



Étude de faisabilité technique du tramway de Québec et de Lévis



Dossier P-12-600-04

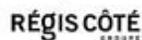
Consortium Tramway Québec-Lévis



SNC-LAVALIN



et ses partenaires



Intitulé du document
1^{ER} SOUS-LIVRABLE 1.2 – IDENTIFICATION DES CRITÈRES DE CONCEPTION VOLET – VOIRIE, CHAUSSÉE, AQUEDUC ET ÉGOUT, UTILITÉS PUBLIQUES ET AMÉNAGEMENT

Numéro du document	Révision
610879-0200-4GEC-0001	01

PRINCIPAUX COLLABORATEURS AU RAPPORT :

GÉLINAS André

GENDREAU André

MARCOTTE, Pierre

INKEL Michel

MORAIS Philippe

TREMBLAY Denis

DORVAL Véronique

SCHAILLÉE Nathalie

HALLÉ, Stéphane

VÉRIFIÉ PAR : Stéphane Hallé

APPROUVÉ PAR : André Gendreau

NUMÉRO DU DOCUMENT :		610879-0200-4GEC-0001
REV.	DATE	TYPE DE RELÂCHE
PA	2012/11/06	Édition préliminaire pour commentaires internes au Consortium
PB	2013/01/23	Édition préliminaire au RTC
PC	2013/02/19	Édition préliminaire au RTC
00	2013/05/30	Émission finale au RTC
01	2013/06/05	Émission finale au RTC

TABLE DES MATIÈRES

GLOSSAIRE	9
DÉFINITIONS	10
1 INTRODUCTION	12
1.1 OBJECTIF DU PRÉSENT SOUS-LIVRABLE	12
Principes généraux d'insertion du tramway.....	13
1.2 STRUCTURE DU PRÉSENT SOUS-LIVRABLE	15
2 NORMES APPLICABLES ET RÉFÉRENCES	17
2.1 NORMES QUÉBÉCOISES	17
2.2 LIMITATIONS ET AUTRES RÉFÉRENCES ET GUIDES UTILISÉS.....	18
3 CRITÈRES DE CONCEPTION GÉOMÉTRIQUES	20
3.1 DIMENSIONS VOIRIES, TROTTOIRS ET PISTES CYCLABLES	20
3.2 GÉOMÉTRIE	21
3.3 CONTRAINTES DE GABARIT	22
3.4 SÉPARATEUR TRAMWAY / VOIRIE	22
Généralités	22
Uniquement visuels	23
Franchissables.....	23
Semi-franchissables	23
Infranchissables.....	25
4 CRITÈRES DE CONCEPTION POUR LES ÉLÉMENTS AU-DESSUS DE LA CHAUSSÉE	28
4.1 LIGNES AÉRIENNES	28
4.2 PANNEAUX DE SUPERSIGNALISATION	28
4.3 LUMINAIRES.....	30
4.4 OUVRAGES D'ART (PONTS, VIADUCS, PASSERELLE PIÉTONNIÈRE).....	30
5 CRITÈRES DE CONCEPTION POUR LES ÉLÉMENTS AU SOL	31
5.1 INFRASTRUCTURES ET AMÉNAGEMENTS URBAINS	31
Bordure de trottoir ou de terre-plein	31
Trottoir 31	
Terre-plein	31
Piste cyclable	31
Chaussée.....	31
Entrées privées et stationnements commerciaux.....	32
Débarcadères (aires de livraison).....	33
Gestion des accès	33
Glissière de sécurité en béton	33
Glissière de sécurité (semi-rigide)	34
Cabinet de distribution électrique	34
Poteau électrique	35
Poteau d'incendie	35
Boîte aux lettres	36
Enseigne commerciale	36
Parcomètre	36

	Aménagement paysager.....	36
	Parois de rocs, murs de soutènement.....	36
5.2	MODE DE GESTION DE LA CIRCULATION	36
	Mode de gestion de la circulation aux carrefours.....	37
	Aménagements pour piétons et cyclistes	40
	Panneaux de signalisation.....	49
	Marquage et texture de la chaussée	51
5.3	AMÉNAGEMENTS EN FAVEUR DE L'ACCESSIBILITÉ UNIVERSELLE	55
5.4	ARRÊTS ET ABRIS POUR AUTOBUS.....	57
6	ÉLÉMENTS SOUTERRAINS	62
6.1	INFRASTRUCTURES SOUTERRAINES	62
	Conduite et vanne d'aqueduc.....	62
	Conduite d'égout sanitaire ou unitaire	62
	Conduite d'égout pluvial	62
	Regard, puisard, réceptacle et caniveau	62
	Poste de pompage.....	63
	Poste de purgeur d'air (aqueduc)	63
	Conduits de services d'utilités publiques (Hydro-Québec, Bell, Vidéotron, fibre optique)	63
	Multitubulaire	63
	Conduites de gaz.....	63
	Conduits pour l'éclairage et pour les signaux lumineux	64
6.2	STRUCTURES SOUTERRAINES.....	64
7	SYNTHÈSE	65

LISTE DES FIGURES :

Figure 1 :	Exemples de séparateurs franchissables.....	23
Figure 2 :	Exemples de séparateurs semi-franchissables.....	24
Figure 3 :	Exemples de séparateurs infranchissables.....	25
Figure 4 :	Détail des glissières de sécurité en béton de type New-Jersey	34
Figure 5 :	Lentille permettant d'afficher les phases exclusives pour les tramways	39
Figure 6 :	Exemple de bollards à Melbourne.....	43
Figure 7 :	Exemple de signalisation à un carrefour géré par des feux de circulation	46
Figure 8 :	Exemples de signalisation à un carrefour dont la circulation est gérée uniquement sur l'axe secondaire	46
Figure 9 :	Mode de gestion de la circulation aux traversées de deux voies (deux directions) de tramway lorsqu'aucun autre mode de gestion n'est existant.....	47
Figure 10 :	Signalisation de traverse pour personne en tronçon à proscrire.....	48
Figure 11 :	Interdiction de traverser une voie de tramway	48
Figure 12 :	Exemple de signalisation d'affectation des voies	50
Figure 13 :	Exemple de logo pour tramway.....	51
Figure 14 :	Marquage à proscrire au droit des traverses pour personnes des voies pour tramway.....	53
Figure 15 :	Exemples de marquages au sol sur la plateforme tramway (Bordeaux, France et Bruxelles, Belgique)	54
Figure 16 :	Exemple d'implantation d'une BEV en milieu urbain et exemple spécifique pour la traversée de voies de tramways.....	56
Figure 17 :	Exemples d'aménagement d'arrêt de bus axial.....	59
Figure 18 :	Échange Bus / tramway à Lyon (France)	59

Figure 19 : Exemples d'aménagement d'arrêt de bus latéral	60
Figure 20 : Échanges bus / tramway au Mans (France)	61
Figure 21 : Coupe d'insertion à niveau et souterraine – tramway en situation axiale	66
Figure 22 : Coupe d'insertion à niveau et souterraine – tramway en situation latérale	67

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 1 : Normes québécoises applicables à l'insertion d'un tramway dans les Villes de Québec et de Lévis	17
Tableau 2 : Hypothèses relatives à la voirie, aux trottoirs et aux pistes cyclables.....	20
Tableau 3 : Composition type de structure de voirie routière.....	32
Tableau 4 : Dimensions des chambres annexes	35
Tableau 5 : Modes de gestion de la circulation aux carrefours à envisager avec l'insertion d'un tramway.....	37
Tableau 6 : Traversées pour piétons et cyclistes	41
Tableau 7 : Différents cas applicables pour la gestion de la circulation piétonne en tronçon ou à un carrefour	42
Tableau 8 : Marquage préconisé selon différents cas*	52
Tableau 9 : Recommandation de l'aménagement des arrêts d'autobus le long du tracé du tramway.....	57

GLOSSAIRE

Abréviations	Définitions
BEV	Bandes d'éveil de vigilance
BNQ	Bureau de Normalisation du Québec
CEE	Centre d'exploitation et d'entretien
CERIU	Centre d'expertise et de recherches en infrastructures urbaines (Québec)
CERTU	Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (France)
DJMA	Débit journalier moyen annuel (de véhicules routiers)
GLO	Gabarit Limite d'Obstacle
LAC	Ligne aérienne de contact
MTQ	Ministère des Transports du Québec
RTC	Réseau de transport de la Capitale
TCRP	Transit Cooperative Research Program (États-Unis)
STLévis	Société de transport de Lévis
VÀDFR	Virage à droite au feu rouge

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'auto-partage, un stationnement pour vélo ou un regroupement total ou partiel de toutes ces fonctions.
Gabarit vertical sous ouvrage :	Hauteur entre le plan de roulement et le dessous de l'ouvrage.
Grave-bitume :	Grave (mélange, naturel ou non, à granularité continue, de cailloux, de graviers et de sable, avec parfois des particules plus fines) traitée dans laquelle le liant est du bitume; la grave-bitume est fabriquée dans un poste d'enrobage.
Lit de pose :	Mince couche de matériaux granulaires sur laquelle sont déposés les matériaux.
Position axiale :	La plateforme du tramway se trouve avec des voies automobiles de chaque côté.
Position latérale :	La plateforme du tramway se trouve le long de l'emprise ou d'un trottoir et une ou plusieurs voies automobiles d'un seul côté.
Saillie :	Partie qui avance, qui dépasse le plan, l'alignement.
Site propre :	Les voies du tramway sont exclusivement utilisées par le tramway.
Site mixte :	Une des deux voies du tramway est utilisée par les véhicules particuliers (VP, PL, BUS).
Site banal :	Les deux voies du tramway sont utilisées par les véhicules particuliers.
Sous-fondation	Couche d'emprunt granulaire choisi, placée sur l'infrastructure.
Station :	Point d'embarquement ou de débarquement des usagers du tramway le long du tracé.

- Suspente : Tige ou pièce métallique toujours verticale soutenant, par effet de traction, une masse suspendue.
- Tracé : Infrastructures spécifiques et nécessaires pour l'opération du tramway.

1 INTRODUCTION

1.1 OBJECTIF DU PRÉSENT SOUS-LIVRABLE

L'objectif de ce sous-livrable est de préciser les critères de conception, en termes de voirie, chaussée, aqueduc et égouts, utilités publiques et aménagement, qui sont appliqués lors de l'exercice d'insertion du tramway faite par le Consortium du lot 1 de l'*Étude de faisabilité technique du tramway de Québec et de Lévis*.

Au *Livrable 1.1* du présent mandat, un exercice d'insertion préliminaire du tramway a été fait selon certaines hypothèses et normes de conceptions relatives à la voirie (voir *sous-Livrable 1 du Livrable 1.1 – Note d'hypothèses générales*, version du 4 septembre 2012). Ces hypothèses sont rappelées dans le présent sous-livrable, toutefois, elles se devaient d'être approfondies et complétées dans le but de préciser la faisabilité de l'insertion du tramway. En effet, le but du *Livrable 1.2 – Technologie et insertion* (incluant l'ensemble de ses sous-livrables, dont le présent sous-livrable 1 du livrable 1.2) est de réaliser une insertion détaillée sur l'ensemble des tracés du tramway. Une définition précise des critères de conception, touchant plusieurs domaines techniques, doit être faite : voirie (géométrie), chaussée (éléments au-dessus de la chaussée et au sol, incluant les modes de gestion de la circulation de l'ensemble des usagers), aqueduc et égout, utilités publiques, aménagement.

La réflexion quant à définir des critères de conception sur l'ensemble de ces éléments est faite et exposée dans le présent sous-livrable, sur l'espace qui se trouve dans l'emprise du projet de tramway, soit de façade à façade, que ce soit une insertion axiale ou latérale du tramway. La réflexion se fait ici pour le cas « idéal » c'est-à-dire sans contrainte spécifique d'espace. Lors de l'exercice d'insertion réel tout le long du tracé, qui est en cours de réalisation dans le *Livrable 1.2*, ce cas « idéal » est adapté selon les contraintes présentes aux différents endroits, tout le long des 36,6 kilomètres de tracé du tramway de Québec et de Lévis. En cela, les critères de conception énoncés dans le présent livrable constituent un cadre de référence avec lequel le travail d'insertion plus détaillé du tramway a débuté dans la présente étude.

En fait, le défi que pose l'exercice d'insertion du tramway dans les différents milieux traversés tout le long du réseau reposera sur la nécessité d'intégration de la planification du tracé et de l'aménagement du corridor du tramway aux projets urbains en cours et en devenir d'ici sa mise en œuvre.

Ainsi, bien que l'aménagement du corridor du tramway doive mettre en lumière une partie de design et une signature propres en termes d'aménagement de surface, de mobilier urbain, d'affichage pour être facilement reconnaissable dans l'agglomération urbaine, il se peut que des ajustements particuliers doivent être nécessaires pour refléter la planification et/ou la spécificité territoriale des différents milieux.

Dans ce contexte, le cadre de planification urbaine, entre autre établi dans les différents programmes particuliers d'urbanisme en vigueur dans les milieux urbains traversés, servira de point de repère :

- pour intégrer la planification des transports à la planification urbaine;

- pour prendre en compte l'évolution probable de l'utilisation du sol sur les terrains situés en bordure immédiate du tracé du tramway et en tenir compte dans son insertion, minimisant ainsi les impacts du projet et les mesures d'atténuation;
- pour arrimer le langage architectural du corridor du tramway à l'aménagement projeté du domaine public.

À titre indicatif, les études suivantes devront être prises en compte dans l'aménagement du corridor du tramway et dans son insertion :

Pour la ville de Lévis :

- le schéma d'aménagement et de développement;
- le plan d'urbanisme de la Ville;
- le programme particulier du noyau urbain central (secteur des crans);
- Projet BHNS : l'étude d'opportunité, d'impacts et d'avant-projet pour l'implantation de mesures prioritaires pour le transport collectif sur le boulevard de la Rive-Sud entre le chemin du Sault et la route Mgr.-Bourget.

Pour la ville de Québec :

- le plan directeur d'aménagement et de développement de la Ville (PDAD);
- le programme particulier d'urbanisme au plateau centre de Sainte Foy;
- le programme particulier d'urbanisme de la colline parlementaire;
- le programme particulier d'urbanisme « Entrée de ville du Quartier Saint-Roch »;
- le programme particulier d'Estimauville;
- les plans d'écoquartiers de la pointe d'Estimauville et de la Pointe aux Lièvres.

Les éléments étudiés dans le présent sous-livrable couvrent les éléments sur la chaussée (excluant les éléments aériens notamment relatifs à la LAC qui seront couverts par le *Livrable 1.3 – Modes d'alimentation du système*), les éléments au sol et les éléments souterrains (services).

Ces aspects sont abordés ici uniquement en ce qui a trait à la voirie le long du tracé proposé et non à la plateforme du tramway, ni aux stations et pôles d'échange du tramway : les normes et critères de conception relatifs à ces sections sont abordés dans le *3^e sous-livrable du Livrable 1.2 – Plateforme, stations et pôles d'échange*.

Il est à noter que deux aspects du présent sous-livrable seront détaillés ultérieurement, notamment :

- certains éléments fins concernant l'aménagement paysager, soit plus précisément les éléments de langage architectural d'aménagement suggérés pour le réaménagement de façade à façade des corridors traversés par le tramway;
- les éléments de conception de structures souterraines (tunnels) pour le tramway.

Principes généraux d'insertion du tramway

Avant de traiter plus en détail les différents critères de conception applicables à la géométrie et à l'aménagement de surface et des éléments au-dessus ou au-dessous de la chaussée, il importe de mettre en lumière certains principes généraux qui ont guidé l'insertion détaillée du tramway dans les milieux traversés et particulièrement la localisation des stations :

La priorité au tramway

La régularité et la vitesse commerciale permettant des gains de temps notables sur les déplacements des usagers du tramway sont primordiales en termes d'attractivité de ce mode de transport. Le site propre et la priorité absolue aux carrefours à feux pour le tramway s'imposent donc pour atteindre les cibles ambitieuses de transfert modal pour 2030 fixées dans le Plan de mobilité durable; soit de doubler la part modale du transport en commun à Québec et Lévis.

Le partage des emprises

L'insertion du tramway et des stations se fait en tenant compte de façon prioritaire de l'emprise actuellement disponible de façade à façade, et présuppose le partage des emprises existantes entre les différents modes de transport et fonctionnalités, et nécessairement la re-définition d'une utilisation optimale de l'emprise. Le partage des emprises permet également de limiter l'acquisition de terrains pour assurer l'insertion du tramway.

L'intégration multimodale

La localisation des stations et le tracé du tramway sont conçus dans l'optique de favoriser le transfert intermodal, sous toutes ses formes, que ce soit du transport actif (marche, vélo) ou à partir diverses alternatives de transport en commun (autobus, BHNS, train) vers le tramway.)

La sécurité du piéton –usager

Qu'il provienne ou non d'autres moyens de transport, l'usager du tramway est d'abord un piéton, et c'est l'analyse des déplacements piétons qui doit guider la localisation des stations. En conséquence, l'insertion des stations s'est inspirée de la localisation des générateurs de déplacements, des itinéraires et traverses piéton existantes ou nécessaires. Par conséquent, là où requis, nous avons privilégié aménager des traverses de piétons aux intersections plutôt que des voies de refuge pour virages à gauche ou à droite.

L'insertion de la plateforme

- la position axiale de la plateforme favorise la vitesse du tramway, facilite la circulation et la desserte des riverains en ce qui concerne les accès aux propriétés. La position axiale est donc à favoriser sauf dans les séquences où il y a peu ou pas de riverains ou encore dans le cas d'une voie à sens unique;
- la position latérale est à éviter dans les secteurs où il y a accès aux propriétés;
- la position bilatérale présente de nombreux inconvénients et est donc à éviter.

L'insertion des stations

La solution à quais latéraux face à face est la solution de base de par ses avantages soit :

- simplification pour les voyageurs avec un quai par direction;
- convivialité de l'entité station formant un ensemble isolé de la voirie, tournée vers le tramway;
- confort du tracé du tramway en alignement droit;
- facilité pour quitter le quai en sécurité le quai formant l'îlot piéton.

Si cette solution n'est pas possible, on privilégiera dans l'ordre la solution à quai centrale, la solution à quais latéraux décalés.

La synergie et la contribution à la dynamique urbaine

Le tracé du tramway et la localisation des stations doivent profiter à la ville, à la revitalisation des milieux et à la dynamisation de l'activité économique. En particulier, la localisation des stations a été choisie dans l'esprit de contribuer à la vie urbaine et à l'activité économique des établissements riverains.

Le développement des milieux riverains

L'insertion du tramway en milieu construit doit éviter de déstructurer la trame et assurer le développement ou le redéveloppement des terrains riverains de manière économique, efficace et durable.

La mise en valeur des milieux

Les impacts associés à l'insertion du tramway en milieu urbain dense doivent être atténués. Dans cet esprit, diverses stratégies de mise en valeur des milieux ont été intégrées au projet de construction d'infrastructures.

1.2 STRUCTURE DU PRÉSENT SOUS-LIVRABLE

Le présent sous-livrable est structuré comme suit :

- énumération des **normes applicables pour la Ville de Québec et la Ville de Lévis, à l'insertion du tramway**, en matière de voirie, chaussée, réseaux souterrains (aqueduc et égouts), utilités publiques et aménagement, ainsi que la liste des autres principales références utilisées dans le présent livrable;
- critères de conception **géométriques** : dimensions des voiries, trottoirs et pistes cyclables, géométrie de la chaussée, gabarit vertical sous ouvrage et séparateurs tramway / voirie;
- critères de conception en termes **d'éléments sur la chaussée** : lignes aériennes, panneaux de supersignalisation, luminaires et ouvrages d'art;
- critères de conception en termes **d'éléments au sol**, incluant des éléments d'infrastructure, des éléments relatifs aux modes de gestion de la circulation (feux, panneaux de signalisation, marquages) de l'ensemble des usagers (piétons,

- cyclistes, véhicules, tramway), aménagements en faveur de l'accessibilité universelle, abris et arrêts pour autobus le long du tracé du tramway;
- critères de conception en termes **d'éléments souterrains** :
 - infrastructures souterraines, incluant : aqueduc, égouts, regards, puisards, postes de pompage, postes de purgeur d'air, conduits de services d'utilités publiques, multitubulaire, isolant rigide;
 - critères de conception en termes de **structures souterraines** : l'importance de ces critères pour la présente étude est citée ici, toutefois la définition de critères de conception pour des tunnels pour tramways sera traitée dans une note technique indépendante;
 - et, finalement, une **synthèse** des principaux critères de conception considérés pour l'exercice d'insertion du tramway est faite, incluant une représentation sous forme de coupes des cas « idéaux » où ces critères sont appliqués.

2 NORMES APPLICABLES ET RÉFÉRENCES

Ce chapitre présente tout d'abord les normes applicables aux Villes de Québec et de Lévis, en lien avec l'insertion d'un tramway. Ensuite, des références supplémentaires, utilisées dans le présent livrable, sont citées.

2.1 NORMES QUÉBÉCOISES

Le tableau suivant énumère les normes actuellement applicables aux Villes de Québec et de Lévis, pour l'insertion d'un tramway, en termes de voirie, réseaux aqueduc et égouts, éclairage, réseaux électriques et téléphonie souterrains, signaux lumineux, signalisation routière, distribution du gaz naturel et aménagement.

Tableau 1 : Normes québécoises applicables à l'insertion d'un tramway dans les Villes de Québec et de Lévis

Voirie, réseaux aqueduc et égouts
Normes MTQ; Collection de normes ouvrages routiers Tome I à VIII.
Ville de Québec - Guide de conception géométrique des rues de la ville de Québec. 1 ^{re} édition, janvier 2008.
Ville de Québec – Devis des clauses techniques générales – Volume 1 – Conduites d'eau potable, égouts et voirie – D2-001/4.
Ville de Lévis – Normes et Procédures, Travaux de construction, réfection et prolongement de réseau de conduite d'eau potable, d'égouts, de voirie, d'éclairage public et d'utilités publiques. Édition 2011.
Devis normalisés techniques, BNQ 1809-300/2004 (R 2009) Travaux de construction – Clauses techniques générales – Conduites d'eau potable et d'égout.
Réseaux électriques et téléphonie souterrains
Normes pour réseaux d'électricité souterrain tension < 735kVA, téléphonie et câble.
B.41.21 Tome 1 – Hydro Québec Norme de construction - Réseau souterrain - construction civil.
CSA C22.3 no 7-94 Réseaux souterrains.
Normes de construction, réseau aérien, B. 41.11.
Éclairage, signalisation routière et aux signaux lumineux
Ouvrage routier, normes du Ministère des Transports du Québec, Tome V, Signalisation routière, chapitres 1 (dispositions générales), 2 (Prescription), 3 (Danger), 5 (Indication), 6 (Marques sur la chaussée) et 8 (Signaux lumineux).
Ouvrage routier, normes du Ministère des Transports du Québec, Tome III, Ouvrages d'art, chapitre 6 (Structure de signalisation, d'éclairage et de signaux lumineux).
Chapitre 4 du Guide de conception géométrique des rues de la ville de Québec, 1 ^{er} édition, janvier 2008.

Ville de Québec - Prescriptions pour l'éclairage public et les signaux lumineux D2-008/6.
Ville de Québec - Devis des clauses techniques générales – Volume 2 - Éclairage public et signaux lumineux D2-002/3.
Service d'électricité en basse tension, Norme E.21-10, 9ième édition, Mise à jour décembre 2008, Hydro-Québec.
Distribution du gaz naturel
CAN/CSA-Z662-11, Oil and gas pipeline systems.
Normes particulières de Gaz Métro relatives à l'implantation des réseaux.
Aménagement
Règlements d'urbanisme et plans de zonage des Villes de Québec et de Lévis

2.2 LIMITATIONS ET AUTRES RÉFÉRENCES ET GUIDES UTILISÉS

Le tableau précédent ne couvre pas l'ensemble des services et infrastructures touchés par l'insertion d'un tramway. En effet, les points suivants n'y sont pas cités, car les recherches effectuées ont montré qu'il n'y avait pas de norme particulière qui s'applique au Québec :

- Bell Canada : il y a production de plans pour les structures;
- normes incendie : est jugé au cas par cas par le service des incendies de la Ville de Québec;
- le code de la route actuellement en vigueur au Québec ne traite pas spécifiquement des véhicules de type tramways. Une ambiguïté demeure quant au statut routier de ce type de véhicule et des règles de priorité qui en découlent, notamment par rapport aux piétons.

Aussi, les références suivantes ont été consultées et sont utilisées dans l'insertion du tramway faite dans la présente étude :

- Guide canadien de conception géométrique des routes de l'ATC (Association des Transports du Canada);
- Guide d'aménagement de voirie pour les transports collectifs - CERTU - Janvier 2000;
- Guide technique pour la construction des canalisations directement enfouies en tranchée commune CERIU;
- Devis civil résidentiel normalisé CERIU – Projet de prolongement d'une ligne souterraine;
- Guide d'ingénierie civile et d'intégration CERIU – Projet de prolongement d'une ligne de distribution souterraine;
- Traffic Controls for Highway-Light, Manuel on Uniform Traffic Control Devices, édition décembre 2000, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration;

- Integration of Light Rail Transit Into City Streets, Transit Cooperative Research Program, Transportation Research Board, chapitre 17, édition 1996;
- Sécurité routière en milieu urbain, Les piétons, Colloque sur l'aménagement de voirie et la mobilité durable, Metz, 22 septembre 2008;
- Les cheminements des personnes aveugles et malvoyantes, Recommandations pour les aménagements de voirie, CERTU, Fiche no3, juillet 2010;
- Première conférence franco-chinoise sur les systèmes de transports urbains durables - Transport à haut niveau de service, CERTU, BERTRAND, Dominique et RAMBAUD, François (http://www.urba2000.com/club-ecomobilite-DUD/IMG/pdf/THNS_et_espace_public_-aspects_techniques.pdf);
- Guide pratique d'accessibilité universelle, CIRRIIS, Institut de réadaptation en déficience physique de Québec, Ville de Québec (http://www.ville.quebec.qc.ca/citoyens/propriete/amenagements_adaptes.aspx);
- Plan de développement pour améliorer l'accessibilité du transport en commun régulier à Québec, RTC (27 mars 2012, <http://www.rtcquebec.ca/Services/Services/tabid/426/Default.aspx>).

3 CRITÈRES DE CONCEPTION GÉOMÉTRIQUES

Le présent chapitre couvre la définition des critères de conception, appliqués dans l'exercice d'insertion du tramway de la présente étude, en matière de : dimensions des voiries, trottoirs et pistes cyclables, géométrie, gabarit vertical sous ouvrage et séparateurs voirie / tramway.

3.1 DIMENSIONS VOIRIES, TROTTOIRS ET PISTES CYCLABLES

Pour rappel, les hypothèses¹ en matière de dimensions des voiries, des trottoirs et des pistes cyclables, sont reprises ici au tableau suivant et sont complétées et appliquées dans l'exercice d'insertion du tramway dans le *Livrable 1.2*. Ces paramètres respectent les normes citées au chapitre précédent. Toutefois, compte tenu des situations existantes, des largeurs minimums ont été retenues.

Tableau 2 : Hypothèses relatives à la voirie, aux trottoirs et aux pistes cyclables

DESCRIPTION	DIMENSIONS (EN METRE)
Trottoir	3,00 m correspondant soit à : <ul style="list-style-type: none"> • 1,75 m + 1,25 m pour mobilier urbain et éclairage (si nécessaire); • 2,00 m + 1,00 m en présence de réseaux de services enfouis.
Minimum	2,00 m
Deux voies de circulation dans le même sens :	
Artère principale	7,50 (3,50 + 4,00)
Artère secondaire	7,00 (3,35 + 3,65)
Collectrice principale	6,75 (3,25 + 3,50)
Locale principale industrielle	7,50 (3,50 + 4,00)
Minimum	6,00 (3,00 + 3,00)
Deux voies de circulation en sens inverse du même côté de la plateforme tramway :	
Collectrice secondaire	7,50 (2 x 3,75)

¹ Voir sous-Livrable 1 du Livrable 1.1 – Note d'hypothèses générales en date du 4 septembre 2012, équivalente à la version soumise dans l'Annexe A du Livrable 1.1 en date du 1 novembre 2012.

Locale principale résidentielle	6,50 (2 x 3,25)
Locale secondaire résidentielle	10,00 (2 x 5,00 incluant 2 bandes cyclables)
Locale tertiaire résidentielle	9,00 (2 x 4,50 incluant 2 bandes cyclables)
Locale secondaire industrielle	7,50 (2 x 3,75)
Minimum	6,50 (2 x 3,25)
Une voie de circulation de part et d'autre de la plateforme non franchissable du tramway	5,50 (minimum 4,50) ²
Voie de tourne à gauche	3,15
Voie de tourne à droite	3,20
Terre-plein sans émergence	1,00
Terre-plein avec émergence	1,5 pour lampadaire ou feux circulation
Refuge piéton : - Obligatoire si la traversée se fait en 2 temps - Recommandée si la traversée est > 10 m	2,50 3,00 si traversée piétonne en baïonnette (minimum 2,00 exceptionnellement)
Piste cyclable (1 sens) sur voirie	1,50
Piste cyclable (1 sens) hors - rue	2,00
Piste cyclable (2 sens) hors – rue éloignée du pavage	3,00
Piste cyclable + piéton (1 sens)	3,00
Piste cyclable + piéton (2 sens)	4,50

3.2 GÉOMÉTRIE

La géométrie respectera les normes de conception édictées dans les Villes respectives où sont réalisés les travaux. Par ailleurs, la collection des normes d'ouvrages routiers Tome I à VIII sera utilisée et/ou celles du Guide canadien de conception géométrique des route ATC dans la mesure où des informations aux normes de conception des Villes sont manquantes ou incomplètes.

² Une dimension en deçà de 5,5 m pour une voie de circulation unique ne peut être utilisée s'il n'existe pas de détour possible pour les automobilistes. En cas d'obstruction de la dite voie, ces derniers doivent être en mesure de pouvoir emprunter un parcours alternatif parallèle.

Les alignements horizontaux et verticaux du tracé des rues devront concorder, dans la mesure du possible, à ceux du tramway, qui sont en règle générale plus sévères. Les dévers sur la chaussée devront être validés selon la configuration de la plateforme du tramway et adaptés au besoin, notamment aux intersections et traversées. Dans l'éventualité où l'aménagement des rues sera difficile ou même impossible à arrimer avec le tracé et le profil du tramway, des ouvrages particuliers devront être conçus aux approches de la plateforme du tramway de manière à ce que les critères de conception soient respectés.

3.3 CONTRAINTES DE GABARIT

La hauteur de la ligne aérienne de contact (LAC) est imposée par :

- La plage de hauteur de captation du pantographe du matériel roulant. Celle-ci est généralement comprise entre 3,70 mètres et 6,30 mètres (N.B lorsque le matériel roulant du tramway de Québec et de Lévis sera connu, ces valeurs seront, si requis, revues;
- La présence d'ouvrage au-dessus du tracé du tramway, impliquant parfois un abaissement de la LAC pour le passage sous ces ouvrages.

En ligne, en absence de contraintes particulières d'insertion, la hauteur du plan de contact nominal sera positionnée à < 6,30 m aux points de suspension et à > 6 m au point bas de franchissement des carrefours routiers.

Dans les zones en site propre intégral et avec un espacement important des carrefours, bien qu'un abaissement du plan de contact puisse être envisagé, nous ne le préconisons pas car il peut être pénalisant pour les évolutions ultérieures de l'urbanisation.

Ponctuellement, des abaissements de la hauteur de la LAC seront nécessaires pour le passage sous les ouvrages. La présence de la LAC implique de garder des distances d'éloignement vis-à-vis de celle-ci tant avec l'ouvrage qu'avec les véhicules. Il peut en résulter soit un abaissement du plan de roulement soit une limitation du gabarit des véhicules passant sous ou à proximité de la LAC.

Le 1^{er} sous-livrable 1.3 – Note technique – Mode d'alimentation du système – Critères de conception définit comme 4,70 m l'éloignement minimal à prendre en compte pour la distance d'éloignement minimale entre le niveau de la chaussée et la LAC pour une alimentation à 750 V pour une hauteur maximale des véhicules routiers (incluant le chargement) de 4,15 m.

3.4 SÉPARATEUR TRAMWAY / VOIRIE

Généralités

La délimitation des sites de tramway et de voirie sera marquée selon les critères suivants :

- environnement urbains;
- fréquentation piétons;

- deux-roues;
- transports en commun;
- vitesses pratiquées.

Plus généralement, le choix du type de séparateurs devra être un compromis entre la place disponible (et les problèmes fonctionnels engendrés sur la voirie restante pour les autres modes de circulation) et les vitesses commerciales pratiquées.

Uniquement visuels

Les sites peuvent n'être délimités que par un marquage et/ou une différenciation visuelle (exemple en carrefour).

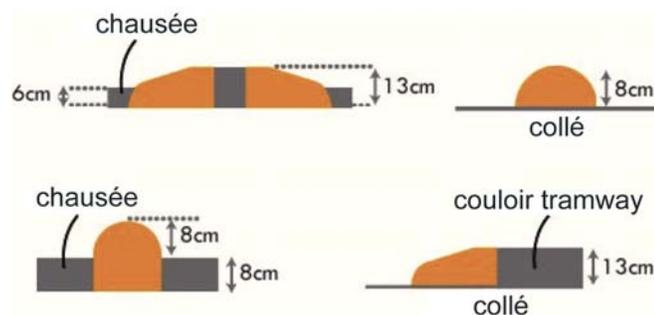
La plateforme tramway est alors matériellement accessible aux automobilistes, dans les conditions définies par le code de la route, c'est-à-dire, en présence d'une ligne longitudinale discontinue (Norme NF P98.607). Il s'agit là d'un site propre accessible non protégé.

Franchissables

La plateforme du tramway peut être délimitée par un dispositif matériellement franchissable. Il s'agit alors d'un site propre accessible.

Les séparateurs franchissables peuvent être par exemple des bourrelets réalisés en matériaux de matières diverses d'une largeur d'environ 30 cm ou des dénivellations du site propre délimité par une bordure franchissable arrondie ou chanfreinée.

Figure 1 : Exemples de séparateurs franchissables



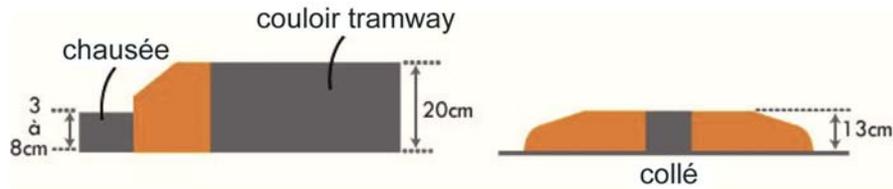
Semi-franchissables

La plateforme tramway peut être délimitée par un séparateur infranchissable par les véhicules automobiles, mais franchissable par les piétons, ainsi que par les deux-roues. Il s'agit d'un site propre protégé inaccessible.

Les séparateurs semi-franchissables peuvent être par exemple des bordures hautes encadrant un terre-plein, ou d'autres dispositifs similaires.

Exemples de séparateurs semi-franchissables :

Figure 2 : Exemples de séparateurs semi-franchissables



Tramway ville de Lyon

Dans l'exemple ci-dessus, la plateforme tramway est en site propre avec une bordure semi-franchissable pour les automobiles. La bordure est de 0,30 m de large et de 0,10 m de hauteur environ, et permet si besoin le dépassement sur la plateforme dans le cas d'une voiture en arrêt sur la voirie.



Tramway ville de Lyon

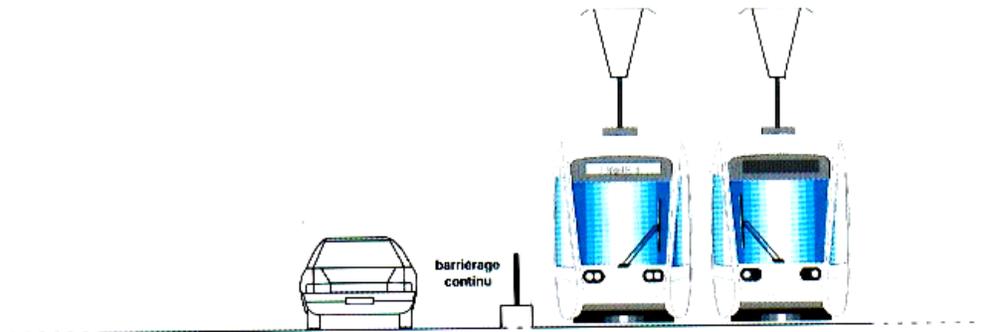
Ci-dessus un exemple d'une bordure semi-franchissable.

Infranchissables

La plateforme tramway peut être délimitée par un séparateur infranchissable pour tous les autres usagers de la voirie (véhicules automobiles, piétons, vélos). Il s'agit d'un site propre intégral.

Les séparateurs infranchissables (barrière, bordure haute, etc.) qui délimitent un site propre intégral. Ils sont fortement recommandés lorsque les vitesses sont élevées (50 km/h) et / ou que le nombre de voies par couloir de circulation est au moins égal à deux. La distance minimale entre la barrière et le gabarit limite d'obstacle du tramway est de 0,7 m et de 0,5 m avec la circulation routière. Ces séparateurs sont également à utiliser dans le cas de circulation automobile en sens inverse.

Figure 3 : Exemples de séparateurs infranchissables





Tramway ville de Montpellier



Tramway ville de Nantes

Ci-dessus des exemples de plateforme tramway en site propre infranchissable, avec un séparateur soit végétal (alignement d'arbres) soit une barrière, soit une bordure de + de 0,3 m de hauteur.

4 CRITÈRES DE CONCEPTION POUR LES ÉLÉMENTS AU-DESSUS DE LA CHAUSSEE

4.1 LIGNES AÉRIENNES

Les **lignes principales aériennes**, à savoir les **câbles électriques, câbles de téléphone, fibres optiques, la câblodistribution et les lignes aériennes de haute tension**, devront, selon la présence ou non de service, être soit relocalisées dans des massifs souterrains, dans d'autres rues ou repositionnées afin de donner le dégagement minimal nécessaire pour le passage du tramway. En effet, ils devront être localisés en souterrain, compte tenu d'une part des contraintes vis-à-vis des lignes aériennes de contact et de la « qualité » du projet d'aménagement qui supporterait difficilement de conserver de tels réseaux. Ils seront par ailleurs tous relocalisés dans un massif commun dans le cas où les câbles de haute tension sont inférieurs à 600V.

Une distance minimale de 3 mètres devra être respectée entre ces massifs et les solages de bâtiments. Une distance de 1 mètre devra être respectée entre ces massifs et une conduite de gaz naturel. Ces massifs souterrains seront donc situés sous ou à proximité du trottoir et pourront être placés au-dessus d'une formation souterraine de services d'utilité publique.

Des chambres devront être prévues aux intersections avec les rues perpendiculaires au tracé du tramway afin d'y installer les transformateurs et panneaux de distribution.

La distribution pour les raccordements de services se fera par deux massifs de distribution localisés de part et d'autre de la rue afin de limiter au maximum les traversées sous plateforme du tramway. Dans certains cas d'exception, il ne pourra y avoir qu'un massif de distribution avec traversée à chaque raccordement ou groupe de raccordement avec gain pour le passage du tramway. Par ailleurs, toutes les traversées seront regroupées et des fourreaux libres seront revus afin de servir de fourreaux de réserve ou de manœuvre. Les canalisations seront protégées par des fourreaux ou buses. Leur tracé sera le plus perpendiculaire possible au tramway, avec toutefois des biais autorisés pour les réseaux gravitaires. Finalement, tous les raccordements de services devront être reconstruits en souterrain jusqu'aux points de raccordement des bâtiments et la remise en état des lieux après le passage des travaux devra être effectuée.

4.2 PANNEAUX DE SUPERSIGNALISATION

Les exigences relatives aux panneaux de supersignalisation devraient concerner uniquement les séquences dont le tracé empruntera des boulevards urbains. Les exigences à respecter concernent les dégagements vertical et horizontal pour les supersignalisations aérienne et latérale. Les Villes de Québec et de Lévis réfèrent aux normes du MTQ relativement à la signalisation. Les exigences ici-bas s'inspirent donc de ces normes (cas sans tramway), ainsi que d'autres normes spécifiques au tramway (voir notes de bas de page).

Généralement, la LAC aura une hauteur entre 6,0 et 6,3 mètres (6,3 mètres au poteau et 6,0 mètres à mi-distance entre les poteaux), compte tenu du dégagement requis pour les véhicules qui circulent par des routes/rues qui sont perpendiculaires au tracé du tramway. Dans des cas exceptionnels seulement, tel que le passage sous une structure en site propre par exemple, la LAC aura une hauteur en-deçà de 6,0 mètres. La hauteur du mât d'un poteau soutenant la LAC n'est pas définie à ce stade mais pourrait varier entre 8,0 et 9,0 mètres au-dessus du plan de roulement. Cette hauteur sera confirmée dans le cadre du *Livrable 1.3*.

Dans la mesure du possible, les panneaux de supersignalisation ne devront pas se trouver au-dessus de la plateforme du tramway. Ils devront être relocalisés latéralement à cette plateforme.

Advenant le cas où cette relocalisation n'est pas possible, le positionnement des panneaux devra permettre un dégagement vertical minimal de 1,0 mètre³ entre le dessous du panneau de signalisation ou du portique et le poteau retenant les LAC. Cette distance sera revue à la hausse lorsque le panneau ou son portique se trouvera au-dessus des pièces sous-tension ou considérées comme sous-tension. Le dégagement est calculé à partir du plan de roulement et doit être au minimum de 1,2 mètre.⁴

Pour les panneaux de supersignalisation latérale, aucun dégagement horizontal n'est requis si la bordure inférieure du panneau respecte le dégagement vertical minimal de 1,0 mètre entre le dessus du poteau supportant la LAC et le dessous de la bordure du panneau ou entre le dessus de la LAC et le dessous de la bordure du panneau.

Advenant le cas où le panneau n'offre pas le dégagement vertical requis, le dégagement horizontal requis devra être déterminé en fonction de plusieurs facteurs et varie selon la localisation du panneau. La figure 2.3.1 du chapitre 2, *Sécurisation des abords de route* du tome VIII, *Dispositifs de retenue*, des normes du MTQ permettra de déterminer, cas par cas, le dégagement requis entre les poteaux de la structure de supersignalisation aérienne et la plateforme du tramway. Le dégagement horizontal offert devra permettre en tout temps de respecter la visibilité requise pour les usagers de la route à défaut de quoi le panneau devra être localisé au-dessus de la ligne de dégagement verticale requise.

De façon générale, le type de support existant (cédant sous impact ou fixe) devra être reproduit tel quel suite au déplacement ou au rehaussement de la structure. Lors d'un déplacement horizontal, la localisation projetée devra respecter les exigences de visibilité indiquées dans le chapitre 5, (article 5.10.1) du tome V des normes du MTQ.

³ Référence : interprétation de l'article 15 de la section 2A. 18 « Mounting Height » du chapitre 2, du Manuel on Uniform Traffic Control Devices, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration (page 42).

⁴ Metro Design Criteria Manual, chapitre 3 Civil Work, janvier 2007 (page 3-5 des annexes).

Les panneaux de supersignalisation seront en aluminium, renforcés de cornières et assemblés sur des structures tubulaires en aluminium. Les bases seront en béton.

4.3 LUMINAIRES

Les niveaux d'éclairage du tracé et des intersections traversés du tramway devront s'inscrire en continuité avec ceux prescrits par les Villes pour les artères urbaines.

4.4 OUVRAGES D'ART (PONTS, VIADUCS, PASSERELLE PIÉTONNIÈRE)

Lors du passage **sur un pont ou un viaduc routier**, leur capacité et leur état devront être étudiés afin d'assurer que l'ouvrage puisse soutenir le tramway et ses équipements connexes. Une analyse sur l'établissement des hypothèses de traitement sera réalisée ultérieurement pour définir les impacts monétaires associés aux renforts, à la reconstruction, à la pose de voie spéciale et autres interventions nécessaires aux structures existantes.

Lors du passage **sous un pont, un viaduc routier ou ferroviaire ou une passerelle piétonnière**, l'état et les besoins pour cet ouvrage d'art devront être réévalués lors de l'avant-projet, afin de déterminer s'il y a un besoin de reconstruction à court ou moyen terme de l'ouvrage.

Si oui, son niveau pourrait être modifié afin de favoriser le passage de tramway en-dessous.

Si non, le profil de la route sous l'ouvrage devra être corrigé au besoin afin de permettre un dégagement minimal pour le passage du tramway (voir section 3.3 du présent rapport), que le tramway soit en site banal ou propre. Il faudra s'assurer également, le cas échéant, de ne pas dégager les empattements des structures.

Tous les services sous la chaussée devront être réajustés de façon à respecter le nouveau profil, que ce soit pour le drainage, la protection du gel, les épaisseurs de chaussée, etc. Tous les services souterrains devront être réajustés. Au besoin, des stations de pompages devront être reconstruites afin d'évacuer les eaux de ruissellement. Il faudra s'assurer du passage du tramway sous les viaducs en tenant compte de la longueur des rames. Les pentes d'approches devront être adoucies au besoin afin de respecter les pentes maximales admissibles pour le tracé du tramway.

5 CRITÈRES DE CONCEPTION POUR LES ÉLÉMENTS AU SOL

5.1 INFRASTRUCTURES ET AMÉNAGEMENTS URBAINS

Bordure de trottoir ou de terre-plein

Les bordures seront de dimensions 150x300 mm. Elles seront ancrées au trottoir. Le fini sera à déterminer selon le type d'aménagement urbain proposé par le consortium et accepté avec les Villes de Québec et de Lévis.

Trottoir

Les trottoirs auront une largeur minimale de 2 mètres (Tableau 2), une pente transversale maximale de 2 % et de 6 % dans les entrées charretières, les abaissements de trottoirs et les accès universels. Le fini sera à déterminer selon le type d'aménagement urbain proposé par le consortium et accepté avec les Villes de Québec et de Lévis.

Terre-plein

Pour permettre l'installation d'un terre-plein central, la longueur minimale du tronçon devra être de 100 mètres. Sa largeur déterminera le revêtement de surface à mettre en place, soit de la pelouse ou un revêtement dur. Le fini sera à déterminer selon le type d'aménagement urbain proposé par le consortium et accepté avec les Villes de Québec et de Lévis.

Piste cyclable

Lors de l'insertion du tramway, les pistes cyclables existantes seront soit relocalisées soit remises en place lorsque possible, en accord avec les guides de conception des Villes de Québec et de Lévis.

La piste cyclable, lorsque requise, possèdera des fondations granulaires de 350 mm minimum d'épaisseur. La piste cyclable aura une largeur de 1,5 mètre pour une piste unidirectionnelle sur voirie, et de 2,0 mètres pour une piste cyclable unidirectionnelle hors-rue (Tableau 2), ce qui est conforme aux guides de conception des Villes. Le fini sera à déterminer selon le type d'aménagement urbain proposé par le consortium et accepté avec les Villes de Québec et de Lévis.

Chaussée

Le revêtement de la chaussée pourra être :

- en enrobé bitumineux;
- en béton de ciment avec agrégats exposés ou non;
- en pavés de béton ou de granite reposant sur une base en grave-bitume ou en grave-ciment.

Le choix final du revêtement sera réalisé lors de l'insertion fine, selon les exigences des Villes.

Le dimensionnement (épaisseurs) sera effectué lors de l'insertion fine du tramway, au cas par cas, selon les exigences des Villes de Québec et de Lévis et du MTQ.

La **structure de chaussée** est composée d'une sous-fondation de MG 112, d'une fondation inférieure de matériaux recyclés et d'une fondation supérieure de MG 20. L'épaisseur totale de la structure tiendra compte des DJMA rencontrés dans chacune des sections des tracés E-O et N-S, des conditions de sol et de sous-sol existants. Elle sera déterminée à l'aide de la méthode de calcul préconisée par les Villes de Québec et de Lévis, et du Ministère des Transports (DJMA, Chaussée 2). Le Tableau 3 présente les compositions types de structure de voirie routière envisageable.

Tableau 3 : Composition type de structure de voirie routière

Composition type de structure de voirie routière		
Surface en enrobé bitumineux		
	Matériau	Épaisseur (mm)
Couche de surface	EB-10S	50
Couche de base	GB-20	160
Fondation supérieure	MG-20	150
Fondation inférieure	MG-56	225
Sous-fondation	MG-112 ou MR	300-600
Surface en pavé de béton		
	Matériau	Épaisseur (mm)
Pavé de béton	pavé de béton	100
Coussin de pose	CG-10 et CG-10E	20
Couche de base	GB-20	80
Fondation supérieure	MG-20	150
Fondation inférieure	MG-56	225
Sous-fondation	MG-112 ou MR	300-600
Surface en dalle de béton		
	Matériau	Épaisseur (mm)
Dalle de béton	32 Mpa	200
Fondation supérieure	MG-20	200
Sous-fondation	MG-112 ou MR	300-600

Entrées privées et stationnements commerciaux

Les **entrées privées**, devant être refaites suivant le passage des travaux, seront reconstruites en tenant compte des matériaux rencontrés en place. Cependant, une

fondation minimale de 300 mm de MG 20 est mise en place avant la pose du revêtement de surface.

Les **stationnements privés et commerciaux**, devant être refaits suivant le passage des travaux, seront reconstruits en tenant compte des matériaux rencontrés en place. Cependant, une fondation minimale de 300 mm de MG 20 est mise en place avant la pose du revêtement de surface.

Les bordures et les puisards seront reconstruits selon la gamme des matériaux rencontrés sur les lieux.

Débarcadères (aires de livraison)

Les débarcadères (aires de livraisons) seront reconstruits selon les règlements en vigueur à la Ville et/ou en tenant compte des droits acquis.

Gestion des accès

Lorsque le tramway sera en insertion latérale, le tracé de ce dernier devra interférer le moins possible avec des accès privés ; c'est-à-dire qu'en présence d'accès privés, l'insertion latérale n'est pas souhaitable⁵.

Si pour diverses raisons, une insertion latérale est nécessaire, une analyse des accès le long du tracé est à prévoir. Dans la mesure du possible, lorsqu'il y a deux accès pour une même propriété, l'un des deux devra être fermé. Pour les propriétés dont le terrain fait face à un autre axe routier que celui où le tramway circule, le réaménagement de l'accès sur la rue non-empruntée par le tramway est à considérer.

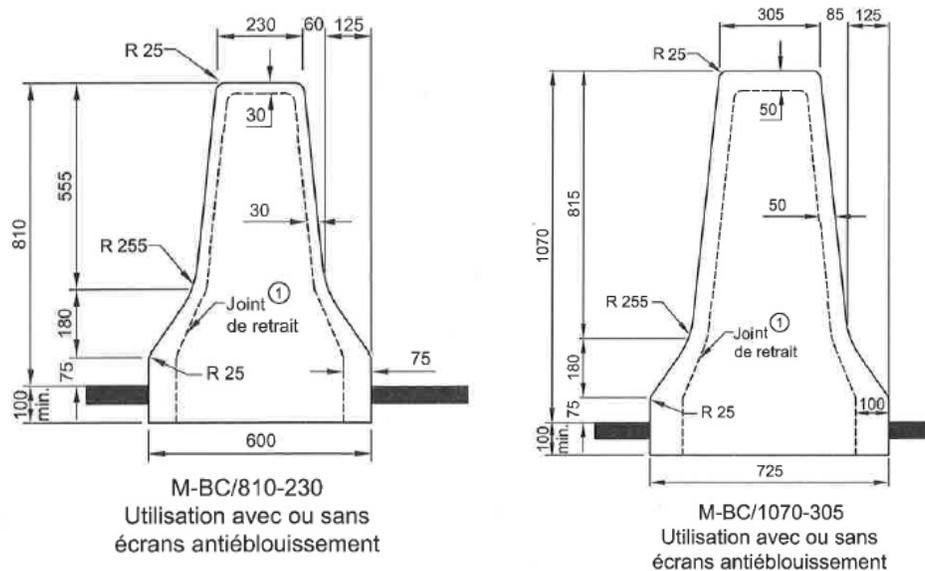
Les accès pour lesquels une fermeture avec réaménagement de l'accès n'est pas possible, un réaménagement de la sortie ou de la chaussée pour permettre une sortie en virage à droite uniquement est à considérer à l'exception des sens uniques vers la gauche où le réaménagement de la sortie ou de la chaussée devra permettre une sortie en virage à gauche.

Glissière de sécurité en béton

La glissière de sécurité en béton sera de type New-Jersey (dont il y a deux (2) hauteurs possibles). Elle sera préfabriquée et/ou coulée en place.

⁵ Article 3.6.2 « Side Alignment » de l'ouvrage Intersection design and control Integration of Light Rail Transit into City Street, TRCP Report 17.

Figure 4 : Détail des glissières de sécurité en béton de type New-Jersey



Source : Norme dessin normalisé du ministère des Transports du Québec

Glissière de sécurité (semi-rigide)

La glissière de sécurité (semi-rigide) sera en acier galvanisé de type double ondulation ou tubulaire d'acier. La glissière sera montée soit sur des poteaux en bois traité ou en acier galvanisé. Elle devra respecter les normes du MTQ.

Cabinet de distribution électrique

Le cabinet de distribution électrique et de contrôle de signaux lumineux sera en acier inoxydable dans des chambres souterraines. Dépendamment des installations nécessaires pour le cabinet de distribution électrique, le dimensionnement des chambres peut varier considérablement. De façon générale, les dimensions des chambres souterraines sont présentées dans le tableau⁶ ci-après :

⁶ Hydro-Québec, Service d'électricité en basse tension à partir des postes distributeurs- Norme E.21-11

Tableau 4 : Dimensions des chambres annexes

Dimensions des chambres annexes

Capacité du poste	Ligne aérienne ¹			Ligne souterraine		
	Façade (m)	Profondeur (m)	Hauteur libre (m)	Façade (m)	Profondeur (m)	Hauteur libre (m)
I II III	6,8	3,6	2,45	7,8	4,0	2,45 ¹
IV V ²	7,8	6,0	2,45	7,8	6,0	2,45 ¹

1. Hydro-Québec peut exiger que la chambre ait les mêmes dimensions que celles qui s'appliquent à une ligne souterraine, si Hydro-Québec a confirmé l'inscription du client à l'un des programmes d'enfouissement des réseaux de distribution.
2. Pour ce qui est de la capacité du poste du type V, Hydro-Québec peut exiger que la chambre soit plus grande si l'ajout d'un troisième transformateur est nécessaire pour répondre à la demande estivale.
3. Pour la ligne souterraine, la hauteur maximale de la chambre doit être de 2,6 m. Si le client désire aménager une chambre plus haute, il devra convenir avec le représentant technique d'Hydro-Québec des aménagements spéciaux nécessaires pour permettre au distributeur d'installer les équipements de mise à la terre des circuits électriques.

Le dimensionnement de ces chambres doit être validé par Hydro-Québec selon les installations nécessaires. La localisation sera à proximité d'une intersection de rues et de préférence dans les rues transversales. Un revêtement dur recouvrira le sol à la périphérie.

Poteau électrique

Les poteaux en bois supportant les fils électriques disparaîtront du champ de vision, car la distribution électrique deviendra souterraine tout au long du tracé du tramway. Les formations souterraines en béton comprennent les fils de haute et basse tension. La distribution privée sera souterraine.

Poteau d'incendie

Les poteaux d'incendie respecteront les standards provinciaux. Des bornes seront, dans la mesure du possible, prévues de part et d'autre de la plateforme, dans le but d'éviter d'avoir à dérouler les boyaux d'incendie sur la voie du tramway et d'être obligé d'arrêter le service.

Nous retrouverons deux bouches latérales de 63 mm de diamètre et une bouche pompe de 100 mm de diamètre de type « STORZ ».

La borne sera, dans la mesure du possible, placée à 600 mm d'un mur et/ou 1 mètre à l'arrière d'une bordure de rue et/ou à 750 mm d'une formation souterraine de services d'utilités publiques. La distance à respecter entre deux bornes fontaines est variable selon le secteur, la densité de population, et d'autres critères, définis dans les normes spécifiques des Villes concernées.

Boîte aux lettres

Les boîtes aux lettres de récolte du courrier (de Postes Canada) sont sous la juridiction fédérale. Une permission de Postes Canada est requise advenant leur déplacement éventuel. Une intégration à l'aménagement urbain est souhaitable et sera déterminée par l'architecte.

Enseigne commerciale

Les enseignes commerciales qui seraient à déplacer suite à l'insertion du tramway, seront replacées dans le respect du règlement municipal particulier auquel il est assujéti. Toute modification à ladite enseigne doit tenir compte dudit règlement.

Parcomètre

Les parcomètres et billemètres sont la propriété des Villes. Tout déplacement, enlèvement et remise en place est sous la juridiction de la division du Transport du service de l'Aménagement du territoire de la Ville concernée.

La position, l'emplacement des parcomètres, en bordure ou en façade des bâtiments par exemple, sera à déterminer par l'architecte tout en assurant une intégration à l'aménagement urbain.

Aménagement paysager

L'aménagement paysager du périmètre autour de la plateforme du tramway sera traité par l'architecte du projet, lors de l'exercice d'insertion fine du tramway. Cet aménagement couvrira principalement les domaines suivants : arbres et arbustes, aménagements de surface et murs de soutènement, mobilier urbain, clôture et garde-corps et escaliers.

Parois de rocs, murs de soutènement

Les talus sont retenus par des murs de soutènement, lesquels nécessiteront des études spécifiques. Les talus de roc sont stabilisés à l'aide d'ancrages et recouverts de filet protecteur en acier galvanisé.

5.2 MODE DE GESTION DE LA CIRCULATION

Les modes de gestion de la circulation de l'ensemble des usagers (piétons, cyclistes, véhicules, tramway) seront à réorganiser et déterminer le long du tracé du tramway. La présente section traite de ces éléments : modes de gestions de la circulation aux carrefours, aménagements pour piétons et cyclistes, panneaux de signalisation et marquages et texture de la chaussée.

Mode de gestion de la circulation aux carrefours

Généralités

Les modes de gestion de la circulation aux carrefours le long du tracé proposé pour le tramway, seront validés lors d'études de circulation en avant-projet. Une gestion par feux de circulation, un aménagement de type giratoire, des arrêts ou des panneaux cédez-le-passage devront au minimum gérer ces carrefours. Les principes suivants peuvent servir de base aux analyses ultérieures :

Tableau 5 : Modes de gestion de la circulation aux carrefours à envisager avec l'insertion d'un tramway

Mode de gestion actuel	Mode de gestion à envisager
Feux de circulation	Feux de circulation
Arrêts toutes directions	Feux de circulation
Arrêts sur les axes secondaires uniquement	Arrêts sur les axes secondaires uniquement
Bretelles/îlots avec cédez le passage	Bretelles/îlots avec cédez le passage OU Feux clignotants avec barrière

De façon générale, les carrefours actuellement gérés par des feux de circulation le demeureront, mais avec l'ajout de phases permettant les mouvements du tramway (et la modification des têtes de feux pour afficher ces phases). Lorsque l'insertion du tramway est latérale, le virage à droite au feu rouge (VÀDFR) devra être interdit pour les axes de circulation perpendiculaire à la voie du tramway. Pour les carrefours actuellement gérés par des arrêts toutes-directions, considérant le fait que le tramway ne doit pas s'immobiliser en-dehors des zones d'arrêts pré-identifiées (stations), des feux de circulation devront être prévus à ces carrefours. Pour les carrefours actuellement gérés par des arrêts uniquement sur les rues secondaires, ce mode de gestion pourrait être conservé dans la mesure où l'arrêt n'est pas dans l'axe de circulation du tramway.

Un aménagement de type giratoire n'est pas recommandé puisque, selon des études statistiques consultées par le CERTU, il a été relevé qu'une configuration en giratoire

s'est révélée plus accidentogène que les carrefours classiques en présence de tramway sur les réseaux actuels⁷. Advenant le cas où ce type d'aménagement serait tout de même retenu, il faudra prévoir un franchissement radial du carrefour giratoire par le tramway. Une signalisation adéquate devra être prévue pour indiquer aux autres usagers de la route la priorisation des mouvements du tramway.

Les facteurs suivants permettront de guider le choix du mode de gestion de la circulation à ces carrefours⁸ :

- type d'insertion (mixte, propre ou banale);
- position du tramway dans la chaussée (axiale ou latérale);
- la vitesse d'opération du tramway et de la circulation routière;
- la distance de visibilité;
- les débits de circulation au carrefour.

Feux de circulation

Les feux de circulation devront être revus afin de considérer les mouvements des tramways, que ce soit en révisant les programmations de feux (et les têtes de feux au besoin) ou encore en relocalisant les fûts et potences afin qu'elles soient visibles pour les usagers concernés ou encore qu'elles n'entravent pas la circulation du tramway. Afin d'éviter une confusion chez les usagers de la route, les phases permettant les mouvements de tramways doivent être affichées différemment de celles permettant les mouvements véhiculaires. Pour ce faire, il est possible d'ajouter une tête de feux sur un même poteau, afin de séparer la signalisation automobile et tramway. Une lentille avec un feu « cigarette » peut être utilisée pour identifier les mouvements des tramways. La Figure 3 suivante illustre des recommandations quant à l'affichage des différentes phases possibles :

⁷ *Première conférence franco-chinoise sur les systèmes de transports urbains durables - Transport à haut niveau de service*, CERTU, BERTRAND, Dominique et François RAMBAUD, http://www.urba2000.com/club-ecomobilite-DUD/IMG/pdf/THNS_et_espace_public_-aspects_techniques.pdf

⁸ *Integration of Light Rail Transit into City Street*, TRCP Report 17, Annexe A - Traffic control system for light rail-highway grade crossing.

Figure 5 : Lentille permettant d'afficher les phases exclusives pour les tramways

	Three-Lens Signal (Recommended)	Two-Lens Signal (Alternate)
SINGLE LRT ROUTE 	STOP PREPARE TO STOP GO	STOP GO
TWO LRT ROUTE DIVERSION 	 	
THREE LRT ROUTE DIVERSION 	 	

Source: *Integration of Light Rail Transit into City Streets*, TRCP report 17

Les phases permettant les mouvements du tramway devront être appelées à partir d'un système de détection de passage en sortie.

Les principes de base suivants pourront être considérés lors de la conception des carrefours et de la programmation des feux de circulation⁹ :

- minimiser le nombre de phases des cycles de feux;
- limiter le temps d'attente;
- concevoir la géométrie pour limiter le nombre de lignes de feux;

⁹ Première conférence franco-chinoise sur les systèmes de transports urbains durables - Transport à haut niveau de service, CERTU, BERTRAND, Dominique et François RAMBAUD, http://www.urba2000.com/club-ecomobilite-DUD/IMG/pdf/THNS_et_espace_public_-_aspects_techniques.pdf

- permettre des mouvements non-confluctuels en même temps que les mouvements du tramway.

Afin d'éviter les conflits potentiels entre les mouvements de virages à gauche ou à droite et les mouvements du tramway, les interventions suivantes sont possibles et devront être validées ultérieurement par des études de circulation spécifiques pour en évaluer les impacts¹⁰ :

- interdire ou limiter les mouvements, à quelques carrefours, de virage à gauche/droite lorsque le tramway et les automobiles circulent parallèlement l'un à l'autre afin de réduire le nombre de croisements entre un véhicule effectuant un virage et le tramway continuant tout-droit;
- contrôler les mouvements de virage à gauche/droite aux intersections gérées par des feux de circulation à l'aide de phases exclusives pour les mouvements de virages à gauche/droite et pour les mouvements du tramway, lorsque les conditions de circulation le permettent (une phase exclusive pour certains mouvements tend à réduire le niveau de service au carrefour, mais accroît la sécurité des mouvements);
- À l'approche d'un tramway, fournir un signal lumineux alertant les automobilistes s'apprêtant à effectuer un mouvement de virage croisant le voie du tramway;
- modifier la configuration routière pour accroître la visibilité pour effectuer ces mouvements conflictuels.

L'annexe A du guide *Integration of Light Rail Transit into City Street*¹¹ permet de guider le concepteur pour l'implantation ou non d'une signalisation interdisant les mouvements de virage à gauche à un carrefour.

Aménagements pour piétons et cyclistes

Traversées pour piétons et cyclistes

Les paragraphes suivants traitent de la gestion de la circulation piétonne et cycliste selon deux (2) cas d'espèce :

- lors de la traversée d'une voie de circulation avec des véhicules standards (sans tramway);
- lors de la traversée d'une voie de tramway à un carrefour ou en tronçon.

¹⁰ Tableau 10.2, page 10-11 de l'annexe A « Traffic control system for light rail-highway grade crossing » de l'ouvrage *Integration of Light Rail Transit into City Street*, TRCP Report 17, Annexe A.

¹¹ Tableau 10.2, page 10-11 de l'annexe A « Traffic control system for light rail-highway grade crossing » de l'ouvrage *Integration of Light Rail Transit into City Street*, TRCP Report 17, Annexe A.

Le tableau suivant illustre des exemples de ces deux cas.

Tableau 6 : Traversées pour piétons et cyclistes

CAS 1 : Traversée d'une voie de circulation avec des véhicules standards
En tronçon– vis-à-vis une station



Source : Tramway de Toulouse, France

CAS 2 : Traversée d'une voie de tramway
À un carrefour



Source : Tramway de Reims, France

Le premier cas couvre les situations standards sans présence de tramway, notamment, aux stations aménagées dans un terre-plein central, et impliquant la traversée de la chaussée par les usagers du tramway afin d'accéder au tramway. Ce type de traversée en tronçon est régi par les normes actuelles en matière de signalisation routière, tel que les chapitres 2 (*Prescription*) et 3 (*Danger*) du tome V *Signalisation routière* des normes du MTQ. Du marquage au sol, conformément au chapitre 6 Marques sur la chaussée du tome V *Signalisation routière* des normes du MTQ, peut être requis (en fonction des critères à rencontrer selon les normes du MTQ).

Le second cas est davantage détaillé dans cette section et traite du cas particulier de la traversée d'une voie de tramway par des piétons. La traversée peut se faire en tronçon ou à un carrefour. Une traversée de la voie tramway à un point non-signalé

implique une traversée en tronçon alors qu'une traversée lorsqu'un mode de gestion y gère les déplacements véhiculaires implique une traversée à un carrefour.

Les trois principes suivants doivent être mis de l'avant :

- tout piéton ou cycliste devra être informé clairement lorsqu'il s'apprête à traverser une voie de tramway, et ce, même aux zones qui ne sont pas désignées pour leur traversée;
- la signalisation devra indiquer au piéton ou cycliste qu'il n'a pas priorité et que cette traversée comporte des risques;
- la signalisation devra permettre aux opérateurs de tramway d'identifier clairement les zones de traversée piétonne ou cycliste;
- En tout temps, la traversée d'une voie ferrée doit être perceptible par une personne souffrant d'une déficience visuelle. Pour ce faire, des barrières ou clôtures doivent être aménagées ou encore une bande d'éveil de vigilance (BEV), doit être implantée;
- Le tableau suivant résume les différents cas applicables pour la gestion de la circulation piétonne en tronçon ou à un carrefour, selon ces trois principes. Les paragraphes suivants détaillent ces aménagements et le type de panneau à prévoir en conséquence est décrit à la section suivante.

Tableau 7 : Différents cas applicables pour la gestion de la circulation piétonne en tronçon ou à un carrefour

			Milieu		
Gestion circulation		Spécificité	Cas	Urbain	Rural
Tronçon	Aucune signalisation	Traversée aux risques des piétons	Bonne visibilité	X	X
	Signalisation de restriction	Interdiction de traversée	Mauvaise visibilité	X	X
		Bollards ou autres éléments séparateurs	Circulation piétonne dense	X	
	Signalisation facilitant la traversée	Priorité au tramway	Présence d'une station	X	X
		Priorité au tramway	Carrefours éloignés		X
		Priorité au tramway	Débits piétonniers élevés (générateurs déplacement)	X	
Carrefour	Signalisation indiquant présence d'un tramway	Priorité au tramway		X	X

Traversée en tronçon

Selon le code de la sécurité routière, « lorsqu'il y a une intersection ou un passage pour piétons à proximité, un piéton ne peut traverser un chemin public qu'à l'un de ces endroits. »¹² Selon cette contrainte, en milieu urbain, le piéton est généralement dans l'obligation de traverser les voies de circulation à un carrefour. Ainsi, une traversée en tronçon, en milieu urbain est peu fréquente, excepté pour le cas d'une station aménagée pour un tramway en insertion axiale. Dans ce cas, des passages pour personnes doivent être aménagés et les éléments suivants permettent d'indiquer la zone de traversée :

- marquage au sol voyant alertant le piéton qu'il doit traverser à cet endroit, mais qu'il n'a pas la priorité;
- panneaux de signalisation alertant le piéton qu'il doit traverser à cet endroit, mais qu'il n'a pas la priorité;
- bollards (localisés hors de la plateforme de la chaussée) délimitant la largeur de la zone de traversée, à chaque extrémité de cette dernière;
- guidages visuel et tactile entre le point de débarquement/embarquement et le passage pour personne;
- dénivelé entre la surface de roulement du tramway et la zone de circulation piétonne, lorsque possible (exemple : trottoir).

Le marquage au sol et les panneaux de signalisation sont détaillés davantage aux deux sections suivantes.

En ce qui concerne les bollards, l'exemple de Melbourne est intéressant puisqu'il combine deux effets, soit la délimitation de la largeur et l'identification de la zone de traversée, ainsi que l'avertissement de l'arrivée d'un tramway par la présence d'un feu à l'intérieur même du bollard, qui s'allume lorsqu'un tramway est détecté. En cas de bris du feu, un signal sonore d'avertissement sera prévu dans le système en question.

Figure 6 : Exemple de bollards à Melbourne



Source : Tramway de Melbourne

¹² Code de la sécurité routière, Transport Québec, article 447

Le dénivelé entre la surface de roulement du tramway et les zones de circulation piétonne permet d'identifier facilement la délimitation de la zone de marche sécuritaire, particulièrement lorsque le marquage est non-visible en condition hivernale.

Pour les zones à forte densité piétonne, entre deux carrefours et/ou deux stations, il est souhaitable de créer des aménagements qui séparent les voies de circulation piétonne des voies de tramway (exemple : bollards, arbustes, etc.) et d'y restreindre la traversée des voies de tramway. La traversée est physiquement possible, au risque de l'usager, mais identifiable par divers aménagements. Pour les cas plus critiques (exemple : axe de traversée piétonne susceptible d'être emprunté, mais dont la visibilité n'est pas suffisante pour y aménager un passage pour personne), des panneaux de signalisation interdisant la traversée ou encore des barrières et clôture peuvent être à prévoir.

En milieu rural, les carrefours sont plus éloignés et des zones permettant aux piétons de traverser les voies de tramway de façon sécuritaire devront être aménagées (aménagements semblables à ceux décrits pour la traversée en tronçon à une station). En dehors de ces zones, si la traversée à pied est possible, mais interdite, il faut prévoir de la signalisation horizontale afin d'informer ces derniers qu'ils s'apprêtent à traverser une voie de tramway aux carrefours ou aux zones de passages pour personnes (exemple, vis-à-vis une station localisée en tronçon), les éléments suivants permettent d'indiquer la zone de traversée.

Des barrières/clôtures peuvent être nécessaires aux endroits dont la traversée des voies de tramway peut être dangereuse en raison de la visibilité (ou autre raison).

Traversée à un carrefour

En tout temps, la traversée d'une voie tramway à un carrefour doit être perceptible par une personne souffrant d'une déficience visuelle. Pour ce faire, une bande d'éveil de vigilance (BEV) devra être implantée ou tout autre guidage visuel et tactile pertinent. La bande d'éveil demeure la solution la plus discrète, tout en étant aussi efficace, dans la mesure où le trottoir est déneigé en hiver. Des câbles électriques chauffants à l'intérieur des trottoirs, vis-à-vis les BEV ou encore une politique de déneigement efficace et priorisant le déneigement des carrefours le long du tracé du tramway, pourront constituer des solutions pour assurer la sécurité des déplacements de ces personnes.

De la signalisation horizontale devra indiquer au piéton qu'il s'apprête à traverser une voie de tramway. Au besoin, selon la largeur de la chaussée à traverser, une zone de refuge devra être aménagée (recommandée en présence de plus de trois voies de circulation par direction, incluant les voies tramways). Cette zone de refuge devra être accessible pour les personnes à mobilité réduite (bateau-pavés). De la signalisation verticale (marquage au sol) devra identifier la zone de traversée des piétons. Ce marquage devra différer de celui identifiant les passages pour personnes au carrefour (deux lignes blanches parallèles ou des blocs blancs).

Une analyse des cheminements piéton sera faite lors de l'exercice d'insertion fine au rapport d'étape 1.2 afin d'optimiser les déplacements en provenance et à destination des stations. Cette analyse devra se prononcer sur la localisation des traverses pour

personnes et cyclistes, en fonction des activités riveraines, des stationnements, des aménagements prévus et existants, etc. Lors de cette analyse, des aménagements à favoriser pour chaque carrefour et chaque station pourront être proposés. L'accès aux stations doit être agréable pour les piétons et cyclistes.

Critère de base pour un passage pour personne

L'aménagement des zones identifiées pour la traversée des personnes ou des cyclistes (en tronçon ou au carrefour) pourra répondre minimalement aux critères suivants :

- largeur minimale de 2,4 mètres;
- elles sont composées d'un pavé de béton de 80 mm d'épaisseur reposant sur un lit de pose de criblure de pierre granitique stabilisé avec 5 % de ciment Portland;
- pavés mis en place sur une base en grave-bitume d'une épaisseur minimale de 75 mm;
- empli-joint de sable polymère de couleur adaptée à celle du pavé de béton choisi par l'architecte;
- base de grave-bitume perforée aux points bas et trous remplis de pierre nette 12 mm (ceci afin de diriger l'eau qui pourrait s'infiltrer au travers des joints des pavés);
- ces critères pourront être validés lors de l'insertion détaillée, selon les conditions d'insertion de chacun des carrefours.

Signalisation horizontale

Tel que mentionné précédemment, de la signalisation horizontale additionnelle est à prévoir pour les aménagements pour piétons et cyclistes.

Gestion de la circulation piétonne et véhiculaire à un carrefour

La gestion de la circulation piétonne à un carrefour diffère selon le mode de gestion à un carrefour (feux de circulation, arrêts toutes-direction ou arrêts sur les approches secondaires uniquement).

Au carrefour dont la circulation est gérée par des feux de circulation (feux de circulation ou feux piétons), un panneau de signalisation devra informer l'utilisateur de la route (piéton, cycliste, automobiliste), de la présence d'une voie de tramway dans l'axe perpendiculaire à celui sur lequel il circule. Pour ce faire, les exemples suivants sont envisageables :

- un panneau de signalisation de danger (représentant un train) accompagné optionnellement d'un panneau (avec l'inscription « train »);
- un panneau spécial avec le symbole d'un tramway, accompagné d'une flèche pointant la voie de circulation, ainsi qu'un panneau énonçant la priorité au tramway et que l'utilisateur ne doit pas s'engager sur le feu rouge.

La figure suivante illustre ces deux (2) exemples.

Figure 7 : Exemple de signalisation à un carrefour géré par des feux de circulation

<p>Source : Integration of Ligth Rail Transit into City Streets, TRCP report 17</p>	<p>Source : http://www.luxtram.lu/luxtram_Faq.47-2.html</p>

Aux carrefours pour lesquels seul un mode de gestion est existant pour la circulation dans l'axe secondaire, la signalisation devra différer de celle du cas précédent. Par exemple, un panneau de danger indiquant le passage d'un train avec la mention « Regardez des deux côtés » devra être installé. Ce panneau doit être accompagné d'un panonceau avec l'inscription « train ». La figure suivante illustre des exemples de signalisation pour ce type de traversée.¹³

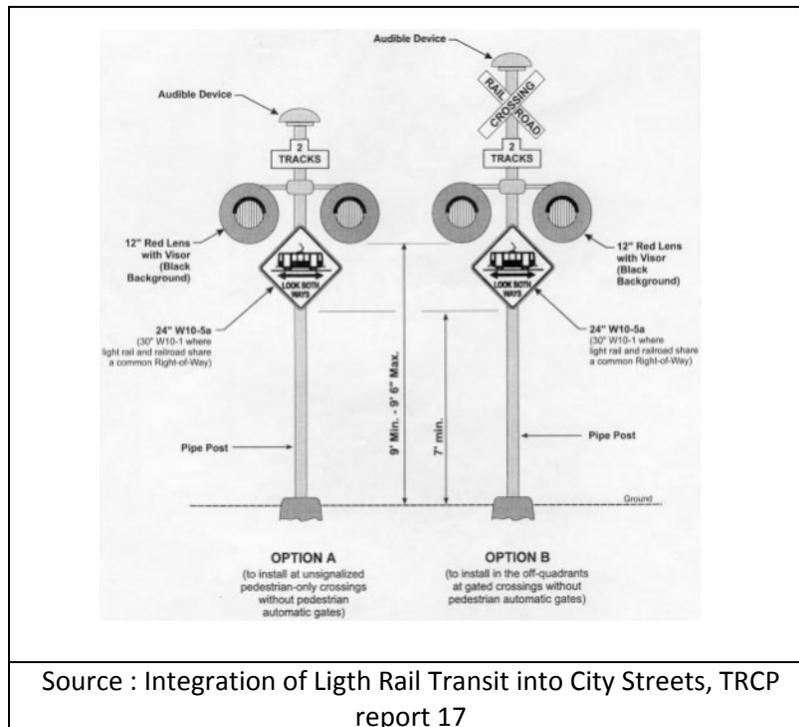
Figure 8 : Exemples de signalisation à un carrefour dont la circulation est gérée uniquement sur l'axe secondaire

<p>Source : Integration of Ligth Rail Transit into City Streets, TRCP report 17</p>	<p>Source : VBE London Tramlink, UK Tramway Signs Object Pack, http://www.freewebs.com/bvelondontramlink/</p>

¹³ Article 3.7.2 "Pedestrian Crossing Treatments" de l'ouvrage, *Integration of Ligth Rail Transit into City Streets*, TRCP report 17

Lorsque le train circule dans les deux directions, un signal lumineux devra accompagner cette signalisation. Ce signal lumineux devra être clignotant à l'approche d'un train. La figure suivante représente cette option.

Figure 9 : Mode de gestion de la circulation aux traversées de deux voies (deux directions) de tramway lorsqu'aucun autre mode de gestion n'est existant



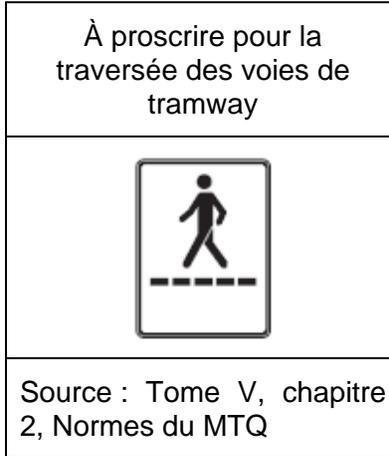
La signalisation pourra être adaptée pour y inclure les cyclistes, aux abords des pistes cyclables. L'accessibilité universelle est traitée à l'une des sections suivantes.

Gestion de la circulation piétonne en tronçon

Bien que le tramway ait priorité sur tous les autres usagers et que l'essentiel de la signalisation indique aux autres usagers le danger potentiel lorsqu'ils traversent une voie de tramway, il est possible d'identifier à l'aide de panneau de signalisation horizontale les zones de traversées piétonnes en tronçon. Cette signalisation permet aux opérateurs de tramway de localiser les zones où des piétons sont susceptibles de traverser la voie de tramway. Elle permet également aux piétons de repérer rapidement les zones identifiées en tronçon pour traverser les voie de tramway, et ce, même en hiver (couverture neigeuse au sol). Cette signalisation doit différer de celle standard, afin d'éviter qu'elle soit confondue avec la signalisation donnant la priorité aux piétons. Aucun panneau n'est actuellement existant, mais, il est possible de produire un panneau permettant d'identifier qu'il s'agit d'une zone de traversée piétonne (augmentant ainsi la vigilance du conducteur du tramway et permettant au piéton d'identifier les zones de traversée), mais que la priorité n'est pas au piéton. Dans ce

cas, les exigences du MTQ doivent être respectées (dimensions, pellicule, lettrage, etc.), seul le message est non-standard.

Figure 10 : Signalisation de traverse pour personne en tronçon à proscrire



Aux endroits où la visibilité n'est pas suffisante pour permettre la traversée sécuritaire d'une voie de tramway et où il est probable que des piétons empruntent cet axe, des panneaux de signalisation doivent identifier l'interdiction de franchir la(les) voie(s). Au besoin, la gestion des traversées des piétons pourra également se faire au moyen de barrières automatiques lorsqu'un danger pour les piétons est anticipé par le concepteur. Ce type de contrôle est davantage à considérer pour les portions du tramway en site propre où la vitesse est plus élevée, notamment lorsque la visibilité de traversée est insuffisante ou tout autre cas particulier rendant la traversée des voies de tramway dangereuse.

Figure 11 : Interdiction de traverser une voie de tramway

Panneau de signalisation d'accès aux piétons	Exemple de barrière pour contrôler les accès des piétons
Source : Tome V, chapitre 2, Normes du MTQ	Source : Train de Los Angeles, California

Panneaux de signalisation

Localisation et dimensions des panneaux de signalisation

La localisation des panneaux de signalisation existants devra être revue en considérant les aspects suivants :

- la visibilité des panneaux existants est-elle obstruée par les poteaux des LAC, les LAC ou tous autres mobiliers nécessaires à l'implantation du tramway?
- les dégagements latéraux et verticaux sont-ils respectés? En milieu rural, la hauteur minimale d'un panneau de signalisation doit être d'au moins 2,1 et d'au plus 2,5 mètres, et ce, mesurée depuis le niveau de la chaussée à la ligne de rive, jusqu'à l'arête inférieure du panneau. En milieu urbain, cette hauteur varie entre 2,1 et 3,0 mètres, sauf si le panneau est installé sur un fût de feu de circulation où la hauteur minimale est de 1,8 mètre. Cette hauteur minimale est de 2,2 mètres où la circulation piétonnière est autorisée¹⁴.

Les normes des Villes de Québec et de Lévis réfèrent aux normes du MTQ en ce qui concerne la signalisation. Ces normes traitent de la localisation et de la dimension des panneaux aux chapitres 1, 2, 3 et 5 du tome V *Signalisation routière*.

Les dimensions des panneaux sont variables selon la fonction de ces derniers. Elles peuvent varier entre 900 mm et 1,2 mètre de largeur et/ou hauteur. Le tableau 8B-1 du chapitre 8 du *Manuel on Uniform Traffic Control Devices (U.S. Department of Transportation)* précise les dimensions exactes en fonction des panneaux requis.¹⁵ Ces panneaux doivent avoir un lettrage de couleur noir et un fond blanc avec une pellicule rétrofléchissante.¹⁶

Aux passages à niveaux gérés par des panneaux d'arrêt ou des panneaux de cédez-le-passage, un panneau indiquant la traversée d'un rail devra accompagner cette signalisation. Un réflecteur sur le poteau de ce panneau permet d'en assurer la visibilité. La localisation de ces panneaux varie selon le milieu (rural ou urbain) et selon le type de circulation traversant la voie ferrée (véhicules sur une voie de circulation ou provenant d'un stationnement ou autre accès ou encore des piétons). Les figures 8B-2 à 8B-3 du *Manuel on Uniform Traffic Control Devices (U.S. Department of Transportation)* permettent de guider le concepteur à ce sujet.

¹⁴ Chapitre I, « Dispositions générales », Tome V *Signalisation routière*, de la collection des ouvrages routiers du MTQ.

¹⁵ *Manual on Uniform Traffic Control Device*, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, édition 2000, CHAPITRE 8.

¹⁶ Page 10-24 de l'annexe A « Traffic control system for light rail-highway grade crossing » de l'ouvrage *Integration of Light Rail Transit into City Street*, TRCP Report 17, Annexe A.

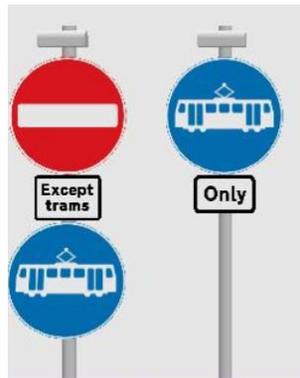
Tous les panneaux de signalisation devront en tout temps être situés complètement à l'extérieur de la plateforme du tramway, afin de respecter la largeur du GLO et qu'elles n'entravent pas la circulation du tramway.

Les panneaux de petite et grande signalisation seront en aluminium montés sur des tuteurs en acier galvanisé.

Signalisation du tramway

De la signalisation devra également permettre aux usagers de la route d'identifier rapidement les voies réservées affectées à la circulation des tramways. La figure suivante illustre des exemples d'une telle signalisation.

Figure 12 : Exemple de signalisation d'affectation des voies



Source : VBE London Tramlin, UK Tramway
 Signs Object Pack, <http://www.freewebs.com/bvelondontramlin>



Traversée d'une ligne de tramway



Annonce de la traversée d'une ligne de tramway



Indication d'un site propre tramway

À titre d'exemple nord-américain, les cas de Toronto, Ontario et Portland, Oregon n'utilisent pas ce type de signalisation particulière au tramway.

Toutefois, sur le site Internet du tramway de Portland (<http://portlandstreetcar.org/>) le symbole utilisé pour représenter un tram est intéressant (figure 13). Ils utilisent des symboles permettant de différencier rapidement les différents types de TC. Ce logo pourrait servir de base pour adapter la signalisation proposée à la figure 12.

Figure 13 : Exemple de logo pour tramway



Source : site internet du tramway de Portland (<http://portlandstreetcar.org/>)

Autres panneaux de signalisation

De plus, de nouveaux panneaux de signalisation devront être ajoutés, notamment aux endroits suivants :

- aux passages à niveaux (panneau indiquant la traversée d'un rail, panneaux indiquant la ligne d'arrêt ou encore le fonctionnement des feux, panneaux d'arrêt ou de cédez le passage);
- aux zones d'interdiction des traversées piétonnes du rail. Ces zones pourront être identifiées pour diverses raisons, telle que la mauvaise visibilité;
- aux zones d'arrêt du tramway afin d'identifier les interdictions d'effectuer un dépassement d'un tramway immobilisé;
- en tronçon afin d'identifier l'affectation des voies de circulation (exemple : voie de droite seulement pour le tramway);
- aux carrefours où les virages à gauche croisant le rail du tramway sont interdits;
- lorsque la voie de circulation est réservée uniquement au tramway et qu'une confusion chez l'utilisateur de la route est possible;
- au besoin, lorsque la visibilité des voies de tramway, à partir d'un accès perpendiculaire à ce dernier n'est pas suffisante, des panneaux de danger indiquant le mode de gestion à ce croisement (feux de circulation, arrêt, cédez le passage) pourront être localisés en amont du carrefour conformément au chapitre 3 Danger du tome V Signalisation routière des normes du MTQ;
- une réduction de la vitesse de circulation des automobiles peut être à envisager le long du tracé du tramway, par exemple, à l'approche des stations et traverses piétonnes ainsi qu'aux rétrécissements de la voirie. Les panneaux de signalisation de vitesse affichée devront être revus en conséquence;
- un panneau devra indiquer aux usagers de la route la fin de la (les) voie(s) de tramway.

Marquage et texture de la chaussée

Le marquage de la chaussée aura comme principal objectif dans le cas de l'insertion du tramway en milieu urbain et rural, de sécuriser les mouvements des usagers autres que le tramway. Le tableau suivant résume les points identifiés ainsi que l'approche préconisée.

Tableau 8 : Marquage préconisé selon différents cas*

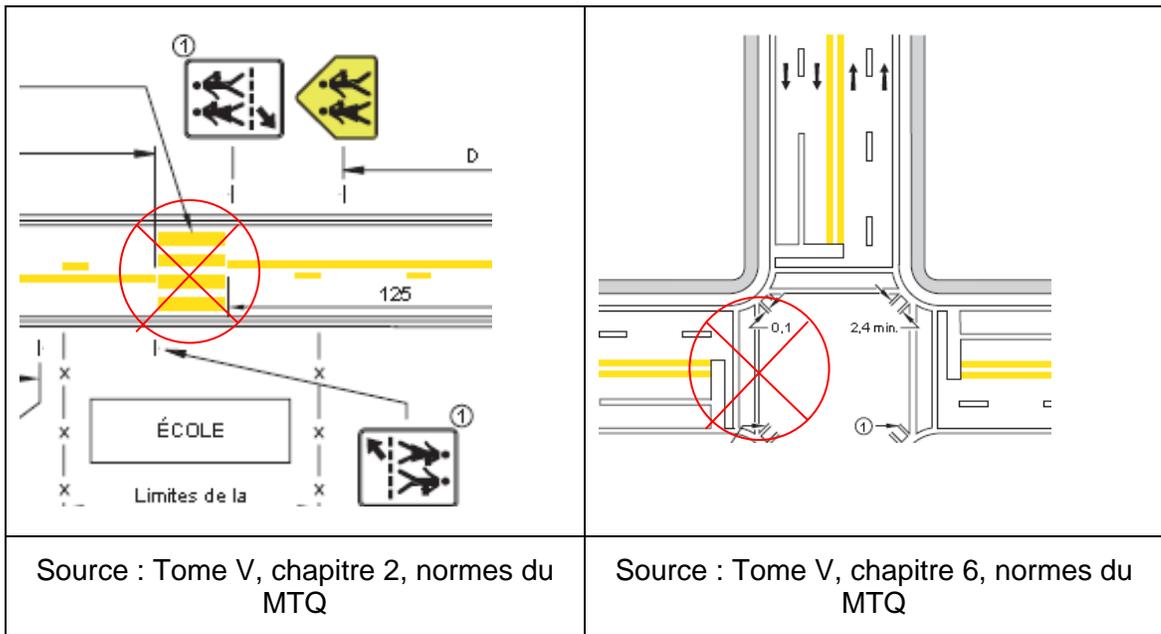
Localisation	Approche préconisée
Traversée piétonne en tronçon	Marquage au sol de couleur voyante, sur la pleine largeur de la traverse pour personne. Possibilité d'ajouter en marquage un triangle inversé rouge et blanc (danger), ainsi que le mot « tramway ». Possibilité d'ajouter une texture dans la surface de pavage.
Traversée piétonne à un carrefour géré par un feu de circulation	Marquage au sol de couleur voyante, sur la pleine largeur de la traverse pour personne.
Localisation	Approche préconisée
Traversée piétonne à un carrefour géré uniquement aux approches secondaires	Marquage au sol de couleur voyante, sur la pleine largeur de la traverse pour personne. Possibilité d'ajouter en marquage un triangle inversé rouge et blanc (danger), ainsi que le mot « tramway ». Possibilité d'ajouter une texture dans la surface de pavage.
Le long du tracé du tramway en site propre	Possibilité d'ajouter du marquage de couleur à la bordure séparant les voies de circulation automobile et celle réservée au tramway afin que cette dernière soit davantage visible.
Au croisement à niveau de voies de tramway en site propre et des voies de circulation standard	Marquage au sol de couleur blanche (ou équivalent) délimitant la GLO du tramway, avec une zone hachurée à l'intérieur de la plateforme tramway.
Le long du tracé du tramway en site mixte ou banal	Marquage au sol conformément à la politique des Villes de Québec et de Lévis. Aucun marquage spécifique pour le tramway. .

*** Voir, lorsque applicable, la section 7.2.2.2 « Signalisation horizontale » concernant la signalisation horizontale accompagnant ce marquage, pour les piétons et cyclistes.**

Certaines des approches préconisées dans le tableau précédent sont détaillées dans les paragraphes suivants.

Le code de la route québécois stipule que lorsqu'un piéton s'engage dans un passage pour piétons, le conducteur d'un véhicule routier doit immobiliser son véhicule et lui permettre de traverser et le conducteur d'une bicyclette doit également lui permettre de traverser.¹⁷ Ainsi, un piéton s'engageant sur un passage pour piétons, bien qu'il doive demeurer vigilant, a la priorité. En Europe, les piétons n'ont pas la priorité sur les tramways. Actuellement, la gestion de la circulation des tramways n'est pas incluse dans le code de la route du Québec, mais advenant le cas où les tramways ont priorité sur les piétons, aucun marquage au sol de type « ligne parallèle ou bloc » ne devra identifier le passage pour personnes, car ce dernier est associé à un mouvement prioritaire. Ce marquage est adéquat pour un carrefour standard, mais inapproprié pour un carrefour avec tramway.

Figure 14 : Marquage à proscrire au droit des traverses pour personnes des voies pour tramway



¹⁷ Code de la sécurité routière, Transport Québec, article 410.

La figure suivante présente plutôt des cas envisageables.

Figure 15 : Exemples de marquages au sol sur la plateforme tramway (Bordeaux, France et Bruxelles, Belgique)

<p>Marquage au sol sur l'ensemble de la chaussée tramway croisant la chaussée standard</p>	<p>Marquage au sol au droit d'une traversée pour personne</p>
	
<p>Source : Un nouveau marquage pour renforcer la vigilance, Sud-Ouest.fr, article publié le 08/03/2012, http://www.sudouest.fr/2012/03/08/un-nouveau-marquage-pour-renforcer-la-vigilance-652645-729.php. Bordeaux, France.</p>	<p>Source : Premark, <i>La STIB/MIVB choisi PREMARK® ViziGrip pour assurer la sécurité des traversées du TRAM de Bruxelles</i>, http://www.premark.com/premark_fr/actualite/nyhed/brows/e/3/article/la-stibmivb-choisi-premarkR-vizigrip-pour-assurer-la-securite-des-traversees-du-tram-de-bruxelles/?tx_ttnews%5BbackPid%5D=4185&cHash=85307d8585 Bruxelles, Belgique.</p>

Tel que mentionné à la section précédente, la priorité n'est pas accordée aux piétons ou aux cyclistes, mais aux tramways. Afin d'identifier clairement les axes de traversée de cette voie ferrée et afin d'attirer l'attention du piéton ou du cycliste au danger potentiel, il est possible d'utiliser du marquage au sol ou d'ajouter une coloration ou une texture au pavage dans l'axe de circulation du tramway, au croisement d'un autre axe. À titre d'exemple, la ville de Bordeaux a mis en place du marquage au sol en échiquier noir et blanc recouvrant la plateforme du tramway, vis-à-vis la traversée d'un axe routier perpendiculaire¹⁸. Il est également possible, à l'aide de marquage au sol, d'inscrire le mot « train » ou « tramway » accompagné d'un symbole de cédez le passage, afin qu'il soit visible pour les usagers effectuant la traversée d'une voie

¹⁸ *Un nouveau marquage pour renforcer la vigilance*, Sud-Ouest.fr, article publié le 08/03/2012, <http://www.sudouest.fr/2012/03/08/un-nouveau-marquage-pour-renforcer-la-vigilance-652645-729.php>

ferrée. Le marquage ne doit pas être l'unique méthode d'identification des zones de traversée piétonne, notamment en raison des conditions hivernales susceptibles de rendre le marquage non-visible. Les éléments identifiés dans les sections précédentes (panneaux de signalisation, dénivelée, barrière, bollards, etc.) doivent également être respectés.

À l'image du marquage au sol identifiant les voies cyclables, il est également possible d'apposer sous forme de marquage au sol un symbole représentant un tramway, et ce, dans la voie lui étant réservée au droit d'une intersection.

Du marquage au sol est également requis pour les éléments suivants, et ce, conformément aux politiques des Villes de Lévis et de Québec :

- les lignes des voies et d'arrêt;
- la ligne longeant l'îlot central;
- les traverses piétonnières ne traversant pas de voie de tramway;
- les pistes cyclables;
- les flèches de direction de voie;
- divers pictogrammes (bicyclette, piétons, voie réservée bus-taxi, etc.).

Le marquage de la chaussée devra être de type longue durée; celui-ci est incrusté dans le revêtement bitumineux. La peinture est un alkyde.

5.3 AMÉNAGEMENTS EN FAVEUR DE L'ACCESSIBILITÉ UNIVERSELLE

Aux traversées d'une voie de tramway, des aménagements particuliers peuvent être envisagés afin de sécuriser la traversée et d'y faciliter l'accessibilité universelle, tel que :

- aménagement de saillies d'un trottoir vis-à-vis des traversées piétonnes;
- aménagement de bateaux-pavés;
- aménagement des traversées dans la partie rectiligne du trottoir, et non dans l'arrondi;
- aménagement des passages pour piétons perpendiculairement à l'alignement de la voie de circulation;
- aménagement d'îlots centraux (conformément aux dimensions indiquées au Tableau 2) pouvant servir de refuge lors de la traversée;
- bandes podotactiles orientées vers la traversée.

Les principes suivants devront être respectés pour prendre en compte l'accessibilité universelle pour l'aménagement des stations, ainsi qu'à proximité de ces dernières:

- aire de rotation libre de tout obstacle en avant de la zone d'embarquement (2 000 mm de diamètre minimalement);
- zone de cheminement piéton d'une largeur minimale de 1,5 m pour accéder à l'arrêt;
- aire d'attente avec une surface uniforme et sans pente;
- bandes podotactiles orientées vers la zone d'embarquement;
- mobilier urbain à l'extérieur de la zone d'attente et du cheminement piéton;

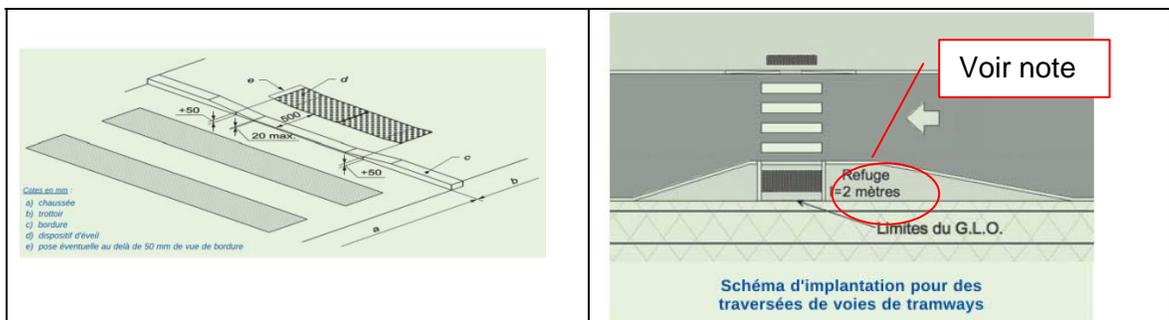
- présence de bancs;
- l'accès depuis le quai doit se faire à plain-pied et le déplacement à l'intérieur des rames doit être facilité par un plancher bas uniforme;
- Des rampes d'accès devront être aménagées en extrémité des stations afin de permettre l'accès aux stations à partir du trottoir;
- Les arrêts accessibles pour les personnes souffrant de limitation fonctionnelle doivent être identifiés à l'aide d'un symbole sur le panneau d'arrêt.

Les principes d'accessibilité universelle à mettre en œuvre devront suivre le guide pratique d'accessibilité universelle de la Ville de Québec (édition 2010), ainsi que le Plan de développement 2012-2016 pour améliorer l'accessibilité du transport en commun régulier à Québec (RTC, 27 mars 2012).

À noter que ce livrable ne détaille pas les critères de conception pour les stations, à l'exception des points énumérés ici-haut en ce qui a trait à l'accessibilité universelle.

Aux carrefours ayant été ciblés par les associations des personnes souffrant de limitations fonctionnelles, la traversée devra être gérée aux feux de circulation avec une phase exclusive et identifiée par un signal sonore ou encore par un feu piéton avec un décompte numérique lorsqu'aucun feu de circulation n'y gère les autres mouvements. L'identification de ces carrefours sera faite en concertation avec les associations des personnes souffrant de limitations fonctionnelles, lors de la conception routière. En plus des signaux sonores, en milieu urbain, des bandes d'éveil de vigilance (BEV), soit un relief et/ou un contraste de couleur dans la chaussée ou le trottoir, pourraient être implantées. La BEV devra être implantée au droit des traversées de voies de tramway, en respectant la distance d'implantation par rapport à l'espace dédié à la voie ferrée (GLO). L'implantation est préconisée dans le cas des traversées de voies en sortie d'une station de tramway, vis-à-vis un générateur de forts débits piétonniers ou encore au carrefour. Les figures suivantes illustrent un exemple d'implantation d'une BEV en milieu urbain et un exemple spécifique pour la traversée de voies de tramways.

Figure 16 : Exemple d'implantation d'une BEV en milieu urbain et exemple spécifique pour la traversée de voies de tramways



Source : « Les cheminements des personnes aveugles et malvoyantes », *Recommandations pour les aménagements de voirie*, CERTU, Fiche no3, juillet 2010

NOTE : Il est à noter qu'une largeur de 2,4 mètres est requise pour le marquage au sol du passage pour personne, selon les normes du MTQ. Ces normes ont préséance sur les recommandations du CERTU.

5.4 ARRÊTS ET ABRIS POUR AUTOBUS

Cette section touche uniquement les arrêts et les abris pour les autobus, et non les stations du tramway, celles-ci étant traitées dans le *sous-livrable 3 du Livrable 1.2 – Plateforme, stations et pôles d'échanges*. Elle vise à établir des principes généraux lorsqu'un arrêt d'autobus est requis en bordure du tracé proposé pour le tramway. Les circuits des autobus devront être revus afin d'assurer un service complémentaire à celui offert par le tramway. Il en résultera des points de correspondance entre les deux services, et, occasionnellement, un service en parallèle.

Pour les correspondances, particulièrement en présence d'abribus, les arrêts pour les circuits des autobus devront être aménagés sur des rues perpendiculaires à celles desservies par le tramway. Cette localisation s'applique seulement dans le cas où les autobus circulent sur une rue qui croise le tramway.

Advenant le cas où les circuits d'autobus sont maintenus en parallèle au tracé du tramway, le tableau suivant résume les recommandations à suivre :

Tableau 9 : Recommandation de l'aménagement des arrêts d'autobus le long du tracé du tramway

Site	Insertion	Recommandation
Propre	Axiale	<p>Circulation des autobus sur la voie réservée pour les tramways non-recommandée.</p> <p>Aménagement des arrêts d'autobus séparément de ceux pour le tramway.</p>
	Latérale	<p>Circulation des autobus sur la voie réservée pour les tramways non-recommandée.</p> <p>Pour l'autobus circulant dans la voie adjacente aux voies de tramway : aménagement des arrêts d'autobus après ceux pour le tramway dans la mesure du possible, sinon conjointement, si l'espace et la hauteur du quai du tramway (transition à faire) le permettent. Attention : des aménagements devront sécuriser la traversée piétonne des voies de tramways et entre les quais lors des correspondances.</p> <p>Pour l'autobus circulant dans la voie séparée par l'autre voie d'autobus : aménagement des arrêts d'autobus face à celle de l'autre côté et/ou après (décalés par rapport à la station de tramway) ceux pour le tramway.</p>

Site	Insertion	Recommandation
Mixte	Axiale	Aménagement des arrêts d'autobus séparément de ceux pour le tramway pour la voie de circulation sans tramway. Ne pas aménager d'arrêt sur l'unique voie de circulation partagée entre véhicules particuliers/tramway.
	Latérale	Pour l'autobus circulant dans la voie adjacente à la voie du tramway : aménagement des arrêts d'autobus avant ceux pour le tramway dans la mesure du possible, sinon conjointement, lorsque la voie de tramway se trouve à la droite de la voie d'autobus et si l'espace et la hauteur du quai du tramway (transition à faire) le permettent, sinon aménagement des arrêts d'autobus face à celle de l'autre côté et/ou avant (décalés par rapport à la station de tramway) ceux pour le tramway. Ne pas aménager d'arrêt sur l'unique voie de circulation partagée entre véhicules particuliers/tramway.
Banal	N/A	Ne pas aménager d'arrêt sur l'unique voie de circulation partagée entre véhicules particuliers/tramway. Privilégier l'aménagement des arrêts d'autobus avant ceux pour le tramway dans la mesure du possible.

Il est à noter que les abribus sont la propriété du RTC et de la STLévis. Seuls ces derniers sont habilités à construire ou déplacer, lesdits abribus. Les exemples ci-après présentent des aménagements d'arrêt d'autobus le long du tracé Est-Ouest du tramway de la présente étude.

Figure 17 : Exemples d'aménagement d'arrêt de bus axial



Figure 18 : Échange Bus / tramway à Lyon (France)

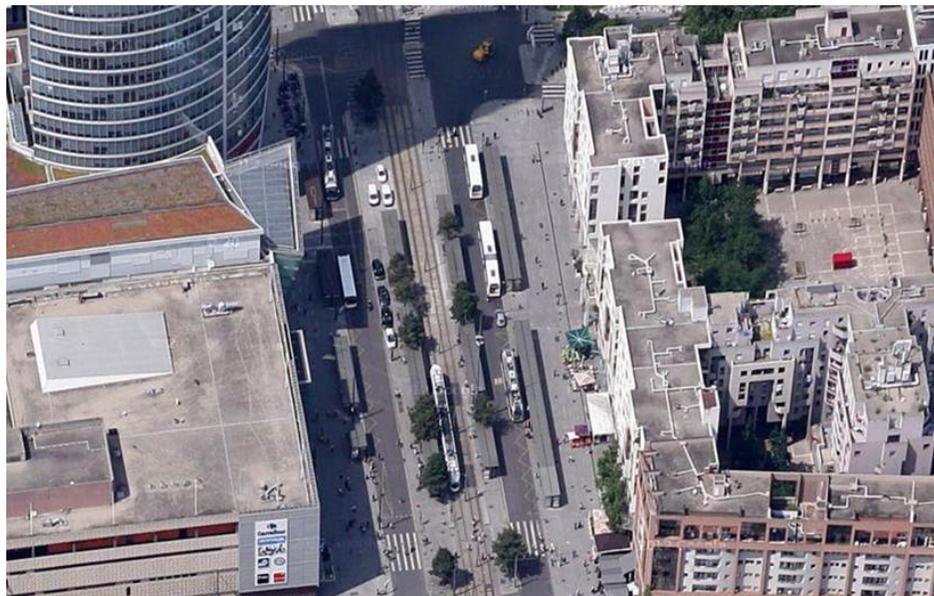




Figure 19 : Exemples d'aménagement d'arrêt de bus latéral



Figure 20 : Échanges bus / tramway au Mans (France)



6 ÉLÉMENTS SOUTERRAINS

6.1 INFRASTRUCTURES SOUTERRAINES

L'emplacement des structures souterraines devra se faire à un endroit permettant d'effectuer des interventions de manière à ce que les pentes d'excavation n'aient pas à interférer avec la plateforme du tramway dans l'éventualité où des travaux d'entretien, de réparation ou de remplacement sont nécessaires.

Conduite et vanne d'aqueduc

Une conduite d'aqueduc de diamètre variable sera placée de chaque côté des voies du tramway. Elle pourra être en CPV ou en fonte ductile. Elle sera placée à 2,10 mètres sous le recouvrement de la chaussée, sinon elle sera isolée du gel soit par une membrane isolante qui l'entoure, soit par un isolant rigide placé au-dessus de la conduite.

La paroi de la conduite d'aqueduc devra se situer à 300 mm minimum (hauteur ou largeur) d'une conduite d'égout quelle qu'elle soit. Advenant l'impossibilité de respecter les distances minimales exigées, la conduite d'égout installée en parallèle avec la conduite d'eau potable et ses branchements jusqu'à la ligne de propriété, ainsi que les branchements de puisards, devront être fabriqués avec des matériaux et des joints étanches répondant aux exigences d'une conduite d'eau potable (référence art. 10.1 BNQ 1809-300/R 2007).

Conduite d'égout sanitaire ou unitaire

La conduite d'égout sanitaire ou unitaire sera placée de chaque côté des voies de tramway. Elle pourra être en CPV ou en béton armé. Elle sera placée à 300 mm minimum sous la conduite d'aqueduc ou à 3 mètres minimum de la paroi de celle-ci lorsque cette exigence ne peut être respectée.

Conduite d'égout pluvial

La conduite d'égout pluvial, lorsque présente, sera en béton armé et placée de chaque côté des voies de tramway. Les joints sont étanches. Elle sera placée à 300 mm minimum sous la conduite d'aqueduc ou à 3 mètres minimum de la paroi de celle-ci lorsque cette exigence ne pourra être respectée.

La position dans la tranchée de la conduite d'égout pluvial devra permettre en tout temps le passage des branchements d'aqueduc, de gicleurs, d'égout sanitaire.

Regard, puisard, réceptacle et caniveau

En regard à ces éléments, il sera fait directement et exactement référence aux Guides de conception des Villes de Québec et de Lévis.

Poste de pompage

Le poste de pompage sera préfabriqué en béton armé.

Deux (2) postes de pompage existants sous les ponts du chemin de fer (CN) situés sur le chemin de la Canardière (tracé est-ouest) et la 1^{re} Avenue (tracé nord-sud, Québec) risquent de devoir être reconstruits en entier advenant l'abaissement du profil du pavage existant.

Poste de purgeur d'air (aqueduc)

Advenant la construction de poste de purgeur d'air suite à la reconstruction des conduites d'aqueduc, ceux-ci seront préfabriqués en béton armé. Le poste sera construit à l'abri du gel ou chauffé. Le poste sera drainé dans l'égout pluvial.

Conduits de services d'utilités publiques (Hydro-Québec, Bell, Vidéotron, fibre optique)

Un massif souterrain renfermant les conduits des services de distribution d'utilités publiques tels qu'Hydro-Québec, Bell Canada, Vidéotron et de fibre optique sera construit de chaque côté des voies de tramway, à l'exception de certains cas où un seul massif de distribution avec traversée à chaque raccordement sera prévu. Ces massifs de distribution seront localisés sous le trottoir à une profondeur d'environ 1 mètre. Les dimensions extérieures sont environ 600 x 600 mm.

Les commerces et résidences utilisant ces services seront raccordés au massif de distribution. Par ailleurs, dans le cas où un seul massif de distribution sera mis en place, une sortie sera prévue pour ces services souterrains afin de permettre un futur branchement pour les commerces ou résidences non desservis.

La conception de cette formation souterraine est normalement réalisée par Hydro-Québec en s'assurant de respecter les normes particulières de chacun des fournisseurs de services d'utilités publiques les utilisant.

Multitubulaire

Afin de permettre l'accès sécuritaire au regard de contrôle et/ou de distribution de la multitubulaire desservant uniquement les besoins du tramway, ceux-ci seront disposés en bordures de la voie attenante à la plateforme du tramway.

Le multitubulaire pourra également contenir des fourreaux pour d'autres services.

Conduites de gaz

La distance entre une conduite de gaz et un solage de bâtiment sera de 3 mètres.

La distance d'une conduite de gaz par rapport à un massif ou autres conduites sera de 1 mètre.

Conduits pour l'éclairage et pour les signaux lumineux

Les conduits en CPV de diamètre variant de 35 à 65 mm, servant à recevoir les fils électriques de l'éclairage de rue et des signaux lumineux, seront placés dans une tranchée à 750 mm de profondeur, dans un remblai de sable classe « A » d'une épaisseur totale de 300 mm. Cette tranchée sera située dans le trottoir et pourra être placée au-dessus d'une formation souterraine de services d'utilités publiques. Cette tranchée sera placée à l'intersection des rues dans l'alignement des feux lumineux proposés. Les conduits renfermeront tous les fils servant à contrôler la circulation automobile, les piétons, le tramway et les véhicules d'urgence. Un ruban marqueur sera mis en place au-dessus du remblai de sable.

6.2 STRUCTURES SOUTERRAINES

Les critères de conception de tunnels pour tramways touchent de nombreux éléments qui pourront être détaillés dans une note technique distincte. Ces critères seront utiles dans le cas où une ou plusieurs variante(s) avec tunnel pour tramway, sur le tracé Nord-Sud Québec, séquences A/B/C, est/sont retenue(s).

Les éléments à aborder en matière de critères de conception de tunnels à tramway devront couvrir notamment :

- le tunnel à tramway proprement dit, mais également les tunnels piétonniers, de sécurité voire d'aération associés;
- des critères généraux de conception en matière de (liste non exhaustive) : sécurité incendie, ventilation, dimensions, structure, alimentation électrique, etc.

7 SYNTHÈSE

L'ensemble des critères de conception touchant les éléments de voirie, chaussée, aqueduc et égout, utilités publiques, aménagement ont été présentés dans le présent livrable. Ils sont synthétisés par les deux (2) coupes présentées ci-après, en ce qui a trait aux dimensions des voiries et à l'insertion des éléments souterrains aux voiries, dans le cas d'une insertion axiale et le cas d'une insertion latérale.

Figure 21 : Coupe d'insertion à niveau et souterraine – tramway en situation axiale

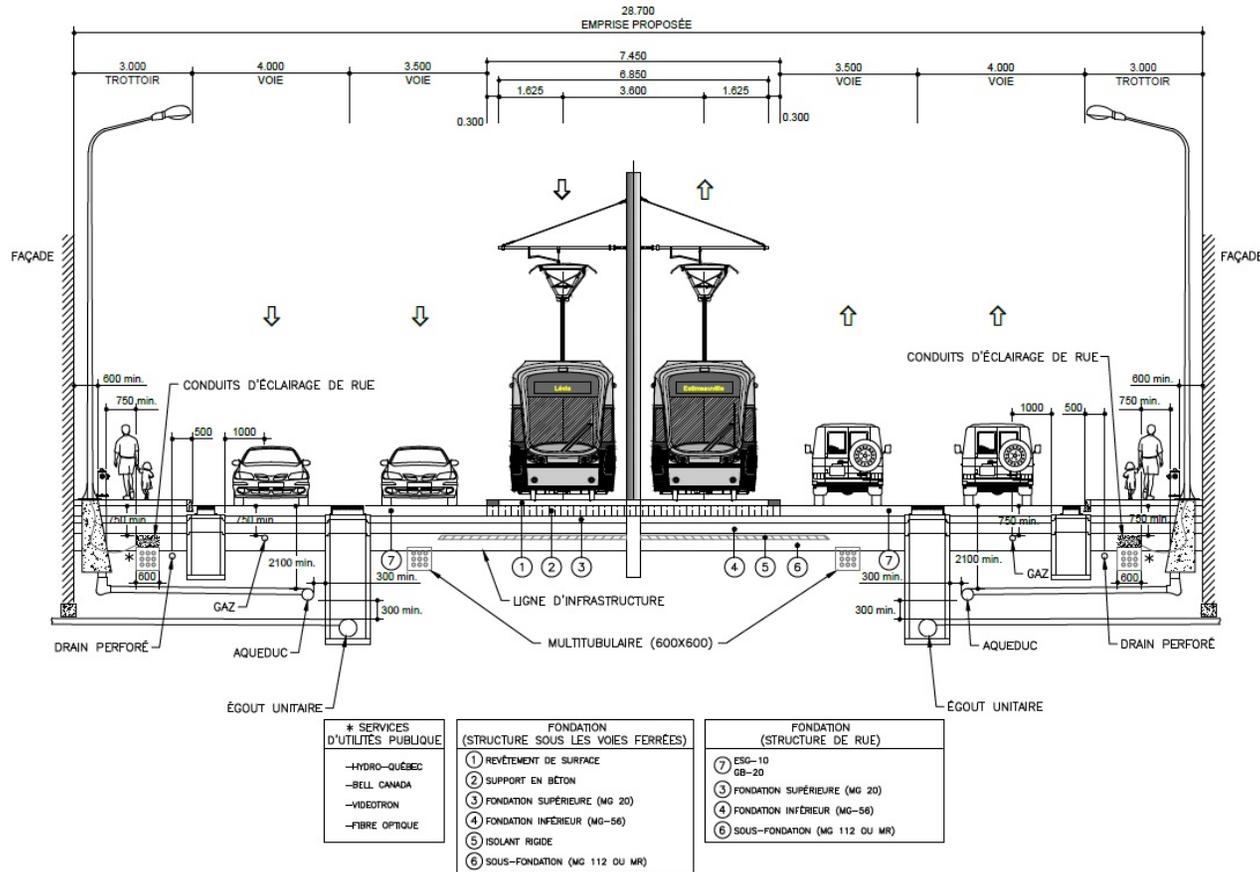
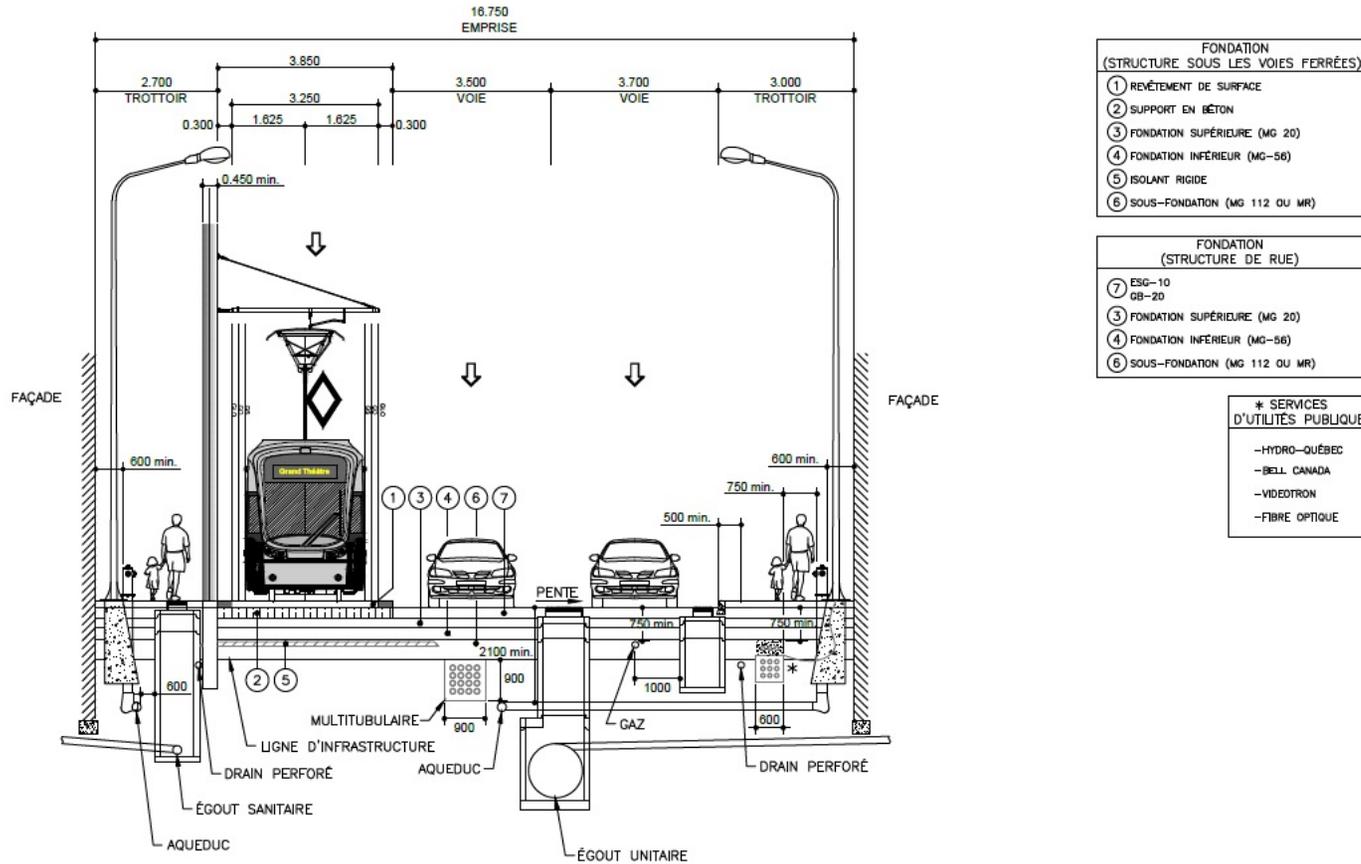


Figure 22 : Coupe d'insertion à niveau et souterraine – tramway en situation latérale



Il est à noter que des départements spécifiques des Villes de Québec et de Lévis ont autorité sur plusieurs domaines respectifs liés à l'insertion du tramway, et ceux-ci devront être consultés pour valider, voire compléter, le présent livrable sur les critères de conception à respecter lors de l'insertion du tramway. Il s'agit principalement des services municipaux des Travaux publics, de l'Aménagement du territoire de la sécurité publique, de protection incendie et de l'Environnement.

Aussi, il est à rappeler que le présent livrable présente des cas « idéaux » et que lors de l'exercice d'insertion du tramway, séquence par séquence, qui est actuellement en cours par le Consortium du Lot 1 (*Livrable 1.2*), ces critères sont pris comme point de référence mais des ajustements de l'insertion sont par la suite, réalisés. Dans ce cadre, il est recommandé de rencontrer les représentants des réseaux municipaux et de distribution d'utilités publiques, afin d'optimiser et de solutionner les problématiques qui pourraient être générées par l'implantation du tramway dans les rues. De cette synergie pourra ressortir un projet plus fort et conscient des impacts donc moins sujet aux critiques.

Enfin, rappelons que la présente étude ne se veut pas être une conception détaillée sur tout le tracé, de l'insertion du tramway, en chaussée, au niveau des éléments aériens et souterrains, mais elle se doit, par contre, de répondre aux questions suivantes :

- est-ce que le tramway est faisable?
- si oui, quel est son coût à $\pm 30\%$?