, la section 1.3 du présent document présente en détail les objectifs de ce livrable et le contenu du rapport.

Volet B - Coûts annuels d'exploitation

Le Consortium devra calculer et présenter les coûts annuels d'exploitation du système de tramway par phase, sur une base annuelle, en dollars 2012 avec une précision de $\pm 30\%$. Ce calcul devra tenir compte des éléments suivants :

- comprendre tous les coûts annuels qui sont nécessaires à l'exploitation du système de tramway;
- être détaillé sur la même base que les budgets annuels du RTC;
- les coûts d'exploitation seront calculés annuellement de 2026 à 2041 (intran à l'analyse avantages/coûts).

Rapport d'étape

Produire un rapport d'étape présentant les coûts d'immobilisation des différents sous-systèmes et les coûts d'exploitation sur la même base que le budget annuel du RTC. Ce rapport a été divisé en deux (2) volets A et B. Le Volet A (coûts d'immobilisation) a été émis en version préliminaire le 25 novembre 2013. Il est prévu, en date d'aujourd'hui, de déposer une version préliminaire du Volet B (coûts d'exploitation) à la fin février 2014.

Livrable 1.7 : Impacts de la mise en place d'un BHNS à Lévis

Compte tenu de la réalisation potentielle d'un BHNS à Lévis, le Consortium devra dans le cadre de la réalisation du mandat 1 :

- coordonner ses analyses avec le consultant choisi par STLévis pour l'étude de faisabilité et d'avant-projet du BHNS sur le boulevard de la Rive-Sud;
- s'assurer que l'insertion retenue pour le tramway sur le boulevard de la Rive-Sud soit cohérente avec les travaux prévus pour la mise en place d'un BHNS;
- tenir compte du projet de BHNS dans l'étude de phasage du projet tramway;

- pour les coûts d'immobilisation, calculer une variante qui prévoit que le BHNS est en place sur le boulevard de la Rive-Sud au moment de la construction du tramway (les informations concernant le BHNS seront fournies par le consultant de STLévis).

Rapport d'étape

Produire un rapport d'étape faisant état des analyses et recommandations découlant du livrable 1.7. La version préliminaire de ce rapport était prévue pour le 11 octobre 2013. En date de finalisation du présent rapport, l'insertion validée du BHNS n'étant pas disponible, la date de dépôt de ce rapport n'est pas connue.

Livrable 1.8 : Rapport technique du mandat 1

Le Consortium devra produire un rapport technique qui présente de façon claire les inventaires, les constats, les analyses et les résultats du mandat 1 de l'étude de faisabilité portant sur la faisabilité technique du tramway. La version préliminaire de ce rapport était prévue pour la fin février 2014.

1.3 PRÉSENTATION DU LIVRABLE 1.6 : VOLET A – COÛTS D'IMMOBILISATION

1.3.1 Objectifs du présent livrable

L'objectif du présent livrable est de définir les coûts d'immobilisation de l'ensemble du projet de tramway de Québec et de Lévis.

Les coûts sont calculés en dollars CDN du dernier trimestre 2012 et ensuite convertis en dollars du premier trimestre 2014.

Étant au niveau étude de faisabilité, l'objectif est d'atteindre, pour les coûts d'immobilisation, un niveau de précision de $\pm 30\%$.

Tel que prévu au contrat, le calcul du coût tient compte des éléments suivants :

- tous les coûts sous la responsabilité du lot 1 qui sont nécessaires à la mise en place du projet de tramway de la confection des plans et devis à la mise en service commerciale du système;
- le coût des mesures de mitigations requises pendant la phase de construction du projet.

Le Consortium devra indiquer la durée de vie des principales infrastructures, des principaux équipements, du matériel roulant et présenter leur coût de remplacement.

En bref, le projet comprend :

- une plateforme de quelque 7,50 mètres de large, incluant les bordures de part et d'autre, pour une double voie de tramway sur 37,81 kilomètres, dont 1,62 kilomètre en tunnel (hors trémie). L'emprise du tramway est en site propre sauf sur le pont de Québec et à ses approches immédiates,
- 50 stations dont trois (3) souterraines équipées de quais de 40 mètres de long hors rampes d'accès pour les stations en surface. Il est à noter que ce nombre tient compte de 13 stations sur la Rive-Sud. Quelque 6 stations pourraient être ajoutées;
- une flotte de 63 rames de 43 mètres de long et de 2,65 mètres de large. Les rames sont motorisées à 75 %;
- une alimentation traction à 750 V par Ligne Aérienne de Contact (LAC);
- deux (2) Centres d'Exploitation et d'Entretien (un principal et un secondaire);
- une reprise des aménagements urbains afin d'insérer la plateforme sur une largeur variant de 15,25 mètres à 49,80 mètres selon les tronçons.

Ce livrable, en plus du présent chapitre, comprend un chapitre présentant l'approche globale d'estimation qui a été utilisée par le Consortium. Suit un chapitre qui décrit brièvement le contenu des Groupes techniques et l'approche utilisée pour établir le coût d'immobilisation de chacun des Groupes techniques. Le dernier chapitre présente le coût global du projet alors que l'annexe présente le coût d'immobilisation pour les différents tronçons et les variantes encore retenues.

2 APPROCHE GLOBALE D'ESTIMATION

Le calcul des coûts d'immobilisation tient compte des éléments suivants :

- une méthode de construction traditionnelle;
- un échancier de construction en adéquation avec l'importance des travaux;
- un projet réalisé en phase d'envergure suffisante pour générer un intérêt international lors des appels d'offres;
- les coûts qui sont nécessaires à la mise en place du projet de tramway, de la confection des plans et devis à la mise en service commerciale du système;
- les mesures de mitigation requises pendant les travaux de construction du tramway;
- les coûts sont présentés par sous-systèmes (Groupes techniques);
- les coûts sont calculés en dollars canadiens du dernier trimestre 2012 et ensuite convertis en dollars canadiens 2014;
- la précision des estimés est de l'ordre de $\pm 30\%$;
- le coût de l'insertion du tramway sur le boulevard Laurier est estimé dans le présent document en prenant en compte que le boulevard Laurier sera déjà réaménagé avec une plateforme axiale pour le transport en commun. À titre d'information, le coût de réaménagement du boulevard Laurier est présentement estimé dans le cadre du PPU à ± 115 M\$, dont 40 M\$, aux fins d'acquisition (réf. : Annexe 3 (p.26-33) du rapport final du Schéma directeur Entrée de la Capitale – boul. Laurier phases 1,2 et 3).

La conversion des dollars canadiens 2012 en dollars canadiens 2014 est faite selon une augmentation de 1,58 %, conformément à l'évolution de l'indice de référence des Prix à la consommation de novembre 2012 à février 2014 (de 120.2 à 122.1) selon la Banque du Canada.

Il est à noter que les coûts chiffrés dans le présent document incluent les contingences, mais excluent une prévision pour les risques. Les contingences couvriront l'ensemble des activités prévues, mais qui n'ont pu être chiffrées avec précision à cette étape de l'étude. Or les prévisions pour risques ne seront consommées que si les risques se matérialisent.

Le risque est un événement ou une situation dont la concrétisation aurait un impact sur les coûts du projet, l'échéancier de réalisation ou encore la réalisation même du projet. Par exemple, la découverte d'artéfacts archéologiques occasionnerait un impact certain sur l'échéancier. Contrairement à la contingence ou la réserve pour imprévus, qui sont attendus, mais pas nécessairement connus, les risques peuvent ne pas se matérialiser.

Afin de minimiser la probabilité d'occurrence des risques, des mesures de mitigations seront identifiées et quantifiées par le mandataire du lot 3 (études de circulation et environnementales) ainsi que la réserve du propriétaire (couverture des changements, les imprévus, etc.) et les assurances à prendre par le propriétaire. Il est toutefois à noter que les coûts mentionnés ci-devant qui sont exclus du présent estimé seront ajoutés au coût global du projet par les responsables des études économiques et financières (lot 3).

Pour bien illustrer le coût des différentes composantes, les coûts ont été élaborés pour 24 Groupes techniques. La description de ces Groupes techniques est présentée dans le chapitre suivant.

Les coûts reliés à ces Groupes techniques ont été évalués, lorsqu'applicables, par tronçon. Ces tronçons sont ceux définis dans le *Rapport d'étape 1.2 – Technologie et insertion (610879-0200-40ER-0001_01)*. En effet, les quatre (4) tracés ont été découpés dans le projet, en séquences, puis ultérieurement en tronçons, dans le but d'obtenir des tronçons homogènes en termes de tissu urbain et paysager, d'enjeux locaux, mais surtout de type d'insertion proposée pour le tramway et

d'enjeux liés à cette insertion, rencontrés. Pour rappel, les tronçons sont présentés ci-dessous, par tracé et illustrés à l'aide d'une figure.

Le tracé Nord-Sud composé de six (6) tronçons. Deux (2) variantes sont évaluées en termes de coûts d'immobilisation; soit :

- le tronçon 1 : station en surface,
- le tronçon 3 : deux (2) voies tramway sur Dorchester.

Tableau 1 : Tronçons du tracé Nord-Sud (tracé n° 1)

Tronçon	P.K.	P.K.	De	À
1	40+000	41+060	Grand Théâtre	Place D'Youville (au sud de la station)
2	41+060	41+620	Place D'Youville	Côte d'Abraham
3	41+620	42+700	Côte d'Abraham	Rue des Embarcations
4	42+700	44+600	Rue des Embarcations	Avenue Eugène-Lamontagne
5	44+600	45+320	Avenue Eugène-Lamontagne	Rue Boisclerc
6	45+320	46+911	Rue Boisclerc	41 ^e Rue

Le tracé Est-Ouest est composé de 12 tronçons. Trois (3) variantes sont évaluées; soit pour :

- le tronçon 1 : deux (2) voies banales et une (1) voie réversible;
- le tronçon 8 : acquisition de ± 4 mètres sur Charest entre Marie-de-l'Incarnation et Langelier;
- le tronçon 9 : deux (2) voies tramway sur Dorchester.

Tableau 2 : Tronçons du tracé Est-Ouest (tracé n° 2)

Tronçon	P.K.	P.K.	De	À
1	20+000	21+900	Pont de Québec	Intersection boulevard Laurier/autoroute 573
2	21+900	23+600	Intersection boulevard Laurier/autoroute 573	Intersection boulevard Laurier/Robert-Bourassa
3	23+600	24+300	Autoroute Robert-Bourassa	Autoroute Robert-Bourassa/rue de la Foresterie
4	24+300	25+600	Rue de la foresterie	Pyramide
5	25+600	27+600	Rue Pyramide	Frank-Carrel/Semple
6	27+600	28+400	Franck-Carrel/Semple	Avenue Saint-Sacrement
7	28+400	29-820	Boulevard Charest/avenue Saint-Sacrement	Boulevard Saint-Sacrement /rue Marie-de-l'Incarnation
8	29-820	30+940	Boulevard Charest/rue Marie-de-l'Incarnation	Boulevard Langelier Ouest
9	30+940	32+240	Boulevard Charest/boulevard Langelier Ouest	Gare du Palais
10	32+240	33+920	Gare du Palais	boulevard des Capucins (Chemin de la Canardière)
11	33+920	35+400	Chemin de la Canardière	Boulevard Sainte-Anne
12	35+400	36+170	Boulevard Sainte-Anne	Terminus D'Estimauville

Le tracé sur le pont de Québec (tracé n° 3) comprend un seul tronçon. Deux (2) scénarios sont évalués, soit deux (2) voies banales et deux (2) voies banales + une (1) voie routière réversible.

Le tracé de la Rive-Sud est composé de six (6) tronçons. Il est à noter que le tronçon qui est juste au sud du pont de Québec est subdivisé en deux (2) pour tenir compte d'une alternative d'insertion entre le pont Dominion et le carrefour boulevard Rive-Sud/rue Du Sault; soit une insertion bilatérale ou axiale.

Tableau 3 : Tronçons du tracé Est-Ouest Lévis (tracé n° 4)

Tronçon	P.K.	P.K.	De	À
A1	73+014	72+160	Sud pont de Québec	Sud pont Dominion
A2	72+160	71+020	Sud pont Dominion	Est Chemin du Sault
B	71+020	67+620	Est Chemin du Sault	Est 4 ^e Avenue
C	67+620	66+520	Est 4 ^e Avenue	Ouest pont rivière Etchemin
D	66+520	63+980	Ouest pont rivière Etchemin	Ouest chemin des Îles
E	63+980	61+100	Ouest chemin des Îles	Ouest rue Lamartine
F	61+100	59+273	Ouest rue Lamartine	Est blvd Alphonse-Desjardins

La figure suivante schématise la subdivision en tronçons des quatre (4) tracés.

En plus des tracés subdivisés en tronçons mentionnés ci-devant, il y a deux Centres d'exploitation et d'Entretien (CEE), soit le Centre principal qui est en bordure du tracé Est-Ouest et le Centre secondaire qui jouxte le tracé de Lévis.

L'approche spécifique d'estimation pour chacun de ces Groupes techniques est présentée dans la section suivante.

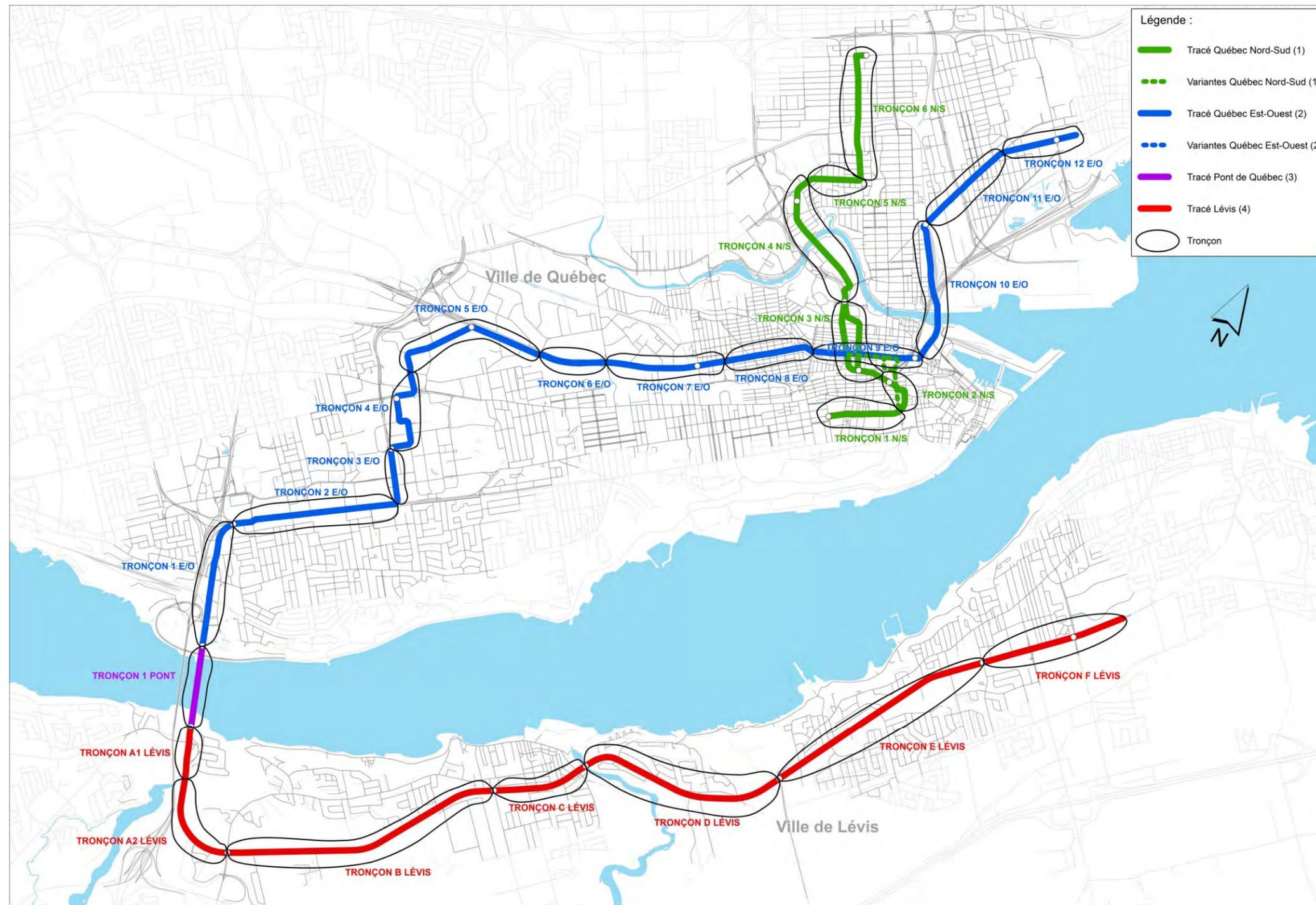


Figure 5 : Schématisation des tronçons

3 DESCRIPTION DES GROUPES TECHNIQUES ET APPROCHE SPÉCIFIQUE D'ESTIMATION

3.1 TRAVAUX PRÉPARATOIRES

3.1.1 Contenu du Groupe technique

Cette partie du bordereau couvre les travaux préparatoires reliés à la construction du projet de tramway, en termes de :

- déviation et contrôle de la circulation (non spécifique par tronçon);
- installation et organisation de chantier (mobilisation et démobilisation);
- libération des emprises de surface autres (panneaux publicitaires, abris bus, etc.) excluant les coûts de démolition et/ou enlèvement sont inclus dans les postes reliés spécifiquement à ces items dans :
 - ouvrages d'art;
 - voirie;
 - conduites souterraines;
- signalisation provisoire;
- dépose de l'éclairage public existant;
- divers travaux d'aménagements et de protection temporaire.

3.1.2 Approche d'estimation

Il est considéré, pour ce poste, un coût moyen au mètre linéaire selon le type de milieu du tracé d'insertion : urbain ou périurbain.

Le milieu périurbain est caractérisé par un réseau autoroutier ou municipal (une emprise routière large avec trois voies de circulation et plus) avec peu ou absence de commerce et de logement aux abords de l'emprise, peu de mobilier urbain et possédant multiples options de maintien de la circulation pendant les travaux.

À l'opposé, le milieu urbain est caractérisé par un réseau routier municipal possédant peu d'emprise de circulation (trois voies et moins) nécessitant des déviations et du contrôle de la circulation pendant les travaux, avec présence de commerce et de logement aux abords de l'emprise, des mobiliers urbains abondants et nécessitant divers travaux d'aménagements et de protection temporaire.

Pour des fins d'estimation des coûts, les tracés suivants ont été caractérisés :

Tableau 4 : Parties urbaines / non-urbaines des tracés du tramway considérées

Tracé Nord-Sud	6,91 km	Urbain : 6,91 km
Tracé Est-Ouest - Québec	16,17 km	Urbain : 8,89 km Périurbain : 7,28 km - tronçons 1, 2 et 3 (du pont de Québec à la station de la Foresterie), soit 4,30 km - Tronçons 6 et 7 : Boul. Charest (entre Semple et Marie-de-L'Incarnation), soit 2,98 km
Pont de Québec	0,987 km	Périurbain ; 0,987 km
Tracé Est-Ouest Lévis	13,74 km	Urbain : 13,74 km

3.2 TRAITEMENT DES SOLS

Les coûts du traitement des sols contaminés sont évalués par les responsables du Lot 3.

Il est notoire que les sols du terrain retenu pour le CEE principal sont contaminés. Une attention particulière a donc été apportée à ce site et le Lot 3 a pu fournir un estimé spécifique pour le traitement de ces sols. Ce coût est inséré dans les coûts.

3.3 TRAVAUX DE PLATEFORME ET RÉSEAU TRAMWAY

3.3.1 Contenu du Groupe technique

Cette partie du bordereau couvre les travaux reliés à la construction de la plateforme de la voie ferrée de l'isolant thermique au-dessous de la dalle de fondation, le revêtement et le drainage de la plateforme, les bordures de la plateforme et la construction de la multitubulaire requise pour le tramway. Le détail du contenu de cette partie du bordereau est présenté dans la section suivante.

Les travaux requis pour préparer l'assise de la plateforme sont pris en compte dans la section Travaux de voiries alors que les travaux relatifs à la dalle de voie ferrée, le rail et les aiguillages sont traités dans la section Travaux de voie ferrée du présent rapport.

3.3.2 Approche d'estimation

Approche

Les quantités ont été établies sur la base des planches d'insertion qui ont été produites dans le cadre du *Rapport d'étape 1.2 – Technologie et insertion (610879-0200-40ER-0001_00)* et des critères de conception de la plateforme de la voie ferrée qui ont été présentés dans le *3e sous-livrable 1.2 (B) Note technique finale - Plateforme et voie ferrée (610879-0200-4IEN-0005_00)*.

Les prix unitaires ont été établis sur la base de banques de données que nous avons et vérifiés par un estimateur.

Détail du contenu des postes du bordereau

1. Terrassement

Il s'agit essentiellement du déblai de deuxième classe, délimité, d'une part, par la ligne d'infrastructure au niveau de l'isolant et, d'autre part, de la largeur de la plateforme et des bordures.

Sont considérés déblais de deuxième classe, tous les déblais de matériaux n'appartenant pas au roc c'est-à-dire, tous les matériaux où l'entrepreneur ne fait pas usage d'explosif.

Les déblais sont estimés au mètre cube. Le prix couvre notamment le transport, le chargement, la réutilisation en remblai et le compactage s'il y a lieu, la mise en réserve et la mise en rebut.

Aucun travail de substitution de matériau n'est inclus dans l'estimation puisque les travaux de la plateforme sont réalisés après les travaux de déviation des réseaux et qu'il est par conséquent raisonnable d'assumer que les matériaux seront de bonne qualité.

2. Multitubulaire

La multitubulaire est localisée, dans la mesure, du possible en bordure de la plateforme. Dans notre estimation, le massif de la multitubulaire est composé d'un massif en béton et de gaines de protection en PVC configurées en général comme suit :

- 2 Ø 63 mm;
- 4 Ø 100 mm;
- 1 Ø 160 mm.

Dans les liaisons ponctuelles, 5 gaines de Ø 100 mm de plus sont prévues.

Il est à noter que le nombre de fourreaux a été revu à la baisse par rapport à ce qui est prévu au *3e sous-livrable 1.2 (B) Note technique finale - Plateforme et voie ferrée (610879-0200-4IEN-0005_00)* suite à une analyse plus fine des besoins et à l'élimination de fourreaux de réserves.

Le massif de la multitubulaire est estimé au mètre linéaire. Il comprend la fourniture et la mise en œuvre des conduits en PVC, du coffrage, du bétonnage et des armatures ainsi que le remblai latéral s'il y a lieu.

3. Chambre de tirage

Aux fins d'estimation, les chambres de tirage sont implantées aux 200 m en alignement droit.

2 chambres supplémentaires sont prévues à chaque courbe de rayon inférieur à 100 m, à chaque poste de redressement et à chaque station.

La chambre ou le puits de tirage est estimé à l'unité. Le prix comprend la fourniture et la mise en œuvre du coffrage, du bétonnage et des armatures nécessaires ainsi que le remblai latéral s'il y a lieu.

4. Drainage de la plateforme

Le drainage consiste en la collecte des eaux pluviales de la plateforme et de la voie ferrée selon la figure 11 du *3e sous-livrable 1.2 (B) Note technique finale - Plateforme et voie ferrée (610879-0200-4IEN-0005_00)*.

Les eaux pluviales collectées seront raccordées au réseau unitaire (égout pluvial et sanitaire) ou séparé (égout pluvial) réalisé par les responsables de la voirie dans le cadre du projet.

Le drainage est estimé au mètre linéaire de plateforme. Il comprend les travaux et les fournitures notamment les puisards, les grilles, les conduites et le raccordement au réseau.

5. Fondation en MG20

Le matériau de fondation est un matériau granulaire de type MG 20 conforme à la norme NQ 2560-114.

L'estimation est basée sur une épaisseur de 300 mm sur toute la largeur de l'excavation nécessaire pour la réalisation de la plateforme.

Le matériau sera compacté et exécuté selon les termes du CCDG 2013.

La couche de fondation en MG 20 est estimée au mètre cube. Le prix comprend la fourniture, le chargement, le déchargement et la mise en œuvre selon les conditions énoncées au CCDG 2013.

6. Sous fondation en MG 112

Le matériau de sous fondation est un matériau granulaire de type MG112 conforme à la norme NQ 2560-114.

L'estimation s'est basée sur une épaisseur de 300 mm sur toute la largeur de l'excavation nécessaire pour la réalisation de la plateforme.

Le matériau sera compacté et exécuté selon les termes du CCDG 2013.

La couche de fondation en MG 112 est estimée au mètre cube. Le prix comprend la fourniture, le chargement, le déchargement et la mise en œuvre selon les conditions énoncées au CCDG 2013.

7. Isolant thermique

L'isolant thermique sera de type polystyrène, il sera posé en deux couches de 25 mm sur toute la longueur du tracé et sur toute la largeur de la plateforme et au-delà sur 1,5 m de part et d'autre de celle-ci.

Le polystyrène doit répondre entre autres aux exigences d'absorption d'eau, du module de compression et de résistance thermique.

L'isolant thermique est estimé au mètre carré. Il comprend la fourniture sur site et la mise en place selon les exigences du CCDG 2013.

8. Bordure en granite

Les bordures en granite doivent être conformes aux normes 14201 du MTQ.

Les bordures en granite sont estimées au mètre linéaire posé. Le prix couvre la fourniture et la mise en œuvre de la bordure, de l'assise, de la construction de l'appui, le remblayage et le régalaage.

9. Revêtement en béton désactivé

C'est un béton obtenu à partir d'un composé de ciment, sable et gravillons selon des proportions appropriées. Sur ce béton frais sera répandu un produit permettant de ralentir fortement la prise en vue d'obtenir en surface des gravillons lavés.

Ce béton d'épaisseur de ± 170 mm est prévu comme revêtement sur la plateforme dans les endroits définis sur les plans.

Le béton désactivé est estimé au mètre carré. Il comprend la fourniture de tous les matériaux sur site, la mise en œuvre ainsi que l'application du produit désactivant.

10. Revêtement en béton bitumineux

Les granulats entrant dans la composition du béton bitumineux doivent être conformes à la norme 4202 du MTQ et le bitume doit être conforme à la norme 4101 du MTQ.

Ce revêtement d'épaisseur de ± 170 mm est prévu comme revêtement sur la plateforme dans les endroits définis sur les plans.

Les revêtements en béton bitumineux doivent répondre aux exigences du CCDG 2013.

La classe de performance sera définie ultérieurement.

Le prix du béton bitumineux est à la tonne. Il comprend la fourniture, le produit bitumineux le liant d'accrochage ou d'imprégnation et la mise en œuvre selon les prescriptions du CCDG 2013.

11. Revêtement en gazon incluant arrosage automatique

L'engazonnement est prévu comme revêtement sur la plateforme dans les endroits définis sur les plans, il s'agit d'un engazonnement par plaque de type P1, c'est-à-dire la plaque est retenue par son propre poids.

L'arrosage comprend le dispositif complet d'arrosage notamment des arroseurs, des programmeurs, des vannes, des détecteurs de pluie, etc.

Le revêtement en gazon est estimé au mètre carré. Il couvre la fourniture complète du système d'arrosage incluant la tuyauterie, le lit de pose en sable et l'enrobage, les plaques de gazon, la terre

végétale et la mise en œuvre sans limitations, le tassement de la terre végétale, l'épandage des engrais, le tassement des plaques et le système d'arrosage.

12. Revêtement en béton bitumineux incluant l'enlèvement sur le pont

En plus des travaux définis à l'article 10 du présent descriptif, ce prix à la tonne inclut l'enlèvement du pavage existant et les traits de scie aux limites des travaux, le chargement et la mise en réserve pour des fins de recyclage ou la mise en rebut des matériaux selon les directives du surveillant.

13. Séparateur

Le séparateur (longrine) fait office de glissière de sécurité, il doit être tel qu'illustré à la figure 10 du 3e sous-livrable 1.2 (B) Note technique finale - Plateforme et voie ferrée (610879-0200-4IEN-0005_00).

Il est érigé aux endroits surélevés par rapport au niveau de la circulation routière.

Le séparateur est estimé au mètre linéaire. Ce prix couvre la fourniture et la mise en œuvre du coffrage, du ferrailage et du béton.

3.4 TRAVAUX DE VOIE FERRÉE

3.4.1 Contenu du Groupe technique

Ce poste du bordereau couvre les travaux reliés à la construction de la voie ferrée.

Les travaux requis pour préparer l'assise de la voie ferrée sont décrits dans la section « Travaux de la plateforme et réseau tramway » du présent rapport.

3.4.2 Approche d'estimation

Approche

Pour la dalle de voie, l'approche est la même que pour les « Travaux de plateforme et réseau tramway » décrite ci-haut.

Pour le rail et les appareils de voies, les quantités ont été établies sur la base des planches d'insertion qui ont été produites dans le cadre du *Rapport d'étape 1.2 – Technologie et insertion (610879-0200-40ER-0001_00)* et des critères de conception de la plateforme de la voie ferrée qui ont été présentés dans le *3e sous-livrable 1.2 (B) Note technique finale - Plateforme et voie ferrée (610879-0200-4IEN-0005_00)*.

Les prix unitaires du rail et des appareils de voie ont été établis sur la base de banques de données que nous avons et validés en consultation avec une entreprise spécialisée dans le domaine de la construction de voies ferrées.

Détail du contenu du poste

1. Dalle de fondation

La dalle de fondation prévue en pré dimensionnement est de 190 mm d'épaisseur sur toute la longueur du tracé sauf en tunnel. La largeur retenue aux fins d'estimation est de 6,85 m. Dans le tunnel, cette dalle est mise en place par les responsables de la construction du tunnel et son coût est comptabilisé dans cet item du bordereau.

Cette dalle est prévue au-dessus de la couche granulaire MG 20.

Les agrégats pour béton doivent être conformes à la norme NQ 2560-114.

La dalle de fondation est estimée au mètre cube. Le prix couvre la fourniture du béton, du coffrage et du ferrailage ainsi que leur mise en œuvre selon les dispositions du CCDG 2013.

2. Béton de calage

Le béton de calage sert au maintien de la voie transversalement et à l'ajustement de celle-ci.

Coulé sur la dalle de fondation, il suit tout le long la dalle de fondation avec une largeur égale à celle-ci et une épaisseur de 190 mm.

Les agrégats pour béton doivent être conformes à la norme NQ 2560-114.

Le béton de calage est estimé au mètre cube. Le prix couvre la fourniture du béton, du coffrage et du ferrailage ainsi que leur mise en œuvre selon les dispositions du CCDG 2013.

3. Dalle de voie antivibrations

La dalle de voie antivibrations est prévue à certains endroits en conformité avec les critères définis dans le texte et sur les plans en annexe du *3e sous-livrable 1.2 (B) Note technique finale - Plateforme et voie ferrée (610879-0200-4IEN-0005_00)*.

L'épaisseur de ladite dalle est de 100 mm. Elle suit tout le long la dalle de fondation avec une largeur égale à celle-ci.

Ces dalles antivibrations sont requises sur une longueur de ± 1300 m lin.

La dalle de voie antivibrations est estimée au mètre cube. Le prix couvre la fourniture du béton, du coffrage, du ferrailage ainsi que leur mise en œuvre selon les dispositions du CCDG 2013.

4. Voie ferrée

Aux fins d'estimation, la voie ferrée est composée de rail à gorge, de traverses bi-bloc en béton armé reliées par des entretoises métalliques.

Le prix de la voie est estimé au mètre linéaire de voie. Ce prix couvre les fournitures, le rail, les traverses et les différents accessoires de voie ferrée et l'ajustement ainsi que leur mise en œuvre selon les dispositions de l'AREMA.

5. Voie ferrée sur dalle existante

La voie ferrée sur dalle existante, posée spécifiquement sur les ponts, dans le tunnel et dans les bâtiments.

Cette voie est ancrée selon un dispositif d'ancrage sur la dalle existante ou réalisée dans le cadre du projet.

La dalle sur voie existante est estimée au mètre linéaire de voie. Le prix couvre les fournitures, rail, dispositif d'ancrage, les accessoires pour la fixation et l'ajustement ainsi que la mise en œuvre selon les dispositions de l'AREMA.

6. Embranchement et zones de manœuvre

L'embranchement consiste en la pose d'aiguillages et le raccordement des voies, en vue d'un changement de direction.

Aux fins d'estimation, l'aiguillage choisi est de type 1/6 avec un rayon de 50 m.

Le prix de l'embranchement et zones de manœuvre couvre, la fourniture d'aiguillages complets (rails, traverses et les différents accessoires de voie ferrée et d'ajustement) ainsi que leur pose selon les dispositions de l'AREMA. Le prix couvre également la voie pour la connexion et les raccordements entre les aiguillages.

7. Dispositif antivibratile

Le dispositif antivibratile comprend le tapis antivibratile, les semelles en élastomère et toutes les dispositions pour atténuer les vibrations.

Ce dispositif est prévu à certains endroits en conformité avec les critères définis dans le texte et sur les plans en annexe du *3e sous-livrable 1.2 (B) Note technique finale - Plateforme et voie ferrée (610879-0200-4IEN-0005_00)*; soit l'éloignement de la plateforme du tramway des bâtiments.

Le dispositif antivibratile est requis sur une longueur de ± 2375 m lin.

Le prix du dispositif antivibratile est au mètre carré. Ce prix couvre la fourniture et la pose de tous les éléments d'atténuation du bruit en dehors de la voie antivibrations.

3.5 TRAVAUX DE COURANT FORT

3.5.1 Contenu du Groupe technique

Les prestations incluses dans l'estimation intègrent :

- les études d'exécution;
- les fabrications et fournitures avec les livraisons sur site;
- les travaux d'installations, de câblages et de raccordements sur site;
- les essais des installations;
- la mise en service des installations.

Les travaux courants forts regroupent différentes installations :

- la ligne aérienne de contact (LAC);
- les sous-stations de traction (SST);
- les installations de traction réparties tout le long de la ligne,
- les installations de traction du Centre d'Exploitation et d'Entretien (CEE) principal, ainsi que celles du CEE secondaire;
- les installations d'alimentation Basse Tension des stations de surface.

3.5.2 Approche d'estimation

Approche

Tout d'abord, la détermination de prix unitaires liés à chaque poste a été réalisée. Ces prix unitaires sont estimés à partir de projets comparables déjà réalisés et sont ensuite adaptés au contexte local, du prix des matériaux, de la main-d'œuvre et des contraintes climatiques locales.

Par la suite, le projet a été découpé en tronçons homogènes. L'homogénéité de ces tronçons permet la multiplication des quantités déterminées par les coûts unitaires logiquement comparables.

Chaque poste de dépense a été déterminé à partir d'une des trois méthodes suivantes qui ont été utilisées individuellement ou encore de manière combinée, soit :

- une analyse de coût spécifique au projet de tramway des villes de Québec et de Lévis;
- l'utilisation de coûts unitaires comparables;
- la comparaison globale avec le coût d'un projet global.

Détail du contenu du poste

1. Ligne aérienne de contact

Il s'agit de toutes les installations de LAC, y compris les massifs de fondation des poteaux LAC.

L'estimation est faite sur la base :

- des types d'insertion (support axial, en double supports, etc.) décrits dans les livrables 1.2 et 1.3;
- des types de poteaux définis dans le 3^e sous livrable 1.3 – Note technique - Équipements de la ligne aérienne (610879-0300-4AEN-0002_00) (profilé H simple).

Ce poste ne prend pas en compte :

- le dégagement du gabarit d'électrification (dévoisement des réseaux aériens, dépose/modification des portiques de supersignalisation, etc.);
- les dévoiements des réseaux enterrés nécessaires pour la réalisation des massifs de fondation des supports LAC.

2. Sous-stations de traction

Ce poste comporte tous les équipements installés à l'intérieur des locaux techniques sous-stations. Le prix unitaire mentionné est un prix moyenné qui a été établi en prenant en compte le fait qu'une partie des sous-stations :

- est équipée avec 2 groupes de traction et 2 arrivées moyenne tension Hydro-Québec;
- est équipée de bancs de résistance de freinage.

Il ne prend pas en compte :

- la construction des bâtiments → Traité dans l'item « locaux techniques ».

3. Traction en ligne

Ce poste comporte les équipements nécessaires à la distribution de l'énergie électrique de traction le long de la ligne de tramway. Il regroupe :

- le(s) cable(s) feeder(s) enterré(s);
- les coffrets de sous-sectionnement et les coffrets de mise en parallèle;
- les câbles d'asservissement traction.

Ce poste ne prend pas en compte les multitubulaires et les socles associés aux chambres de tirage pour la pose des coffrets (traité dans l'item Travaux de plateforme et réseau tramway).

4. Traction au CEE

Ce poste comporte les équipements nécessaires à la distribution de l'énergie électrique de traction à l'intérieur des sites des Centre d'Exploitation et d'Entretien (CEE Principal et CEE Secondaire).

Ce poste ne prend pas en compte :

- les multitubulaires (traité dans l'item Travaux de plateforme et réseau tramway);
- les travaux de construction des locaux techniques (traité dans l'item locaux techniques).

5. Installations d'alimentation BT des stations

Ce poste comporte :

- les coffrets et tableaux de distribution BT des stations;
- les câbles d'alimentation BT depuis les sous-stations pour alimenter les stations qui sont proches des sous stations).

Ce poste ne prend pas en compte :

- les multitubulaires (traitées dans l'item Travaux de plateforme et réseau tramway);
- les modules techniques en station dans lesquels sont installés les coffrets et tableaux BT (traité dans l'item Travaux des stations);

- les frais des raccordements/branchements aux réseaux « Basse Tension » d'Hydro-Québec pour alimenter les stations qui sont éloignées des sous-stations de traction.

3.6 TRAVAUX D'OUVRAGES D'ART

3.6.1 Contenu du Groupe technique

Ce poste du bordereau couvre les travaux de structures reliés à la modification, au remplacement ou à l'ajout des ponts et autres ouvrages d'art.

Les prix présentés ne couvrent pas les travaux d'aménagement routiers, de plateforme et réseau du tramway, de voie ferrée, de signalisation et d'éclairage, etc. sous et sur les ponts, respectivement inclus dans les items de coûts 10, 3, 4 et 11.

Par contre, les coûts du présent item incluent les coûts reliés à la démolition et la reconstruction de l'ouvrage conformément aux besoins identifiés.

Le présent estimé exclut les coûts reliés à toute modification du pont de Québec, puisqu'ils sont inclus dans le projet du MTQ de réfection du tablier de ce pont.

3.6.2 Approche d'estimation

Approche

L'approche d'estimation des coûts reliés aux ouvrages d'art est présentée par type d'ouvrage et au sein de chaque type, par tracé et tronçon.

Détail du contenu du poste

1. Ponts

Les prix unitaires utilisés dans l'estimation sont des prix qui incluent les matériaux, la main d'œuvre et les équipements de construction requis pour réaliser les travaux. Ces prix incluent également les frais d'administration et le profit, mais excluent les taxes.

Les prix unitaires sont obtenus à partir des bases de données canadienne et américaine entre 2000 et 2012. Les listes de prix utilisées dans cette étude sont publiées par la FDA "Federal Highway Administration"¹, ainsi que le département des transports de la Colombie-Britannique². Suite à notre analyse des prix unitaires fournis dans ces références, nous sommes d'avis qu'ils se situent dans les ordres de grandeur des prix de construction au Québec.

Il faut préciser que les prix unitaires pour la conception des ouvrages d'art publiés par le MTQ n'ont pas été utilisés puisqu'ils s'appliquent spécifiquement à des éléments d'ouvrages et ne sont pas applicables dans le contexte de faisabilité de cette étude. Ce niveau de détail nécessite une étude approfondie des méthodes de travail, des accès, de la disponibilité des aires de travail et de la séquence des travaux. Ces études pourront être réalisées à un stade ultérieur du projet.

Le tableau suivant présente les ponts rencontrés sur les tracés Nord-Sud et Est-Ouest, par tronçon.

¹ http://www.fhwa.dot.gov/bridge/nbi/unit_cost.cfm

² http://www.th.gov.bc.ca/publications/const_maint/110121_Cost_Guide.pdf

Tableau 5 : Liste des ponts touchés par l'insertion du tramway, localisation et intervention requise (Tracés Est-Ouest, Nord-Sud et Lévis)

Tracé	Tronçon	PK	Identification	Intervention
Nord-Sud (1)	4	43+630	Pont Laviguer / rue de la Pointe-aux-Lièvres au-dessus de la rivière St-Charles	Remplacement de pont
Nord-Sud (1)	6	45+800	Pont CN 1ere Avenue	La partie Sud est conservée et la partie Nord est remplacée – Voir <i>Rapport d'étape 1.2 – Technologie et insertion (610879-0200-40ER-0001_00)</i>
Est-Ouest (2)	1 variantes a et b	20+270	boul. Laurier / Voie ferrée (bretelle Av des Hôtels)	Aucuns travaux
Est-Ouest (2)	1 variantes a et b	20+480	Laurier/Charles-M-Monsarrat & voie ferrée	Remplacement de pont
Est-Ouest (2)	1 variantes a et b	20+820	Boul. Laurier/Ch. St-Louis	Remplacement de pont
Est-Ouest (2)	1 variantes a et b	21+000	Nouvel étage route 132 et avenue des Hôtels	Construction
Est-Ouest (2)	7	29+400	boul. Charest & voie ferrée CPR	Remplacement du pont
Est-Ouest (2)	9	32+060	Boul. Charest/Dufferin-Montmorency	Aucuns travaux
Est-Ouest (2)	10	32+800	Boul Jean-Lesage / Pont Samson (au-dessus de la rivière St-Charles)	Remplacement du pont
Est-Ouest (2)	10	33+050	Boul. Jean-Lesage/Duferrin-Montmorency	Aucuns travaux
Est-Ouest (2)	11	34+400	Pt CN sur Canardière	Remplacement du pont – voir <i>Rapport d'étape 1.2 – Technologie et insertion (610879-0200-40ER-0001_00)</i>
Lévis (4)	A1	72+740	Pont de la Route 132	Pas de renforcement ni de remplacement
Lévis (4)	A1	72+300	Pont Dominion	Travaux de renforcement
Lévis (4)	B	70+754	Ponceau 1135 blvd de la Rive-Sud	Remplacement
Lévis (4)	B	70+467	Ponceau ruisseau à la Loupe	Remplacement
Lévis (4)	B	69+930	Ponceau Ruisseau Cantin	Remplacement
Lévis (4)	D	66+475	Rivière Etchemin	Remplacement ou renforcement si faisable
Lévis (4)	S	66+200	Portique de la Route 132 (tunnel piste cyclable)	Renforcement

Lévis (4)	D	64+438	Pont Rivière à la Scie	Pas de remplacement ni d'élargissement
Lévis (4)	E	62+250	Ponceau Ruisseau Rouge	Remplacement

2. Tunnels piétonniers

Il n'y a pas d'information sur la profondeur du tunnel ni la conception des tunnels. Le scénario conservateur qui a été envisagé pour l'estimé, serait un tunnel de très faible profondeur avec une structure en béton trop faible pour supporter le tramway. Ce scénario impose l'excavation du tunnel, sa démolition et la reconstruction de la section sous le tramway. Le prix estimé est pour démolir et reconstruire une section de 9 mètres de tunnel en béton armé coulé en place.

Tableau 6 : Liste des tunnels piétonniers touchés par l'insertion du tramway, localisation et intervention requises (Tracés Est-Ouest et Nord-Sud)

Tracé	Tronçon	Identification	Intervention
Est-Ouest (2)	3	Tunnel piéton au niveau de la rue de l'Agriculture	Excavation, démolition et reconstruction
Est-Ouest (2)	4	Plusieurs tunnels piétons et techniques	Excavation, démolition et reconstruction

3. Poste de pompage sur Robert Bourassa

Le coût de déplacement complet du poste de pompage situé au #313, boul. Robert-Bourassa-Hochelaga a été pris en compte.

Tableau 7 : poste de pompage touché par l'insertion du tramway, localisation et intervention requise (Tracés Est-Ouest)

Tracé	Tronçon	PK	Identification	Intervention
Est-Ouest (2)	3	23+900	Poste de pompage #313, boul. Robert-Bourassa- Hochelaga	Déplacement

4. Murs de soutènement

Les murs de soutènement ont été identifiés par tronçon dans le présent estimé budgétaire. Leur longueur ainsi que leur hauteur moyennes ont été déterminées grâce aux vues en coupe de l'annexe B du *Rapport d'étape 1.2 – Technologie et insertion (610879-0200-40ER-0001_01)*. La liste des prix 2012 suggérés dans le manuel de construction et réparation du MTQ a été utilisée. Le coût des murs de soutènement inclut l'excavation, le remblai et tous les éléments du mur.

En ce qui concerne l'entrée Nord du tunnel projeté entre l'avenue Honoré-Mercier et le boulevard René-Lévesque est dans la Côte d'Abraham, celle-ci impose la modification du mur de soutènement existant afin de créer cette ouverture. La présence de la route Saint-Réal au-dessus impose la mise en place d'un ouvrage en porte-à-faux ou la mise en place d'une structure de support en cadre rigide.

Également, au niveau du tronçon 10 du tracé Est-Ouest, (PK 32+600), il y a une sortie de tunnel sur le boulevard Jean-Lesage existante, qui nécessitera un mur de soutènement supplémentaire lors de l'insertion du tramway en surface et qui est comptabilisé ici.

3.7 TRAVAUX DE DÉVIATION DES RÉSEAUX SOUTERRAINS

3.7.1 Contenu du Groupe technique

Cette partie du bordereau couvre les travaux reliés à la démolition et la réinstallation des réseaux souterrains humides et secs.

En ce qui concerne les réseaux humides, il s'agit plus précisément des réseaux d'aqueduc, d'égout sanitaire, d'égout unitaire et d'égout pluvial. Pour chacun de ces réseaux, l'estimé est fait selon les diamètres des conduites concernées.

De plus, ce poste du bordereau inclut la fourniture et pose des fourreaux et des chambres de tirage (incluant les coûts de démolition également).

En ce qui concerne l'estimation des coûts d'immobilisation reliés aux réseaux secs, c'est-à-dire des utilités publiques (Hydro-Québec, Bell, Vidéotron, Fibre optique, Gaz métropolitain), ils sont estimés sous forme de provision.

Il est à noter que ces estimés excluent les mesures de mitigation reliées aux travaux, ainsi que les travaux préparatoires, qui sont, quant à eux, estimés dans le premier poste du bordereau.

3.7.2 Approche d'estimation

Approche

L'approche d'estimation des coûts reliés à la déviation des réseaux souterrains humides est présentée par type d'ouvrage.

Les quantités ont été établies sur la base :

- des planches d'insertion qui ont été produites dans le cadre du *Rapport d'étape 1.2 – Technologie et insertion (610879-0200-40ER-0001_00)*;
- des cartes et informations relatives aux réseaux humides existants (situation 2012 ;
- des critères de conception énoncés dans le *1er sous-livrable 1.2 – Identification des critères de conception Volet – Voirie, chaussée, aqueduc et égout, utilités publiques et aménagement (610879-0200-4GEC-0001_01)* ;
- des critères de conception énoncés dans le *3e sous-livrable 1.2 (B) – Note technique finale – Plateforme et voie ferrée (610879-0200-4IEN-0005_00)*.

Les prix unitaires ont été établis sur la base de banques de données que nous avons et vérifiés par un estimateur chevronné.

La provision prévue pour les coûts d'immobilisation reliés aux réseaux secs est égale à la part que représentent les coûts d'immobilisation prévus pour les réseaux humides.

De plus, pour le tracé de Lévis, étant donné la présence d'une conduite majeure de gaz sous la Route 132 sur une grande partie du tracé du tramway, un coût additionnel, là où applicable, de 2 M\$ par kilomètre est ajouté à ce coût.

Le principe de conception des réseaux souterrains secs et humides, suite à l'insertion du tramway, aux fins d'estimer des coûts, est conforme aux deux (2) coupes ci-dessous.

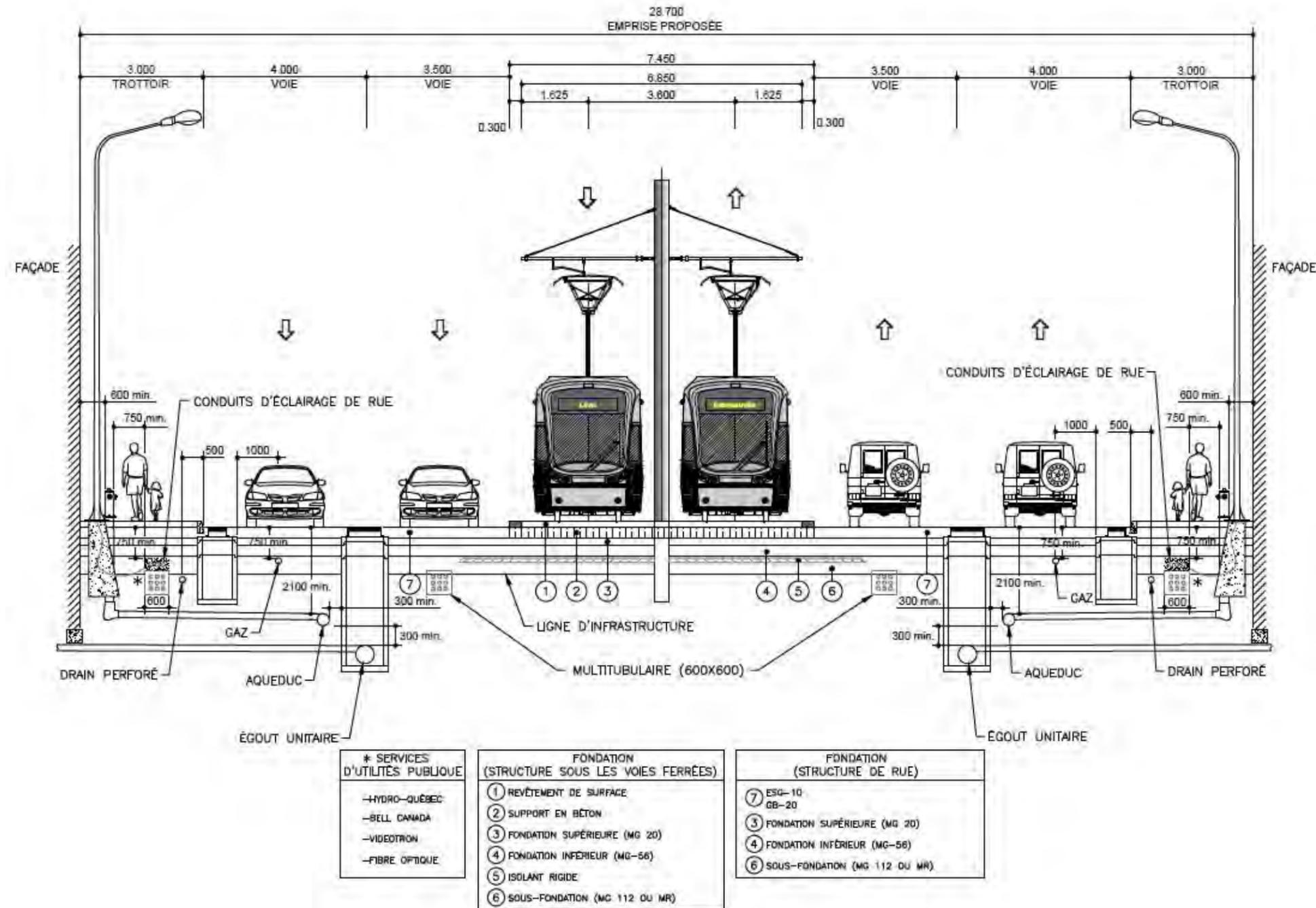


Figure 6 : Coupe d'insertion à niveau et souterraine – tramway en situation axiale (source : 1^{er} sous-livrable 1.2 – Critères de conception •Volet – Voirie, chaussée, aqueduc et égout, utilités publiques et aménagement 610879-0200-4GEC-0001_01)

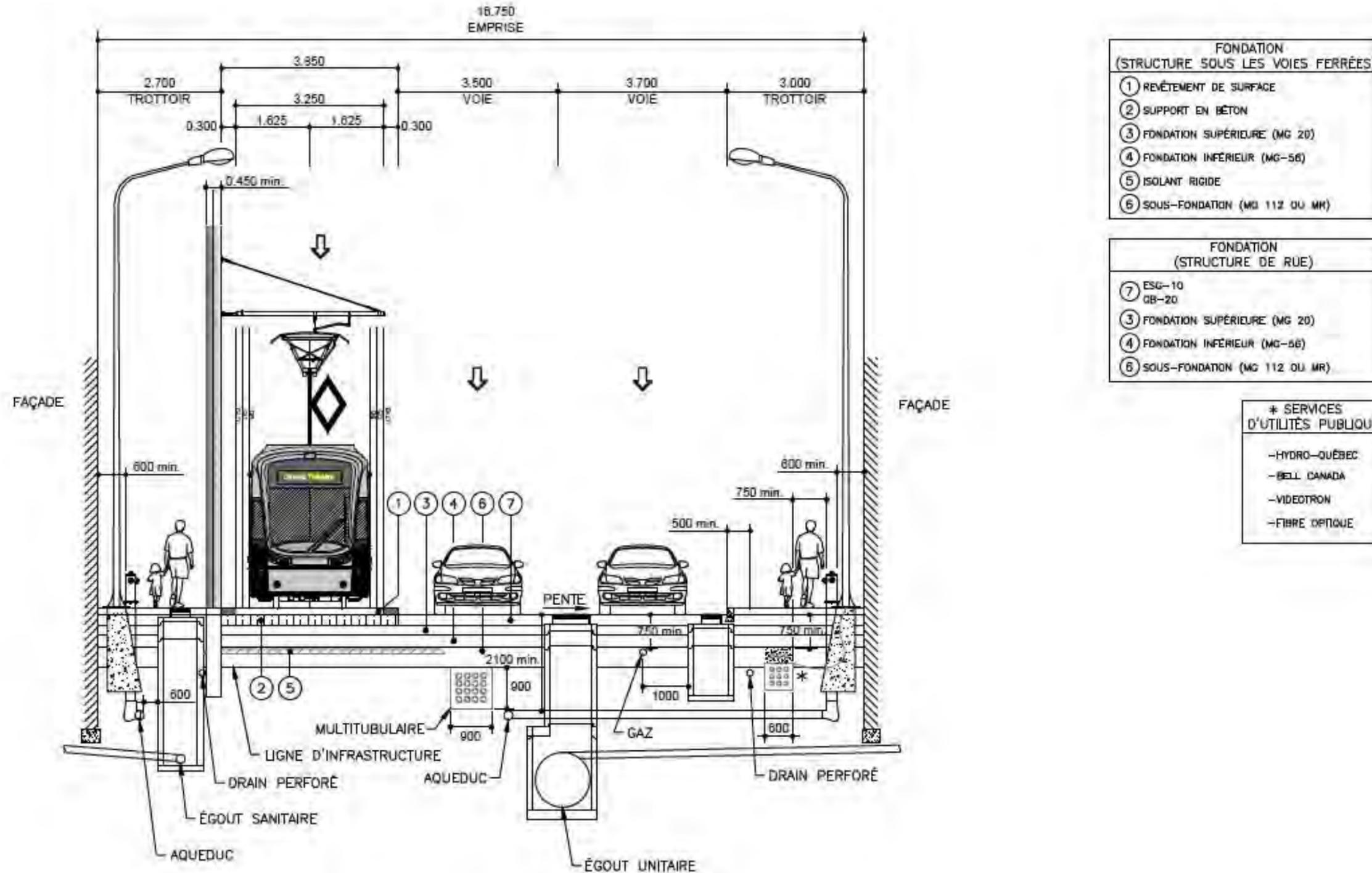


Figure 7 : Coupe d'insertion à niveau et souterraine – tramway en situation latérale (source : 1^{er} sous-livrable 1.2 – Critères de conception • Volet – Voirie, chaussée, aqueduc et égout, utilités publiques et aménagement, 610879-0200-4GEC-0001_01)

Il est à noter que sur l'ensemble des tracés du tramway, une démolition et reconstruction de la voirie est prévue sur l'entièreté de l'emprise des rues (trottoirs y compris), sauf pour les deux (2) présentes exceptions :

- sur le boulevard Laurier, tel que précisé dans le *Rapport d'étape 1.2 – Technologie et insertion (610879-0200-40ER-0001_00)*, il est prévu un réaménagement complet du boulevard, voiries et conduites souterraines incluses, antérieurement au projet de tramway. Les coûts de déviation des réseaux, voirie, éclairage, et acquisitions ne sont pas inclus dans le présent estimé. Toutefois, en ce qui concerne les réseaux souterrains humides, des coûts de la réfection des intersections sont comptabilisés, afin de tenir compte du profil des voies ferrées ;
- sur le boulevard Charest : de Frank Carrel à Semple, où l'insertion du tramway est latérale, il est prévu de refaire uniquement les voies de service Sud longeant l'autoroute Charest.

En ce qui concerne la partie du tracé sur le boulevard Charest entre Semple et St-Sacrement, le lot 3 de l'étude de faisabilité du tramway de Québec et de Lévis, a déterminé, dans son livrable 3.1, un aménagement qui est illustré par la figure suivante. Le coût de cet aménagement est inclus au présent bordereau.

Figure 4-6 Coupe type de tronçon Semple/Saint-Sacrement

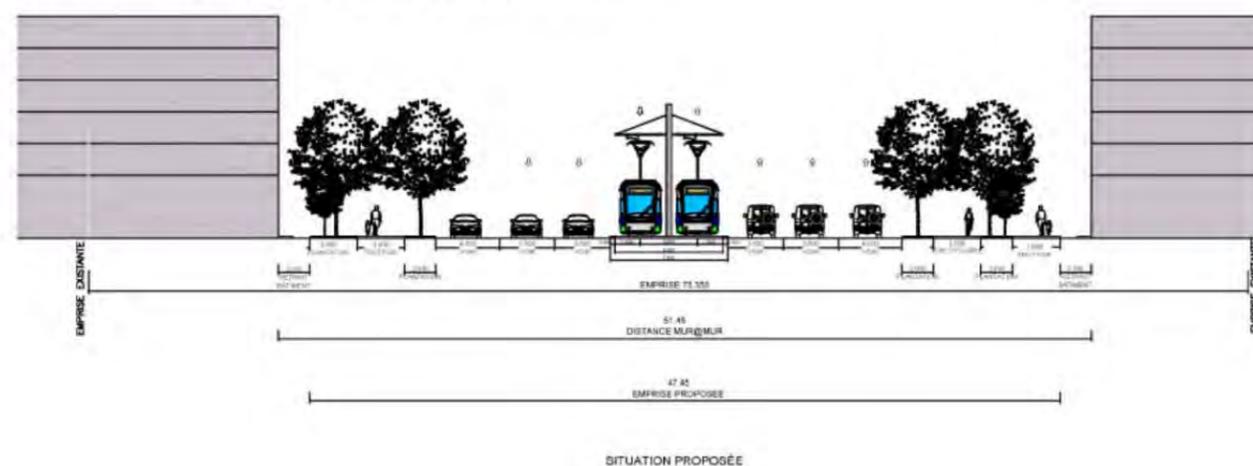


Figure 8 : Coupe illustrant l'aménagement du boulevard Charest entre Semple et Saint-Sacrement (source: lot 3, livrable 3.1)

Détail du contenu du poste

1. Réseaux d'aqueduc et d'égout

Quatre (4) types de réseaux sont quantifiés ici, chacun avec des conduites de diamètres différents :

- réseau d'aqueduc;
- réseau d'égout sanitaire;
- réseau d'égout unitaire;
- réseau d'égout pluvial.

La fourniture et pose des différents réseaux d'aqueduc et d'égout ont été estimées au mètre linéaire conformément aux hypothèses de conception précisées dans le *1er sous-livrable 1.2 – Identification des critères de conception Volet – Voirie, chaussée, aqueduc et égout, utilités publiques et aménagement (610879-0200-4GEC-0001_01)*, incluant : aqueduc, égouts, regards, puisards, postes de pompage, postes de purgeur d'air, conduits, et isolant rigide.

2. Fourreaux et chambres de tirage

La fourniture et pose de fourreaux et de chambres de tirage ont été estimées en termes de coûts conformément aux hypothèses de conception précisées dans le *3e sous-livrable 1.2 (B) – Note technique finale – Plateforme et voie ferrée (610879-0200-4IEN-0005_00)*.

3. Utilités publiques

Tel que décrit ci-dessus, les coûts des utilités publiques (Hydro-Québec, Bell, Vidéotron, Fibre optique, Gaz métropolitain) ont été estimés de la façon suivante :

- une provision est prévue pour ces coûts, égale à la part que représentent les coûts d'immobilisation prévus pour les réseaux humides;
- de plus, pour le tracé de Lévis, étant donné la présence d'une conduite majeure de gaz sous la Route 132 sur une grande partie du tracé du tramway, un coût additionnel, là où applicable, de 2 M\$ par kilomètre est ajouté à ce coût.

3.8 TRAVAUX DE STATIONS EN SURFACE

3.8.1 Contenu du Groupe technique

Les stations ont des quais de 40 mètres de longueur, prolongés par des rampes d'accès. Les travaux comportent les terrassements et les infrastructures de quais (dalle béton), ainsi que les blocs techniques destinés à recevoir les armoires techniques.

Ne sont pas compris dans l'estimation de l'item :

- les revêtements de quais, les abris, les mobiliers de quai (garde-corps, bancs, etc.), l'éclairage des quais et rampes (traité dans l'item Mobilier de station);
- les chambres de tirage, multitubulaires et fourreaux de cheminements des câbles (traité dans l'item Travaux de plateforme et réseau tramway).

3.8.2 Approche d'estimation

Tout d'abord, la détermination de prix unitaires liés à chaque poste a été réalisée. Ces prix unitaires sont estimés à partir de projets comparables déjà réalisés et sont ensuite adaptés au contexte local du prix des matériaux et de la main d'œuvre.

Par la suite, le projet a été découpé en tronçons homogènes. L'homogénéité de ces tronçons permettait la multiplication des quantités déterminées par les coûts unitaires logiquement comparables.

Chaque poste de dépense a été déterminé à partir d'une des trois méthodes suivantes qui ont été utilisées individuellement ou encore de manière combinée, soit :

- une analyse de coût spécifique au projet de tramway des villes de Québec et de Lévis;
- l'utilisation de coûts unitaires comparables;
- la comparaison globale avec le coût d'un projet global.

3.9 MOBILIER DE STATIONS

3.9.1 Contenu du Groupe technique

Le présent bordereau comprend, sous l'item mobilier de stations, trois (3) types de quais avec un coût par type et une identification de l'application de chaque type par tracé et tronçon. Ces trois types de quais sont :

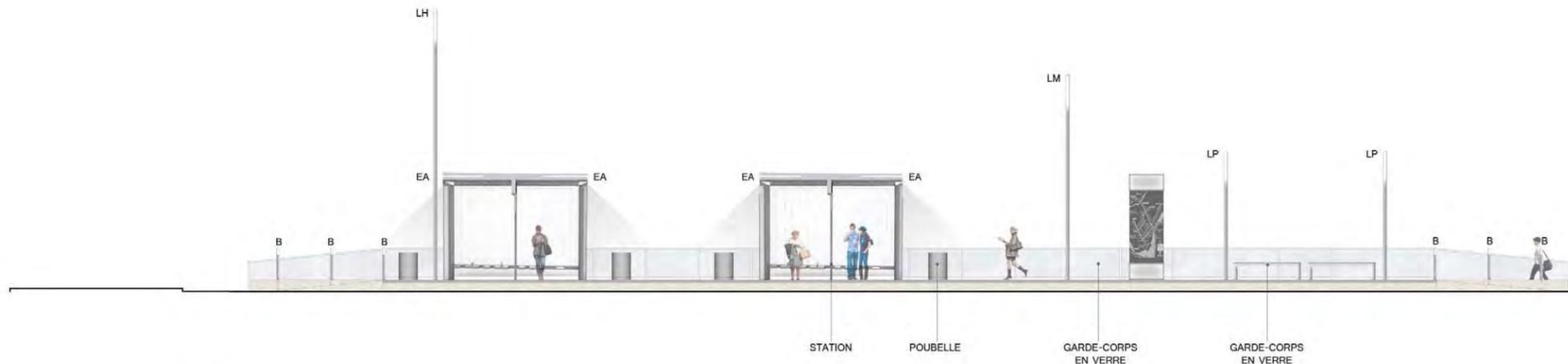
- quais latéraux;
- quai central;
- quais décalés.

3.9.2 Approche d'estimation

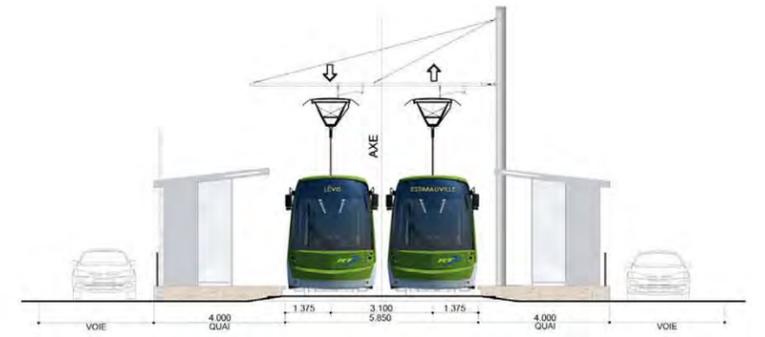
Les stations en surface ont été estimées sur la base de trois configurations, une configuration à quais latéraux face à face, une à quais latéraux décalés et une à quai central (voir figures ci-dessous).

Les quais y compris les deux rampes d'accès ont 52 m de long sur une largeur de quai de 4 m pour les quais latéraux. Dans le cas du quai central, la largeur de quai est de 4,50 m. La station comprend, dans le cas d'un quai central, deux (2) éléments signalétiques communément appelés colonnes Morris, alors que dans le cas des quais face à face et décalés, il y en a un (1) par quai. Chaque station a deux (2) abris-bus (de 5 m * 1.5m) sur chaque quai avec des bancs intégrés, quatre (4) autres bancs et quatre (4) poubelles 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 en béton.

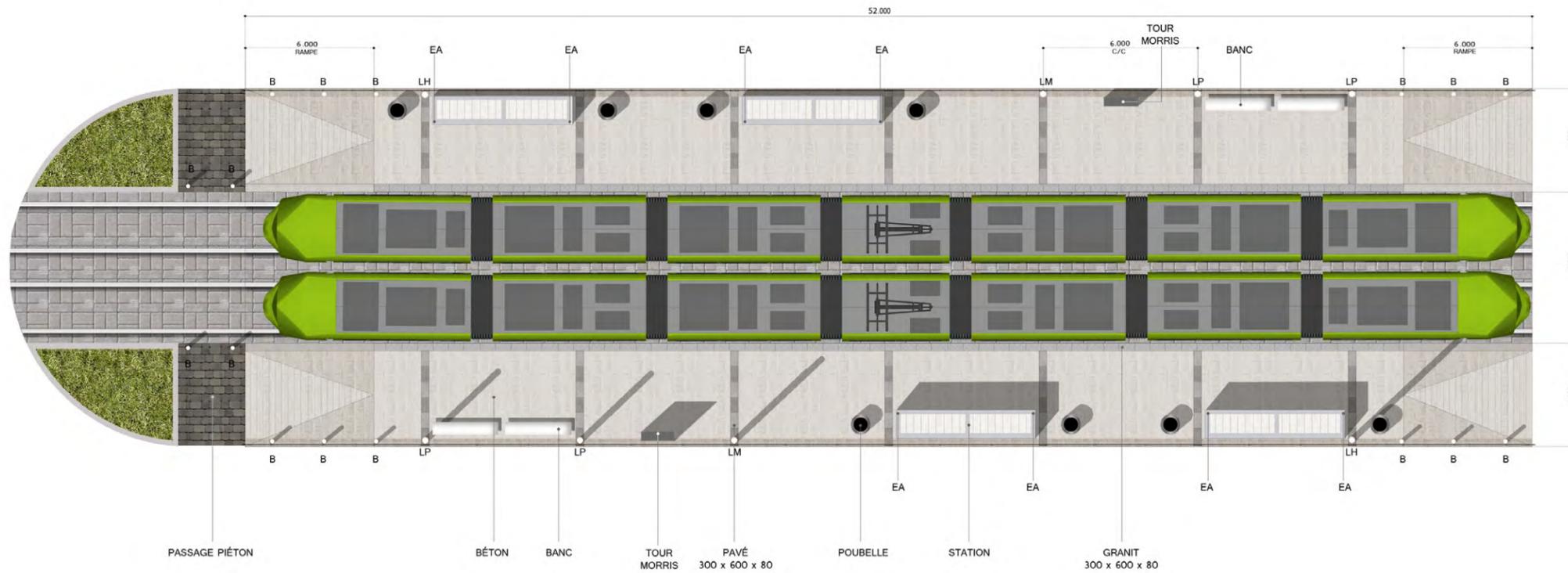
Un éclairage d'ambiance est estimé sur les quais et est constitué de deux lampadaires bas de 5500 mm de haut ainsi qu'un lampadaire moyen de 8000 mm de haut. Ces éclairages d'ambiances sont complétés par des luminaires encastrés dans les abris-bus ainsi que dans les bollards. Tous ces éclairages sont synchronisés avec les arrivées/départs du tramway. Des couleurs pourront aussi être affectées à ces éclairages pour donner une identité aux stations dotées de caractère particulier.



COUPE / ÉLÉVATION LONGITUDINALE



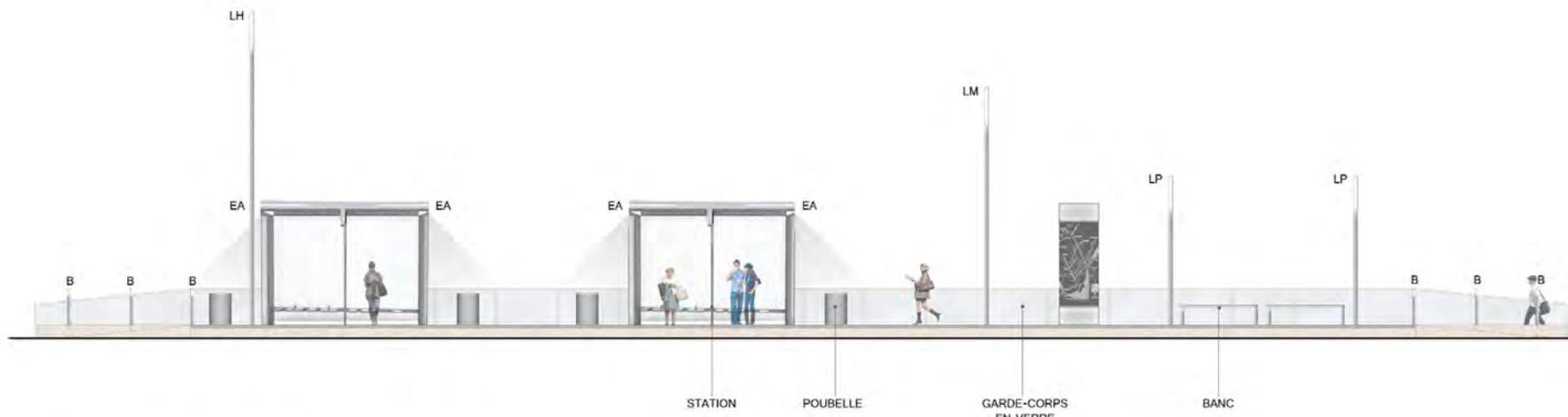
COUPE / ÉLÉVATION TRANSVERSALE



PLAN

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





COUPE / ÉLÉVATION LONGITUDINALE



COUPE / ÉLÉVATION TRANSVERSALE

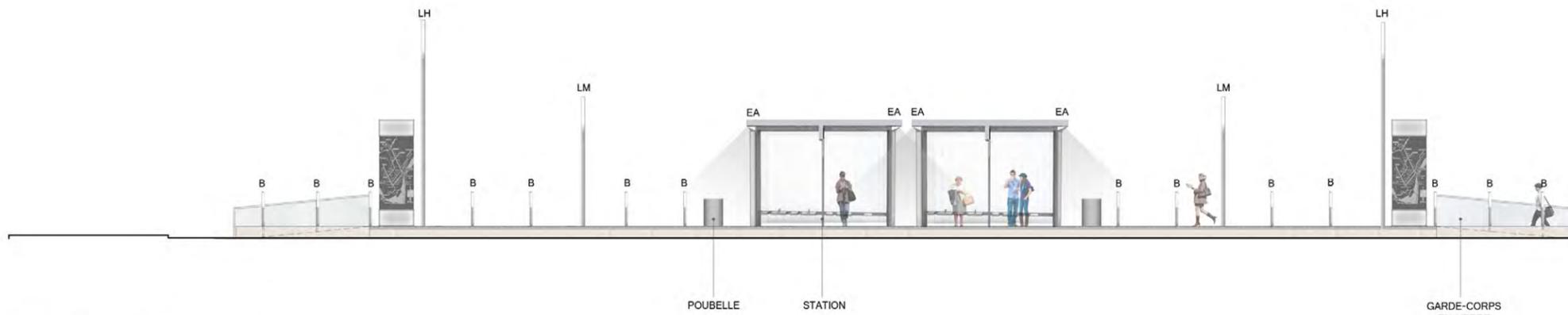


- LÉGENDE
- LH LUMINAIRE HAUT
 - LM LUMINAIRE MOYEN
 - LP LUMINAIRE PETIT
 - EA ÉCLAIRAGE ENCASTRÉ
 - B BOLLARD



PLAN





COUPE / ÉLÉVATION LONGITUDINALE



COUPE / ÉLÉVATION TRANSVERSALE



PLAN

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



3.10 TRAVAUX DE VOIRIES

3.10.1 Contenu du Groupe technique

Cette partie du bordereau couvre les travaux reliés à la démolition et la réinstallation des voiries de surface.

Également, un estimé des coûts de voirie par intersection est inclus dans le bordereau sous ce poste.

Ces estimés excluent les mesures de mitigation reliées aux travaux, ainsi que les travaux préparatoires, qui sont, quant à eux, estimés dans le premier poste du bordereau.

3.10.2 Approche d'estimation

Les quantités ont été établies sur la base :

- des planches d'insertion qui ont été produites dans le cadre du Rapport d'étape 1.2 – Technologie et insertion (610879-0200-40ER-0001_00);
- des cartes et informations relatives à la voirie existante (situation 2012);
- des critères de conception énoncés dans le *1er sous-livrable 1.2 – Identification des critères de conception Volet – Voirie, chaussée, aqueduc et égout, utilités publiques et aménagement (610879-0200-4GEC-0001_01)*.

Les prix unitaires ont été établis sur la base de banques de données que nous avons et vérifiées par un estimateur chevronné.

Les coûts incluent le terrassement, le marquage au sol, des bordures en granite et des trottoirs intégrés en béton.

Le principe de conception des réseaux souterrains suite à l'insertion du tramway, aux fins d'estimer des coûts, est conforme aux deux (2) coupes présentées en section 3.7.

Les mêmes hypothèses que celles citées dans la section 3.7, concernant le boulevard Charest et le boulevard Laurier, s'appliquent.

L'estimé est réalisé à l'aide de dix-huit (18) types de voiries selon le nombre de voies, bordures et de trottoirs et un item pour les intersections.

3.11 TRAVAUX DE SIGNALISATION ET ÉCLAIRAGE

3.11.1 Contenu du Groupe technique

Cet item du bordereau inclut les coûts reliés à la signalisation des carrefours et à l'éclairage public, le long des tracés du tramway.

Des frais de démantèlement des feux existants et de signalisation horizontale (un coût global pour chaque poste, par carrefour) sont comptabilisés, lorsqu'applicables.

En ce qui concerne l'éclairage public, cet item couvre l'éclairage en voirie, mais exclut l'éclairage sur les quais en stations et dans les portions du tracé en tunnel, qui sont respectivement couverts dans l'item 9 Mobilier des stations et 12 – Tunnel, du bordereau des coûts d'immobilisations.

3.11.2 Approche d'estimation

Contrôle aux intersections, priorités et la signalisation horizontale

Conformément au *4e sous-livrable 1.4, Note technique Contrôle aux intersections et priorités (610879-0400-4SEN-0003-00)*, il y a neuf (9) principaux types de configurations d'intersections. L'estimé budgétaire du projet dénombre les carrefours par type, le long des tracés du tramway, par tronçon. Pour chaque type, lorsqu'applicable, l'estimé est fait en tenant compte du nombre de branches (trois – 3 – ou quatre – 4) au carrefour.

Un type 10 de feux de circulation a été rajouté pour le cas particulier d'un carrefour avec seulement des feux pour une direction, à l'approche nord du pont de Québec.

Les carrefours avec rues transversales à sens unique sont considérés comme les autres carrefours, même s'ils nécessitent moins de signalisation.

Les frais de démantèlement des feux s'appliquent lorsque des feux sont à démanteler complètement ou à modifier, mais pas lorsque le carrefour est initialement un carrefour à arrêts.

Des coûts sont prévus pour la détection à chaque carrefour (boucles de macro régulation).

Le prix des feux de signalisations comprend un prix global par carrefour pour l'alimentation électrique des feux (raccordement à Hydro Québec).

En ce qui concerne la signalisation horizontale, une moyenne de dix (10) panneaux (et supports) par carrefour est assumée. Les carrefours touchés par des travaux de feux de circulation (implantation et/ou démantèlement) sont considérés.

Les liaisons inter carrefours sont comprises dans les coûts par carrefours.

Éclairage public

Généralités

L'unité d'éclairage proprement dite, comprend la base, le fût, la potence, le luminaire, la lampe, le porte-fusible, les porte-bannières, les conducteurs ainsi que tous les accessoires de quincaillerie nécessaires.

L'estimé des coûts de ce poste inclut les coûts des conduits d'éclairage, des fûts et des unités d'éclairage public.

Alimentation et panneaux

L'alimentation (120/240 Volts) se fera à partir de nouveaux panneaux. Un panneau d'alimentation 100A 120/240V pour vingt (20) lampadaires avec un (1) disjoncteur principal 100A et deux (2) disjoncteurs secondaires 40A chacun, sont prévus. Une (1) cellule photoélectrique sur chaque panneau, pour allumer les circuits d'éclairage d'un seul coup, est incluse dans l'estimé.

Mise à la terre

Toute boîte, cabinet d'alimentation, unité d'éclairage et toutes les parties métalliques hors tension, sont mis à la terre à des tiges de mise à la terre. Un conducteur de cuivre toronné nu ou vert dans le conduit de calibre approprié et exempt d'épissure, est installé dans la tranchée à côté du conduit si nu.

Luminaires

L'estimation a été faite à l'aide d'unités d'éclairage différentes, selon les besoins tout le long du tracé et selon le type d'artère parcourue.

Le calcul photométrique ainsi que l'estimation des coûts ont été faits avec des luminaires SHP, durant la phase d'ingénierie de détail, il sera pertinent de regarder la possibilité d'installer des luminaires au DEL pour réduire la puissance consommée.

Boulevards et rues principales

Dans ce type de rue, nous avons considéré des lampadaires sur fût entre 12 et 15 mètres à potences longues, de 250W SHP à lentille plate pour un effet CUTOFF.

Rues secondaires

Dans ce type de rue, nous avons considéré des lampadaires sur fût de 10 mètres à potences, de 150W SHP à lentille plate pour un effet CUTOFF.

Lampadaires décoratifs

À certains endroits, proche des parcs, ou sentier restreint, nous avons prévu des lampadaires décoratifs sur fut de 8 mètres de haut avec ampoule de 70W SHP. Durant la phase d'ingénierie de détail, l'option colonnes lumineuses pour un effet architectural pourra être étudiée.

3.12 TUNNEL

3.12.1 Contenu du Groupe technique

Ce poste inclut l'ensemble des coûts reliés aux stations souterraines et au tunnel du Tracé Nord-Sud, tronçons 1, 2 et 3, pour les deux (2) variantes : entièrement en souterrain jusqu'à la station Grand Théâtre, incluant celle-ci ou avec une sortie en surface pour la station Grand Théâtre.

Les estimations pour cet item (poste 12 dans le bordereau) sont divisés selon les éléments suivants :

- préparation du terrain;
- études géotechniques, hydrogéologiques, hydrauliques et de caractérisation des sols;
- arrière-gare – Ouest de la station Grand Théâtre (pour la variante en surface 1b);
- tunnel 1 – fin de tunnel à station Grand Théâtre;
- station Grand Théâtre;
- portail René-Lévesque (pour la variante en surface 1 b);
- tunnel 2 – station Grand Théâtre à station Centre des Congrès;
- station Centre des Congrès;
- tunnel 3 – station Centre des Congrès à station d'Youville;
- station d'Youville;
- tranchée – station d'Youville à tunnel Côte d'Abraham;
- tunnel 4 – Côte d'Abraham;
- trémie et sortie tunnel – Côte d'Abraham;
- puits Verticaux - Monerie (sortie d'urgence - ventilation);
- tunnels piétonniers (lien avec les tunnels piétonniers existants);
- ventilation des tunnels durant les travaux;
- drainage souterrain;
- protection incendie (souterrain);
- autres : contrôle logistique trafic et éclairage du tunnel (matériel et installation).

Outre l'ensemble des travaux de génie civil en souterrain, reliés aux tunnels et stations souterrains, les aménagements des stations souterraines sont également inclus dans le présent item estimé.

Par contre, tout ce qui touche à la plateforme du tramway, la voie ferrée, ainsi que la LAC et les courants forts, les déplacements des conduites souterraines (réseaux humides), la voirie en surface, les locaux techniques et les équipements STI, sont exclus du présent item mais sont estimés dans les postes correspondants du bordereau (respectivement items 3, 4, 5, 7, 10, 16 et 21). Aussi, les coûts associés à la déviation de la circulation automobile lors de la construction sont inclus dans l'item 1 du bordereau – Travaux préparatoires.

De même, pour la variante 1b du tronçon 1, avec la station Grand Théâtre en surface, les coûts reliés à l'aménagement de cette station sont incluses dans l'item 8 – travaux de stations en surface du bordereau.

3.12.2 Approche d'estimation

Approche

L'estimé des coûts d'immobilisation pour la partie du tracé en tunnel a été réalisé conformément aux documents et hypothèses générales suivants :

- 1^{er} sous-livrable 1.2 - Identification des critères de conception - voirie, chaussée, aqueduc et égout, utilités publiques et aménagement - volet structures souterraines (610879-0200-4GEC-0002-00);
- Livrable 1.2 - Rapport d'étape Technologie et insertion (610879-0200-40ER-0001_00 et Annexes A et B inclusivement, c'est-à-dire les plans et profils);
- un plan d'une station souterraine typique très préliminaire. L'estimé probabiliste tient compte de cette évaluation préliminaire non détaillée. Un aménagement détaillé et une évaluation détaillée des coûts afférents devront se faire dans un stade ultérieur du projet.

L'estimation a été réalisée en considérant une utilisation optimale des équipements et en minimisant les délais d'attente. La provision pour les délais d'attente se retrouve incluse dans l'estimation probabiliste liés aux tâches potentiellement impliquées.

Exclusions

Le présent estimé exclut les éléments suivants :

- coûts de forage des trous de drainage, qui sont inclus dans les études;
- amiante, peinture au plomb, sols contaminés ou enlèvement de tout autre matériel dangereux. Ces coûts sont identifiés par le lot 3 et pris en compte dans les études économiques et financières;
- provision pour les coûts liés à des découvertes potentielles de sites archéologiques et/ou de matière dangereuse. Ces coûts sont identifiés par le lot 3 et pris en compte dans les études économiques et financières;
- études environnementales, demandes de permis environnementaux. Ces coûts sont identifiés par le lot 3 et pris en compte dans les études économiques et financières;
- les coûts associés aux demandes de permis, aux assurances n'ont pas été considérés pour l'estimation du présent item relatif aux tunnels et stations souterraines. Ces coûts sont identifiés par le lot 3 et pris en compte dans les études économiques et financières;

Caractéristiques physiques du roc

Les caractéristiques physiques du roc prises en compte sont :

- masse volumique de la roche en place : 2.7 t/m³;
- masse volumique foisonnée : 2.0 t/m³.

Hypothèses pour les travaux d'excavation

Les hypothèses pour les travaux d'excavation sont :

- le taux d'avancement est de 2 mètres linéaires par jour, par face de travail;
- les exigences en ventilation lors de la construction sont évaluées en utilisant les articles 100, 101 et 102 du Règlement sur la santé et la sécurité du travail dans les mines. Un total de 84 kCFM sera nécessaire. Les coûts proviennent d'un estimé fait avec CostMine 2012;
- le point de décharge des camions pour le transport du matériel excavé est à la carrière de St-Émile, située à 10 km du projet. Les coûts tiennent compte du trafic;
- le coût d'avancement pour l'excavation du tunnel a été tirée de l'expérience souterraine d'un ingénieur minier et a été majoré pour prendre en compte la plus grande rigueur et contrôle de qualité d'un tunnel civil. Les détonateurs seront programmables électroniquement pour avoir un contrôle absolu des vibrations et de la séquence de sautage. Ce coût d'avancement comprend le forage et dynamitage de la face de travail, l'avancement des services (tuyaux pour l'eau et l'air comprimé et conduit de ventilation), le déblayage du matériel dynamité de la face de travail

à un endroit à proximité et le support de terrain (installation de boulons et treillis, n'inclus pas les boulons injectés). La main d'œuvre est comprise dans ces coûts;

- longueur des segments: Nous avons utilisé le « Plan et profil au centre de la plateforme, tracé Nord-Sud »;
- largeur des segments : Le document utilisé pour l'évaluation de la largeur des tunnels est la figure du « fer à cheval » du 1^{er} sous livrable 1.2 – *Identification des critères de conception - voirie, chaussée, aqueduc et égout, utilités publiques et aménagement - Volet structures souterraines (610879-0200-4GEC-0002_00)*. Une largeur de 9,45 mètres est obtenue;
- hauteur des segments : Le même document que celui utilisé pour les largeurs nous permet d'obtenir une hauteur des tunnels de 8,39 m incluant la fondation de 1,5 m de béton. Suivant ces dimensions une aire de section de 70 m² pour les tunnels est obtenue;
- soutènement : Un treillis avec des mailles de 15,24 cm x 15,24 cm fut sélectionné. Ce matériel est disponible en rouleau de 30 m par 1,2 m et est installé au même moment que les boulons. Les boulons sélectionnés sont HDR 2.0 injectées d'un diamètre de 6,35 cm et d'une longueur de 2,5 m. Le patron de forage utilisé est de 5 m par 1,2 m (afin de respecter la largeur du treillis) dans 90 % des cas et de 1,5 m par 1,2 m dans 10 % de la surface à boulonner pour prévoir des conditions de mauvais terrain;
- béton projeté : Dans les tunnels une épaisseur de béton projeté de 2,5 cm est prévue à partir d'une hauteur de 1,5 m;
- béton coulé : Une fondation de béton de 1,5 m d'épaisseur est prévue sur toute la longueur des tunnels. 0,5 m de béton sera aussi appliqué sur les murs du tunnel.

Détail du contenu du poste

1. Travaux d'excavation pour stations

Les hypothèses prises en compte pour les travaux d'excavation reliés aux stations sont :

- longueur des stations : une longueur de 52 mètres est utilisée. Une longueur de 15 m a été ajoutée pour prendre en compte l'emplacement des escaliers et des espaces techniques;
- largeur des stations : la largeur des stations considérée est de 18 mètres afin de laisser assez d'espaces pour les quais et la mezzanine;
- hauteur des stations : les hauteurs des stations ont été évaluées en calculant la profondeur de chaque station individuellement;
- soutènement des parois verticales seulement excluant le recouvrement: Un treillis avec des mailles de 15,24 cm x 15,24 cm fut sélectionné. Ce matériel est disponible en rouleau de 30 m par 1,2 m et est installé au même moment que les boulons. Les boulons sélectionnés sont HDR 2.0 injectées d'un diamètre de 6,35 cm et d'une longueur de 2,5 m. Le patron de forage utilisé est de 5 m par 1,2 m (afin de respecter la largeur du treillis) dans 90 % des cas et de 1,5 m par 1,2 m dans 10 % de la surface à boulonner pour prévoir des conditions de mauvais terrain ;
- le coût unitaire d'excavation de la Station D'Youville a été majoré pour prendre en compte les difficultés possibles lors des travaux ;
- béton projeté : l'excavation des stations sera recouverte de 5 cm de béton projeté sur les parois ;
- béton coulé : une fondation sous le radier de 1,5 m sera appliquée aux stations. La coquille de la station sera composée de murs de 0,5 m d'épaisseur, d'une voie de roulement et de quais d'embarquement de 1 m et d'un recouvrement de 1 m.

2. Aménagement des stations

Les coûts reliés à l'aménagement des trois (3) stations ont été évalués en considérant les stations Grand Théâtre et Centre des Congrès avec des quais latéraux et la station D'Youville avec un quai central.

Deux (2) édicules ont été calculés pour chaque station. L'allocation pour l'architecture correspond à 10 % du coût de l'aménagement des stations. Les coûts des escaliers, escaliers mécaniques et ascenseurs sont inclus.

Les coûts d'une portion de l'aménagement de la Station Centre des Congrès (escaliers, ascenseurs, éclairage, ventilation, mécanique/plomberie, électricité/contrôle) ont été majorés de 30 % pour prendre en compte la plus grande profondeur de cette station.

3. Tranchée entre la Place D'Youville et la Côte d'Abraham

Puisque le tunnel prévu dans cette section est très près de la surface, l'excavation sera effectuée en tranchée recouverte (*cut and cover*) avant de creuser une autre portion en tunnel vers la Côte d'Abraham. Le soutènement des murs de cette tranchée serait le même que dans le tunnel (boulons, treillis et béton projeté).

4. Trémie

La longueur de la trémie de la Côte d'Abraham, est celle considérée dans l'Annexe B du *Rapport d'étape 1.2 - Technologie et insertion (610879-0200-40ER-0001_00)*. Une largeur plus grande que celle du tunnel sera nécessaire. La dimension de cette trémie est ainsi estimée à 10 m de hauteur, 15 m de largeur et 117 m de longueur.

Pour la variante 1b, la trémie qui mène au Grand Théâtre aura les dimensions suivantes : 10 m de hauteur, 6 m de largeur et 235 m de longueur.

5. Tunnel piétonnier

Une dimension de 3 m de largeur et 3,5 m de hauteur a été utilisée pour le tunnel piétonnier en lien avec le passage piétonnier existant au Centre des congrès. Une épaisseur de 15 cm de béton projeté sera appliquée sur les murs.

6. Béton injecté dans le roc

Lorsque le tunnel est localisé trop près de la surface, un volume de béton injecté dans le roc a été inclus et estimé. Une profondeur d'au plus 8 mètres sur une largeur de 12 mètres a été utilisée pour les calculs. Le volume du béton injecté est estimé à 5 % du volume du roc.

7. Sortie de secours

Lorsque les stations sont distancées de plus de 200 mètres, une ou des sorties de secours sont planifiées tel que mentionné dans le document 1^{er} sous-livrable 1.2 – *Identification des critères de conception – voirie, chaussée, aqueduc et égout, utilités publiques et aménagement – Volet structures souterraines (610879-0200-4GEC-0002-00)*. Ces sorties de secours seront de 3 m par 3 m et pourront être utilisées pour le système de ventilation. La localisation spatiale de ces sorties de secours n'a pas été définie à cette étape. Une provision de 25 % a été ajoutée pour les coûts reliés à l'infrastructure en surface.

8. Éclairage

L'estimation budgétaire de l'éclairage a été faite en considérant un tunnel ferroviaire souterrain de 10 m de diamètre incluant les stations.

9. Protection incendie

En considérant comme information de base le tunnel ferroviaire souterrain de 10 m de diamètre incluant les stations, le système de protection incendie comprendrait environ 1000 gicleurs, 40 extincteurs portatifs, les panneaux de contrôle, détecteurs thermiques et le câblage.

Commentaires

La position verticale du tunnel tient compte de deux (2) contraintes imposées, soit :

- avoir une station à la Place D'Youville qui est près de la surface;
- garder la possibilité de revenir à la surface à la station Grand Théâtre.

Si ces deux (2) contraintes étaient levées, le tunnel pourrait être plus profond et des économies substantielles pourraient en résulter.

3.13 TRAVAUX DE SIGNALISATION FERROVIAIRE

3.13.1 Contenu du Groupe technique

Les prestations incluses dans l'estimation intègrent :

- les études d'exécution;
- les fabrications et fournitures avec les livraisons sur site;
- les travaux d'installations, de câblages et de raccordements sur site;
- les essais des installations;
- la mise en service des installations.

Ce poste comporte les installations de signalisation ferroviaire nécessaires pour le tramway. Ces installations sont décrites dans le 2^e sous livrable 1.4 – Note technique - Signalisation ferroviaire (610879-0400-4SEN-0001_00).

Ce poste prend en compte les équipements et installations de signalisation ferroviaire :

- en ligne;
- aux Centres d'Exploitation et d'Entretien (CEE principal et CEE secondaire);
- dans les locaux techniques de signalisation ferroviaire;
- les équipements de signalisation ferroviaire embarqués à bord des rames.

Ce poste ne prend pas en compte :

- la construction des bâtiments des locaux techniques de signalisation ferroviaire (traité dans l'item 16 « locaux techniques »);
- les frais des raccordements/branchements aux réseaux « Basse Tension » d'Hydro-Québec pour alimenter les locaux de signalisation ferroviaire qui sont éloignés des sous-stations de traction, puisque ces coûts sont à la charge d'Hydro Québec et récupérés via le tarif de facturation de l'électricité consommée;
- les chambres de tirage, multitubulaires et fourreaux de cheminements des câbles (traité dans les items 3 – Travaux de plateforme et réseau tramway et 7 – Travaux de déviation des réseaux souterrains).

3.13.2 Approche d'estimation

Tout d'abord, la détermination de prix unitaires liés à chaque poste a été réalisée. Ces prix unitaires sont estimés à partir de projets comparables déjà réalisés et sont ensuite adaptés au contexte local, du prix des matériaux, de la main-d'œuvre, et des contraintes climatiques locales.

Par la suite, le projet a été découpé en tronçons homogènes. L'homogénéité de ces tronçons permettait la multiplication des quantités déterminées par les coûts unitaires logiquement comparables.

Chaque poste de dépense a été déterminé à partir d'une des trois méthodes suivantes qui ont été utilisées individuellement ou encore de manière combinée, soit :

- une analyse de coût spécifique au projet de tramway des villes de Québec et de Lévis;
- l'utilisation de coûts unitaires comparables;
- la comparaison globale avec le coût d'un projet global.

3.14 TRAVAUX D'ÉQUIPEMENTS URBAINS ET PAYSAGERS

3.14.1 Contenu du Groupe technique

Le présent bordereau comprend, sous cet item :

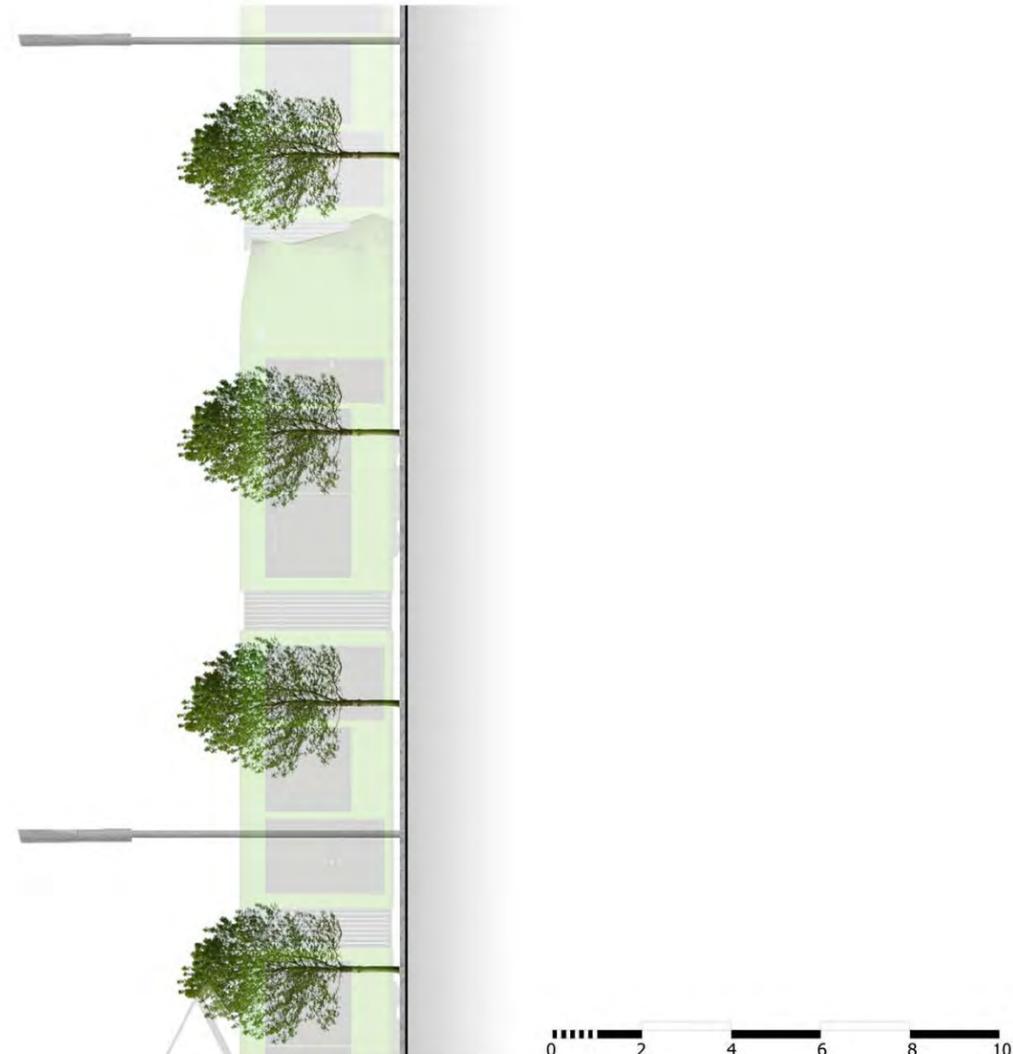
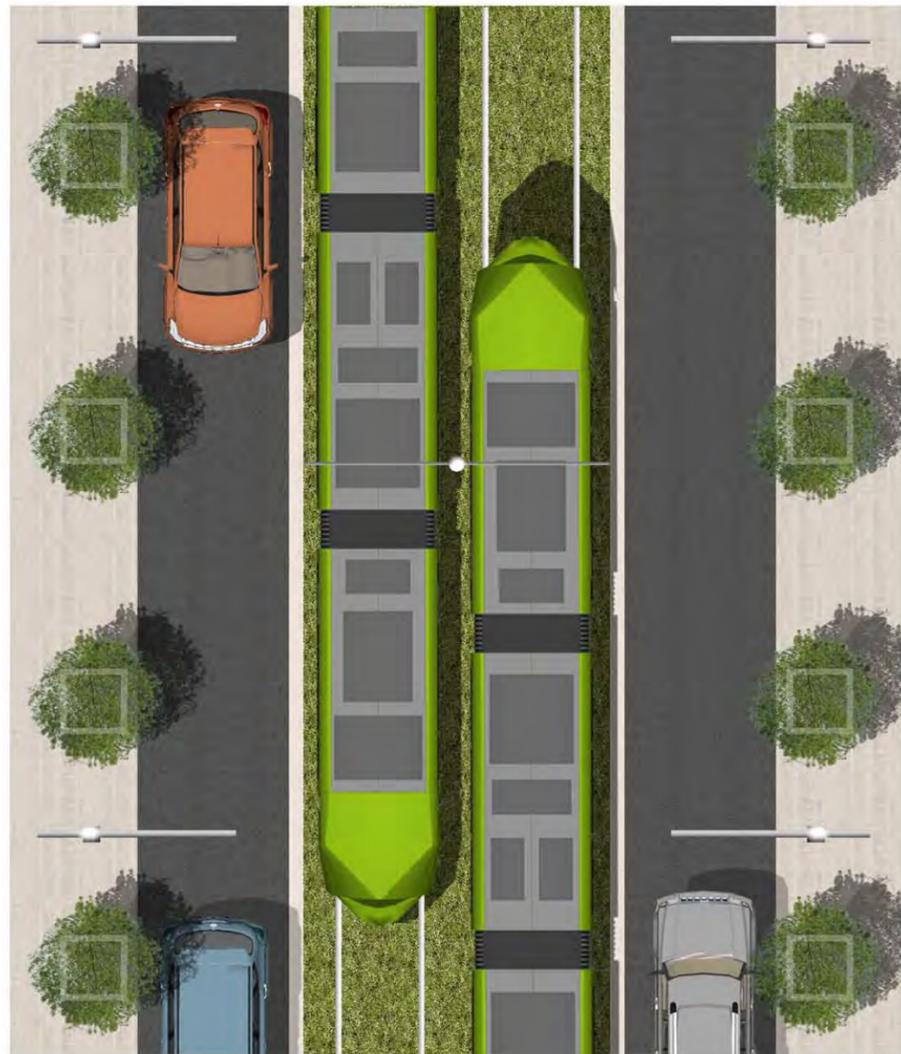
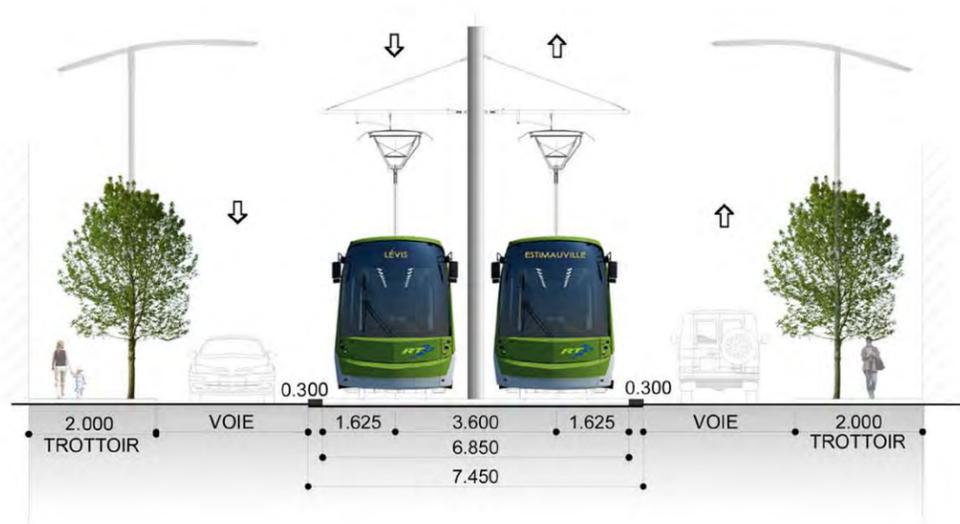
- pour les tracés du tramway sur le territoire de la Ville de Québec : trois (3) types d'emprises avec un coût par type et une identification de l'application de chaque type par tracé et tronçon. Ces trois (3) types d'emprises, illustrées aux pages suivantes, sont :
 - Type 1 : emprise 22 mètres et moins;
 - Type 2 : emprise 22 à 30 mètres;
 - Type 3 : emprise de plus de 30 mètres;
- pour le tracé sur le territoire de la Ville de Lévis, deux (2) types d'emprises avec un coût par type et une identification de l'application de chaque type par tracé et tronçon. Ces deux (2) types d'emprises, illustrées sous forme de coupes aux pages suivantes, sont :
 - Type 1 – Lévis : une emprise avec une banquette plantée sur un seul côté de la rue;
 - Type 2 – Lévis : une emprise avec des banquettes plantées sur les deux côtés de la rue.

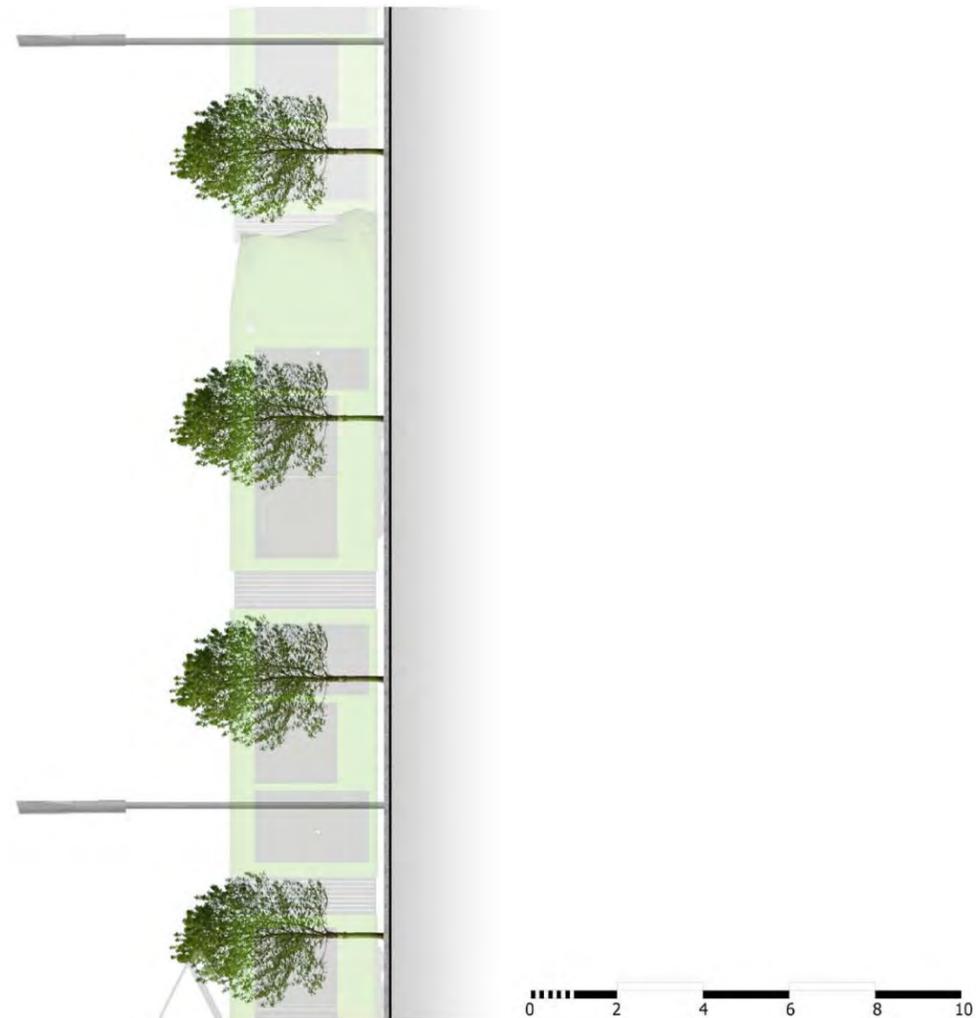
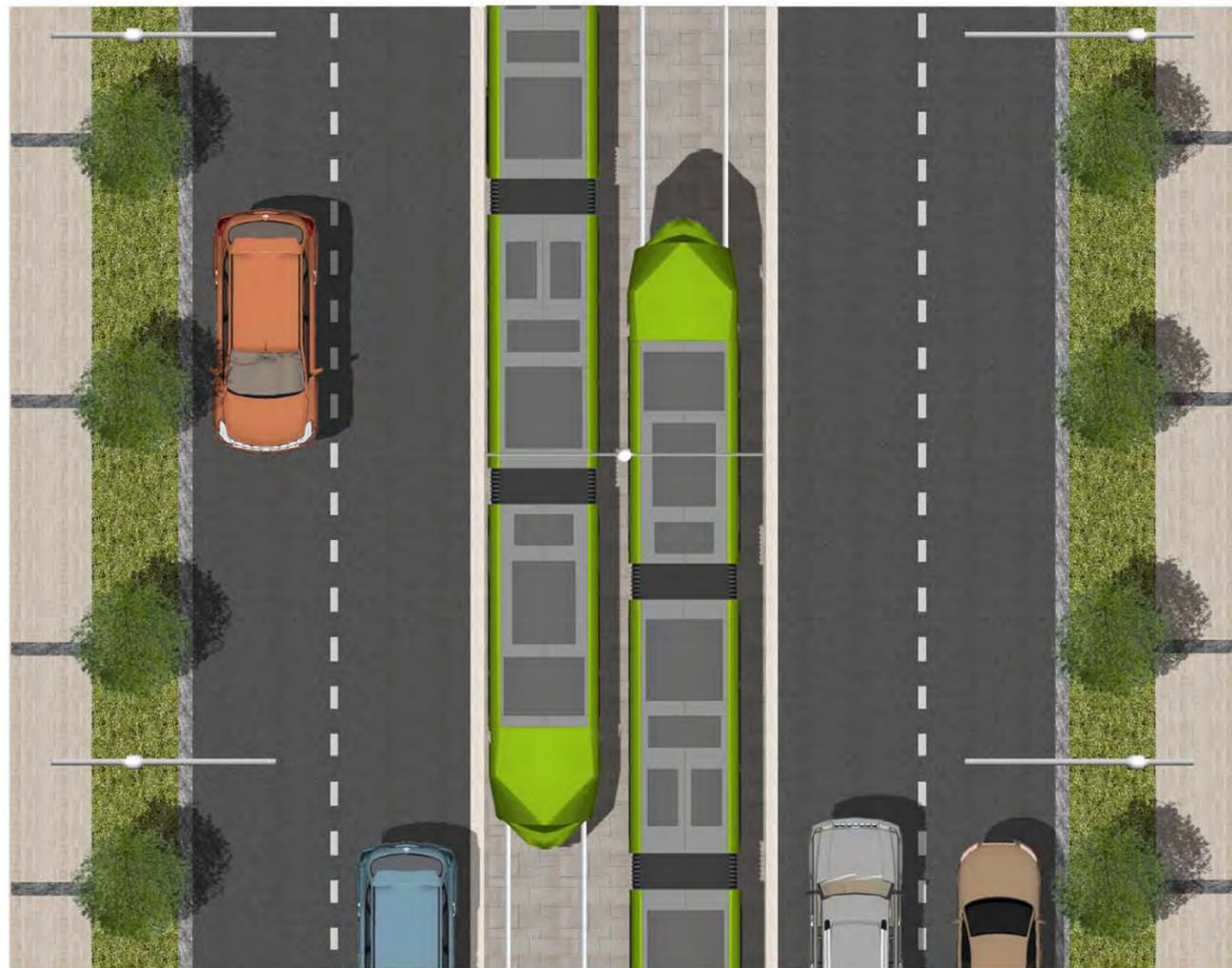
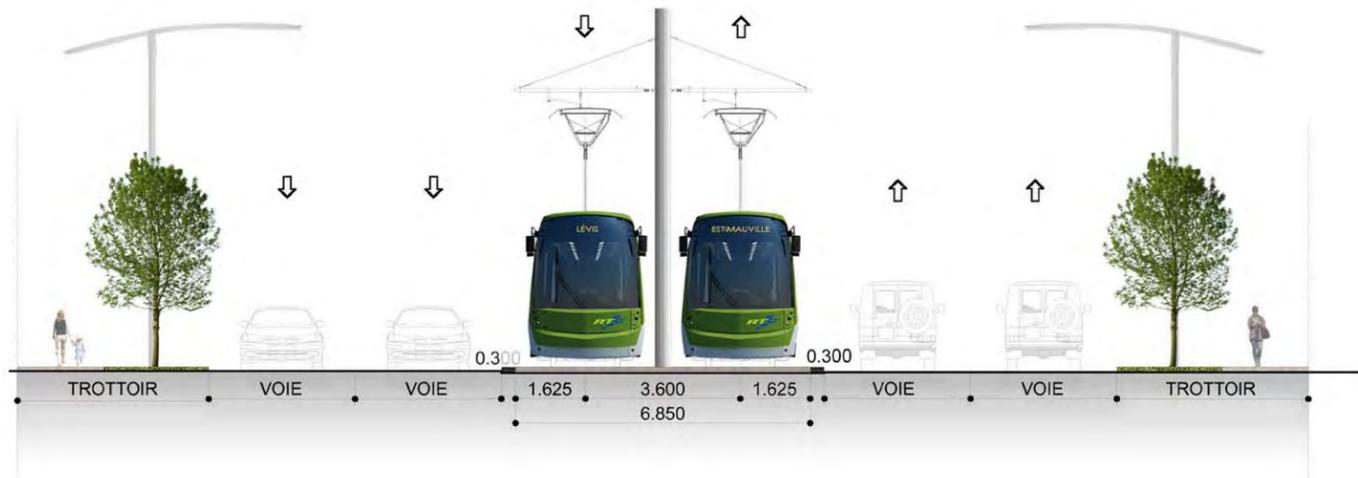
3.14.2 Approche d'estimation

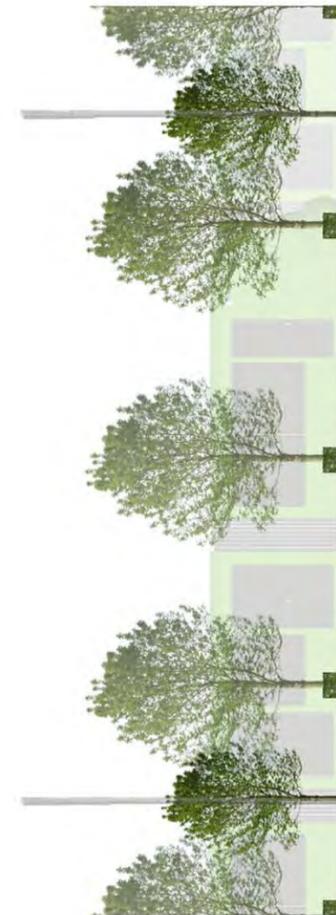
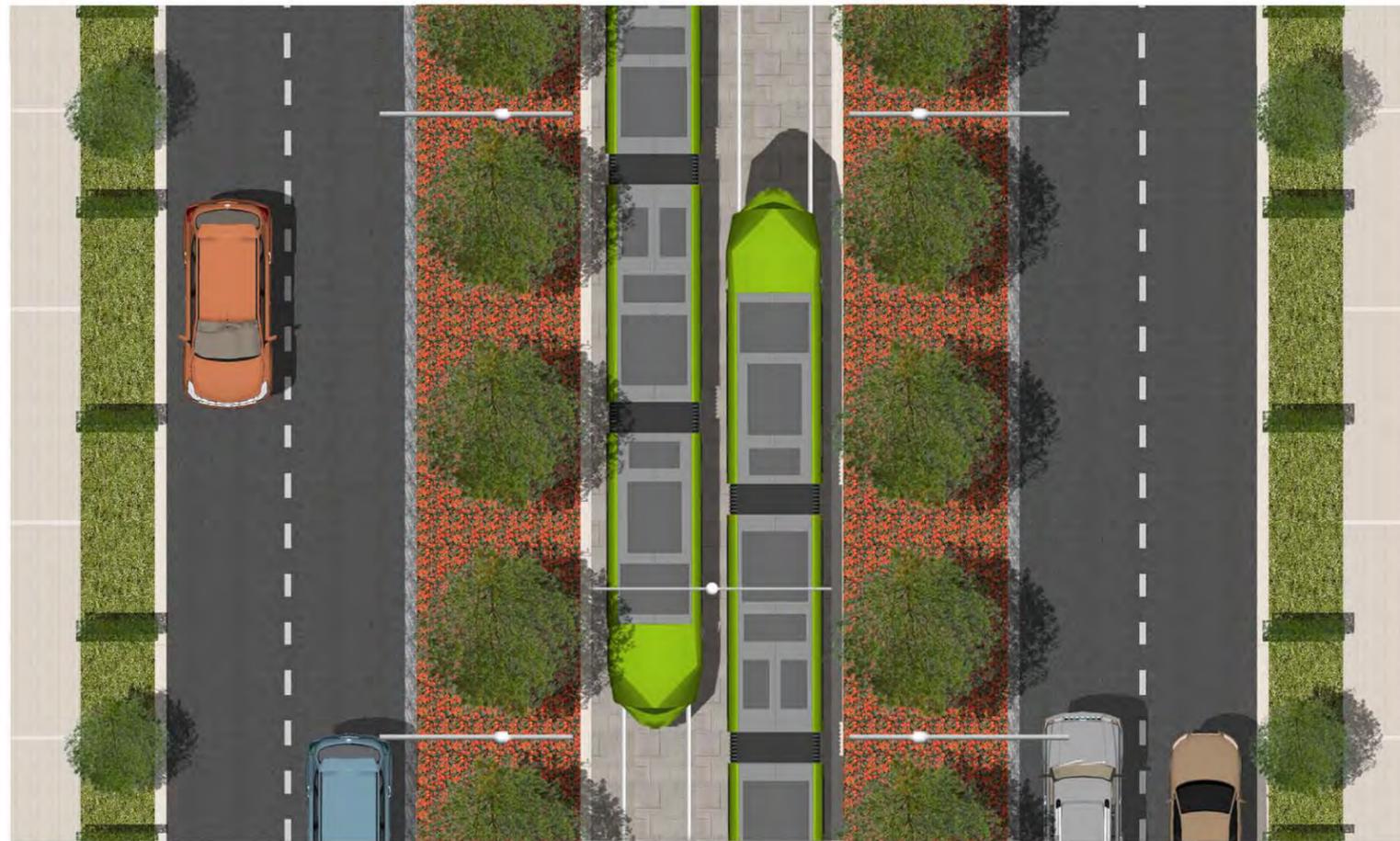
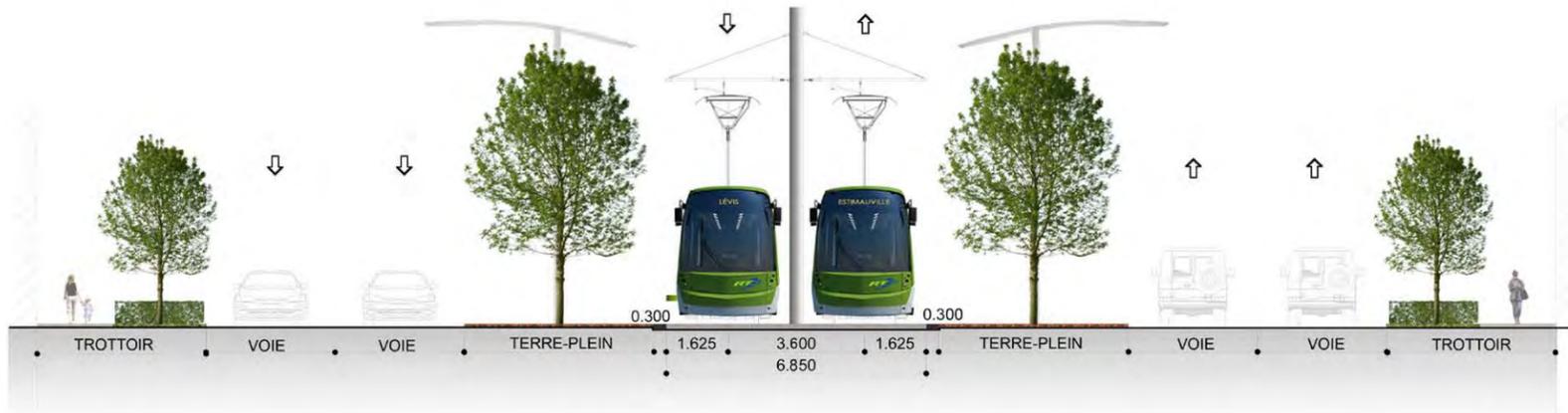
Les aménagements paysagers sont calculés sur la base des trois (3) emprises types pour le territoire de la Ville de Québec et de deux (2) emprises types pour le territoire de la Ville de Lévis, citées ci-dessus et illustrées dans les figures aux pages suivantes. Aux fins de l'estimation, la longueur d'une emprise type est de 100 m linéaires. Les emprises types ont été identifiées relativement aux emprises réelles qui se retrouvent le long du tracé, en comparant leurs dimensions pour trouver des constantes.

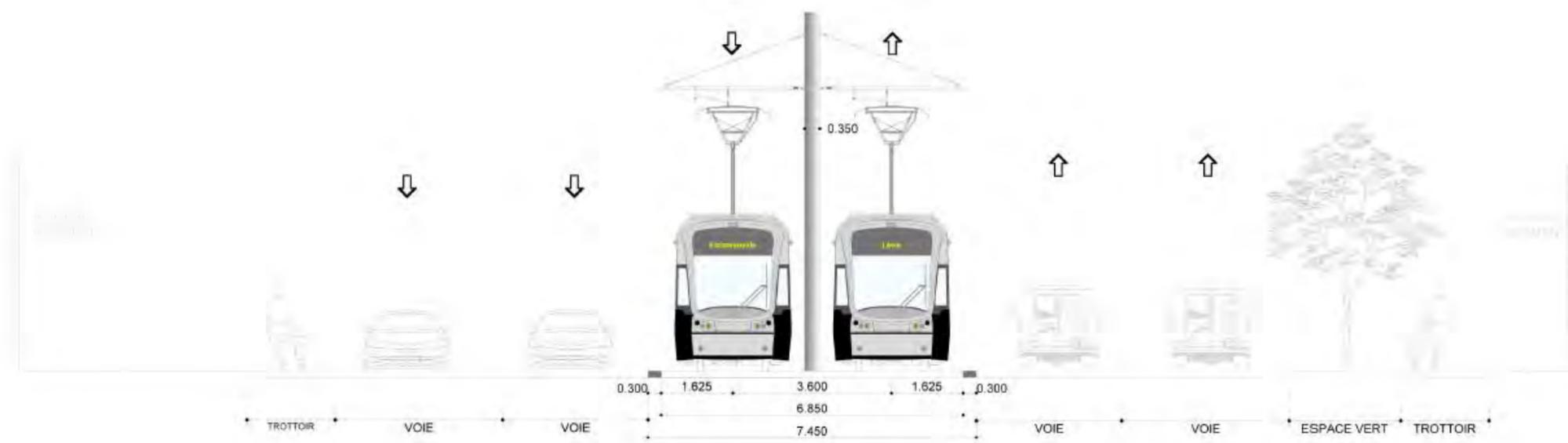
Dans chaque emprise type, on retrouve l'aménagement des trottoirs ainsi que l'aménagement de terre-plein le cas échéant. Notre estimation est basée sur l'aménagement des items suivants : bancs, poubelles, arbustes, arbres gros calibre, grille d'arbre, couvre-sol et gazon (terre-plein).

Les hypothèses d'aménagement tiennent compte des paramètres suivants : un banc est aménagé à chaque 100 m, cette proportion est doublée pour tenir compte des intersections nécessitant un banc de repos et/ou sur un terrain en pente nécessitant 50 m de distance entre les bancs. La localisation des poubelles suit l'emplacement des bancs. Pour les arbustes localisés sur les trottoirs, ils sont localisés aux 6 à 10 m de distance. Quand il y a une possibilité d'aménager une bande verte ou une banquette arborée au long des trottoirs selon l'emprise, les arbustes ne nécessitent pas la pose de grilles d'arbres, dans ce cas, un couvre-sol ou un gazon est aménagé dans cette emprise. Dans l'option avec terre-plein central de part et d'autre du tramway, un aménagement de gazon ainsi que des arbres de gros calibres sont localisés aux 6 à 10 m de distance.

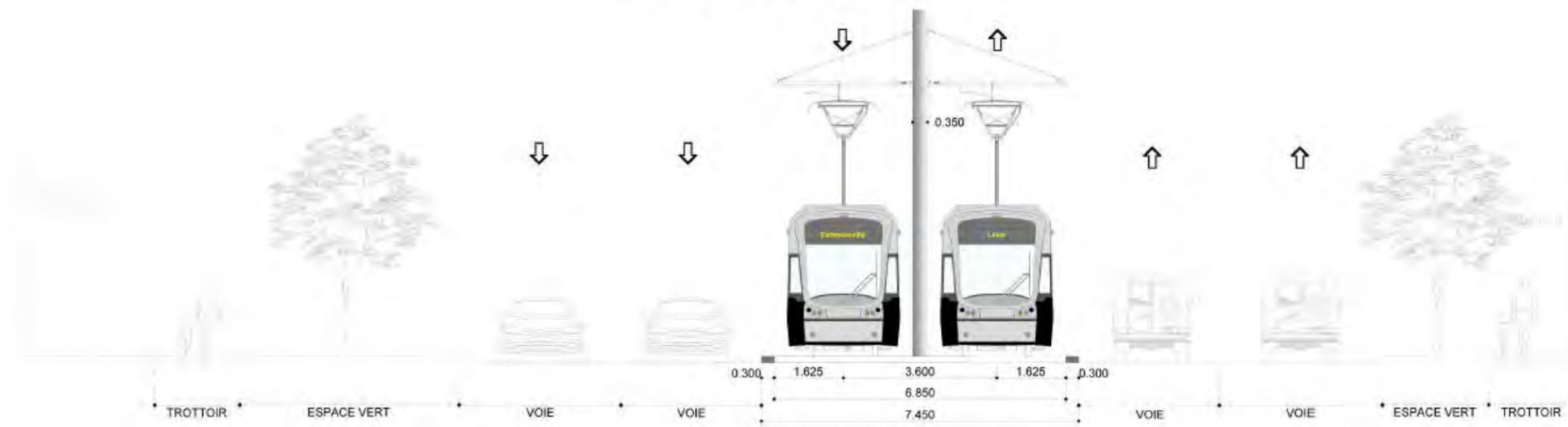








Emprise type 1: un côté planté



Emprise type 2: deux côtés plantés

Figure 9 : Deux (2) emprises types en termes d'équipements urbains et paysagers pour le tracé du tramway à Lévis

3.15 ÉQUIPEMENTS CENTRAUX

3.15.1 Contenu du Groupe technique

Les prestations incluses dans l'estimation intègrent :

- les études d'exécution;
- les fabrications et fournitures avec les livraisons sur site;
- les travaux d'installations, de câblages et de raccordements sur site;
- les essais des installations;
- la mise en service des installations.

Les travaux concernant les équipements centraux couvrent différentes installations :

- le mobilier du Poste de Commande Centralisée (PCC);
- les installations informatiques de la Gestion Technique Centralisée (GTC)/Poste de Commande Énergie (PCE) du tramway;
- le système de communication radio;
- le système de diffusion vocale;
- le système de vidéosurveillance;
- le système SAEIV (Système d'aide à l'exploitation et information voyageurs);
- le système de gestion de la billetterie (OPUS).

3.15.2 Approche d'estimation

Approche

L'approche de l'estimation est précisée par équipement.

Détail du contenu du poste

1. PCC et GTC/PCE

Le poste PCC comporte le mobilier d'aménagement de la salle principale d'exploitation du PCC, ainsi que le mobilier (pour les serveurs informatiques) de la salle technique associée.

Le poste GTC/PCE comporte les équipements de supervision de la gestion technique centralisée/commande énergie, à savoir :

- les serveurs GTC/PCE, avec les logiciels associés;
- les postes de travail (unités centrales, 2 écrans par poste de travail) GTC/PCE de la salle d'exploitation, avec les logiciels associés.

2. Système de communication radio

Un système de communication radio est prévu afin de gérer les transmissions radio. Le coût estimé comprend le logiciel et les équipements requis au centre de contrôle tels que la base de communication radio et l'antenne. Il est préconisé d'utiliser le réseau de communication radio actuel du RTC. L'application est hébergée sur le serveur du GTC.

3. Système de diffusion vocale

Un système de diffusion vocale est prévu afin de diffuser des annonces via les haut-parleurs à une ou plusieurs stations simultanées. Le serveur sur lequel sera hébergée l'application sera le même que celui des applications du GTC.

Le coût inclut les applications logicielles requises pour la gestion de la diffusion vocale.

4. Système de vidéosurveillance

Le système de vidéosurveillance permet de faire la gestion des flux vidéo. Cette gestion inclut l'enregistrement des flux vidéo et l'affichage des images sur les postes de travail du PCC et/ou sur une mosaïque vidéo (mur d'écran vidéo). L'estimation des coûts inclut les serveurs, le logiciel de gestion des images et les enregistreurs vidéo. La mosaïque vidéo n'est pas incluse à ce stade-ci, cependant, si le mode opérationnel venait à requérir ce type d'équipement, un budget de 5,000 \$ par écran devrait être prévu afin d'inclure l'écran, le support mural et le raccordement au serveur. Aussi, le nombre de sorties vidéo du serveur devra être ajusté en fonction du nombre d'écrans de la mosaïque vidéo.

5. Système SAEIV

Le système SAE permet de faire le suivi des rames en temps réel et d'informer en temps réel les voyageurs via les bornes d'information. L'estimé prévoit l'ajout du réseau de tramway au SAEIV futur pour les autobus du RTC (mise en service prévue par le RTC en 2017). Il s'agit donc d'ajouter les nouvelles lignes desservies par le tramway à la planification du réseau du RTC et de fournir un accès à distance entre le PCC et le serveur SAEIV du RTC.

L'évaluation de ce poste budgétaire prévoit :

- l'ajout du réseau de tramway dans le SAEIV futur du RTC;
- support du fournisseur du SAEIV pour l'implantation du réseau;
- licences, maintenance et support additionnels d'opération du SAEIV pour les fonctionnalités et véhicules additionnels;
- l'ajout d'un serveur dédié et d'un lien réseau avec le serveur central du SAEIV.

6. Système de gestion de la billetterie (OPUS)

Le coût estimé pour le système de gestion de la billetterie inclut les serveurs et la mise en place des équipements requis au centre de contrôle. Le RTC utilise actuellement le système de gestion pour la billetterie OPUS. Aucun coût additionnel d'exploitation n'est envisagé à ce stade-ci. Cependant, des coûts additionnels pour la création d'un nouveau titre, si requis, doivent être envisagés, mais ne sont pas inclus dans la présente estimation : il est supposé que le titre de transport par tramway sera le même que le titre de transport par autobus. Ce coût varie en fonction des options reliées au nouveau titre. Le RTC doit analyser les besoins qui seront liés à ce nouveau titre et valider auprès de son partenaire, la STM, les implications financières.

3.16 TRAVAUX DE LOCAUX TECHNIQUES

3.16.1 Contenu du Groupe technique

Ce poste comporte la construction des bâtiments des locaux techniques en ligne et aux CEE, à savoir :

- les locaux pour les sous-stations de traction;
- les locaux pour la signalisation ferroviaire.

Pour les locaux sous-stations, pour anticiper les difficultés éventuelles d'insertion, l'estimation est faite avec 40 % des locaux construits en surface et 60 % des locaux en enterrés.

Pour les locaux de signalisation ferroviaire, la même approche a été faite. La surface des locaux étant plus faible, le ratio appliqué est de 75 % des locaux construits en surface et 25 % en enterrés.

Ce poste comporte également la construction des bâtiments pour les locaux d'exploitations en terminus de ligne tramway. Il comprend :

- les quatre (4) terminus (Nord, Sud, Est, Ouest);
- une allocation pour deux (2) locaux terminus partiels de ligne.

Chaque local comporte 2 sanitaires H/F, ainsi qu'un local de détente. La superficie de chaque local est de l'ordre d'une quinzaine de mètres carrés.

3.16.2 Approche d'estimation

Tout d'abord, la détermination de prix unitaires liés à chaque poste a été réalisée. Ces prix unitaires sont estimés à partir de projets comparables déjà réalisés et sont ensuite adaptés au contexte local, du prix des matériaux, de la main-d'œuvre, et des contraintes climatiques locales.

Par la suite, le projet a été découpé en tronçons homogènes. L'homogénéité de ces tronçons permettait la multiplication des quantités déterminées par les coûts unitaires logiquement comparables.

Chaque poste de dépense a été déterminé à partir d'une des trois méthodes suivantes qui ont été utilisées individuellement ou encore de manière combinée, soit :

- une analyse de coût spécifique au projet de tramway des villes de Québec et de Lévis;
- l'utilisation de coûts unitaires comparables;
- la comparaison globale avec le coût d'un projet global.

3.17 CEE PRINCIPAL – CENTRE VERDUN

3.17.1 Contenu du Groupe technique

Ce poste comporte l'ensemble des coûts d'immobilisation reliés au CEE principal et à ses accès à partir du tracé Est-Ouest sur le boulevard Charest à Québec, à savoir :

- équipements de maintenance du système;
- équipements de maintenance et mobilier dans l'atelier;
- construction des bâtiments : structure, mécanique et électricité;
- préparations du terrain (hors décontamination éventuelle des sols);
- travaux de voirie et réseaux souterrains humides;
- travaux de voie ferrée et de plateforme du tramway.

Il est à noter que les coûts d'immobilisation du CEE principal incluent également des éléments des postes suivants du bordereau, conformément aux approches d'estimation définies dans les chapitres respectifs à ces postes de coûts, dans le présent rapport :

- des travaux courant fort (item 5 du bordereau);
- des travaux de signalisation ferroviaire (item 13);
- tous les équipements centraux (item 15 du bordereau) sont liés aux coûts du CEE principal puisqu'il est pris pour hypothèses que ces équipements y sont installés;
- des travaux de locaux techniques (item 16);
- certains équipements STI (item 21);
- les acquisitions foncières nécessaires (item 22);
- les honoraires professionnels qui s'appliquent (item 23).

3.17.2 Approche d'estimation

Équipements de maintenance du système (LAC, plateforme & voie ferrée, Courant fort, etc.)

Ce poste comporte pour le CEE principal et le CEE secondaire les équipements de maintenance :

- pour la ligne aérienne de contact;
- pour les installations de traction électrique;
- pour la signalisation ferroviaire.

Dans un premier temps, une réflexion globale a été réalisée par le Consortium pour définir une philosophie d'approche pour l'entretien du système.

Cette réflexion a conduit à poser comme hypothèse de base, pour l'estimation des coûts d'immobilisation et d'exploitation du système dans la présente phase d'étude de faisabilité, qu'une partie de l'entretien serait faite par l'exploitant (i.e. faite à l'interne) et qu'une partie serait faite à l'externe.

En bref, tout entretien qui demande un équipement spécialisé non d'usage courant (véhicule rail/route par exemple) serait fait à l'interne et que ce qui requiert un équipement d'usage courant (camion pour transporter la neige par exemple) serait confié par contrat à des entreprises externes.

Sur cette base, l'entretien du matériel roulant est fait à l'interne (cet élément est traité dans une section ci-après). Il en est de même pour les composantes telles que : LAC, plateforme où des véhicules rail/route sont requis, intervention dans la section du tracé en tunnel, etc.). Toutefois, le déneigement des sections de la plateforme tramway qui est en minéral serait fait à l'externe.

Plus spécifiquement, les coûts d'immobilisation pour les équipements du système sont basés sur l'achat des éléments suivants :

- deux véhicules rail/route (un avec grande nacelle, l'autre avec bras de levage et nacelle) pour l'entretien de la LAC, de l'éclairage, etc.
- un véhicule rail/route mini d'un système d'attache pour y ajouter des auxiliaires pour l'entretien de la plateforme et des accotements, remorquage des rames en faible pente, véhicules de secours et d'intervention;
- un ensemble d'outillage spécifique pour l'entretien de la LAC et des installations courants forts;
- une balayeuse rail/route pour le nettoyage de la plateforme, de la gorge du rail;
- un véhicule rail/route de secours pour intervention en tunnel;
- un tracteur pour utilisation au CEE pour le remorquage des rames, le déneigement, tonte du gazon, etc.;
- les accessoires suivants pour attacher au véhicule rail/route mentionné à l'item 2 ci-devant :
 - charrue;
 - souffleuse.

Pour établir le prix des équipements, des fournisseurs ont été contactés.

Équipements de maintenance et mobilier dans l'atelier

Approche d'estimation

La détermination des prix est basée sur les prix des équipements et des installations similaires installés dans le cadre de projets ferroviaires au Québec et en Ontario. Les prix ont été regroupés par système ou par fonction.

Chaque poste de dépense a été déterminé à partir d'une des deux méthodes suivantes :

- l'utilisation de coûts unitaires comparables;
- la comparaison globale avec le coût du projet global.

Les prix ne prennent pas en compte les travaux de génie civil et de structure requis pour l'installation de ces équipements (base de béton, etc.) et les travaux requis pour ramener les entrées des services électriques et mécaniques; ces éléments étant couverts dans les coûts du bâtiment.

Description des éléments compris

Système de distribution de sable

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation du silo à sable, convoyeur, système de filtration, armoire de contrôle et le réseau de distribution, points de remplissage de sable, pistolets avec obturateurs équipés de flexibles et centrale d'air comprimé.

Système de distribution de lubrifiant et lave-glace

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation du système de distribution de lubrifiant et un système lave-glace incluant les réservoirs le réseau de distribution et les points de remplissage.

Passerelle fixe pour station de service

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation d'une passerelle fixe d'accès à la toiture équipée d'escaliers à chaque extrémité.

Système d'aspiration

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation du système d'aspiration centralisé pour le nettoyage intérieur d'une rame.

Système de lavage

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation du système de lavage y compris les équipements de pré-lavage et de savonnage, équipements de lavage et brossage de caisse, de rinçage, de séchage ainsi que les équipements de récupération d'eau de pluie et de stockage d'eau fraîche, équipements de récupération et de traitement des eaux usées de lavage, de recyclage et de recirculation d'eau de lavage et les équipements d'alimentation électrique et de contrôle.

Les réservoirs des produits de nettoyage, les pompes et la tuyauterie de distribution sont localisés dans le local technique prévu à cet effet dans le bâtiment.

Système de levage des trams

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation du Système de 16 vérins mobiles.

Système de reprofilage des roues

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation d'un système de reprofilage fixe des roues y compris les galets d'entraînement, système de centrage latéral, chariot de coupe, système de bridage de caisse, paire de rails amovibles, système de mesure des caractéristiques de la roue, poste de contrôle numérique, imprimante, broyeur et une installation d'évacuation de copeaux, essieu étalon et le dispositif de graissage centralisé.

Table dépose bogie

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation d'une table élévatrice à commande électrohydraulique ou mécanique à ciseaux incluant :

- un châssis de base;
- un dispositif de réglage longitudinal et transversal pour le remontage des bogies sur caisse;
- 4 roues en acier épaulées montées sur roulement et paliers auto-aligneurs, destinées à rouler sur la voie ferrée du tramway;
- un plateau permettant la dépose des bogies et leur tenue lors de la translation;
- un système de freinage permettant d'agir de manière mécanique sur les roues;
- une chape de remorquage.

Passerelles fixes pour voies sur pilotis (x 4)

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation de quatre (4) passerelles fixes d'accès à la toiture des trams équipées d'escaliers à chaque extrémité.

Système antichute (station de service et 4 voies sur pilotis)

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation du système antichute dans la voie de service et les quatre voies sur pilotis incluant :

- dispositif descendeur;
- chariots mobiles;
- corde d'assurance autorétractable.

Plateformes mobiles (x 2)

Ce poste comporte : Le coût de fourniture de deux petites plateformes mobiles permettant l'accès à l'intérieur des rames pour effectuer des tâches de réparation des aménagements intérieurs.

Cabine de peinture

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation du système de la cabine de peinture y compris:

- système de ventilation de la cabine;
- filtres, contrôles et des panneaux en acier et structure;
- intérieur démontable et revêtement remplaçable;
- éclairage;
- plateforme mobile pour opérateurs, donnant accès à toutes les zones des trams;
- système de revêtement par pulvérisation de peinture;
- porte autoportante;
- système de chauffage;
- système de protection contre l'incendie.

Atelier mécanique

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation des équipements nécessaires pour les opérations de réparations mécaniques (machine à souder, perceuse à colonnes, machine à scier, fraiseuse verticale, extracteur à fumée portative, etc.).

Atelier électrique-électronique

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation des équipements nécessaires pour effectuer toutes les opérations de maintenance à caractère électronique ou électrique (pinces à sertir, bancs de tests, oscilloscope, ampèremètres, enregistreurs et une unité mobile de soudage acétylène).

Atelier réparation baies et portes

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation des équipements et outillages spécifiques pour réparer les portes et les baies du matériel roulant.

Atelier lavage bogies

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation d'outillages de lavage tels que le jet haute pression avec chaudière intégrée ainsi que d'autres outils de manutention.

Atelier de maintenance des bogies

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation des outils et pièces nécessaires pour la réparation des bogies.

Atelier de maintenance des installations fixes

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation des équipements industriels de diagnostic et de réparation de maintenance des installations fixes tels que : bancs de test et baies de maintenance divers, établis électriques, meubles bas avec tiroirs, armoires et rayonnages et zone de stockage où sont entreposés les divers composants, outillages et pièces de rechange nécessaires aux opérations de maintenance des installations fixes.

Local de chargement batteries

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation des équipements nécessaires pour le chargement des batteries, le rayonnage de stockage et les outils de manutention des batteries.

Magasin (étagères, rayonnage et mezzanine)

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation des étagères, le rayonnage ainsi qu'une mezzanine dans le magasin.

Pont roulant 5 t

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation d'un pont roulant de 5 t et d'une portée d'environ 23 m incluant :

- les moteurs, les palans, les chariots, les rails de guidage, les plaques d'attaches des rails, les sommiers, les galets de guidage, les poutres;
- la télécommande radio, la commande câblée, les limiteurs de surcharge, le stroboscope à trois couleurs, le système d'avertissement sonore, les limiteurs de fin de course et le panneau de commande avec l'automate programmable.

Pont roulant 1,6 t (X4)

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation de quatre ponts roulants de 1,6 t chaque.

Équipements de manutention

Ce poste comporte : Le coût de fourniture de :

- un (1) chariot élévateur (3 t);
- deux (2) transpalettes manuels (2 t);
- un (1) transgerbeur (1 t);
- un (1) chariot plat;
- une (1) table élévatrice (0,3 t);
- quatre (4) chandelles;

- deux (2) tirsors (1,6 t);
- un (1) cric rouleur;
- quatre (4) Ventouses;
- outils de manutention.

Mobiliers de bureau, salle de formation, vestiaires et espace cafétéria

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation des mobiliers de bureau, de la salle informatique, des casiers de vestiaires et les équipements de l'espace cafétéria.

Bâtiments

Aux fins d'estimation des coûts des bâtiments du CEE principal et tel que décrit dans le 6^e sous-livrable 1.4 – Note technique, Maintenance et Dépôt – Volet B – Aménagement des sites des CEE (610879-0400-4CEN-0002 - 00), le CEE principal a été séparé en quatre (4) bâtiments distincts : la halle de maintenance (ateliers et bureaux), le bâtiment de remisage (aire de remisage pouvant accueillir jusqu'à 51 rames de 43 mètres et deux portions extérieures couvertes et fermées du côté prédominant des vents), le bâtiment de la voie de service (laveur et station-service) et le bâtiment I.F. (installations fixes).

L'estimation des coûts pour les bâtiments du CEE principal en termes de structure, mécanique (incluant plomberie, air comprimé, chauffage, ventilation et air conditionné CVAC et protection incendie) et électricité (services, éclairage intérieur et extérieur), a été effectuée en fonction des hypothèses décrites dans le sous-livrable mentionné ci-haut et le plan de masse de ce CEE présents dans ce sous-livrable.

En ce qui concerne l'estimation des travaux en électricité, les coûts des services et de l'éclairage intérieur sont calculés sur base des pieds carrés de surface en tenant en compte l'utilité des différents types de bâtiment et locaux. De plus sont prévus une double entrée pour le raccordement d'Hydro-Québec et une génératrice d'urgence, de même que quelques éclairages DELL dans le but de faire des économies d'énergie. Les coûts de l'éclairage extérieur sont calculés sur base des pieds carrés de surface du stationnement plus l'aire totale extérieure du complexe. Sont prévus, pour toute l'aire extérieure, des luminaires sur le mur extérieur du bâtiment, un réseau de conduits souterrains et des lampadaires avec fût sur base de béton.

Préparation du terrain

Ce poste de coûts reliés au CEE principal, comporte : la démolition des bâtiments, l'enlèvement de la clôture et un peu des travaux de déboisement.

Les travaux de préparation du terrain incluent également la mise en place d'une fondation qui va pouvoir recevoir :

- la voirie;
- la plateforme du tramway;
- les différents bâtiments.

La détermination des coûts est basée sur le contenu du 6^e sous-livrable 1.4 – Note technique, Maintenance et Dépôt – Volet B – Aménagement des sites des CEE (610879-0400-4CEN-0002 -

00), sur les travaux exigés, en utilisant des coûts unitaires comparables. Les quantités sont approximatives pour donner un ordre de grandeur. Finalement un prix global est présenté.

Voirie

Ce poste de coûts reliés au CEE principal incluant la rue de Verdun, comporte : les travaux de terrassement, la structure de chaussée, le drainage (réseau, rétention, traitement), les branchements d'aqueduc aux nouvelles installations, le réseau d'incendie, les raccordements aux réseaux d'égout existant, le marquage et la signalisation, l'aménagement paysager, la clôture et les travaux connexes (ex. trottoir, bordure, etc.).

La détermination des coûts est basée sur le contenu du 6^e sous-livrable 1.4 – Note technique, Maintenance et Dépôt – Volet B – Aménagement des sites des CEE (610879-0400-4CEN-0002 - PB), sur les travaux exigés, en utilisant des coûts d'aménagement comparables. Les coûts ont été estimés par mètre carré pour les travaux inclus à ce poste. Les quantités sont approximatives pour donner un ordre de grandeur. Finalement, un prix global est présenté.

Travaux de la plateforme et réseau tramway

Il est à noter que cet élément du bordereau du CEE :

- ne s'applique pas dans les bâtiments utilisés par le tramway puisque dans ceux-ci, le rail est noyé dans la dalle du bâtiment; c'est-à-dire que le rail est encastré dans la dalle du bâtiment;
- ce poste s'applique à toutes les voies du CEE jusqu'à la connexion à la ligne principale du tramway.

Ceci étant dit, tant pour le contenu que pour l'approche d'estimation de cette partie du bordereau, le lecteur est invité à consulter la section 3.3 – Travaux de la plateforme et réseau tramway, puisque le contenu et l'approche au CEE principal sont essentiellement les mêmes que pour la voie principale.

Les écarts sont les suivants :

- pour la multitubulaire, comme les services sont moins nombreux que dans la voie principale, le prix du massif incluant les gaines a été réduit de 50 %;
- l'assainissement a été estimé au m² au lieu du mètre linéaire, l'aménagement des voies au CEE étant très différent de celui de la ligne principale;
- le revêtement est exclusivement en béton bitumineux, toute la cour sera asphaltée de manière à permettre la libre circulation du personnel et du matériel.

Voie ferrée

Il est à noter que cet élément du bordereau du CEE s'applique à toutes les voies du CEE jusqu'à la connexion à la ligne principale du tramway.

Pour la partie extérieure des bâtiments, tant pour le contenu que pour l'approche d'estimation de cette partie du bordereau, le lecteur est invité à consulter la section 3.4 – Travaux de voie ferrée puisque le contenu et l'approche hors bâtiment au CEE principal étant les mêmes que pour la voie principale.

Toutefois, dans les bâtiments le rail sera noyé dans la dalle à l'exception des fosses où le rail sera posé sur pilotis tel que montrés aux figures du 3^e sous-livrable 1.2 – (B) Note technique finale : Plateforme voie ferrée (610879-0200-4IEN-000-00).

Le prix applicable au bordereau est celui considéré pour la pose de voie du tramway en voie principale. Ce prix exclut les travaux de génie civil et de structure à savoir la préparation, les pilotis et les dalles considérées dans les disciplines citées précédemment.

3.18 CEE SECONDAIRE – CENTRE LÉVIS

3.18.1 Contenu du Groupe technique

Ce poste comporte l'ensemble des coûts d'immobilisation reliés au CEE secondaire et à ses accès à partir du tracé Est-Ouest sur le boulevard de la Rive-Sud à Lévis, à savoir :

- équipements de maintenance du système;
- équipements de maintenance et mobilier dans l'atelier;
- construction des bâtiments : structure, mécanique et électricité;
- préparations du terrain (hors décontamination éventuelle des sols);
- travaux de voirie et réseaux souterrains humides;
- travaux de voirie et plateforme du tramway.

Il est à noter que les coûts d'immobilisation du CEE secondaire incluent également des éléments des postes suivants du bordereau, conformément aux approches d'estimation définies dans les chapitres respectifs à ces postes de coûts, dans le présent rapport :

- des travaux courant fort (item 5 du bordereau);
- des travaux de signalisation ferroviaire (item 13);
- des travaux de locaux techniques (item 16);
- les acquisitions foncières nécessaires (item 22);
- les honoraires professionnels qui s'appliquent (item 23).

3.18.2 Approche d'estimation

Équipements de maintenance du système (LAC, plateforme & voie ferrée, Courant fort, etc.)

Les équipements de maintenance des installations fixes courants forts, signalisation, etc. sont intégrés dans l'estimation item CEE principal (1^{er} site qui sera construit). Après la construction du CEE secondaire, les équipements de maintenance pourront être répartis entre les 2 sites.

Le lecteur est prié de se rapporter à la section 3.17.2.1 pour l'approche retenue pour l'entretien du système.

En plus du matériel d'entretien du système localisé au CEE principal (paragraphe 3.17.2.1), les équipements suivants sont prévus au CEE secondaire :

- un véhicule rail/route mini d'un système d'attache pour y ajouter des auxiliaires pour l'entretien de la plateforme et des accotements, remorquage des rames en faible pente, véhicules de secours et d'intervention;
- un tracteur pour utilisation au CEE pour le remorquage des rames, le déneigement, tonte du gazon, etc.;
- les accessoires suivant pour attacher au véhicule rail/route mentionnée à l'item 2 ci-devant :
 - charrue;
 - souffleuse.

Équipements de maintenance et mobilier dans l'atelier

Approche d'estimation

La détermination des prix est basée sur les prix des équipements et des installations similaires installés dans le cadre de projets ferroviaires au Québec et en Ontario. Les prix ont été regroupés par système ou par fonction.

Chaque poste de dépense a été déterminé à partir d'une des deux méthodes suivantes :

- l'utilisation de coûts unitaires comparables;
- la comparaison globale avec le coût du projet global.

Les prix ne prennent pas en compte les travaux de génie civil et de structure requis pour l'installation de ces équipements (base de béton, etc.) et les travaux requis pour ramener les entrées des services électriques et mécaniques; ces éléments étant couverts dans les coûts du bâtiment.

Description des éléments compris

Système de distribution de sable

Idem CEE Principal.

Système de distribution de lubrifiant et lave-glace

Idem CEE Principal.

Passerelle fixe pour station de service

Idem CEE Principal.

Système d'aspiration

Idem CEE Principal.

Système de lavage

Idem CEE Principal.

Passerelle fixe pour voie sur pilotis

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation d'une passerelle fixe d'accès à la toiture des trams, équipée d'escaliers à chaque extrémité.

Système antichute (station de service et 1 voie sur pilotis)

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation du système antichute dans la voie de service et dans une voie sur pilotis incluant :

- dispositif descendeur;
- chariots mobiles;
- corde d'assurance autorétractable.

Plateforme mobile

Ce poste comporte : Le coût de fourniture d'une petite plateforme mobile qui permet d'accéder à l'intérieur des rames pour effectuer des tâches de réparation des aménagements intérieurs.

Étagères, rayonnage et mezzanine

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation des étagères, le rayonnage ainsi qu'une mezzanine dans le magasin.

Pont roulant 1,6 t

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation d'un pont roulant de 1,6 t.

Équipements de manutention

Ce poste comporte : Le coût de fourniture de :

- un (1) chariot élévateur (1,8 t);
- un (1) transpalette manuel (2 t);
- outils de manutention.

Mobiliers de bureau, salle de formation, vestiaires et espace cafétéria

Ce poste comporte : Le coût de fourniture et d'installation des mobiliers de bureau, de la salle informatique, des casiers de vestiaires et les équipements de l'espace cafétéria.

Bâtiments

Aux fins d'estimation des coûts des bâtiments du CEE secondaire et tel que décrit dans le 6^e sous-livrable 1.4 – Note technique, Maintenance et Dépôt – Volet B – Aménagement des sites des CEE (610879-0400-4CEN-0002-00), le CEE principal a été séparé en quatre (4) bâtiments distincts : la halle de maintenance (ateliers et bureaux), le bâtiment de remisage (aire de remisage pouvant accueillir jusqu'à 21 rames de 43 mètres et deux portions extérieures couvertes), le bâtiment voie de service (laveur et station-service) et le bâtiment I.F.(installations fixes).

L'estimation des coûts pour les bâtiments du CEE secondaire en termes de structure, mécanique (incluant plomberie, air comprimé, chauffage, ventilation et air conditionné CVAC et protection incendie) et électricité (services, éclairage intérieur et extérieur), a été effectuée en fonction des hypothèses décrites dans le sous-livrable mentionné ci-haut et le plan de masse de ce CEE présents dans ce sous-livrable.

En ce qui concerne l'estimation des travaux en électricité, les coûts des services et de l'éclairage intérieur sont calculés sur base des pieds carrés de surface en tenant en compte l'utilité des différents types de bâtiment et locaux. De plus sont prévues une double entrée pour le raccordement de Hydro Québec et une génératrice d'urgence, de même que quelques éclairages DELL dans le but de faire des économies d'énergie. Les coûts de l'éclairage extérieur sont calculés sur base des pieds carrés de surface du stationnement plus l'aire totale extérieure du complexe. Sont prévus, pour toute l'aire extérieure, des luminaires sur le mur extérieur du bâtiment, un réseau de conduits souterrains et des lampadaires avec fût sur base de béton.

Préparation du terrain

Ce poste de coûts reliés au CEE secondaire comporte : le déboisement du site ainsi que les travaux de terrassement pour la mise en place d'une fondation qui va pouvoir recevoir :

- la voirie;
- la plateforme du tramway;
- les différents bâtiments.

La détermination des coûts est basée sur le contenu du 6^e sous-livrable 1.4 – Note technique, Maintenance et Dépôt – Volet B – Aménagement des sites des CEE (610879-0400-4CEN-0002-00), sur les travaux exigés, en utilisant des coûts unitaires comparables. Les quantités sont approximatives pour donner un ordre de grandeur. Finalement un prix global est présenté.

Voirie

Ce poste de coûts reliés au CEE secondaire incluant la construction de la rue Plante, comporte : les travaux de terrassement, la structure de chaussée, le drainage (réseau, rétention, traitement), les branchements d'aqueduc aux nouvelles installations, le réseau d'incendie et les raccordements aux réseaux d'égout existants, le marquage et la signalisation, l'aménagement paysager, la clôture et les travaux connexes (ex. trottoir, bordure, etc.).

La détermination des coûts est basée sur le contenu du 6^e sous-livrable 1.4 – Note technique, Maintenance et Dépôt – Volet B – Aménagement des sites des CEE (610879-0400-4CEN-0002-00), sur les travaux exigés, en utilisant des coûts d'aménagement comparables. Les coûts ont été estimés par mètre carré pour les travaux inclus à ce poste. Les quantités sont approximatives pour donner un ordre de grandeur. Finalement, un prix global est présenté.

Plateforme tramway

Le lecteur est invité à consulter le texte 3.17 du CEE principal, puisque le contenu et l'approche pour cet item du bordereau sont identiques pour les deux CEE.

Voie ferrée

Le lecteur est invité à se référer au texte 3.17 du CEE principal, puisque le contenu et l'approche pour cet item du bordereau sont identiques pour les deux CEE.

3.19 TRAVAUX DE PÔLES D'ÉCHANGE

Les travaux reliés aux pôles d'échanges sont exclus du présent estimé.

3.20 MATÉRIEL ROULANT

3.20.1 Contenu du Groupe technique

Les prestations incluses dans l'estimation intègrent :

- la fourniture de 63 rames de 43 mètres de long et de 2,65 mètres de large, motorisées à 75 %;
- les études de conception du matériel roulant, y compris toutes les études liées à l'adaptation du matériel roulant aux contraintes climatiques locales;
- les études d'exécution;
- les fabrications et fournitures avec les livraisons sur site;
- les travaux d'installations, de câblages et de raccordements sur site;
- les essais des installations;
- la mise en service des installations;
- les pièces de réserve pour les rames.

Ce poste ne prend pas en compte, les équipements embarqués des sous-systèmes suivants :

- billettique;
- signalisation ferroviaire;
- télécommandes pour la priorité aux intersections;
- systèmes d'aide à l'exploitation et à l'information voyageurs (SAEIV).

Ces différents équipements embarqués sont traités dans les groupes techniques correspondants aux sous-systèmes (item 15 – Équipements centraux, item 21 – STI et item 13 – Travaux de signalisation ferroviaire, du bordereau).

3.20.2 Approche d'estimation

Tout d'abord, la détermination de prix unitaire de rame a été réalisée. Ces prix unitaires sont estimés à partir de projets comparables déjà réalisés et sont ensuite adaptés au contexte local, notamment les contraintes climatiques locales.

Les coûts fixes (Études, développements spécifiques pour les conditions climatiques des villes de Québec et de Lévis, etc.) ont été répartis et intégrés dans le prix unitaire des rames sur la base du parc total de rames.

3.21 ÉLÉMENTS STI

3.21.1 Contenu du Groupe technique

Cette section décrit les équipements et systèmes STI à considérer lors de la conception du réseau de tramway.

Les éléments STI décrits couvrent l'implantation en station, entre les stations, dans les rames, au CEE et les systèmes aux PCC. La liste des éléments figure au tableau qui suit :

De façon générale et à moins d'être spécifié, l'évaluation des systèmes est basée sur les hypothèses suivantes :

- l'évaluation budgétaire de chaque élément inclut la fourniture, l'installation et la mise en œuvre ;
- l'évaluation budgétaire des éléments STI terrain (ex : caméra) inclut le raccordement de l'alimentation et de la communication au boîtier STI le plus près ;
- la fourniture, l'installation et le raccordement de l'alimentation du boîtier STI sont prévus dans une section;
- les conduits requis pour la dorsale de communication et le raccordement des équipements STI sont inclus dans l'évaluation budgétaire des infrastructures de la chaussée du tramway ;
- le nombre d'équipements par station sur les quais sont répartis selon le Tableau 8 ;
- les stations majeures requièrent des équipements additionnels afin de supporter un achalandage accru.

Tableau 8 : Éléments STI par type de quai

Type de quais	Quantité	Boîtier STI	Distributrice automatique de titre	Borne de validation de titres	Caméra en station	Borne d'information	Diffusion vocale
Latéraux	32	1	1	4	2	2	4
Central	3	1	1	2	1	1	2
Latéraux décalés	2	2	2	4	2	2	4

Tableau 9 : Équipements additionnels des stations majeures et des pôles intermodaux

Type de station	Quantité	Distributrice automatique de titre	Borne d'information large
Stations majeures	3	1	1
Pôles intermodales	1	1	1

3.21.2 Approche d'estimation

1. Boîtier STI

Le boîtier STI est le point de jonction entre la dorsale de communication et les éléments STI. Pour cette raison, toutes les stations et le CEE sont munies d'un boîtier STI. Quelques endroits isolés sur le réseau nécessiteront aussi l'installation d'un boîtier afin de raccorder les éléments STI à proximité tels que les caméras au pont de Québec.

Le coût unitaire du boîtier STI inclut les équipements uniquement. Ces boîtiers sont inclus dans les blocs techniques présents dans chaque station et dont le coût est chiffré dans l'item 8 - Travaux de stations en surface.

2. Borne de validation de titres sur quai

La borne de validation de titres permet à l'usager de s'assurer qu'il possède un titre valide avant d'embarquer dans la rame. L'installation de bornes de validation extérieures à chaque station est préconisée afin d'assurer une meilleure fluidité lors de l'embarquement des voyageurs.

La quantité de bornes de validation par type de quai est indiquée au Tableau 8.

3. Borne d'information dans les rames

Les coûts estimés incluent une borne d'information par caisson, donc cinq (5) bornes d'information par rame et un ordinateur de bord pour gérer les afficheurs.

4. Borne d'information sur quai

Une quantité variable de bornes d'information est estimée selon le type de quai, et une borne additionnelle est estimée pour le CEE.

La quantité de bornes d'information par type de quai est indiquée au Tableau 8.

5. Borne d'information large

Les bornes d'information larges sont installées uniquement aux stations majeures et aux pôles intermodaux compte tenu de leur achalandage.

La quantité de bornes d'information large estimée est indiquée au Tableau 9.

6. Caméra dans les rames

En moyenne, une rame de 43 mètres est un regroupement de cinq (5) caissons et deux (2) nacelles, et une caméra par élément du regroupement permet de couvrir tous les angles dans une rame. Un enregistreur de bord est aussi inclus afin d'enregistrer les flux de caméra qui pourront être consultés à l'aide d'un ordinateur portable raccordé à l'enregistreur de bord au besoin.

7. Caméra en interstation

Des caméras sont installées à l'aide de supports adaptés sur les structures de la ligne aérienne de contact à tous les 500 mètres. Les caméras sont de type dôme avec une vue sur 360 degrés et un objectif qui permet de visualiser un événement à 1 kilomètre.

8. Caméra en station

Une quantité variable de caméras est estimée selon le type de quai et au CEE. Les équipements incluent les caméras et les décodeurs associés. Nous supposons que les caméras pourront être installées sur une structure existante telle que les fûts d'éclairage.

La quantité de caméras par type de quai est indiquée au Tableau 8.

9. Caméra en tunnel

Deux (2) caméras fixes sont installées sur la structure du tunnel à tous les 500 mètres. Elles pointent dans des directions opposées afin de couvrir toutes les zones. Les caméras sont de type fixe avec un objectif qui permet de visualiser un événement à plus de 500 mètres.

10. Diffusion vocale

Une quantité variable d'équipement pour la diffusion vocale est estimée selon le type de quai et au CEE. Chaque élément de diffusion vocale estimé comprend pour chacun des quais un décodeur, un amplificateur et le nombre de haut-parleurs indiqué au Tableau 8.

11. Distributrice automatique de titre (DAT)

Le RTC utilise OPUS pour la gestion de leur titre de transport. Le coût est basé sur une distributrice typique. Une distributrice est prévue pour chacune des stations et une additionnelle pour les stations majeures.

12. Équipement de comptage

Dans le but d'obtenir un comptage fiable des voyageurs, il est préconisé d'installer des équipements de comptage à toutes les portes des rames. Une rame de 43 mètres compte en moyenne 12 portes (six – 6 – de chaque côté).

L'estimé inclut pour chacune des rames un détecteur de type infrarouge pour chacune des portes et un contrôleur permettant d'analyser et cumuler les comptes.

13. Fibre optique (câble)

L'estimation de la quantité et des coûts liés au déploiement de fibre optique est basée sur les hypothèses suivantes :

- une longueur globale est prévue sur tout le tracé du tramway incluant les stations, le CEE et le PCC;
- le réseau de communication est un service essentiel pour le fonctionnement du tramway. Afin d'assurer la fiabilité du réseau, tout le réseau de fibres de la dorsale est doublé et passé dans un conduit différent afin d'assurer une redondance en cas de bris.

14. Interphone dans les rames

Le coût du système d'interphone dans une rame inclut trois (3) haut-parleurs, un amplificateur et un interphone par caisson ainsi qu'une console chauffeur à chacune des extrémités de la rame.

15. Système radio chauffeur

Un système radio est prévu à chacune des extrémités de la rame. L'utilisation de l'infrastructure de communication radio actuellement en fonction au RTC est préconisée.

16. Téléphone d'urgence

Afin que les voyageurs puissent communiquer avec les services d'urgences et considérant que la majorité des voyageurs possèdent un téléphone cellulaire, il est prévu d'installer un téléphone d'urgence par station.

17. Ordinateur de bord et géolocalisation

Un ordinateur de bord, compatible au système SAEIV du RTC, est prévu à chacune des extrémités de la rame. Cet ordinateur comprend un GPS, une antenne spécialisée, une console

chauffeur (MDT) et un modem cellulaire afin de communiquer sa localisation en temps réel vers le système central.

18. Feux de voies pour le pont de Québec

Le pont de Québec possède actuellement un système de feux de voies. Le tramway circulera toujours dans le sens de la circulation, donc aucun système additionnel n'est requis sur le pont.

19. Barrières pour contrôle d'accès aux CEE

Afin de permettre aux rames de tramway d'entrer dans les CEE et d'éviter des entrées de véhicules non autorisés, un système automatique de barrière avec la technologie RFID (Radio Frequency Identification) est prévu. Un mode dégradé d'ouverture manuelle de la barrière est aussi prévu, via le PCC.

3.22 ACQUISITIONS FONCIÈRES

3.22.1 Contenu du Groupe technique

Cet item du bordereau inclut les frais reliés à l'acquisition des terrains nécessaires pour la mise en place du tramway :

- selon l'emprise du tramway, évalué par tracé et tronçon;
- pour les deux (2) CEE (Centres d'exploitation et d'entretien);
- pour les quatre (4) postes de redressement situés en surface, conformément à ce qui est considéré dans l'item 16 – Travaux de locaux techniques.

3.22.2 Approche d'estimation

L'estimation des coûts d'acquisition des terrains requis pour la construction des deux lignes, de leurs installations annexes et des deux centres d'exploitation et d'entretien (CEE) a été faite en plusieurs étapes, résumées ci-après :

- identification des lots touchés en fonction des besoins en terrains découlant des aménagements retenus;
- caractérisation des acquisitions (usage dominant, part du terrain concerné, inclusion de bâtiments ou pas);
- recherche des lots correspondants dans les rôles d'évaluation foncière des deux villes, identification des évaluations correspondantes pour terrains et immeubles;
- application des règles d'acquisition retenues et estimation des coûts d'acquisition pour chaque lot;
- sommation des coûts estimés selon le tronçon et la variante de tracé considérée;
- application d'un facteur de correction tenant compte de la hausse médiane de la valeur des terrains entre l'évaluation et aujourd'hui plus des frais afférents.

Les sources d'information utilisées pour cette analyse comprennent :

- les plans d'insertion des lignes du tramway (*Rapport d'étape 1.2 - Technologie et insertion* (610879-0200-40ER-0001_00 et Annexes A et B inclusivement));
- les rôles d'évaluation foncière des villes de Québec³ (2011) et Lévis⁴;
- des facteurs d'ajustement de ces prix :
 - pour les convertir en \$ 2012, selon l'augmentation du prix médian des logements depuis la période de référence du rôle d'évaluation de Québec (1er juillet 2011);
 - pour y rajouter une majoration additionnelle de 5 % pour couvrir les frais afférents, à savoir : frais administratifs, professionnels et juridiques liés aux transactions;
 - le surcoût associé à la valeur d'acquisition forcée par rapport à l'évaluation foncière sera évalué dans le mandat 4.4 et pris en compte dans les études économiques réalisées par le lot 3.

³ Ville de Québec : <http://carte.ville.quebec.qc.ca/carteinteractive/>. Consulté le 6 novembre 2013.

⁴ Ville de Lévis : Rôle d'évaluation de la Ville de Lévis http://www.ville.levis.qc.ca/Fr/Citoyens_Con.asp Consulté en janvier 2014.

Les règles d'acquisition retenues sont les suivantes :

- si un bâtiment est touché, le coût d'acquisition correspond à 100 % de la valeur de l'immeuble (et comprend donc le terrain et le bâtiment);
- si seul le terrain est concerné, le coût d'acquisition correspond au rapport entre la superficie requise pour le tramway et l'aire totale du terrain, sauf si on dépasse un seuil, lequel dépend de l'usage dominant du terrain, soit :
 - 20 % dans le cadre d'un usage résidentiel (à partir de cette valeur, le coût est égal à celui de l'immeuble entier);
 - 50 % lorsque l'usage n'est pas résidentiel (à partir de cette valeur, le coût est égal à celui de l'immeuble entier).

En ce qui concerne les sous-stations d'alimentation en énergie (postes de redressement), il a été établi en cours d'analyse que quinze (15) d'entre elles seraient aménagées en souterrain, dans l'emprise publique, et qu'aucune acquisition ne serait nécessaire pour celles-ci. Leur coût est inclus dans l'item 16 – Travaux de locaux techniques, du bordereau.

Les douze (12) sous-stations restantes devront être aménagées en surface et requièrent l'usage de terrains en bordure des voies. Les critères suivants ont été utilisés pour sélectionner ces terrains :

- bâtiment d'une superficie de 100 m²;
- la superficie de terrain considérée est de 200 m² pour des fins de construction et afin de faciliter les livraisons de matériel et la maintenance (stationnement des véhicules lors des interventions);
- un terrain non construit est considéré;
- ils sont situés dans les tronçons 1, 2 et 12 du tracé Est-Ouest, dans le tronçon 6 du tracé Nord-Sud et dans les tronçons A1, B, C, D et E du tracé à Lévis.

3.23 HONORAIRES PROFESSIONNELS

3.23.1 Contenu du Groupe technique

Ce poste du bordereau couvre les honoraires requis pour réaliser les études préliminaires, les plans et devis et la surveillance des travaux.

3.23.2 Approche d'estimation

Ce coût est basé sur un pourcentage du coût des travaux à réaliser en mode traditionnel hors matériel roulant pour les études préliminaires et les plans et devis; ces études pour le matériel roulant étant réalisées par le fabricant et les coûts inclus dans le prix du matériel roulant. Pour la surveillance le pourcentage s'applique toutefois aussi au coût du matériel roulant.

Ceux-ci sont représentés au pourcentage des coûts de travaux estimés soient 15 % du coût des travaux.

- Études préliminaires : 2 %
- Plans et devis : 5 %
- Surveillances des travaux : 8 %

3.24 ALLOCATION POUR INDEMNISATION

3.24.1 Contenu du Groupe technique

Ce poste du bordereau définit une réserve budgétaire qui serait utilisée pour dédommager en partie les pertes de profits avérées subies par les commerçants qui sont le long du tracé du tramway pendant la phase construction.

3.24.2 Approche d'estimation

Ce coût est basé sur un pourcentage du coût des travaux à réaliser. Sur la base de pratiques françaises, le pourcentage a été établi à 1 %.

3.25 CONTINGENCE

La contingence a été établie sur la base des résultats de la simulation Monté Carlo. Pour plus d'information, le lecteur est invité à se référer au chapitre 4 du présent rapport.

4 COÛT DU PROJET

4.1 SOMMAIRE DU COÛT DU PROJET

La valeur de la mise en œuvre du projet se chiffre à 1 889,74 millions de dollars canadiens hors taxes du premier trimestre 2014.

Le tableau ci-après présente un sommaire des coûts du projet de tramway de Québec et de Lévis. Le détail des coûts par grand poste budgétaire et par tronçon est présenté à l'annexe A. Le lecteur y trouvera également le coût des différentes variantes étudiées.

Tableau 10 : Évaluation des tracés en millions de dollars

Groupes techniques Évaluation des tracés en million de dollars 2014 Longueur du tronçon (KM)	Sommaire											
	Tracé Est-Ouest (20+000 à 36+170)		Tracé Nord-Sud 40+000 à 46+911		Pont de Québec 0+000 à 0+987		Tracé-Lévis 59+273 à 73+014		Items globaux	CEE Principal	CEE Secondaire	Grand total
	16,17		6,91		0,99		13,74					
	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km	M\$	M\$	M\$	M\$
1 Travaux préparatoires	9,51	0,59	4,91	0,71	0,40	0,41	9,77	0,71	-	-	-	24,60
2 Traitement des sols contaminés	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	-	0,15
3 Travaux de plateforme et réseau tramway	40,68	2,52	16,62	2,40	1,56	1,58	35,35	2,57	-	3,69	1,45	99,34
4 Travaux de voie ferrée	50,05	3,09	24,40	3,53	1,91	1,94	42,21	3,07	-	13,72	5,99	138,29
5 Travaux de courant fort	24,39	1,51	12,51	1,81	0,85	0,86	19,93	1,45	-	3,66	2,50	63,83
6 Travaux d'ouvrages d'art	29,39	1,82	12,73	1,84	-	-	30,30	2,21	-	-	-	72,43
7 Travaux de déviation des réseaux souterrains	52,26	3,23	38,10	5,51	-	-	108,70	7,91	-	-	-	199,06
8 Travaux de stations en surface	2,52	0,16	0,91	0,13	-	-	1,32	0,10	-	-	-	4,75
9 Mobilier de station	16,35	1,01	5,66	0,82	-	-	8,24	0,60	-	-	-	30,25
10 Travaux de voiries	29,76	1,84	12,31	1,78	-	-	43,82	3,19	-	-	-	85,89
11 Travaux de signalisation et éclairage	11,21	0,69	7,79	1,13	0,12	0,12	6,80	0,49	-	0,33	0,16	26,41
12 Tunnel	-	-	157,57	22,80	-	-	-	-	-	-	-	157,57
13 Travaux de signalisation ferroviaire	0,36	0,02	1,75	0,25	-	-	0,64	0,05	4,55	1,83	1,10	10,22
14 Travaux d'équipements urbains et paysagers	23,33	1,44	5,76	0,83	-	-	3,07	0,22	-	-	-	32,16
15 Equipements centraux	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,86	-	2,86
16 Travaux de locaux techniques	7,19	0,44	5,40	0,78	-	-	5,44	0,40	0,57	0,59	0,59	19,79
17 CEE principal - Centre Verdun	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45,92	-	45,92
18 CEE secondaire - Lévis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,92	21,92
19 Travaux de pôle d'échange (Hors mandat)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20 Matériel roulant	-	-	-	-	-	-	-	-	332,78	-	-	332,78
21 Éléments STI	5,54	0,34	2,89	0,42	0,09	0,09	3,84	0,28	3,19	0,11	0,09	15,74
Sous-total Travaux/Matériel Roulant	302,54	18,71	309,33	44,76	4,92	4,99	319,45	23,25	341,08	72,85	33,79	1 383,97
22 Acquisition foncières	25,44	1,57	16,60	2,40	-	-	6,28	0,46	-	3,82	0,57	52,71
Sous-total Travaux/Matériel Roulant/Acquisitions foncières	327,98	20,28	325,92	47,16	4,92	4,99	325,73	23,70	341,08	76,67	34,37	1 436,68
23 Honoraires professionnels	49,20	3,04	48,89	7,07	0,74	0,75	48,86	3,56	27,87	11,50	5,15	192,21
24 Allocation pour indemnisation	-	-	-	-	-	-	-	-	14,37	-	-	14,37
25 Contingence	56,58	3,50	56,22	8,14	0,85	0,86	56,19	4,09	57,50	13,23	5,93	246,49
Grand total (Hors taxes \$2014)	433,75	26,82	431,03	62,37	6,51	6,60	430,78	31,35	440,82	101,40	45,45	1 889,74

4.2 PRÉCISION DE L'ESTIMATION ET CONTINGENCE

Le budget est un élément important dans l'étude puisqu'il aura un impact sur la réalisation ou non du projet. La démarche d'estimation retenue suppose :

- la définition de la portée des travaux à estimer;
- le développement du bordereau de prix;
- la collecte de données historiques sur les coûts de travaux similaires;
- l'analyse des caractéristiques techniques du projet à estimer;
- l'évaluation des prix et des quantités;
- l'appréciation du degré de précision des chiffres obtenus afin de constituer les provisions budgétaires nécessaires à la réalisation du projet.

Le niveau de précision de l'estimation a été déterminé de manière plus précise à l'aide de simulations Monté Carlo réalisées à l'aide d'@Risk.

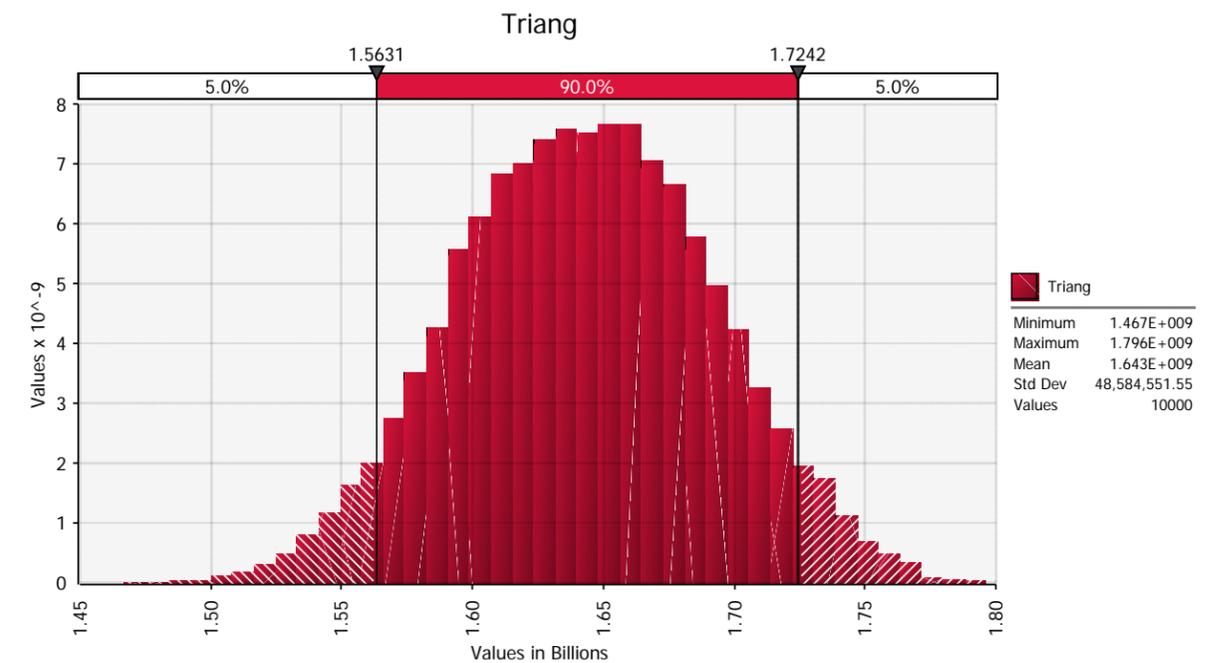
Pour mesurer les coûts, nous avons construit une fonction de densité de probabilité pour chacun des coûts. Elle est caractérisée par la valeur moyenne ou attendue de chaque paramètre de coût, de sa valeur maximale et de sa valeur minimale (pessimiste et optimiste) et puis de son écart-type. L'utilisation des estimés de coûts à trois points suppose une distribution triangulaire des probabilités de coûts.

La valeur attendue des coûts de chaque poste du bordereau de prix du tramway repose sur la collecte des données historiques de prix et de quantités évaluées par nos experts. Les valeurs optimiste et pessimiste reflètent l'incertitude liée aux estimations des quantités issues du niveau d'avancement des études. On estime que le résultat suit une distribution Normale.

La quantification de la contingence associée aux estimations est réalisée par la méthode des simulations Monté Carlo. La fonction de répartition des coûts élémentaires aléatoire constitue le point de départ de cette méthode. Elle permet d'estimer les valeurs attendues à l'aide d'un échantillonnage des valeurs possibles à partir de la fonction de distribution de la variable aléatoire. Cette procédure est alors répétée 10 000 fois. À l'aide des statistiques de simulations obtenues de l'estimation des coûts, il est possible d'obtenir la probabilité d'atteindre une estimation à plus ou moins 30 %.

L'estimation déterministe des coûts varie entre 1 239,12 M\$ et 2 156,43 M\$. La Figure 10 présente la courbe de distribution du budget. À la lecture de cette figure, il est apparent que la distribution des écarts suit une distribution normale. La probabilité que le coût de réalisation du tramway se situe en dehors de la plage à plus ou moins 30 % du coût de base est quasi nulle. Les résultats de la simulation Monté Carlo permettent d'affirmer avec une certitude de 95 % qu'il faut prévoir une provision de 15 % pour la contingence.

Figure 10 : Courbe de distribution de l'estimation probabiliste du budget



4.3 ANALYSES

4.3.1 Tracé Est-Ouest

Le niveau d'investissement requis pour réaliser le tracé Est-Ouest est évalué à 443,75 M\$ pour 16,17 km ; soit un coût moyen de 26,92 M\$/km.

Trois variantes de tracés sont encore considérées sur le tracé Est-Ouest. Elles sont discutées ci-après.

Deux voies banales ou trois voies dont deux voies banales et une voie réversible à la sortie Nord du pont de Québec

Le coût de base du projet est appuyé sur le scénario à deux (2) voies. Le scénario à trois (3) voies implique un surcoût de 3,52 M\$; soit 52,53 M\$ au lieu de 49,01 M\$. Cet écart est essentiellement dû au fait que l'emprise requise pour l'insertion à trois (3) voies est plus importante, ce qui génère des coûts plus élevés pour les ouvrages d'art, les voiries et les équipements urbains et paysagers.

Acquisition supplémentaire de 4 m entre la rue Marie-de-L'Incarnation et le boulevard Langelier

Le coût de base du projet est appuyé sur l'insertion du tramway en minimisant les acquisitions entre la rue Marie-de-L'Incarnation et le boulevard Langelier. Le scénario avec acquisition de ± 4 m du côté Nord de boulevard Charest requiert un investissement de 57,36 M\$ soit 16,42 M\$ de plus que le scénario de base. Cet écart est essentiellement relié aux coûts d'acquisitions et de façon moins importante aux coûts reliés aux travaux de voiries et de déviation des réseaux.

Il est à noter que si la totalité des terrains était acquise entre le boulevard Charest et la rue Bagot, au lieu de seulement ± 4 m, dans l'optique de redévelopper ce secteur, le coût d'acquisition supplémentaire ajouterait $\pm 27,24$ M\$ au projet.

Une (1) voie tramway sur la rue de la Couronne et sur la rue Dorchester vs deux (2) voies de tramway sur la rue Dorchester

Le coût de base du projet est appuyé sur l'insertion du tramway avec une (1) voie sur la rue de la Couronne et une (1) voie sur la rue Dorchester. Il n'y a pas d'écart entre ces deux insertions sur le tracé Est-Ouest. L'écart entre ces deux scénarios d'insertion est toutefois plus important sur le tracé Nord-Sud comme on le verra ci-après.

4.3.2 Tracé Nord-Sud

Le niveau d'investissement requis pour réaliser le tracé Nord-Sud est évalué à 431,03 M\$ pour 6,91 km. Ce tracé se caractérise par une section en tunnel de 1,62 km hors trémie et une partie en surface de 5,29 km. Avec un coût de 227,87 M\$ pour les tronçons 1 et 2 qui sont en tunnel, le coût moyen est de 140,66 M\$/km alors que la partie en surface coûte 203,16 M\$ (incluant la trémie et le mur de soutènement sur Côte d'Abraham) pour une longueur de 5,29 km ; soit un coût moyen de 38,41 M\$/km.

Deux (2) variantes de tracés sont encore considérées sur le tracé Nord-Sud. Elles sont discutées ci-après.

Station Grand Théâtre en surface ou en souterrain

L'écart entre ces deux scénarios d'insertion est de 9,82 M\$ en faveur du scénario en tunnel ; soit 143,53 M\$ vs 153,36 M\$. Cet écart s'explique essentiellement comme suit :

- l'émergence du tramway génère des coûts supplémentaires pour la déviation des réseaux (3,81 M\$) et les travaux de voirie (0,96 M\$);
- les travaux « tunnel » coûtent 1,21 M\$ de plus même si le tunnel est plus court et que la station Grand Théâtre est en surface compte tenu des coûts très importants reliés à la construction de la trémie et du portail pour faire surface, et;
- un surcoût pour la plateforme de la voie ferrée, la signalisation et l'éclairage, etc.

Une (1) voie tramway sur la rue de la Couronne et sur la rue Dorchester vs deux (2) voies de tramway sur la rue Dorchester

Le coût de base du projet est appuyé sur l'insertion du tramway avec une (1) voie sur la rue de la Couronne et une (1) voie sur la rue Dorchester. Le coût de cette insertion (tronçon 3a) est estimé à 54,39 M\$ alors que celui de la variante (tronçon 3b) est estimé à 46,75 M\$; soit un écart de 7,64 M\$. Cet écart s'explique essentiellement par des coûts plus élevés pour les travaux de déviation des réseaux souterrains, les travaux de la plateforme et réseau tramway (deux multitubulaires au lieu d'une) et les travaux de voiries et d'équipements urbains et paysagers. Les coûts d'acquisitions sont toutefois plus importants dans le scénario de la variante 3 b.

4.3.3 Tracé pont de Québec

La seule variante qui existe pour ce tracé est le nombre de voies sur le pont (deux – 2- voies banales ou trois – 3 - voies dont deux – 2 - banales et une -1 - réversible). L'écart entre les deux scénarios d'insertion est minime ; soit 0,18 M\$. Il s'explique essentiellement par la différence de largeur du tablier entre les deux scénarios.

4.3.4 Tracé Lévis

Le niveau d'investissement requis pour réaliser le tracé de Lévis est évalué à 430,78 M\$ pour 13,71 km; soit un coût moyen de 31,35 M\$/km.

Une seule variante de tracé est considérée sur le tracé de Lévis, soit entre le pont Dominion et le carrefour boulevard de la Rive-Sud/chemin du Sault.

Le coût de base du projet est appuyé sur le scénario avec une insertion axiale alors que la variante prévoit une insertion bilatérale. L'écart entre les deux scénarios est faible; soit 0,61 M\$ en faveur de l'insertion en bilatérale. Cette dernière coûte plus cher au niveau de la plateforme ferroviaire, mais génère quelques économies au niveau de la déviation des réseaux et de la signalisation et de l'éclairage.

Il est à noter que dans le scénario de base, le coût d'acquisition relié à l'insertion de banquettes est de 1,21 M\$.

4.3.5 Items globaux

Les items globaux représentent un coût de 440,82 M\$. Ce poste est majoritairement composé du matériel roulant pour l'ensemble du projet, une portion des STI et des travaux de signalisation ferroviaires et de l'allocation d'indemnisation pour dédommager en partie les pertes de profits avérées subies par les commerçants qui sont le long du tracé du tramway pendant la phase de construction.

4.3.6 CEE

Il est prévu 2 centres d'exploitation et d'entretien. Le CEE principal est évalué à 101,40 M\$ alors que le CEE secondaire est évalué à 45,45 M\$.

5 ANNEXE – COÛTS POUR CHAQUE TRONÇON INCLUANT LES VARIANTES

Groupes techniques	Tracé Est-Ouest hors variantes en million de \$																								Sous-total tracé Est-Ouest hors variantes (\$)			
	1a		2		3		4		5		6		7		8a		9a		10		11		12					
	Deux voies banales												Sans acquisition + Station Langelier au Sud		1 voie tram sur Dorchester et Couronne													
	(20+000 à 21+900)		(21+900 à 23+600)		(23+600 à 24+300)		(24+300 à 25+600)		(25+600 à 27+600)		(27+600 à 29+400)		(28+400 à 29+820)		(29+820 à 30+940)		(30+940 à 32+240)		(32+240 à 33+920)		(33+920 à 35+400)		(35+400 à 36+170)					
Longueur du tronçon (KM)	1,90		1,70		0,70		1,30		2,00		0,80		1,42		1,12		1,30		1,68		1,48		0,77		16,17			
	MS	MS/km	MS	MS/km	MS	MS/km	MS	MS/km	MS	MS/km	MS	MS/km	MS	MS/km	MS	MS/km	MS	MS/km	MS	MS/km	MS	MS/km	MS	MS/km	MS	MS/km		
1 Travaux préparatoires	0,77	0,41	0,69	0,41	0,28	0,41	0,92	0,71	1,42	0,71	0,33	0,41	0,58	0,41	0,80	0,71	0,92	0,71	1,19	0,71	1,05	0,71	0,55	0,71	9,51	0,59		
2 Traitement des sols contaminés	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3 Travaux de plateforme et réseau tramway	4,90	2,58	4,34	2,51	1,59	2,24	3,22	2,44	4,78	2,35	1,82	2,24	3,63	2,51	2,93	2,58	3,30	2,50	4,18	2,45	3,81	2,54	2,17	2,77	40,68	2,48		
4 Travaux de voie ferrée	5,68	2,99	4,97	2,88	2,51	3,53	3,80	2,88	5,99	2,95	2,34	2,88	4,88	3,38	3,28	2,88	4,41	3,34	5,23	3,06	4,35	2,89	2,62	3,35	50,05	3,05		
5 Travaux de courant fort	2,54	1,34	2,43	1,41	0,59	0,83	2,10	1,59	2,63	1,29	0,74	0,91	2,12	1,47	2,05	1,80	2,26	1,71	2,73	1,60	2,46	1,64	1,75	2,24	24,39	1,49		
6 Travaux d'ouvrages d'art	10,73	5,65	-	-	2,11	2,96	0,35	0,27	1,14	0,56	-	-	4,90	3,39	-	-	-	-	6,44	3,77	3,73	2,48	-	-	29,39	1,79		
7 Travaux de déviation des réseaux souterrains	3,56	1,88	2,89	1,68	1,19	1,67	2,20	1,66	10,98	5,41	3,81	4,69	6,18	4,28	3,76	3,31	6,63	5,02	3,41	2,00	5,94	3,95	1,69	2,16	52,26	3,18		
8 Travaux de stations en surface	0,20	0,11	0,30	0,18	-	-	0,30	0,23	0,19	0,10	0,10	0,13	0,20	0,14	0,30	0,27	0,19	0,15	0,30	0,18	0,20	0,14	0,20	0,26	2,52	0,15		
9 Mobilier de station	1,65	0,87	1,94	1,12	-	-	1,94	1,47	1,29	0,64	0,65	0,79	1,29	0,90	1,94	1,70	1,14	0,87	1,94	1,13	1,29	0,86	1,29	1,65	16,35	1,00		
10 Travaux de voiries	2,38	1,25	1,08	0,63	0,29	0,41	2,50	1,90	4,26	2,10	2,62	3,23	3,48	2,41	2,72	2,39	3,15	2,39	2,47	1,45	1,95	1,30	2,85	3,65	29,76	1,81		
11 Travaux de signalisation et éclairage	0,69	0,36	1,74	1,01	0,31	0,44	0,88	0,67	0,71	0,35	0,58	0,72	0,85	0,59	1,15	1,01	1,47	1,11	0,67	0,39	1,46	0,97	0,69	0,89	11,21	0,68		
12 Tunnel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13 Travaux de signalisation ferroviaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,36	0,45	0,36	0,02
14 Travaux d'équipements urbains et paysagers	2,77	1,46	4,41	2,56	1,50	2,11	1,93	1,46	3,17	1,56	1,71	2,11	3,00	2,08	0,33	0,29	0,38	0,29	1,98	1,16	1,38	0,92	0,76	0,98	23,33	1,42		
15 Équipements centraux	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
16 Travaux de locaux techniques	0,41	0,21	0,41	0,24	-	-	0,81	0,62	0,81	0,40	-	-	0,81	0,56	0,81	0,71	0,81	0,62	0,81	0,48	0,81	0,54	0,69	0,88	7,19	0,44		
17 CEE principal - Centre Verdun	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18 CEE secondaire - Lévis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19 Travaux de pôle d'échange (Hors mandat)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20 Matériel roulant	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
21 Éléments STI	0,48	0,25	0,65	0,38	0,03	0,04	0,62	0,47	0,43	0,21	0,24	0,29	0,45	0,31	0,62	0,55	0,40	0,30	0,65	0,38	0,45	0,30	0,52	0,67	5,54	0,34		
Sous-total Travaux/Matériel Roulant	36,76	19,35	25,86	14,97	10,40	14,63	21,58	16,34	37,82	18,61	14,94	18,38	32,36	22,44	20,70	18,19	25,08	18,98	32,01	18,76	28,89	19,22	16,14	20,64	302,54	18,42		
22 Acquisition foncières	0,31	0,16	0,13	0,10	0,79	1,39	1,52	1,44	0,61	0,38	-	-	0,79	0,69	10,26	11,27	5,38	5,09	3,61	2,64	1,63	1,35	0,42	0,67	25,44	1,94		
Sous-total Travaux/Matériel Roulant/Acquisitions foncières	37,06	19,51	25,99	15,07	11,20	16,03	23,10	17,78	38,43	18,99	14,94	18,38	33,15	23,12	30,96	29,46	30,46	24,09	35,61	21,40	30,52	20,57	16,56	21,31	327,98	20,35		
23 Honoraires professionnels	5,56	2,93	3,90	2,26	1,68	2,40	3,46	2,67	5,76	2,85	2,24	2,76	4,97	3,47	4,64	4,42	4,57	3,61	5,34	3,21	4,58	3,09	2,48	3,20	49,20	3,05		
24 Allocation pour indemnisation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
25 Contingence	6,39	3,36	4,48	2,60	1,93	2,76	3,98	3,07	6,63	3,28	2,58	3,17	5,72	3,99	5,34	5,08	5,25	4,15	6,14	3,66	5,26	3,55	2,86	3,68	56,58	3,51		
Grand total (Hors taxes \$2014)	49,01	25,80	34,38	19,93	14,81	21,19	30,55	23,51	50,82	25,11	19,75	24,31	43,85	30,58	40,94	38,97	40,28	31,85	47,10	28,30	40,36	27,20	21,90	28,18	433,75	26,92		

Groupes techniques Évaluation des tracés en million de dollars 2014	Tracé Nord-Sud hors variantes en million de \$													
	1a		2		3a		4		5		6		Sous-total tracé Nord-Sud hors variantes (\$)	
	40+000 à 41+060		41+060 à 41+620		41+620 à 42+700		42+700 à 44+600		44+600 à 45+320		45+320 à 46+911		6,91	
Longueur du tronçon (KM)	1,06		0,56		1,08		1,90		0,72		1,59		6,91	
	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km
1 Travaux préparatoires	0,75	0,71	0,40	0,71	0,77	0,71	1,35	0,71	0,51	0,71	1,13	0,71	4,91	0,71
2 Traitement des sols contaminés	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 Travaux de plateforme et réseau tramway	1,00	0,94	0,55	0,98	4,61	4,20	4,73	2,45	1,72	2,35	4,02	2,49	16,62	2,37
4 Travaux de voie ferrée	4,37	4,12	1,79	3,20	4,31	3,93	5,99	3,10	2,47	3,37	5,47	3,38	24,40	3,48
5 Travaux de courant fort	1,78	1,68	1,47	2,62	1,99	1,82	2,99	1,55	1,59	2,17	2,69	1,66	12,51	1,78
6 Travaux d'ouvrages d'art	-	-	-	-	2,33	2,13	7,62	3,95	-	-	2,78	1,72	12,73	1,81
7 Travaux de déviation des réseaux souterrains	0,85	0,80	0,48	0,86	12,40	11,30	9,45	4,90	5,99	8,19	8,93	5,52	38,10	5,43
8 Travaux de stations en surface	-	-	-	-	0,10	0,09	0,41	0,21	0,10	0,14	0,30	0,19	0,91	0,13
9 Mobilier de station	-	-	-	-	0,50	0,45	2,58	1,34	0,65	0,88	1,94	1,20	5,66	0,81
10 Travaux de voiries	0,38	0,36	1,27	2,27	3,60	3,28	3,20	1,66	1,00	1,37	2,86	1,77	12,31	1,75
11 Travaux de signalisation et éclairage	-	-	-	-	2,91	2,66	1,95	1,01	1,26	1,72	1,67	1,03	7,79	1,11
12 Tunnel	96,83	91,35	56,82	101,46	3,92	3,58	-	-	-	-	-	-	157,57	22,45
13 Travaux de signalisation ferroviaire	0,89	0,84	-	-	0,51	0,46	-	-	-	-	0,36	0,22	1,75	0,25
14 Travaux d'équipements urbains et paysagers	-	-	-	-	1,91	1,74	2,21	1,14	0,19	0,26	1,45	0,90	5,76	0,82
15 Equipements centraux	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16 Travaux de locaux techniques	1,28	1,21	0,81	1,45	1,00	0,91	0,81	0,42	0,81	1,11	0,69	0,43	5,40	0,77
17 CEE principal - Centre Verdun	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18 CEE secondaire - Lévis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19 Travaux de pôle d'échange (Hors mandat)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20 Matériel roulant	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21 Éléments STI	0,40	0,38	0,17	0,30	0,27	0,25	1,06	0,55	0,22	0,30	0,76	0,47	2,89	0,41
Sous-total Travaux/Matériel Roulant	108,54	102,40	63,76	113,87	41,13	37,49	44,35	22,98	16,50	22,56	35,05	21,68	309,33	44,06
22 Acquisition foncières	-	-	-	-	-	-	1,48	0,96	11,81	20,18	3,30	2,56	16,60	2,95
Sous-total Travaux/Matériel Roulant/Acquisitions foncières	108,54	102,40	63,76	113,87	41,13	37,49	45,83	23,94	28,31	42,74	38,35	24,24	325,92	47,02
23 Honoraires professionnels	16,28	15,36	9,56	17,08	6,17	5,62	6,87	3,59	4,25	6,41	5,75	3,64	48,89	7,05
24 Allocation pour indemnisation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25 Contingence	18,72	17,66	11,00	19,64	7,09	6,47	7,91	4,13	4,88	7,37	6,62	4,18	56,22	8,11
Grand total (Hors taxes \$2014)	143,54	135,42	84,33	150,59	54,39	49,58	60,61	31,66	37,44	56,52	50,72	32,06	431,03	62,18

Groupes techniques	Tracé de Lévis															
	A1		A2		B		C		D		E		F		Sous-total tracé Lévis hors variantes (\$)	
	(73+014 à 72+160)		(72+160 à 71+020)		(71+020 à 67+620)		(67+620 à 66+520)		(66+520 à 63+980)		(63+980 à 61+100)		(61+100 à 59+273)			
	0,85		1,14		3,40		1,10		2,54		2,88		1,83		13,74	
	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km												
1 Travaux préparatoires	0,61	0,71	0,81	0,71	2,42	0,71	0,78	0,71	1,81	0,71	2,05	0,71	1,30	0,71	9,77	0,71
2 Traitement des sols contaminés	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 Travaux de plateforme et réseau tramway	3,51	4,11	2,84	2,49	8,35	2,42	2,76	2,47	6,24	2,42	7,07	2,42	4,57	2,50	35,35	2,57
4 Travaux de voie ferrée	2,70	3,16	3,34	2,93	10,31	2,99	3,56	3,19	7,74	3,00	8,69	2,97	5,87	3,21	42,21	3,07
5 Travaux de courant fort	1,72	2,01	0,96	0,85	4,62	1,34	1,93	1,72	3,02	1,17	4,20	1,44	3,48	1,90	19,93	1,45
6 Travaux d'ouvrages d'art	18,50	21,66	-	-	0,81	0,09	1,02	0,91	9,72	3,77	0,25	0,09	-	-	30,30	2,21
7 Travaux de déviation des réseaux souterrains	2,14	2,50	4,12	3,61	27,73	8,03	11,46	10,26	19,07	7,39	26,81	9,17	17,36	9,50	108,70	7,91
8 Travaux de stations en surface	0,10	0,12	-	-	0,20	0,06	0,30	0,27	0,10	0,04	0,20	0,07	0,41	0,22	1,32	0,10
9 Mobilier de station	0,50	0,58	-	-	1,29	0,37	1,94	1,73	0,65	0,25	1,29	0,44	2,58	1,41	8,24	0,60
10 Travaux de voiries	1,54	1,80	4,85	4,25	10,74	3,11	3,64	3,26	7,60	2,94	8,96	3,06	6,49	3,55	43,82	3,19
11 Travaux de signalisation et éclairage	0,47	0,56	0,57	0,50	1,36	0,39	0,70	0,63	1,27	0,49	1,34	0,46	1,09	0,60	6,80	0,49
12 Tunnel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13 Travaux de signalisation ferroviaire	-	-	-	-	0,28	0,08	-	-	-	-	-	-	0,36	0,19	0,64	0,05
14 Travaux d'équipements urbains et paysagers	-	-	0,28	0,24	0,82	0,24	0,34	0,30	0,42	0,16	0,75	0,26	0,47	0,26	3,07	0,22
15 Equipements centraux	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16 Travaux de locaux techniques	0,41	0,48	-	-	1,10	0,32	0,41	0,36	0,41	0,16	1,22	0,42	1,91	1,05	5,44	0,40
17 CEE principal - Centre Verdun	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18 CEE secondaire - Lévis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19 Travaux de pôle d'échange (Hors mandat)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20 Matériel roulant	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21 Eléments STI	0,51	0,59	0,11	0,10	0,62	0,18	0,68	0,61	0,38	0,15	0,59	0,20	0,95	0,52	3,84	0,28
Sous-total Travaux/Matériel Roulant	32,70	38,29	17,88	15,68	70,65	20,31	29,52	26,42	58,43	22,65	63,43	21,68	46,83	25,63	319,45	23,25
22 Acquisition foncières	-	-	-	-	0,31	0,01	2,74	3,07	0,87	0,42	1,02	0,43	1,33	0,73	6,28	0,46
Sous-total Travaux/Matériel Roulant/Acquisitions foncières	32,70	38,29	17,88	15,68	70,96	20,32	32,26	29,49	59,30	23,07	64,46	22,11	48,17	26,36	325,73	23,70
23 Honoraires professionnels	4,90	5,74	2,68	2,35	10,64	3,05	4,84	4,42	8,90	3,46	9,67	3,32	7,23	3,95	48,86	3,56
24 Allocation pour indemnisation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25 Contingence	5,64	6,60	3,08	2,71	12,24	3,50	5,57	5,09	10,23	3,98	11,12	3,81	8,31	4,55	56,19	4,09
Grand total (Hors taxes \$2014)	43,24	50,64	23,64	20,74	93,85	26,87	42,67	39,00	78,43	30,51	85,24	29,25	63,70	34,87	430,78	31,35

Groupes techniques	Tracé Est-Ouest												Tracé Nord-Sud								Pont de Québec				Tracé-Lévis				
	1a		1b		8a		8b		9a		9b		1a		1b		3a		3b		1a		1b		A2		A2		
	Deux voies banales		2 voies banales et 1 voie réversible		Sans acquisition + Station Langellier au Sud		Acquisition ± 4 m et Station Langellier au Sud		1 voie tram sur Dorchester et Couronne		2 voies tram sur Dorchester		Variantes		Variantes		1 voie tram sur Dorchester et Couronne		2 voies tram sur Dorchester		2 voies banales		2 voies banales et 1 réversible		Variante axiale		Variante bilatérale		
	(20+000 à 21+900)		(20+000 à 21+900)		(29+820 à 30+940)		(29+820 à 30+940)		(30+940 à 32+240)		(30+940 à 32+240)		40+000 à 41+060		40+000 à 41+060		41+620 à 42+700		41+620 à 42+700		0+000 à 0+987		0+000 à 0+987		(72+160 à 71+020)		(72+160 à 71+020)		
Longueur du tronçon (KM)		1,90		1,90		1,12		1,12		1,30		1,30		1,06		1,06		1,08		1,08		0,99		0,99		0,99		0,99	
	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km	M\$	M\$/km	
1 Travaux préparatoires	0,77	0,41	0,77	0,41	0,80	0,71	0,80	0,71	0,92	0,71	0,92	0,71	0,75	0,71	0,75	0,71	0,77	0,71	0,77	0,71	0,40	0,41	0,40	0,41	0,81	0,82	0,81	0,82	
2 Traitement des sols contaminés	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3 Travaux de plateforme et réseau tramway	4,90	2,58	4,90	2,54	2,93	2,58	2,93	2,58	3,30	2,50	3,30	2,50	1,00	0,94	1,40	1,32	4,61	4,20	2,83	2,58	1,56	1,58	1,88	1,71	2,84	2,88	4,50	4,58	
4 Travaux de voie ferrée	5,68	2,99	5,68	2,94	3,28	2,88	3,28	2,88	4,41	3,34	4,41	3,34	4,37	4,12	4,30	4,06	4,31	3,93	4,28	3,90	1,91	1,94	1,91	1,94	3,34	3,38	3,34	3,38	
5 Travaux de courant fort	2,54	1,34	2,48	1,27	2,05	1,80	2,05	1,80	2,26	1,71	2,26	1,71	1,78	1,88	1,78	1,88	1,99	1,82	1,99	1,82	0,85	0,86	0,85	0,86	0,96	0,98	0,96	0,98	
6 Travaux d'ouvrages d'art	10,73	5,65	11,85	6,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,33	2,13	2,23	2,04	-	-	-	-	-	-	-	-	
7 Travaux de déviation des réseaux souterrains	3,56	1,88	3,56	1,85	3,76	3,31	4,85	4,09	6,63	5,02	6,63	5,02	0,85	0,80	4,66	4,40	12,40	11,30	6,13	5,58	-	-	-	-	4,12	4,17	2,84	2,88	
8 Travaux de stations en surface	0,20	0,11	0,20	0,11	0,30	0,27	0,30	0,27	0,19	0,15	0,19	0,15	-	-	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	
9 Mobilier de station	1,85	0,87	1,65	0,85	1,94	1,70	1,94	1,70	1,14	0,87	1,14	0,87	-	-	0,65	0,61	0,50	0,45	0,50	0,45	-	-	-	-	-	-	-	-	
10 Travaux de voies	2,38	1,25	3,06	1,59	2,72	2,39	3,16	2,78	3,15	2,39	3,15	2,39	0,38	0,36	1,34	1,26	3,60	3,28	4,02	3,66	-	-	-	-	4,85	4,91	4,34	4,40	
11 Travaux de signalisation et éclairage	0,89	0,36	0,78	0,40	1,15	1,01	1,15	1,01	1,47	1,11	1,47	1,11	-	-	0,43	0,41	2,91	2,66	1,83	1,67	0,12	0,12	0,12	0,12	0,57	0,57	0,20	0,21	
12 Tunnel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13 Travaux de signalisation ferroviaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14 Travaux d'équipements urbains et paysagers	2,77	1,46	3,62	1,88	0,33	0,29	0,33	0,29	0,38	0,29	0,38	0,29	-	-	-	-	1,91	1,74	1,04	0,95	-	-	-	-	0,28	0,28	0,29	0,30	
15 Équipements centraux	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16 Travaux de locaux techniques	0,41	0,21	0,41	0,21	0,81	0,71	0,81	0,71	0,81	0,62	0,81	0,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17 CEE principal - Centre Verdun	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18 CEE secondaire - Lévis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19 Travaux de pôle d'échange (Hors mandat)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20 Matériel roulant	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21 Éléments STI	0,48	0,25	0,48	0,25	0,62	0,55	0,62	0,55	0,40	0,30	0,40	0,30	0,40	0,38	0,44	0,42	0,27	0,25	0,30	0,28	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,11	0,12	
Sous-total Travaux/Matériel Roulant	35,76	19,35	39,41	20,42	26,70	18,19	22,03	19,36	25,08	18,68	25,08	18,68	108,54	102,40	115,96	109,40	41,13	37,49	31,45	28,67	4,92	4,99	5,06	5,12	17,88	18,11	17,40	17,63	
22 Acquisition foncières	0,31	0,16	0,31	0,20	10,26	11,27	21,34	23,45	5,38	5,09	5,38	5,09	-	-	-	-	-	-	3,90	4,45	-	-	-	-	-	-	0,01	0,01	
Sous-total Travaux/Matériel Roulant/Acquisitions foncières	37,06	19,51	39,72	20,62	36,96	29,46	43,37	42,81	30,46	24,09	30,46	24,09	108,54	102,40	115,96	109,40	41,13	37,49	35,35	29,11	4,92	4,99	5,06	5,12	17,88	18,11	17,41	17,64	
23 Honoraires professionnels	5,56	2,93	5,96	3,09	4,84	4,42	6,51	6,42	4,57	3,61	4,57	3,61	18,28	15,36	17,39	16,41	6,17	5,62	5,30	4,97	-	-	-	-	2,68	2,72	2,61	2,65	
24 Allocation pour indemnisation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25 Contingence	6,39	3,36	6,85	3,56	5,34	5,08	7,48	7,39	5,25	4,15	5,25	4,15	18,72	17,66	20,00	18,87	7,09	6,47	6,10	5,71	0,85	0,86	0,87	0,88	3,08	3,12	3,00	3,04	
Grand total (Hors taxes \$2014)	49,01	25,80	52,63	27,27	40,94	38,97	67,35	66,62	40,28	31,85	40,28	31,85	143,54	135,42	153,36	144,88	54,39	49,59	46,75	43,79	6,51	6,60	6,69	6,78	23,64	23,95	23,03	23,33	