

6 Description du projet

6.1 Caractéristiques générales et composantes du projet

6.1.1 Généralités

La figure 6.1 présente le plan d'ensemble du projet de tramway. Outre le tracé, elle localise les stations, les pôles d'échanges, les terminus, les centres d'entretien et d'exploitation (CEE) et les ouvrages d'art.

Première ligne de tramway dans la ville de Québec depuis 1948, le réseau structurant de transport en commun (RSTC) transformera le paysage et les habitudes de déplacement. Le tramway rejoindra directement près de 140 000 résidents et 150 000 emplois¹ dans une distance de marche de 800 m.

Le tramway est un véhicule léger à roulement « fer sur fer », guidé sur rails. Chaque rame a une longueur de 43 m, une largeur de 2,65 m et une cabine de conduite à chaque extrémité. Une rame peut accueillir 260 passagers et les modules disposent de portes de chaque côté. Ainsi configurée, une rame de tramway est bidirectionnelle.

Le tramway fonctionne via une alimentation électrique distribuée par une ligne aérienne de contact (LAC) portant un courant continu de 750 VCC le long du tracé.

Les rames possèdent un design attractif et permettent un accostage optimisé pour faciliter l'accès aux personnes à mobilité réduite.

Ce chapitre présente les caractéristiques du projet à l'étape de l'avant-projet, incluant l'ensemble des aménagements de façade à façade. Certains éléments évolueront en fonction de la progression de la conception.

6.1.2 Caractéristiques du service

- Ligne longue de 23 km (Terminus Le Gendre/Terminus Charlesbourg).
- Ligne courte de 17 km (Terminus Le Gendre/Pôle d'échanges Saint-Roch).
- Arrondissements desservis : Charlesbourg, La Cité-Limoilou et Sainte-Foy—Sillery—Cap-Rouge.
- Intervalles entre deux passages de 4 à 8 minutes² en heure de pointe.
- Amplitude de service de 5 h à 1 h.
- Régularité des temps de parcours et fiabilité du système.
- 35 stations accessibles aux personnes à mobilité réduite.
- 28 stations connectées au réseau cyclable.
- Distance inter-arrêts moyenne de 650 m.
- 3 pôles d'échanges intermodaux (Saint-Roch, Université Laval et Sainte-Foy).
- 2 terminus : Le Gendre (incluant l'ajout de 250 cases de stationnements incitatifs) et Charlesbourg.
- 7 zones de connexions avec autobus.

1. VQ-BPRSTC, 4 avril 2019. *Bassins de desserte révisés dans le cadre de l'avant-projet.*

2. Le système est conçu avec une fréquence de 3 à 6 minutes. Toutefois, à l'ouverture en 2026, selon l'achalandage estimé, la fréquence de 4 à 8 minutes sera suffisante.

6.1.3 Caractéristiques du système

- Ligne de tramway en site propre exclusif.
- Voie ferrée et signalisation ferroviaire.
- Matériel roulant de type tramway :
 - alimentation électrique par ligne aérienne de contact (LAC);
 - 36 rames de 43 m de longueur par 2,65 m de largeur;
 - capacité de 260 personnes par rame;
 - accessible aux personnes à mobilité réduite, poussettes et vélos;
 - capacité maximale de déplacement de 5 200 usagers par heure par direction (si fréquence de 3 min);
 - montées et descentes par toutes les portes;
 - plancher bas intégral.
- Accès plain-pied entre rames et quais.
- Système de transport intelligent, système d'aide à l'exploitation et informations voyageur, vidéo-surveillance, billettique, etc.
- Centres d'entretien et d'exploitation principal et secondaire (CEE).



Photos 6.1 et 6.2 Alimentation électrique par LAC (exemples des tramways de Tours et de Strasbourg en France)



Photo 6.3 Accès plain-pied entre rames et quai, et plancher bas intégral permettant une accessibilité universelle

FIGURE 6.1

PLAN D'ENSEMBLE

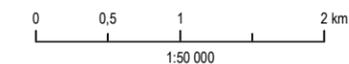


Infrastructure

- Pôle d'échanges
- Terminus
- Station
- ▲ Centre d'entretien et d'exploitation
- * Ouvrage d'art

Tracé

- Tramway
- Tramway souterrain



RÉSEAU STRUCTURANT DE TRANSPORT EN COMMUN

BUREAU DE PROJET



Date : 23 septembre 2019
Fichier : RST_TW_EIE_6_1_plan_ensemble.mxd
Système de projection cartographique : NAD 83 MTM 7
Source : Ville de Québec, 2019

6.1.4 Caractéristiques de l'insertion (au 14 mai 2019)

- Réaménagement du domaine public de façade à façade.
- Insertion axiale³ sur-rue sur 11,6 km.
- Insertion latérale⁴ sur-rue sur 6,1 km.
- Insertion hors-rue⁵ sur 1,8 km.
- Insertion en souterrain pour deux sections sur un total d'environ 3,5 km : colline Parlementaire (2,6 km) et avenue Lavigerie (0,9 km).
- Plateforme fiabilisée⁶.
- Interventions sur cinq ouvrages d'art.

6.1.5 Intermodalité

Divers parcours d'autobus se connecteront avec le tramway dans les pôles d'échanges, les terminus ou les zones de connexions. Cette transformation des réseaux de transport en commun affectera également les autres modes de transport et services de mobilité :

- transports actifs :
 - 28 stations sur 35 seront directement connectées au réseau cyclable et équipées de supports et abris sécurisés pour les vélos;
 - aménagements piétonniers sécuritaires, accessibles et conviviaux tout le long du tracé;
- taxis, covoiturage, auto-partage et dépose-minute :
 - espaces et équipements intégrés aux pôles d'échanges et terminus;
 - 15 stations actuelles de Communauto accessibles à moins de 300 m de marche d'une station tramway;
- auto solo :
 - nouveau Parc-O-Bus intégré au terminus Le Gendre.

6.1.6 Accessibilité universelle

L'amélioration de la mobilité pour l'ensemble de la population implique que les infrastructures, le matériel roulant et les équipements de transport en commun soient accessibles pour les personnes à mobilité réduite. Avec un système tramway accessible, l'autonomie et le confort de l'ensemble des usagers seront améliorés.

Voici quelques exemples de mesures visant à rendre le tramway de Québec accessible :

- accès de plain-pied⁷ entre le quai et le véhicule;
- cheminements continus et accessibles entre les trottoirs, passages piétons, quais et rames;
- présence de refuges pour piétons;
- deux rampes pour personnes à mobilité réduite (PMR) en bouts de quais;
- aires de retournement dans les véhicules et les stations;

3. Au centre de la chaussée.

4. Seulement d'un côté de la chaussée.

5. À l'extérieur de la chaussée.

6. Absence de réseau souterrain sous la plateforme (égout, aqueduc, utilités publiques, etc.).

7. Un accès de plain-pied permet à une personne en fauteuil roulant de monter ou descendre du tramway sans assistance particulière, car l'écart entre le quai et le plancher est suffisamment petit pour effectuer la manœuvre en toute autonomie.

- dalles podotactiles aux changements de niveau et bandes de guidage pour orienter les usagers;
- information sonore et visuelle aux stations et aux véhicules;
- avertissements sonores pour les véhicules;
- mobilier à hauteurs variables;
- dégagements supplémentaires devant les portes des quais;
- éclairage et signalétique accessible;
- ascenseurs aux stations souterraines.

6.1.7 Tracé

6.1.7.1 Choix du tracé

Le tracé du tramway a été établi en se basant sur le parcours du Métrobus 801, actuelle ligne d'autobus à fréquence élevée du RTC, qui relie plusieurs principaux pôles d'activités de la ville en circulant sur des voies réservées dans plusieurs sections.

À l'extrémité ouest du parcours du tramway, trois options de tracé ont été analysées. Elles sont illustrées à la figure 6.2. La variante jaune emprunte l'emprise d'une ligne de transport d'énergie, la variante bleue emprunte le boulevard Pie-XII, et la variante orange emprunte le boulevard du Versant-Nord. Les paragraphes suivants présentent une description de chacune de ces variantes et leurs impacts respectifs sur le milieu traversé.



Figure 6.2 Options de tracé analysées à l'extrémité ouest du tracé

Variante jaune : emprise d'une ligne de transport d'énergie

La variante jaune, qui emprunte une portion de l'emprise d'une ligne de transport d'énergie, constitue le tracé le plus direct entre le chemin des Quatre-Bourgeois et le terminus Le Gendre. À la hauteur du chemin des Quatre-Bourgeois, l'alignement droit du tracé est dirigé vers le nord par une courbe à grand rayon. Dans la portion entre le chemin des Quatre-Bourgeois et l'avenue McCartney, le tracé passe à l'est de la ligne de transport d'énergie, tandis qu'entre l'avenue McCartney et le boulevard du Versant-Nord, le tracé passe à l'ouest de la ligne de transport d'énergie. La station McCartney, située entre l'avenue McCartney et le chemin Sainte-Foy, permet la desserte du secteur du Campanile et du secteur Saint-Benoît, soit 8 000 résidents, 1 300 emplois et 1 500 étudiants. Le ministère du Revenu, rue de Marly, est situé à 1,2 km de la station Pie-XII localisée au croisement entre le boulevard Pie-XII et le chemin des Quatre-Bourgeois. Par ailleurs, la station McCartney agit en tant que zone de connexion entre le tramway et le Métrobus qui termine son parcours sur la rue de Marly.

Cette variante implique que le tracé passe dans l'arrière-cour de 48 propriétés résidentielles au sud de l'avenue McCartney et de 8 propriétés résidentielles au nord de cette même avenue.

Variante bleue : boulevard Pie-XII

La variante bleue emprunte le boulevard Pie-XII et ce faisant, nécessite le réaménagement total de ce dernier. La plateforme du tramway y est insérée en position axiale, c'est-à-dire au centre du boulevard. La station McCartney située entre l'avenue McCartney et le chemin Sainte-Foy permettrait la desserte du Campanile et du secteur Saint-Benoît, soit 8 000 résidents, 1 300 emplois et 1 500 étudiants.

Les impacts de la variante empruntant le boulevard Pie-XII concernent notamment les propriétés résidentielles, dont plusieurs devraient être acquises totalement. En effet, ce tracé nécessiterait l'acquisition totale de 6 à 14 résidences pour insérer la station McCartney et prévoir la courbe à la hauteur du boulevard du Versant-Nord. Ce tracé nécessiterait également l'acquisition de bandes de terrain en cour avant de toutes les résidences sur le boulevard Pie-XII. Le stationnement sur rue disparaîtrait et la perte de stationnements privés en cour avant est estimée à 130 places. Le lien cyclable disparaîtrait également. En outre, les courbes et contre-courbes à petit rayon à la hauteur de l'intersection entre le chemin des Quatre-Bourgeois et Pie-XII pour rejoindre la prolongation de la rue Mendel à la hauteur du boulevard du Versant-Nord, risqueraient de causer des impacts sonores et d'engendrer une perte de vitesse pour le tramway.

Variante orange : boulevard du Versant-Nord

Contrairement aux deux autres, la variante orange continue son parcours sur le chemin des Quatre-Bourgeois pour emprunter le boulevard du Versant-Nord, ce qui correspond à un prolongement du tracé de 1,3 km. Les impacts de la variante empruntant le boulevard du Versant-Nord concernent notamment des enjeux de desserte et des contraintes techniques. En étant plus long, ce tracé augmenterait le temps de parcours de 4 à 6 minutes pour les 3 000 usagers en pointe du matin. Ces usagers embarquent au terminus Le Gendre et se destinent principalement au secteur du boulevard Laurier et au centre-ville. Ce tracé suit un parcours périphérique : ses bassins de desserte sont limités par la présence de la falaise, et contrairement aux deux autres variantes, il ne permet pas la desserte du secteur Saint-Benoît et de la portion est du Campanile. En raison des courbes à l'amorce de la rue de Marly, la station la plus proche ne pourrait pas être située à moins de 500 m du ministère du Revenu. Ce tracé comporte en outre des enjeux techniques majeurs à la hauteur du viaduc du CN, du fait de la combinaison d'une courbe prononcée et d'une pente forte. Cela résulterait dans un empiétement de milieux humides faisant l'objet d'une entente de conservation environnementale avec le ministère de l'Environnement et de la lutte contre les changements climatiques (MELCC). Enfin, les travaux supplémentaires que la variante nécessite (prolongation, réfection du boulevard et déplacement de conduites souterraines majeures à destination de l'usine de traitement des eaux) font en sorte que son coût supplémentaire est estimé entre 100 M\$ et 120 M\$.

À l'analyse des enjeux et des contraintes techniques, d'exploitation et budgétaires, la variante empruntant l'emprise d'une ligne de transport d'énergie a été retenue. Il s'agit du lien le plus performant et de moindre impact pour la population entre le terminus Le Gendre et le pôle d'échanges de Sainte-Foy.

6.1.7.2 Insertion

La figure 6.3 présente le plan du tracé du tramway. Elle localise les tronçons hors-rue, les tronçons en position latérale et les tronçons où le tracé sera souterrain. Le reste du tracé est en site propre intégral, en surface et en position axiale (centre de la chaussée).

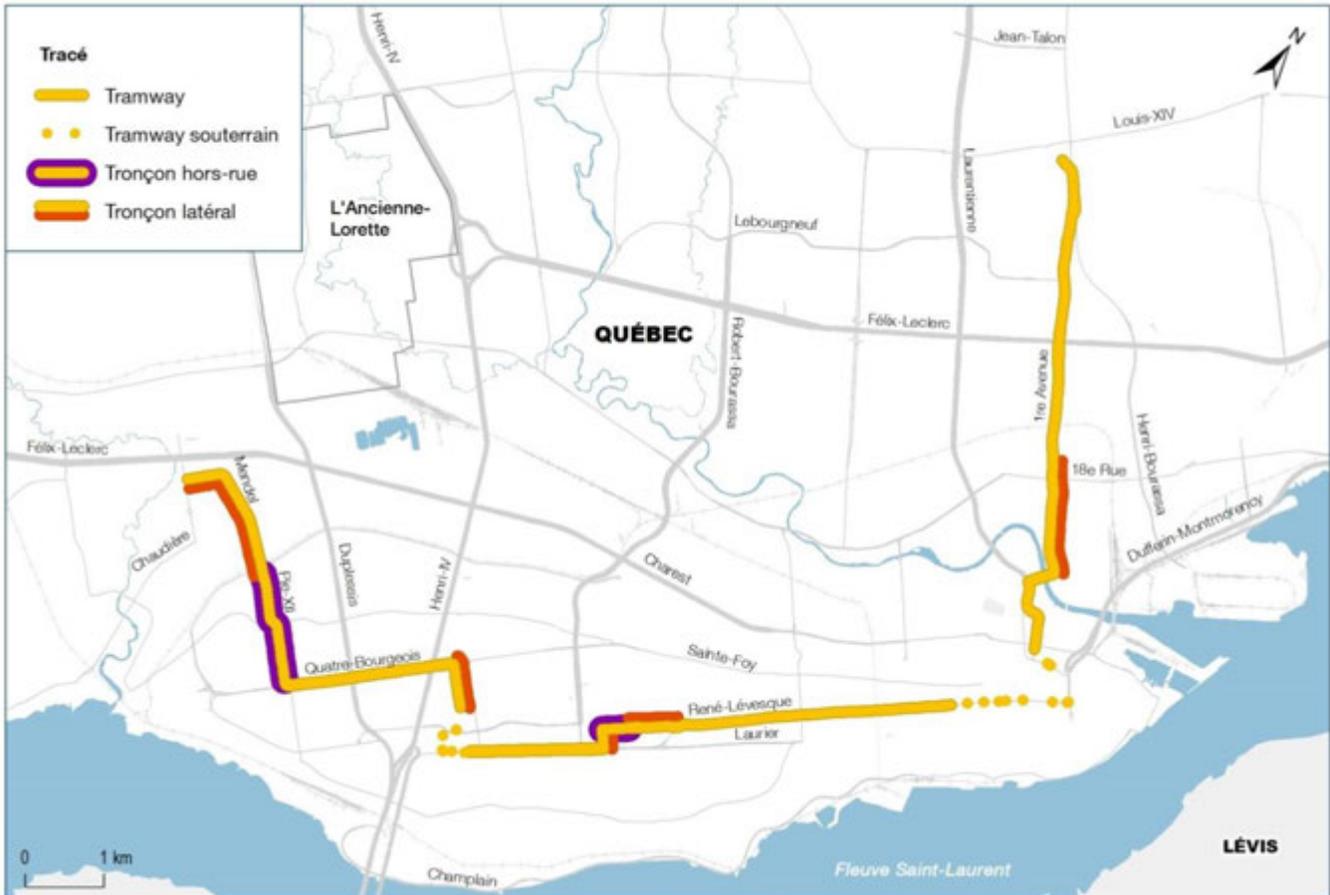


Figure 6.3 Plan du tracé

6.1.7.3 Insertion en surface

Site propre et priorité aux carrefours munis de feux

L'insertion du tramway pour les tronçons en surface est faite en site propre intégral où les rames circulent dans une emprise sans partage avec d'autres modes de transport. Le site propre est séparé physiquement des autres voies de circulation par une plateforme surélevée, protégeant ainsi le tramway de la congestion. La qualité de l'insertion urbaine de ce site propre et la priorité de franchissement des intersections routières permettent d'améliorer la vitesse commerciale, la régularité et la fréquence de passage des véhicules tramway.

Emprise et position de la plateforme

Sur 11,6 km, le tracé du tramway est inséré dans les emprises de rues en position axiale, situées au centre de la chaussée (figure 6.4). Les automobiles circulent de part et d'autre de la plateforme, chaque voie limitrophe circulant dans le même sens que le tramway. La position axiale favorise la vitesse du tramway et facilite l'accès aux propriétés riveraines. Une attention forte sera portée au cas du déneigement de la plateforme pour définir les principes d'aménagement et s'assurer que la logistique de déneigement globale du corridor, de façade à façade, soit assurée.

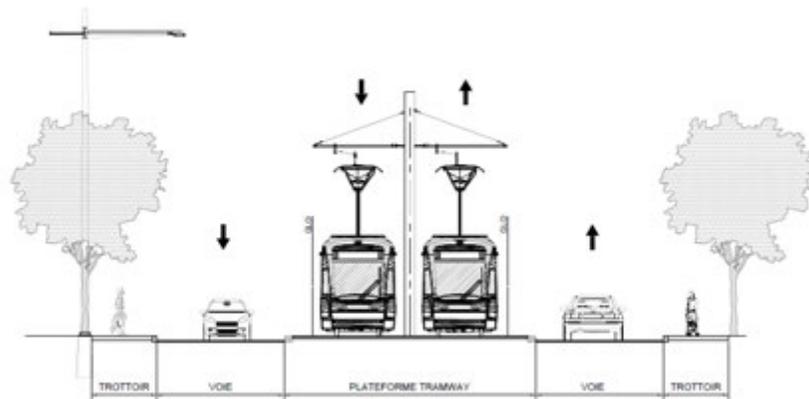


Figure 6.4 Position axiale

La position latérale, située d'un seul côté de la chaussée, fonctionne plutôt avec des voies de circulation d'un seul côté de la plateforme (figure 6.5). Dans cette position, les accès riverains nécessitent de traverser la plateforme tramway et la vitesse commerciale est réduite si la quantité d'accès est importante. Plus de 6,1 km du tracé sont prévus en position latérale.

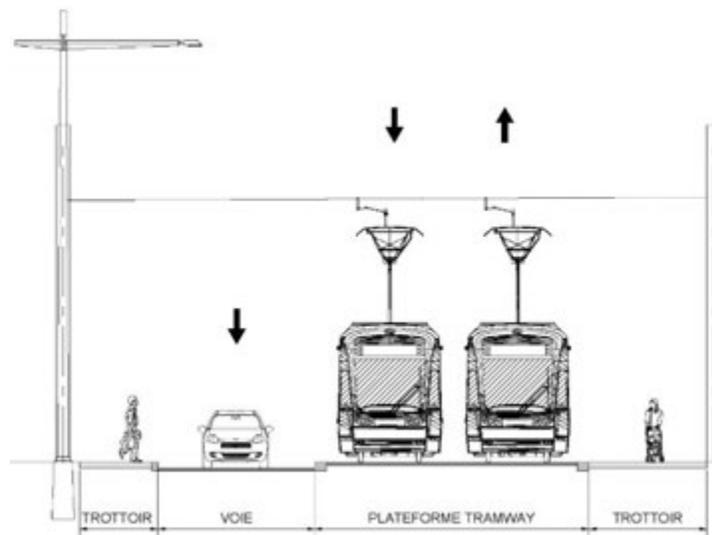


Figure 6.5 Position latérale

Certains tronçons sont toutefois insérés à l'extérieur de l'emprise de rues existantes. C'est le cas de l'emprise de la ligne de transport d'électricité longeant le boulevard Pie-XII entre le chemin des Quatre-Bourgeois jusqu'au boulevard du Versant-Nord (1,5 km), ainsi que l'axe de la rue de l'Université entre l'avenue des Sciences-Humaines et l'avenue de la Médecine (0,3 km). Dans ces tronçons, le tramway, le vélo et la marche sont les seuls modes de transport pouvant y circuler chacun dans son espace dédié.

6.1.7.4 Insertion en souterrain

Deux tronçons souterrains sont prévus dans le projet :

- le tunnel dans le secteur de l'avenue Lavigerie aura une longueur d'environ 0,9 km. Une trémie sera implantée dans l'axe du boulevard Laurier entre la route de l'Église et l'avenue Lavigerie, tandis que l'autre sera dans l'axe de l'avenue Roland-Beaudin. Une station souterraine sera implantée face au projet « Le Phare » et fera partie du pôle d'échanges Sainte-Foy via un espace de circulation souterraine pour piétons;
- le tunnel situé le long de la colline Parlementaire est d'une longueur d'environ 2,6 km, avec une trémie sur la rue de la Couronne à l'ouest du Jardin Jean-Paul-L'Allier, puis se dirige jusqu'à la place D'Youville, puis vers l'axe du boulevard René-Lévesque pour ressortir via une trémie près de l'avenue des Érables. Quatre stations souterraines jalonnent cette section : Place D'Youville, Centre des congrès de Québec, Grand Théâtre de Québec et Cartier.

Le tunnel sous la colline Parlementaire sera conçu dans le respect de toutes les normes applicables. Il comportera donc des corridors d'évacuation, qui seront suffisamment larges pour permettre l'évacuation des personnes à mobilité réduite.



Photo 6.4 Station Jardin Jean-Paul-L'Allier : entrée du tunnel sous la colline Parlementaire (simulation visuelle)

C'est donc un total de cinq stations souterraines (station souterraine du pôle d'échanges Sainte-Foy au niveau du « Phare », Cartier, Grand Théâtre de Québec, Centre des congrès de Québec et place D'Youville) qui sont à construire. Chacune d'elle sera accessible par un minimum de deux édicules en surface avec ascenseurs réservés en priorité aux personnes à mobilité réduite.



Photo 6.5 Tracé préliminaire du tunnel sous la colline Parlementaire et localisation des quatre stations souterraines du centre-ville



Photo 6.6 Station place D'Youville : entrée de la station souterraine (simulation visuelle)



Photo 6.7 Entrée de station souterraine :
édicule en surface avec ascenseurs



Photo 6.8 Station souterraine : entrée des
escaliers



Photos 6.9 et 6.10 Station souterraine (exemple d'une station souterraine sur la ligne T6 au sud-ouest de Paris en France)

6.1.8 Plateforme du tramway – Caractéristiques

Une plateforme fiabilisée est prévue pour l'ensemble du tracé du tramway. Elle est caractérisée par l'absence de réseaux souterrains sous la plateforme et constitue une condition de base pour assurer la robustesse du système de transport. En cas de bris nécessitant une intervention sur le réseau enterré sous la plateforme, le tramway, par son guidage ferré, ne pourrait pas être dévié de sa voie de circulation comme les autobus.

Lors des travaux de construction de la plateforme et du réaménagement de l'emprise, tous les réseaux souterrains (pluvial, aqueduc, égout, gaz, électriques et télécommunications) seront ainsi déviés à l'extérieur de l'emprise de la plateforme du tramway, sauf exception.

6.1.8.1 Fonctions et structure

Du point de vue fonctionnel, la plateforme tramway assure, en interface avec le matériel roulant, les deux fonctions principales de roulement et de guidage du matériel roulant, qui contribuent le plus directement à la fonction transport du tramway.

Par ailleurs, elle assure les fonctions secondaires suivantes :

- la circulation routière et piétonne, selon les sites de traverses et les revêtements associés à la plateforme. L'objectif est d'assurer une bonne lisibilité de la répartition de l'espace public et de ses fonctionnalités à chacun des usagers;
- la participation à la collecte et l'évacuation des eaux de ruissellement;
- le retour du courant de traction.

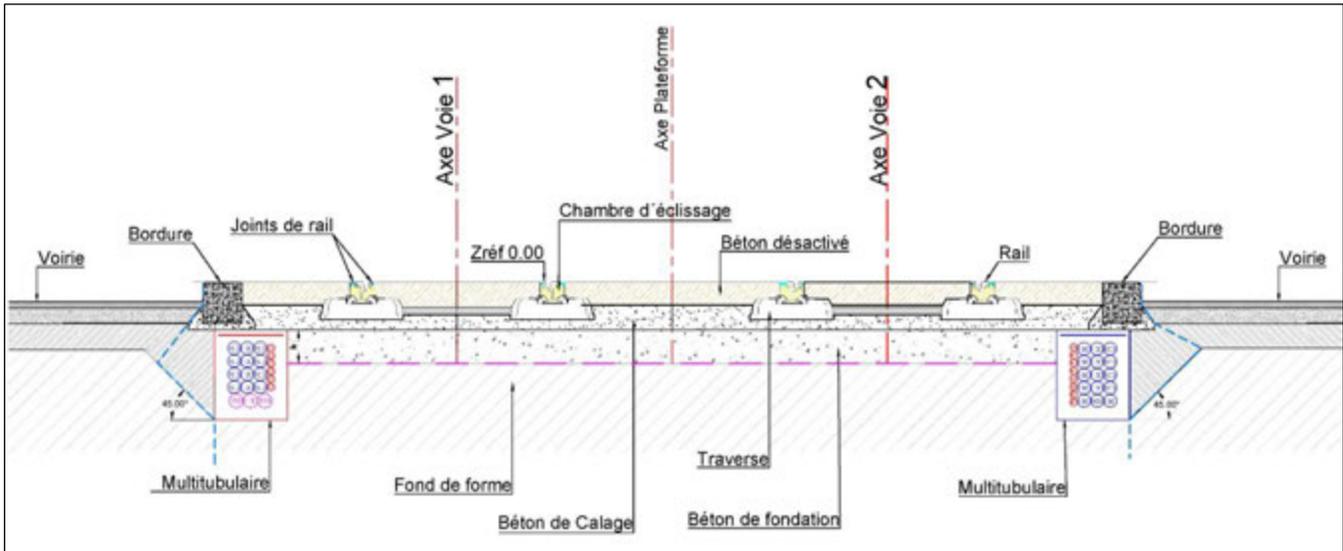
La plateforme tramway comprend également les multitubulaires dans lesquelles cheminent les câbles entre les différents points du tracé de la ligne.

Du point de vue structurel, la plateforme voie ferrée est composée de :

- la structure de la plateforme reposant sur le sol support;
- l'armement de voie ferrée (rail, attaches, traverses, selles, appareils de voie, etc.);
- l'assainissement de plateforme (évacuation des eaux à l'aide de caniveaux);
- les revêtements de la plateforme.

Des coupes-types sont présentées à la figure 6.6.

A. Structure de la plateforme



B. Assainissement de la plateforme

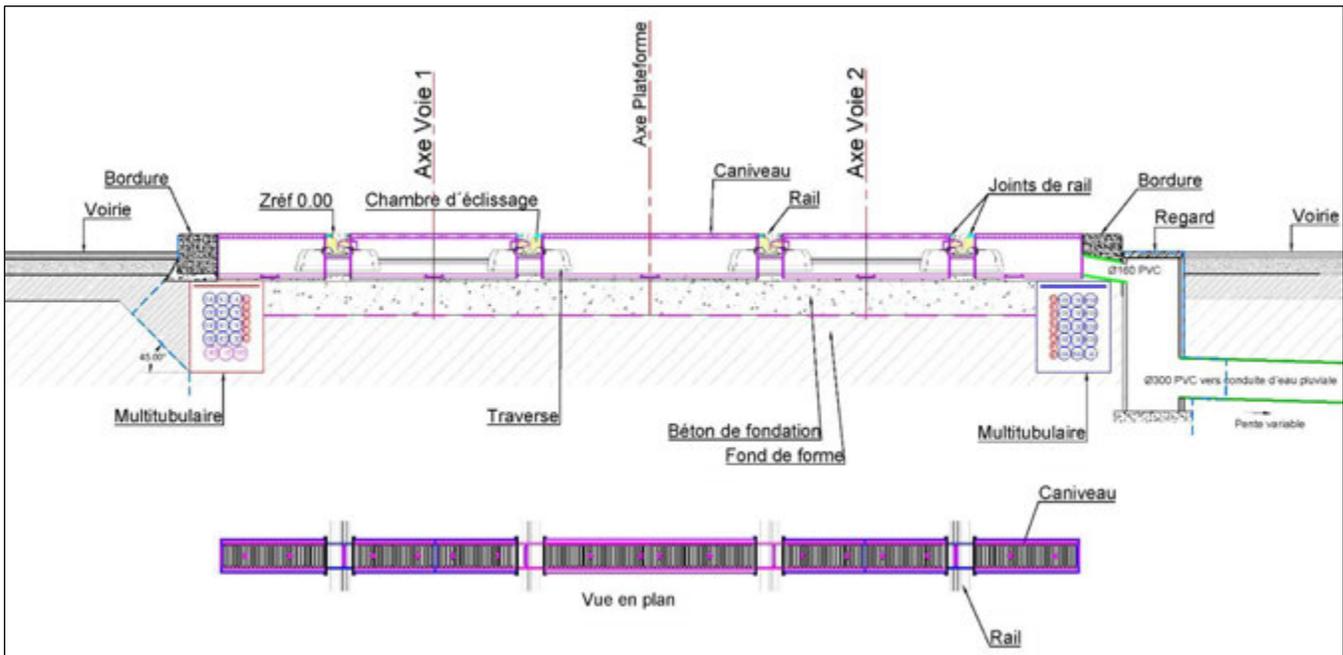


Figure 6.6 Coupes-type de plateforme tramway

6.1.8.2 Contraintes et exigences

La plateforme du tramway est dimensionnée et conçue pour prendre en compte les contraintes et les exigences suivantes :

- les contraintes environnementales (insertion de la plateforme en cohérence avec le milieu traversé, traitement architectural, lisibilité des franchissements de plateforme par les différents usages, etc.);
- les contraintes géotechniques ayant un impact sur la définition du type de fondation de la plateforme et du type de pose de voie;
- les contraintes climatiques (amplitude thermique, humidité, précipitation, neige);
- les contraintes liées aux ouvrages existants situés à proximité immédiate du tracé de la ligne (pont, réseaux, bâtiments, etc.);
- les contraintes d'exploitation visant à obtenir une vitesse commerciale la plus élevée possible et au respect de la fréquence d'exploitation. Les exigences portent essentiellement sur la structure de plateforme, les zones d'appareils de voies, les courbes serrées et les dénivelés;
- les exigences de confort pour les voyageurs, les usagers de l'espace public et le riverain (définition du tracé de voie, bruit, acoustique, vibration);
- les exigences techniques liées au type de matériel roulant (gabarit du matériel roulant, contact rail/roue);
- les exigences techniques liées à l'isolation de la voie afin de limiter la propagation des courants vagabonds⁸;
- les exigences techniques liées aux autres composantes du système de transport (LAC, signalisation, énergie, etc.);
- les exigences liées à l'entretien et au déneigement.

6.1.9 Infrastructures d'accueil

Afin d'accéder au tramway localement, en correspondance ou en intermodalité, une gamme variée d'infrastructures d'accueil est prévue. Elles sont localisées à la figure 6.7.

- **Pôles d'échanges** : lieux où des services de transport collectif se rabattent sur un autre service plus capacitaire en intégrant plusieurs équipements favorisant l'intermodalité. Ils sont au nombre de trois :
 - type TOD⁹ : intégré à un projet immobilier :
 - pôle Sainte-Foy;
 - pôle Saint-Roch;
 - type place publique : intégré à une place publique :
 - pôle Université Laval.
- **Terminus** : lieux où des parcours de transport en commun terminent, débutent, offrent des correspondances, se retournent et effectuent de l'attente. Ces terminus, qui sont au nombre de deux accueillent les fins de parcours du tramway avec une arrière-gare :
 - terminus Le Gendre;
 - terminus Charlesbourg.

8 Un courant vagabond ou courant parasite est un courant électrique qui emprunte un chemin de moindre résistance et de façon non maîtrisée dans les milieux et matériaux conducteurs (terre, tuyaux en métal, acier du béton armé des bâtiments, etc.) autres que les installations prévues à cet effet (fil, câble, etc.).

9. Transit-oriented Development : type de développement urbain favorisant une mobilité axée sur le transport en commun.

- **Zones de connexions** : lieux sur rue où des clients correspondent entre les principaux parcours de transport en commun. Peuvent accueillir des fins et des débuts de parcours et des zones d'attente. Elles sont au nombre de sept :
 - Sainte-Foy/Pie-XII;
 - Belvédère;
 - Grand-Théâtre;
 - Place d'Youville;
 - Couronne/Charest;
 - 1^{re} Avenue/18^e Rue;
 - 1^{re} Avenue/41^e Rue.
- **Stations** : principales infrastructures d'accueil du tramway. Composées d'un quai et équipées minimalement d'un abri. Peuvent accueillir un espace chauffé. Elles sont au nombre de 35.

6.1.9.1 Pôles d'échanges

Les pôles d'échanges sont les infrastructures de transport en commun les plus achalandées du réseau. On y retrouvera entre 10 000 et 20 000 clients quotidiennement pour chaque pôle. L'intermodalité y sera favorisée par la présence d'équipements et d'espaces dédiés à d'autres modes de transport.

La mixité des fonctions est souhaitée dans un pôle d'échanges afin d'offrir la liberté aux usagers de jumeler leur déplacement avec une autre activité : lecture, travail, café, toilette, restauration, services publics, garderie, etc. Les nombreuses correspondances effectuées dans un pôle d'échanges doivent être sécuritaires, efficaces, agréables et intuitives. La priorité est accordée aux connexions quai-à-quai, où l'usager peut changer de mode de transport sans traverser de voie de circulation ou autres obstacles.

Trois pôles d'échanges sont prévus pour le tramway :

- **Saint-Roch** : porte d'entrée nord du centre-ville, à la jonction des rues de la Croix-Rouge et de la Pointe-aux-Lièvres, ce pôle d'échanges accueille notamment les parcours eXpress provenant de l'autoroute Laurentienne. Il s'agit d'une importante zone de rabattement où plusieurs usagers devront changer de véhicule pour compléter leur déplacement vers la colline Parlementaire. On y prévoit un dépose-minute, des cases pour auto-partage ainsi que des stationnements et abris sécurisés pour vélos. Le pôle Saint-Roch sera aménagé d'une arrière-gare pour retourner les véhicules tramway et potentiellement remiser une rame en heure creuse. Cette configuration permettra d'exploiter le tramway en ligne courte entre Le Gendre et Saint-Roch et en ligne longue entre Le Gendre et Charlesbourg. Un programme immobilier attendant au bâtiment de transport est prévu pour valoriser l'aménagement de la parcelle;
- **Université Laval** : localisé sur le campus, le pôle de l'Université Laval est la plaque tournante entre les parcours locaux et eXpress en provenance du nord à partir de l'autoroute Robert-Bourassa. Le tramway, le trambus et des Métrobus y transitent, ainsi que le réseau cyclable. Le concept d'aménagement qui y prévaut est celui d'un corridor vert avec des alignements d'arbres, une plateforme végétale, des places publiques et des œuvres d'art, une diminution du transit automobile au profit des piétons, des cyclistes et du transport en commun. Ce pôle est caractérisé par une forte intégration des stations dans l'espace public. Les connexions sont concentrées à la station Pôle Université Laval et à la station de la Médecine;
- **Sainte-Foy** : le pôle Sainte-Foy est desservi par les parcours eXpress autobus en provenance de L'Ancienne-Lorette ainsi que les parcours réguliers en provenance de l'ouest et du sud. Le tramway et un Métrobus y convergeront, de même que des parcours en provenance de Lévis. L'intégration de la station du tramway sous l'avenue Lavigerie et du projet immobilier Le Phare est prévue via un passage piéton souterrain.

FIGURE 6.7

PLAN DU RÉSEAU DE TRANSPORT EN COMMUN

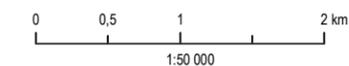


Infrastructure

- Pôle d'échanges
- Terminus
- Station
- Zone de connexions avec le réseau de transport en commun
- 🚲 Connexion avec le réseau cyclable

Tracé

- Tramway
- Tramway souterrain
- Trambus
- Infrastructure dédiée
- Métrobus



RÉSEAU STRUCTURANT DE TRANSPORT EN COMMUN

BUREAU DE PROJET



Date : 24 octobre 2019
 Fichier : RST_TW_EIE_6_7_plan_reseau_transport_10_2_1.mxd
 Système de projection cartographique : NAD 83 MTM 7
 Source : Ville de Québec, 2019

6.1.9.2 Terminus

Les terminus vont permettre au tramway d'effectuer les opérations en fin de parcours, c'est-à-dire le changement de direction, la régulation et les mouvements des usagers. Une arrière-gare et des équipements d'exploitation sont prévus. Dans ces espaces, il sera également possible d'accueillir des infrastructures complémentaires telles qu'un Parc-O-Bus, des quais d'autobus ou autres équipements favorisant l'intermodalité.

- **Le Gendre** : situé au sud du Parc-O-Bus Le Gendre actuel, dans le quadrant sud-est des avenues Blaise-Pascal et Le Gendre, ce terminus contient la station de Tramway terminale et des quais d'autobus RTC. Des équipements intermodaux tels qu'un dépose-minute, des cases pour auto-partage ainsi que des stationnements et abris sécurisés pour vélos pourront y être intégrés. Une nouvelle zone du Parc-O-Bus Le Gendre sera directement intégrée au terminus et offrira une capacité supplémentaire de ±250 cases.
- **Charlesbourg** : le terminus Charlesbourg actuellement situé dans le quadrant sud-ouest des boulevards Henri-Bourassa et Louis-XIV sera relocalisé dans le quadrant nord-ouest du boulevard Henri-Bourassa et de la 76^e Rue. On y retrouvera la station de Tramway terminale et des quais d'autobus RTC. Des équipements intermodaux tels qu'un dépose-minute, des cases pour auto-partage ainsi que des stationnements et abris sécurisés pour vélos pourront y être intégrés. Ce terminus n'intègre pas de Parc-O-Bus.

6.1.9.3 Zones de connexions

Bien que les pôles d'échanges permettent de connecter les grands flux de déplacements, les zones de connexions doivent consolider les autres segments du réseau de transport en commun. Leur rôle est donc très important, car les besoins en mobilité sont variés et les contraintes sont nombreuses pour offrir une liberté de déplacements.

La portée des interventions nécessaires sur les zones de connexions est de moindre ampleur. Elle se traduit généralement par une relocalisation d'arrêt d'autobus, par l'élargissement de trottoirs, par l'aménagement de liens piétons ou par l'installation d'abribus.

- **Sainte-Foy/Pie-XII** : au croisement du Métrobus 807, cette zone de connexions prévoit accueillir plusieurs usagers en correspondance, notamment vers et depuis Revenu Québec à l'ouest, ainsi que les Cégeps de Sainte-Foy et Garneau à l'est. La distance de marche entre la station de Tramway et les arrêts Métrobus est d'environ 125 m et les usagers emprunteront un nouveau lien piéton aménagé. L'arrêt du Métrobus en direction ouest se fera en quai-à-quai tandis qu'en direction est, les usagers devront traverser la chaussée.
- **Belvédère** : au croisement du Métrobus 802 et d'un futur Métrobus 800, cette zone de connexions prévoit accueillir plusieurs usagers en correspondance, principalement pour effectuer des déplacements entre les quartiers Saint-Sacrement, Saint-Sauveur, Vanier, Lairet, Vieux-Limoilou, Maizerets et l'axe René-Lévesque/Laurier. Selon les temps de parcours futurs pour le tramway et les Métrobus, la zone de connexion 1^{re} Avenue/18^e Rue pourrait assurer une partie de ces déplacements. La distance de marche entre la station de Tramway et les arrêts Métrobus est d'environ 80 m. Tous les mouvements piétons en correspondance impliquent de traverser au moins trois voies de circulation.
- **Grand Théâtre** : fin et début de parcours eXpress et réguliers, cette zone de connexions pourrait accueillir des usagers en correspondance, principalement pour compléter des déplacements entre la colline Parlementaire et l'axe René-Lévesque/Laurier. La distance de marche entre l'édicule de Tramway et les arrêts d'autobus reste à préciser.

- **Place d'Youville** : au croisement de certains parcours eXpress, réguliers et Métrobus, cette zone de connexions prévoit accueillir plusieurs usagers en correspondance, principalement pour effectuer des déplacements entre la colline Parlementaire et l'axe René-Lévesque/Laurier à l'ouest, ainsi que l'axe Couronne/1^{re} Avenue/Henri-Bourassa au nord. La distance de marche entre l'édicule de Tramway et les arrêts d'autobus reste à préciser et les volumes de correspondances se répartiront entre cette zone de connexion et celle du Grand-Théâtre.
- **Couronne/Charest** : au croisement du trambus, cette zone de connexions prévoit accueillir plusieurs usagers en correspondance afin d'offrir des possibilités de déplacement entre les deux principaux niveaux de service de transport en commun. La distance de marche entre les stations du tramway et du trambus est d'environ 120 m. Étant donné la position axiale de la station trambus et de l'implantation latérale est de la station tramway au sud de la rue Sainte-Hélène, les usagers devront traverser au moins deux voies de circulation.
- **1^{re} Avenue/18^e Rue** : au croisement du Métrobus 802 et d'un futur Métrobus 800, cette zone de connexions prévoit accueillir plusieurs usagers en correspondance pour effectuer des déplacements similaires à la zone de connexion Belvédère, mais aussi pour permettre à plusieurs usagers de l'arrondissement Beauport d'accéder directement au tramway. La distance de marche entre la station de Tramway et les arrêts Métrobus est de moins de 100 m. La majorité des mouvements impliquent de traverser au moins une voie de circulation.
- **1^{re} Avenue/41^e Rue** : au croisement du Métrobus 803 et d'un futur Métrobus 805, cette zone de connexions prévoit accueillir plusieurs usagers en correspondance pour effectuer des déplacements entre l'axe du boulevard Lebourgneuf et le tramway. La distance de marche entre la station de Tramway et les arrêts Métrobus est de moins de 100 m. Tous les mouvements impliquent de traverser au moins une voie de circulation.

6.1.9.4 Stations

Localisation des stations

Les stations seront aisément accessibles depuis les quartiers environnants. Véritables points d'attraction, elles seront facilement identifiables et offriront une grande lisibilité de fonctionnement. Installées environ tous les 650 m, elles renforceront la vie urbaine locale.

Une proximité immédiate de la station à l'égard des générateurs de déplacements est préconisée. La localisation des stations est d'ailleurs déterminée par l'évaluation des caractéristiques des milieux traversés et est dictée principalement par :

- la présence de grands générateurs de déplacements : immeubles ou ensembles institutionnels qui sont des lieux d'emplois, d'études, de services à la population ou de loisirs;
- la densité d'occupation résidentielle ou d'emplois;
- la présence de commerces de destination, particulièrement de biens courants ou semi-courants;
- la possibilité de connexion à d'autres composantes de transport en commun ou à d'autres modes de transport complémentaires (réseau cyclable, liens mécaniques).

Les stations sont des lieux particuliers d'un réseau de tramway :

- lieu d'attente des voyageurs et des rames;
- lieu d'information sur le réseau de transport et sur l'environnement immédiat de la station;
- lieu d'échange entre différentes modes de transport (trambus, bus, vélos, piétons);
- lieu d'identification de la ligne.

Le tableau 6.1 contient la liste complète des 35 stations de tramway avec certaines informations relatives à chacune d'elle.

Tableau 6.1 Liste des 35 stations de tramway

Nom	Localisation	Niveau	Insertion tramway	Connexion autobus	Connexion vélos
Terminus Charlesbourg	Boulevard Henri-Bourassa/76 ^e Rue	Surface	Hors-rue	Terminus	Projetée
70 ^e Rue	Boulevard Henri-Bourassa/70 ^e Rue	Surface	Axiale	Non	Oui
55 ^e Rue	1 ^{re} Avenue/55 ^e Rue	Surface	Axiale	Non	Non (150 m)
47 ^e Rue	1 ^{re} Avenue/47 ^e Rue	Surface	Axiale	Non	Projetée
41 ^e Rue	1 ^{re} Avenue/41 ^e Rue	Surface	Axiale	Zone de connexion	Projetée
Des Peupliers	1 ^{re} Avenue/rue des Peupliers	Surface	Axiale	Non	Oui
Patro Roc-Amadour	1 ^{re} Avenue/24 ^e Rue	Surface	Axiale	Non	Projetée
18 ^e Rue	1 ^{re} Avenue/18 ^e Rue	Surface	Latérale est	Zone de connexion	Non (200 m)
Hôpital Saint-François d'Assise	1 ^{re} Avenue/rue de l'Espinay	Surface	Latérale est	Non	Oui + projetée
9 ^e Rue	1 ^{re} Avenue/9 ^e Rue	Surface	Latérale est	Non	Projetée
Pôle Saint-Roch	Rue de la Pointe-aux-Lièvres/rue de la Croix-Rouge	Surface	Hors-rue	Pôle d'échanges	Oui
Jardin Jean-Paul-L'Allier	Rue de la Couronne/rue de Sainte-Hélène	Surface	Latérale est	Zone de connexion	Projetée
Place D'Youville	Rue D'Youville/rue Saint-Jean	Souterrain	Souterraine	Zone de connexion	Projetée
Centre des congrès de Québec	Boulevard René-Lévesque/rue Louis-Alexandre-Taschereau	Souterrain	Souterraine	Non	Oui
Grand Théâtre de Québec	Boulevard René-Lévesque/rue de Claire-Fontaine	Souterrain	Souterraine	Zone de connexion	Oui
Cartier	Boulevard René-Lévesque/avenue Cartier	Souterrain	Souterraine	Non	Non (80 m)
Brown	Boulevard René-Lévesque/avenue Brown	Surface	Axiale	Non	Non (140 m)
Belvédère	Boulevard René-Lévesque/avenue Belvédère	Surface	Axiale	Zone de connexion	Non (150 m)
Collège Saint-Charles-Garnier	Boulevard René-Lévesque/avenue Joffre	Surface	Axiale	Non	Projetée
Holland	Boulevard René-Lévesque/avenue Holland	Surface	Axiale	Non	Non (150 m)
Maguire	Boulevard René-Lévesque/avenue Maguire	Surface	Axiale	Non	Projetée
Myrand	Boulevard René-Lévesque/avenue Myrand	Surface	Axiale	Non	Oui
Desjardins	Rue de l'Université/avenue des Sciences-Humaines	Surface	Latérale nord	Non	Oui
Pôle Université Laval	Rue de l'Université/avenue de la Médecine	Surface	Hors-rue	Pôle d'échanges	Oui + projetée
Place Sainte-Foy	Boulevard Laurier/rue Sauvé	Surface	Axiale	Non	Oui
CHUL	Boulevard Laurier/avenue Jean-De-Quen	Surface	Axiale	Non	Non (140 m)
De l'Église	Boulevard Laurier/route de l'Église	Surface	Axiale	Non	Projetée
Pôle Sainte-Foy	Avenue Lavigerie/rue des Châtelets	Souterrain	Souterraine	Pôle d'échanges	Projetée
Roland-Beaudin	Avenue Roland-Beaudin/avenue de Rochebelle	Surface	Latérale est	Non	Projetée
Duchesneau	Chemin des Quatre-Bourgeois/avenue Duchesneau	Surface	Axiale	Non	Oui + projetée
Bégon	Chemin des Quatre-Bourgeois/avenue Bégon	Surface	Axiale	Non	Oui
Pie-XII	Chemin des Quatre-Bourgeois/boulevard Pie-XII	Surface	Axiale	Non	Oui + projetée
McCartney	Chemin Sainte-Foy/boulevard Pie-XII	Surface	Hors-rue	Zone de connexion	Projetée
Chaudière	Rue Mendel/boulevard de la Chaudière	Surface	Latérale ouest	Non	Projetée
Terminus Le Gendre	Avenue Blaise-Pascal/avenue Le Gendre	Surface	Latérale sud	Terminus	Oui

Quais – Configuration et typologie

De façon standard, chaque station possède deux quais, soit un quai par direction. Un quai d'une direction peut être conçu différemment du quai dans l'autre direction, selon les besoins en achalandage, en fonction du réseau (pôles d'échanges, terminus et zones de connexion) et selon les contraintes du milieu.

La hauteur et la configuration des nez-de-quai sont conçues pour un accès de plain-pied, c'est-à-dire que les usagers à mobilité réduite pourront embarquer et descendre du véhicule sans assistance particulière, car la lacune sera d'un maximum de 50 mm horizontalement et verticalement.

Un quai de tramway fait environ 56 m de long, soit 43 m de quai avec deux rampes en bouts de quai d'environ 6,5 m (pente de 5 %) pour personnes à mobilité réduite (PMR).

La largeur du quai est généralement la dimension la plus contraignante, car elle a une incidence sur l'emprise nécessaire à la réalisation du projet. La typologie de quais utilisée en avant-projet est presque essentiellement basée sur des largeurs.

Le type de quai retenu se base sur un calcul de capacité mettant en relation la surface effective du quai avec les projections d'achalandage. Les contraintes d'insertion de la station orientent le choix final du type de quai. L'espace minimal souhaité correspond à une surface de 0,7 m² par personne en attente et d'un maximum de 49 personnes par mètre par minute en circulation¹⁰. Ce niveau correspond au confort souhaité par l'opérateur de transport en commun pour les usagers¹¹.

Le dimensionnement des quais doit ainsi considérer le besoin de standardiser les équipements qui y seront installés afin de limiter les coûts, accélérer l'installation et faciliter l'entretien. Le principal équipement à standardiser est l'abri. Généralement dans les climats européens, les conditions hivernales ne sont pas aussi rigoureuses qu'à Québec et le choix d'un abri en porte-à-faux sans parois vitrées est souvent retenu. Ce type d'abri peut s'installer facilement sur n'importe quelle largeur de quai, car ses ancrages sont localisés uniquement sur la partie arrière du quai. Le choix pour Québec fut toutefois d'opter pour des abris à quatre faces qui protègent du vent et qui peuvent être chauffés. Ces abris sont fixés sur quatre côtés du quai et leur standardisation dépend de la largeur du quai.

Cette typologie s'applique dans la plupart des situations, toutefois avec une position latérale de la plateforme, le quai du côté trottoir peut présenter des enjeux d'intégration de l'abri et du trottoir. Dans ces situations, soit l'abri est placé en arrière-quai afin de laisser un corridor de circulation libre d'obstacles, soit le trottoir passe derrière le quai. Dans le premier cas de figure, l'abri ne sera pas équipé de portes palières, mais restera accessible par ses deux accès.

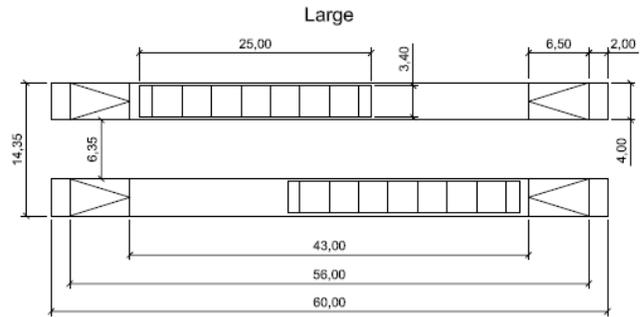
10. Transit Capacity and Quality of Service Manual, 3^e édition, chapitre 10 – Station Capacity, LOS C.

11. RTC. *Guide de design des infrastructures*. Version du 11 janvier 2018, p. 120.

Voici la typologie de quais utilisée en avant-projet :

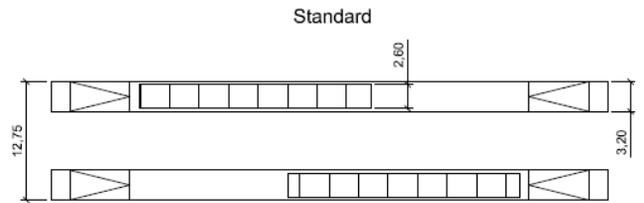
• large :

- largeur de 4 m;
- capacité de 150 personnes;
- abri quatre côtés (3,4 x 25 m);
- possibilité de chauffer l'abri;



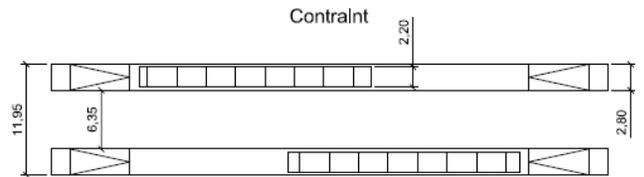
• standard :

- largeur de 3,2 m;
- capacité de 100 personnes;
- abri quatre côtés (2,6 x 25 m);
- possibilité de chauffer l'abri.



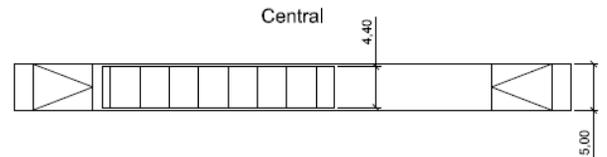
• contraint :

- largeur de 2,8 m;
- capacité de 90 personnes;
- abri en porte-à-faux uniquement (2,2 x 25 m);
- ne peut pas être chauffé.



• central :

- largeur minimale de 5 m;
- abri quatre côtés (4,4 x 25 m);
- possibilité de chauffer l'abri.



• souterrain :

- caractéristiques : à préciser.

Architecture, aménagement, équipements et jalonnement

Les stations sont conçues avec une approche de continuité, selon des objectifs et principes uniformes à l'ensemble du réseau. La conception de stations sur mesure est à éviter afin d'optimiser la compréhension du réseau, les coûts de construction et l'efficacité de l'entretien. Toutefois, les stations doivent s'intégrer à leur milieu et certains éléments architecturaux seront adaptés au contexte selon une stratégie de design couvrant l'ensemble du RSTC.

Les quais offriront à la fois des espaces protégés et exposés aux intempéries afin d'offrir une expérience du transport en commun confortable et flexible selon les saisons. Tous les quais seront ainsi aménagés d'un abri. Le type d'abri sera modulable selon le type de quai, mais fera partie d'une même gamme d'équipements afin d'en optimiser les coûts et l'entretien.

Avec un achalandage quotidien d'au moins 300 usagers par jour, un quai pourrait avoir un module chauffé, c'est-à-dire un abri fermé possédant un système de chauffage avec ventilation assurant la circulation de l'air ainsi qu'un système de portes palières dont l'ouverture est synchronisée avec les portes du tramway. Avec moins de 300 usagers par jour, un quai sera aménagé d'un abri à quatre faces avec ouvertures pour les accès et les portes du matériel roulant, ou d'un abri en porte-à-faux pour les quais implantés en milieu contraint. Dans les deux cas, ces abris ne couvrent qu'une partie du quai. À l'état actuel de la planification, un total de 47 quais tramway (2/3 du total) sont prévus avec un abri chauffé. Certains quais sont intégrés à un pôle d'échanges ou à un terminus.

Les paramètres de positionnement de l'abri sur le quai restent à définir.

En termes d'équipements, les stations offriront notamment du Wi-Fi, un système de vidéosurveillance, un système de billettique et un système d'information voyageur en temps réel. Elles seront notamment éclairées et aménagées de bancs, d'appuie-fesses, de bacs à déchets et recyclage et des végétaux seront intégrés.

La chaîne de déplacements des usagers entre la rame de tramway et le réseau piéton dans la ville doit transiter par les stations. L'orientation des passagers sera ainsi supportée par « l'architecture, l'environnement urbain et le jalonnement [afin de faciliter] la prise d'information nécessaire au choix et à la poursuite d'un itinéraire »¹². L'identification de la station, de la direction et terminus de ligne et les informations pertinentes à l'orientation et aux déplacements seront adaptés de manière à faciliter l'utilisation du réseau et l'autonomie des usagers.

6.1.10 Ouvrages d'art

Sur le long du tracé du tramway, des interventions seront nécessaires sur cinq ouvrages d'art, qui sont localisés à la figure 6.8.

- **Viaduc du Canadien National (CN)** : ce dernier est situé sur la 1^{re} Avenue entre la 26^e Rue et la rue Godbout. Cet ouvrage, qui appartient au Canadien National (CN) devra être refait étant donné qu'il n'est pas assez large pour laisser passer le tramway, les véhicules et les piétons. Les travaux relatifs à cet ouvrage seront réalisés par le CN.
- **Pont sur la rivière Saint-Charles** : ce nouveau pont sera situé au sud du pont Drouin, dans le prolongement de la rue de la Croix-Rouge et de la 4^e Rue dans l'arrondissement de La Cité-Limoilou. Cette structure sera seulement utilisée par le tramway. Elle devrait être de même nature que le pont Drouin existant, c'est-à-dire « 2 culées avec 2 piles dans la rivière ». L'option d'utiliser le pont actuel est également analysée, ce qui éviterait la construction d'une nouvelle structure.

12. Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, décembre 2013. *Piéton, usager des lieux publics : un jalonnement pour tous*.

- **Viaduc Quatre-Bourgeois/Henri IV** : cette structure appartient au ministère des Transports du Québec (MTQ) et fera l'objet d'une reconstruction par le Ministère, compte tenu de sa dégradation. Le MTQ devra intégrer dans la conception de ce nouvel ouvrage les spécificités techniques liées au tramway (tracé de voie, structure de la voie, positionnement des poteaux LAC, cheminement des câbles nécessaires au fonctionnement du système tramway, etc.).
- **Viaduc Quatre-Bourgeois/Duplessis** : cet ouvrage appartient également au MTQ et a été refait il y a cinq ans. Il doit supporter la plateforme du tramway. Une analyse de la structure de cet ouvrage et des hypothèses de dimensionnement devra toutefois être effectuée pour s'assurer de sa pérennité ainsi que de celle du système de transport.
- **Viaduc Mendel** : ce nouveau viaduc est prévu dans le cadre de la construction d'un nouvel axe de 800 m entre le boulevard du Versant-Nord et le boulevard de la Chaudière, dont une partie implique la construction d'un nouvel ouvrage d'art (viaduc Mendel). Le début de cette structure sera à environ 120 m à l'ouest du boulevard Pie-XII près de la ligne de haute tension d'Hydro-Québec. Elle passera au-dessus des voies ferrées existantes. Elle inclura la construction de la plateforme du tramway, une voie de circulation dans les deux sens située du côté est pour les automobiles, l'aménagement d'une piste cyclable et un trottoir.

La connexion de l'axe à la hauteur du boulevard de la Chaudière est planifiée de manière à respecter l'entente de conservation des milieux humides dans ce secteur. Ceci impliquera le redressement du tracé de la rue Mendel actuelle.



Figure 6.8 Ouvrages d'art

6.2 Exploitation de la ligne tramway

6.2.1 Objectifs d'exploitation

Les objectifs principaux d'un système de transport public sont de desservir les populations dans les meilleures conditions possible, et au moindre coût. Le tramway étant un système de transport ouvert, il convient de trouver l'équilibre entre la performance du système de transport et son intégration dans son environnement urbain.

La politique générale d'exploitation se traduit par des objectifs d'exploitation et des critères qui sont pris en compte pour la conception de la ligne de tramway de la ville de Québec.

La conception du tramway de Québec et son programme d'exploitation propose un système de transport adapté, progressif, avec une performance élevée, efficace et fiable, d'excellente qualité, le tout pour un coût optimisé.

Les objectifs d'exploitation de la ligne de tramway concernent principalement :

- le service de transport public;
- l'exploitabilité du système de transport;
- l'optimisation des coûts d'exploitation et d'entretien.

Service de transport public

Un service de transport public a pour objectifs de :

- répondre à la demande de transport en adaptant l'offre en termes de capacité, horaire et fréquence des tramways, production kilométrique et itinéraires;
- être aussi flexible que possible pour améliorer l'offre en prévision de la demande future;
- maximiser l'attractivité de la ligne et du réseau structurant de transport dans son ensemble par les actions suivantes :
 - proposer aux passagers un plan de réseau simple et clair;
 - transporter les passagers d'un point à un autre le plus rapidement possible;
 - appliquer la fréquence de passage adéquate;
 - étendre l'amplitude de l'offre autant que possible;
 - offrir une bonne qualité de service (en termes de sécurité, confort, rapidité, régularité, disponibilité et continuité du service) afin de satisfaire les passagers et de proposer une bonne alternative à la voiture particulière;
 - faciliter les correspondances entre les différents modes du réseau de transport.

Exploitabilité du système de transport

Les objectifs d'exploitation du tramway sont les suivants :

- offrir une fréquence entre les trains permettant de transporter le nombre de voyageurs prévu. Pour y parvenir, les équipements sont définis et dimensionnés afin d'assurer le trafic des tramways avec les intervalles requis et avec suffisamment de marge d'exploitation (plan de voie, configuration des terminus, stations, de l'accès au dépôt, des services partiels et de toute autre zone critique);
- garantir cette fréquence nécessaire notamment aux heures de pointe, en définissant et dimensionnant les installations pour atténuer les effets des retards récurrents, en introduisant des marges d'exploitation sur la ligne et aux terminus (plan de voies);

- mettre en place l'offre de transport prévue et permettre une variation de l'offre au cours de la journée, à savoir :
 - permettre l'insertion et le retrait des tramways entre la ligne et le dépôt sans perturber le service commercial;
 - assurer la disponibilité des rames aux endroits prévus, pour l'exploitation et l'entretien;
- permettre d'assurer la meilleure continuité du service en mode dégradé¹³. En cas de défaillance technique ou d'événement particulier, afin de maintenir un service aussi proche que possible du service normal, le système doit permettre :
 - d'exploiter le plus grand nombre de tronçons de ligne possible avec la qualité de service et le niveau de sécurité requis;
 - d'assurer la continuité des voyages en cas d'incident ou de défaillance affectant une section de ligne, en proposant des itinéraires alternatifs ou des modes de substitution.

Optimisation des coûts d'exploitation

L'objectif d'optimisation des coûts concerne les points suivants :

- minimiser les coûts d'investissement en :
 - édifiant un réseau global (centres d'entretien, centres de remisage, pôles d'échanges, Parc-O-Bus);
 - choisissant un matériel roulant dont les caractéristiques répondent aux hypothèses de demande;
 - optimisant le parc de matériel roulant en proposant une vitesse commerciale la plus élevée possible;
 - concevant les stations de dimensions adaptées à la longueur du matériel roulant et à l'achalandage estimé;
- minimiser les coûts d'exploitation en optimisant :
 - les coûts d'entretien;
 - les kilomètres parcourus par les tramways à vide;
 - les moyens humains et matériels, c'est-à-dire en optimisant le nombre d'employés en fonction des besoins d'exploitation et d'entretien aux différentes heures de la journée et aux différents lieux (stations, postes de commande et de contrôle, CEE, etc.).

6.2.2 Qualité de service et de performance

Les objectifs d'exploitation se traduisent par des critères de performance et de qualité de service qui sont directement perceptibles par les usagers des transports publics :

- sécurité;
- rapidité;
- régularité;
- confort;
- disponibilité et continuité du service.

Sécurité

Les systèmes de transport en commun concentrent un nombre important de passagers dans les tramways et dans les stations, ils nécessitent des mesures de sécurité particulières.

13. Mode de fonctionnement d'un système consécutif à une défaillance d'une des composantes

Sont concernés non seulement la gestion des tramways en circulation, mais aussi les mouvements de passagers lorsqu'ils montent ou descendent des tramways.

Il faut également disposer d'un personnel formé et capable de prendre toutes les mesures requises sur la base des règles et procédures définies, à la fois dans les conditions normales d'exploitation (mode normal) et en cas de défaillance technique ou d'un évènement particulier (mode dégradé).

Rapidité

La distance moyenne parcourue pour les déplacements domicile-travail continue d'augmenter dans les grandes agglomérations. La rapidité des services de transports publics est capitale pour favoriser le report modal.

Parmi les enjeux importants figurent la réduction au maximum des zones de ralentissement, la limitation des arrêts inutiles aux carrefours routiers grâce notamment à une priorité aux feux bien réglée. Ces éléments permettent de réduire les temps de parcours sur la ligne et de maximiser l'attractivité du système de transport.

Une réduction des temps de déplacement est aussi à rechercher par une localisation adéquate des stations dans le tissu urbain, pour un accès rapide et facile, et enfin en offrant un service avec des intervalles de passage suffisamment courts et réguliers entre les tramways.

Régularité

Le critère de régularité revêt une importance fondamentale pour l'exploitation d'une ligne de transport, car il conditionne, avec la fréquence, la rapidité et le confort, la qualité de service offerte aux voyageurs et par conséquent, contribue à faire progresser sa fréquentation.

La constance des intervalles permet un étalement régulier des passagers pendant la période de pointe, et notamment de l'hyperpointe. Le retard non prévu d'un tramway a tendance à s'accroître à cause du nombre important de passagers qui attendent le tramway retardé à chaque station. Un tel retard génère une perturbation qui se propage sur la ligne entière, et peut avoir un impact sur l'autre sens de circulation lorsque le tramway arrive au terminus avec un retard qui ne peut être compensé par le temps de battement prévu.

Les actions de régulation ont pour objectif de s'opposer à ces phénomènes de prise de retard en essayant de les contenir au maximum et de rester transparentes pour les voyageurs.

Les actions de régulation consistent principalement à maintenir entre les tramways un intervalle aussi régulier et aussi proche que possible de l'intervalle théorique.

Confort

Le confort des tramways, stations et du système de transport en général est un facteur qu'il ne faut pas négliger, car il a un fort impact sur l'attractivité de la ligne et du réseau.

De nombreux facteurs contribuent au confort des passagers, notamment :

- l'aspect des stations, dont les proportions, l'esthétique, la configuration fonctionnelle, les couleurs, et même la musique de fond éventuelle, sont harmonieuses et cohérentes;
- des stations et des tramways adaptés aux variations des températures et aux conditions hivernales;

- les équipements d'information voyageurs et la configuration des espaces : tous les facteurs environnementaux doivent montrer aux passagers que le système de transport est facile à utiliser et doivent faire que les passagers se sentent à l'aise :
 - avant de monter dans les tramways, les passagers doivent avoir accès à toutes les informations nécessaires à leur trajet. Les plans doivent donner une présentation simple et claire des lignes, identifier les stations, et donner des informations sur les points de correspondance avec les autres lignes ou les autres modes de transport. Des informations concernant les horaires, les titres de transport et les tarifs doivent également être mis à la disposition du public;
 - le déplacement des passagers est facilité par une signalisation simple et efficace des directions et des cheminements, et l'utilisation de systèmes d'information visuels et sonores;
 - en station et dans les tramways, l'information dynamique pour les passagers doit permettre de diffuser des instructions d'intérêt général ou des informations liées à des perturbations ou événements spécifiques affectant l'exploitation, ainsi que des informations concernant les horaires, la marche des tramways sur la ligne ou les informations concernant d'éventuelles perturbations; les horaires de départs en temps réel des lignes principales en correspondance;
- les caractéristiques générales des tramways : les véhicules sont conçus avec des espaces et des sièges confortables. Le niveau sonore doit être aussi faible que possible, les rames sont bien ventilées, chauffées l'hiver et climatisées lors des grandes chaleurs, et équipées d'un système d'annonce sonore et visuel;
- le niveau de confort pour le tramway de Québec a été fixé à 3,3 personnes par mètre carré dans des conditions normales d'exploitation. Avec ce niveau de confort, les rames pourront accueillir 260 voyageurs aux heures de pointe. En cas d'exploitation en mode dégradé ou d'événements spéciaux, la capacité des rames peut être augmentée;
- un système de titres de transport et une gamme tarifaire lisible et simple;
- une bonne intégration et coordination avec les autres modes de transport public (Métrobus, trambus) en développant notamment les pôles d'échanges multimodaux le long de la ligne;
- une offre de transport adaptée à la demande.

Par ailleurs, la propreté contribue à donner aux passagers un sentiment de confort et de sécurité, renforçant le sentiment de confiance dans le système de transport en commun. La propreté concerne l'intérieur et les abords des stations, l'intérieur des tramways, ainsi que tous les infrastructures et équipements. Tous les éléments du système de transport sont propres, en bon état et sans mauvaise odeur.

La propreté du système dépend donc fortement :

- de l'accessibilité et de la disponibilité des machines à laver pour les tramways;
- de la disponibilité des équipements de nettoyage, de lavage et de déneigement pour les stations, les voies, etc.;
- de la qualité des matériels et des revêtements, qui doivent pouvoir :
 - rester propres durant une durée prédéterminée;
 - protéger les installations et les équipements contre les détériorations dues aux conditions climatiques, les salissures, l'usure, etc.;
 - résister au vandalisme et aux détériorations intentionnelles (graffitis, etc.);
- des moyens utilisés pour que les stations restent propres (poubelles, etc.);
- du produit d'entretien utilisé, qui doit pouvoir nettoyer efficacement et rapidement, sans odeur désagréable pour les passagers;

- des moyens utilisés pour éliminer les mauvaises odeurs;
- des ressources humaines et de l'organisation matérielle qui doivent permettre de mettre en œuvre les actions de nettoyage ou d'intervenir efficacement et aussi rapidement que possible en cas de dégradation ou souillure.

Disponibilité et continuité du service de transport public

Cette disponibilité se traduit par les exigences suivantes :

- le respect de l'offre de transport prévue;
- la disponibilité des installations et équipements utilisés par les passagers (stations, équipements de confort, équipements d'information voyageurs, équipements de vente et validation des titres de transports, équipement de sécurité et sûreté, etc.);
- le respect des services aux passagers, assurés par l'exploitant (accueil, assistance, plaintes, etc.).

L'offre de transport et la disponibilité des équipements reposent sur la performance de l'organisation de l'exploitation et de l'entretien, en termes de fiabilité, de disponibilité et d'efficacité, avec les bonnes ressources humaines et les bons outils.

La continuité du service de transport public s'appuie sur la capacité du système de transport à garantir, en toutes circonstances et partout sur le réseau, le respect des objectifs opérationnels (offre de transport et qualité de service).

Toute installation et tout équipement est susceptible d'être temporairement ou partiellement indisponible. Pour chaque cas d'indisponibilité, un plan de rétablissement est défini. Le mode dégradé correspondant permet de compenser, partiellement ou totalement, l'indisponibilité du système de transport. La performance du système en mode dégradé doit être stable et doit couvrir toute la durée de l'incident jusqu'à sa résolution.

L'activation du mode dégradé doit être facile et rapide à mettre en place.

La défaillance d'un sous-système ne doit ni interrompre l'exploitation de la ligne entière ni mener à une perte des fonctionnalités essentielles relatives à la performance normale en service commercial. Les interfaces entre les autres sous-systèmes ou systèmes sont maintenues, tout en s'assurant de la validité des informations transmises.

La continuité du service de transport public repose sur la haute performance :

- des installations et équipements capables de limiter le temps d'indisponibilité qui ne satisfait pas les objectifs opérationnels;
- de l'organisation de l'exploitation et de l'entretien afin de mettre en place un plan de remise en état aussi efficacement et rapidement que possible.

6.2.3 Schéma d'exploitation envisagé

Ligne longue et ligne courte

Le schéma d'exploitation actuellement envisagé pour le tramway de Québec inclut une ligne courte de 17 km reliant le terminus Le Gendre au pôle d'échanges Saint-Roch ainsi qu'une ligne longue de 23 km parcourant l'ensemble du tracé entre le terminus Le Gendre et le terminus Charlesbourg. En heure de pointe, chaque ligne offrira des départs aux 8 minutes, ce qui génère un tronç commun avec des départs aux 4 minutes entre le terminus Le Gendre et le pôle Saint-Roch.

La figure 6.9 présente le plan d'exploitation, qui localise les tronçons de la ligne longue, les tronçons de la ligne courte, les tronçons du tronc commun, la section en site banal, le haut-le-pied, les deux Centres d'entretien et d'exploitation (CEE) et les deux arrières-gares.

Afin d'assurer des intervalles constants dans le tronc commun, le terminus Le Gendre et le pôle Saint-Roch devront réguler les départs, notamment avec une arrière-gare conçue à cette fin. Le terminus Charlesbourg devra également être équipé d'une arrière-gare pour assurer le retournement des rames, mais également pour réguler les départs selon la fréquence prévue.

Opération en site banal¹⁴

Contrairement au site propre où le tramway est seul à circuler dans sa voie, le site banal correspond à une circulation mixte entre le tramway et les autres véhicules routiers. Ce mode est utilisé dans les situations où l'espace disponible est très contraint. On y retrouve généralement une voie de circulation dans chaque sens avec une séparation, continue ou ponctuelle, rendant impossible l'action de doubler et pour lequel on assure la priorité d'accès du tramway en faisant en sorte que la circulation soit dégagée devant. Ceci s'effectue quasi naturellement grâce au blocage en station des voitures derrière le tramway à l'arrêt ainsi qu'à l'ajout de feux de circulation en amont et en aval du site banal pour prioriser les opérations du tramway.

Les principaux enjeux de ce type d'insertion sont les suivants :

- plus contraignant pour l'exploitation du tramway;
- réduction de capacité de la voirie en site banal;
- pas de dépassement sur le site banal même lorsque le tramway est à l'arrêt en station.



Photo 6.11 Exemple d'un partage de la plateforme (site banal)

14. La description du site banal est tirée du livrable 1.1 – Projet de référence – Étude de faisabilité technique du tramway de Québec et Lévis, 2012.

Certains segments du tracé pourraient être en site banal. C'est le cas notamment d'un tronçon d'environ 250 m sur le boulevard René-Lévesque Ouest entre l'avenue Le Normand et la rue du Parc-Gomin, où la présence de deux cimetières de part et d'autre de l'axe ne permet pas d'élargir l'emprise suffisamment pour y insérer une plateforme du tramway en site propre avec des voies de circulation automobile.



Photo 6.12 Secteur des cimetières entre l'avenue Le Normand et la rue du Parc-Gomin

Opérations en temps réel

Le tramway disposera d'un système d'aide à l'exploitation et à l'information aux voyageurs (SAEIV). En plus de répondre aux attentes actuelles de la clientèle en fournissant de l'information en temps réel, de tels systèmes sont nécessaires pour assurer la régulation du service dans toutes les conditions. Le poste de commande et de contrôle (PCC) assurera la gestion en temps réel (contrôle, régulation et commande) de l'exploitation du réseau et de l'alimentation électrique.

Centres d'entretien et d'exploitation

Le projet de tramway prévoit le déploiement de deux Centres d'entretien et d'exploitation (CEE). Ces CEE doivent être situés le plus près possible des deux terminus afin d'éviter les déplacements improductifs entre la fin/début de la ligne.

Le CEE principal est situé dans la partie ouest du tracé. Ce CEE dispose de toutes les fonctionnalités nécessaires pour l'exploitation et l'entretien du système de tramway. Ce centre regroupe l'ensemble des fonctions organisationnelles pour effectuer l'entretien véhiculaire, les systèmes et les bâtiments. Le site privilégié pour l'implantation du CEE principal se trouve sur la rue Mendel, à proximité de la fin de ligne ouest. Le site pour le CEE principal sera circonscrit par la plateforme du tramway et la rue Mendel à l'est, par deux terrains faisant l'objet d'une entente de compensation écologique au sud et à l'ouest, et par la prolongation de la rue Louise-Fiset projetée au nord.

Le CEE secondaire est situé dans la partie est du tracé dans une emprise désaffectée d'Hydro-Québec au sud de la 41^e Rue. Ce second CEE est essentiellement requis pour minimiser les parcours haut-le-pied. Il ne recrée donc pas toutes les fonctionnalités, mais doit permettre le remisage et l'entretien journalier du matériel roulant.

FIGURE 6.9

PLAN D'EXPLOITATION



Infrastructure

- ▲ Centre d'entretien et d'exploitation
- ◆ Arrière-gare

Tracé

- Ligne longue
- Ligne courte
- Tronc commun
- Section en site banal
- - - - Haut-le-pied

 **RÉSEAU STRUCTURANT
DE TRANSPORT EN COMMUN**

BUREAU DE PROJET

 **VILLE DE
QUÉBEC**
*l'accent
d'Amérique*

Date : 10 octobre 2019
Fichier : RST_TW_EIE_6_9_plan_exploitation.mxd
Système de projection cartographique : NAD 83 MTM 7
Source : Ville de Québec, 2019

6.2.4 Exploitation en service commercial

Régulation du trafic

La régulation du trafic, essentielle pour une exploitation dans de bonnes conditions de la ligne ou du système, se traduit par :

- l'application de l'emploi du temps théorique;
- l'ajustement en temps réel de l'emploi du temps en cas de perturbation. L'objectif est de conserver des intervalles de passage aussi réguliers que possible, tout en restant le plus près possible de l'intervalle théorique.

Une mise en place efficace de la régulation dépend de :

- la réaction rapide des agents responsables de la régulation, avec pour objectif les impératifs de sécurité;
- l'optimisation de la capacité du système de transport, qui est liée à la régularité des tramways.

Cette fonction consiste à :

- surveiller le respect de l'horaire théorique;
- assurer, en cas de perturbation, le départ et le passage des tramways en terminus et en station;
- assurer le retour à l'horaire théorique après une perturbation;
- assurer la priorité des tramways au passage des carrefours.

La régulation du trafic nécessite donc des systèmes d'information en temps réel, qui permettent d'identifier et de localiser les tramways sur la ligne, ainsi que des moyens d'intervention efficaces, afin de limiter les effets des perturbations.

Mesures de régulation au terminus

Les mesures prises pour réguler les tramways aux terminus sont indispensables, car elles permettent de contenir les perturbations à un seul sens de circulation.

Elles affectent le temps de battement disponible au terminus afin de gérer les causes de perturbation les plus communes, ainsi que le nombre de tramways en exploitation (annulations de tramways pour réduire le retard).

L'objectif est de s'assurer que lorsque les tramways quittent le terminus, les intervalles sont les plus réguliers possible, et le plus proche possible des intervalles théoriques.

Dans l'éventualité où un tramway serait supprimé ou ajouté, le régulateur du PCC rentre les modifications dans le système d'aide à l'exploitation et un algorithme fixe les nouvelles heures de départ sur la base des intervalles prévus à ce moment.

Le temps de battement dépend de la configuration des voies en terminus. Il varie proportionnellement au nombre de positions disponibles pour le retournement des tramways.

Vitesse de circulation

La vitesse maximale en ligne est fonction du profil et est limitée dans les courbes. La vitesse du tramway sera limitée à 50 km/h le long du tracé. Sur le secteur Pie-XII et les sections souterraines, il est envisagé une vitesse de circulation pouvant atteindre les 70 km/h. En marge de ces vitesses, les vitesses de circulation dépendront de la configuration du tracé de voie notamment dans les courbes où la vitesse sera réduite.

Les entrées en carrefours routiers et en station voyageurs se feront à une vitesse de 30 km/h.

Par ailleurs, il est précisé que le tramway étant un système de transport ouvert et évoluant dans un espace urbain le principe de la marche à vue s'applique. À ce titre, les conducteurs adapteront la vitesse de circulation des rames à l'environnement rencontré.

Intervalle de passage

À ce stade de la conception, il est envisagé une fréquence de passage de 4 à 8 minutes aux heures de pointe. Cependant, comme déjà mentionné, le système sera conçu pour être en mesure d'offrir une fréquence de 3 à 6 minutes.

Les intervalles de passage des rames en dehors des heures de pointe seront adaptés en fonction de l'achalandage des différentes périodes de la journée sans excéder une fréquence supérieure à 15 minutes (4 passages par heure et par direction).

Exploitation en conditions dégradées

En cas d'incident, une exploitation temporaire de type service provisoire peut être mise en place, en utilisant uniquement la section de ligne non affectée. Cette méthode permet à l'exploitant de maintenir une capacité de transport quasiment normale sur les sections de ligne toujours en exploitation.

Activités d'exploitation hors service commercial

En dehors des heures d'exploitation, un régulateur est présent en permanence au PCC notamment pour la gestion de l'énergie traction et de la coupure d'urgence.

Pendant l'interruption de l'exploitation commerciale, les opérations d'entretien nécessitant notamment une consignation électrique ou des interventions au niveau de la plateforme tramway peuvent être réalisées.

Pendant la période d'arrêt, la ligne est dans l'état suivant :

- tous les mouvements de tramways en service commercial sont interrompus. Les véhicules qui circulent sont des véhicules d'entretien ou des tramways d'essai ayant reçu une autorisation spéciale du PCC;
- l'alimentation en énergie de traction est toujours active, sauf si des opérations d'entretien nécessitant une consignation de l'alimentation électrique de traction sont en cours dans certaines zones spécifiques de la ligne;
- afin d'économiser de l'énergie, la lumière des stations est réduite. Néanmoins, pour des raisons de sécurité une luminosité minimale doit être maintenue;
- la signalisation fixe et les équipements de télécommunication restent alimentés;
- le dépôt est ouvert et alimenté en énergie, avec du personnel, et le responsable du centre d'entretien a la charge de coordonner les activités d'entretien (tramways, voies, systèmes).

Les stations souterraines feront l'objet d'une inspection à pied d'œuvre par du personnel d'exploitation afin de vérifier que l'ensemble des voyageurs a quitté les lieux. Les accès à ces stations seront fermés en dehors de l'exploitation commerciale.

6.2.5 Plan de voie

Le plan de voie définit les mouvements possibles des rames de tramway sur l'ensemble de la ligne. Pour les besoins de l'exploitation, des manœuvres nécessitent des changements de voie réalisés via des équipements appelés appareils de voie.

Ces appareils de voie sont implantés :

- en ligne sur les voies principales pour les services provisoires à mettre en place lors d'incident engendrant une exploitation en mode dégradé;
- aux terminus pour les retournements des rames;
- au niveau des zones d'entrée/sortie des CEE pour les mouvements de rames entre la ligne courante et les CEE;
- dans les CEE pour la circulation des rames entre les différentes voies.

6.2.5.1 Configuration des terminus

Terminus Charlesbourg

Le terminus 76^e Rue doit permettre le retournement des tramways en conditions normales d'exploitation conformément à la fréquence de passage prévue dans ce terminus. Il est souhaitable que le retournement puisse également se faire en passant par l'avant-gare pour permettre d'absorber les retards. La faisabilité de ce point devra être évaluée lors des études de conception notamment au regard des contraintes d'insertion urbaine.

Il est également envisagé de prévoir une position de garage en arrière-gare pour entreposer temporairement des rames.

Terminus Le Gendre

Ce terminus sera le terminus principal de la ligne, tous les tramways en exploitation y passeront, il devra être capable d'absorber la fréquence maximale prévue pour la ligne. De plus, il est positionné à proximité immédiate du CEE.

Il doit permettre le retournement des tramways en conditions normales d'exploitation conformément à la fréquence de passage prévue dans ce terminus. Le retournement des tramways peut également se faire en passant par l'avant-gare pour permettre d'absorber les retards.

Une position de garage en arrière-gare est prévue pour stocker temporairement des rames.

Dans les conditions nominales d'exploitation, il est préférable de faire les retournements des trains en arrière-gare, car cela facilite la descente et la montée des passagers (les quais d'arrivée et de départ sont différents). En mode dégradé (ligne rouge sur la figure 6.10), le retournement peut se faire en avant-gare pour réduire le temps de cycle.

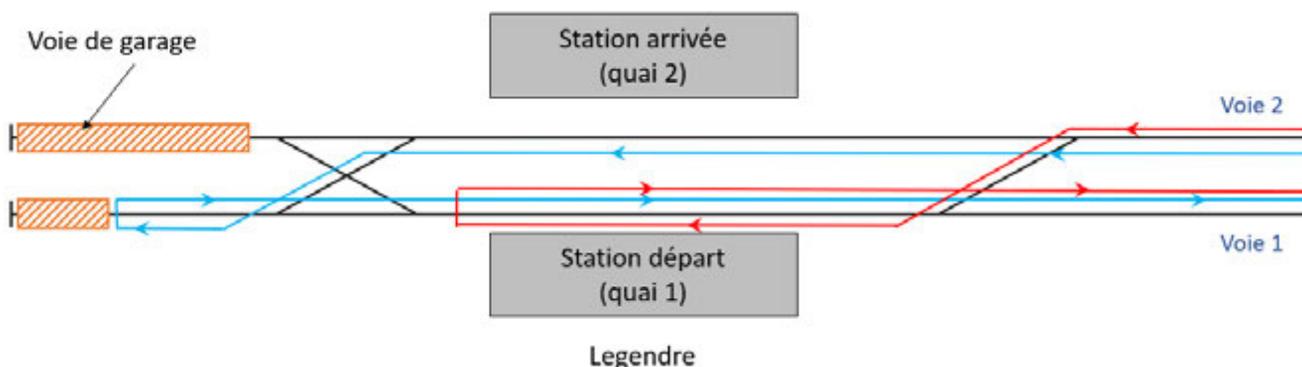


Figure 6.10 Configuration du terminus Le Gendre

Terminus partiel Pôle Saint-Roch

Pour tenir compte d'un niveau moindre d'achalandage entre le pôle Saint-Roch et le terminus de la 76^e Rue d'une part et pour permettre de la flexibilité dans l'exploitation de la ligne, il est prévu la mise en place d'un terminus partiel au niveau du pôle Saint-Roch.

Au niveau de ce terminus partiel à l'heure de pointe, un train sur deux provenant du terminus Le Gendre effectuera un retournement. La fréquence d'exploitation entre Le Gendre et Saint-Roch sera donc doublée par rapport à celle entre Saint-Roch et la 76^e Rue.

6.2.5.2 Localisation des services provisoires

La localisation des appareils de voie le long de la ligne pour le service provisoire est choisie de sorte que la ligne puisse être en partie exploitée en cas de perturbation. Le positionnement du service provisoire est stratégique et doit être fait en fonction des contraintes d'insertion, du schéma d'alimentation électrique de la ligne (position des sous-stations de redressement), des correspondances avec les autres modes de transport et du profil de charge de la ligne. Les services provisoires sont usuellement placés aux stations de correspondance, ou aux stations avec la plus forte demande. Les appareils de voie doivent aussi permettre d'isoler des sections de ligne où des événements et/ou des incidents ont le plus de probabilité de se produire.

L'implantation des services provisoires de la ligne de tramway de Québec tiendra compte de ces principes.

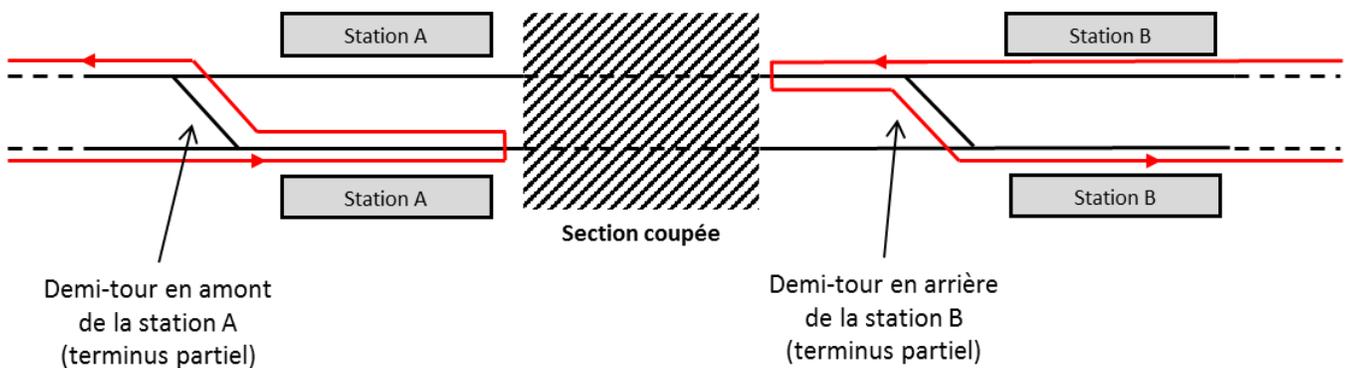


Figure 6.11 Principes de retournement des rames au niveau des services provisoires

6.2.5.3 Zone d'injection/retrait

La liaison ferrée entre les CEE et la ligne est communément appelée zone d'injection/retrait. Il est prévu deux CEE pour le projet, les rames sont donc successivement injectées aux terminus au fur et à mesure de la montée en charge de la ligne. De la même manière, les rames sont retirées au fur et à mesure de la décharge de la ligne.

6.2.5.4 Description de la ligne

Le plan de voie envisagé à ce jour pour la ligne de tramway est le suivant :

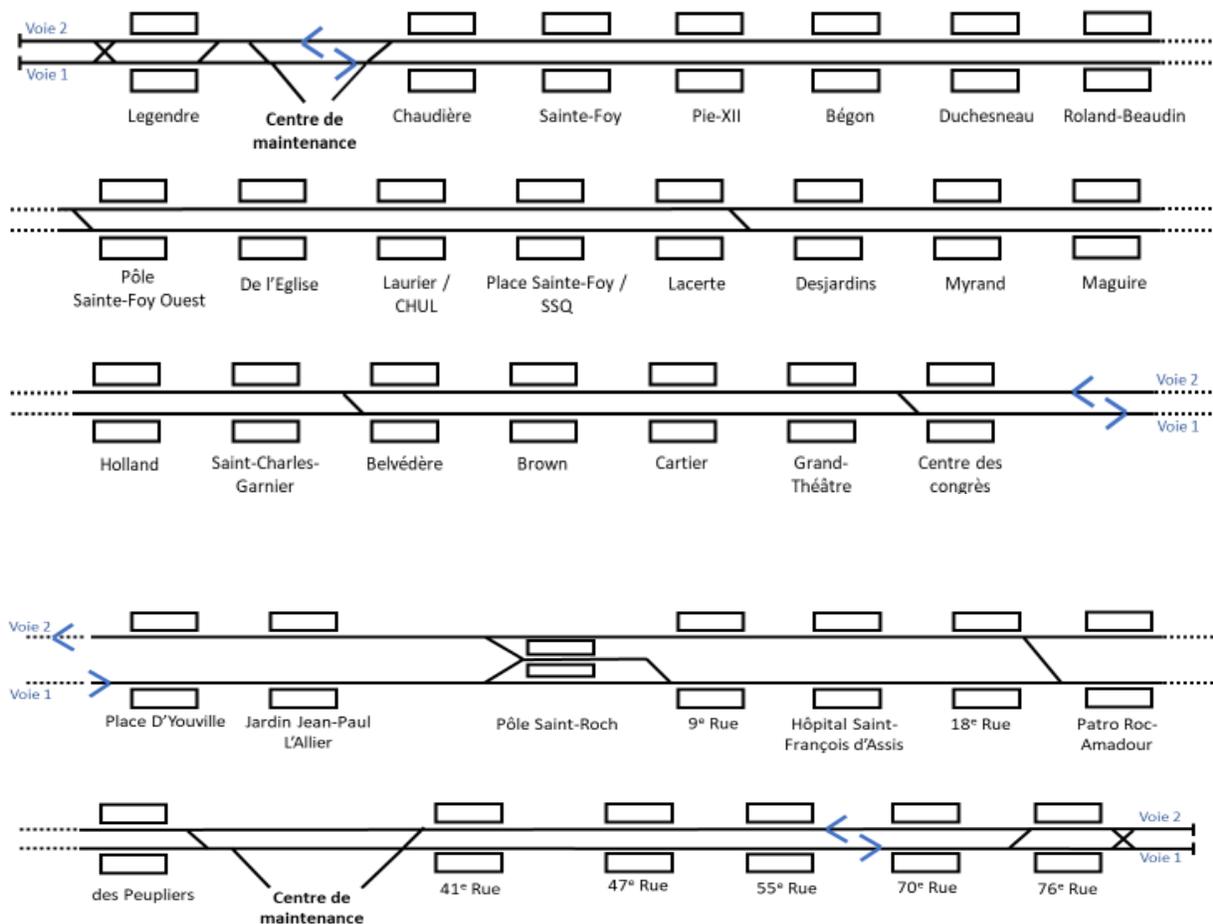


Figure 6.12 Plan de voie de la ligne de tramway

6.2.6 Informations voyageurs

Les tramways disposent de trois types de systèmes d'information qui permettent de diffuser en temps réel, de façon visuelle et sonore, les informations principales du service en cours pour les voyageurs :

- information fixe : des espaces dédiés à l'intérieur du tramway sont à l'affichage des plans de ligne, à la signalétique liée à l'utilisation du tramway, à l'affichage de publicité, etc.;
- information dynamique visuelle située à l'intérieur et à l'extérieur du tramway :
 - à l'extérieur du tramway et sur les côtés, des afficheurs en girouette indiquent le numéro de la ligne, la destination et le type de service (avec voyageurs, sans voyageurs, partiel, etc.);
- information sonore sous forme d'annonces enregistrées indiquant la destination du tramway et le nom de la prochaine station.

6.2.7 Sécurité à bord

Les tramways sont équipés de deux types de vidéosurveillance; d'un système de vidéosurveillance extérieur qui permet au conducteur depuis les écrans dédiés de sa cabine d'observer les mouvements aux abords du tramway en circulation (« rétro vision ») et lors de l'échange voyageur et du dégagement du quai (« surveillance d'accès »).

Toutes les caméras enregistrent en continu. L'enregistrement de chaque caméra porte la date, l'heure, le numéro du tramway et le numéro de la caméra. Les flux vidéo sont déchargés de la rame à chaque passage de la rame à un CEE. L'enregistrement est ensuite, conservé pendant une durée déterminée et consultable sur demande (notamment des services policiers). À l'issue de cette durée, les enregistrements ne sont pas conservés.

Par ailleurs, les véhicules disposeront d'interphone permettant aux usagers de dialoguer avec le conducteur et/ou le poste de commande et de contrôle (PCC) en cas de situation d'urgence.

6.2.8 Production et distribution de l'énergie de traction

Pour assurer, dans de bonnes conditions, le mouvement des tramways et le fonctionnement des équipements d'exploitation, la ligne du tramway doit disposer d'un réseau d'alimentation et de distribution d'énergie de traction sûr et fiable.

Le réseau d'énergie est conçu de telle sorte que la défaillance d'un des équipements électriques ne peut entraîner une perturbation immédiate de l'exploitation.

Pour se déplacer, le tramway a besoin d'une alimentation en courant continu de 750V qu'il capte sur la Ligne aérienne de contact (LAC) par l'intermédiaire de son pantographe.

Pour alimenter la ligne aérienne de contact (LAC) en énergie, des « sous-stations traction » (SST) sont installées tout au long de l'itinéraire. Elles assurent la transformation de l'énergie alternative fournie par Hydro Québec en 750V continu. Elles définissent le découpage de la ligne en sections et sous-sections électriques. Le bâtiment de la SST abrite également un transformateur auxiliaire de basse tension destiné à l'alimentation des équipements de basse tension de la SST, des équipements de la ligne, des stations voyageurs et de la signalisation.

Le dimensionnement des SST et leur nombre sont à définir en prenant en compte les hypothèses suivantes :

- le profil en long de la ligne;
- les caractéristiques du matériel roulant;
- l'intervalle d'exploitation de la ligne aux heures de pointe;
- la gestion des défaillances et des modes dégradés.

En cas de défaillance des sous-stations des CEE, une réalimentation avec ou sans délestage depuis les sous-stations encadrantes est prévue.

6.2.9 Signalisation

6.2.9.1 Signalisation ferroviaire

La signalisation ferroviaire permet de gérer les mouvements de tramway uniquement.

En voie courante

Un tramway en site urbain circule en « marche à vue » (comme un autobus); le conducteur doit considérer en permanence la distance d'arrêt nécessaire entre le véhicule qui le précède, ou un obstacle, quelles que soient les conditions extérieures (intempéries, jour, nuit, profil de voie, etc.). Aucune signalisation ne lui fournit d'information sur l'état d'occupation de la voie.

Dans ce mode de conduite, la sécurité dépend donc de l'appréciation du conducteur, la distance d'arrêt étant fonction de la vitesse, des performances au freinage du matériel roulant et du profil de la voie. Au chapitre 9, la section 9.3.2.8 traite en détail de l'aspect de sécurité.

Dans les zones de manœuvre

Dans les zones de manœuvre, la marche à vue se révèle insuffisante pour gérer les mouvements de train incompatibles. Dans les zones complexes où plusieurs itinéraires sont possibles (entrées/sorties atelier/remisage ou les terminus), il est nécessaire d'implanter une signalisation ferroviaire pour protéger les circulations des tramways.

Dans les tunnels

Dans les sections souterraines, la visibilité des conducteurs étant réduite, la signalisation ferroviaire permet de gérer les espacements entre les trains afin d'éviter les rattrapages.

Ainsi, les trains ne peuvent s'engager et quitter la station que si la zone protégée suivante est libre. La zone protégée, aussi appelée canton, correspond à l'inter station et la station suivante.

Les conducteurs disposent de l'information s'ils sont autorisés ou non à quitter la station par des signaux lumineux.

6.2.9.2 Signalisation lumineuse de trafic (SLT)

La signalisation lumineuse de trafic permet de gérer les mouvements de l'ensemble des usagers de l'espace public (tramway, véhicules routiers, piétons, cyclistes).

La traversée des carrefours par les tramways

Au niveau de chaque traversée routière, pour éviter les conflits avec les tramways, les véhicules routiers, les piétons et les cyclistes, une signalisation spécifique dite signalisation lumineuse de trafic, autorisera ou interdira le franchissement de la voie routière par un tramway. Les feux sont commandés par les contrôleurs de carrefours routiers, les appels de passage et de libération étant réalisés par une détection du tramway. Les signaux à destination des conducteurs de tramway ont un aspect et une couleur différents aux signaux de voie routière afin d'éviter d'être confondus par le trafic routier.

Afin d'assurer une bonne qualité de service, le système de signalisation lumineuse de trafic détecte un tramway en approche d'une intersection signalisée sur un ou plusieurs points de détection de manière à déterminer son délai d'approche à l'intersection concernée. La détection doit permettre un recalage en fonction des conditions de circulation et prendre en compte les perturbations éventuelles pouvant retarder l'arrivée du tramway à l'intersection.

La traversée des piétons

Au niveau des carrefours traversants, les piétons seront guidés dans leur cheminement avec des signaux leur permettant de savoir s'ils sont ou non autorisés à franchir les voiries et la plateforme tramway. Des systèmes audios pourront permettre aux personnes à mobilité réduite d'être guidées dans leur déplacement.

Les aménagements urbains au niveau de ces carrefours seront conçus de telle sorte à privilégier la sécurité des piétons et des cyclistes.

Tout au long du tracé, des traversées de la plateforme tramway seront aménagées en dehors des carrefours traversants pour éviter les traversées non contrôlées des piétons. Ces traversées piétonnes seront soit signalisées avec des panneaux de jalonnement, soit protégées par de la signalisation lumineuse si le flux piéton de la zone est conséquent. Au niveau de ces traversées, il est à noter que le tramway aura toujours la priorité de passage, et ce, afin de garantir les temps de parcours.

6.2.10 Systèmes d'exploitation

Postes de commande et de contrôle (PCC)

L'exploitation de la ligne du tramway est contrôlée et supervisée depuis le poste de commande et de contrôle (PCC).

L'exploitation du RSTC sera effectuée depuis un PCC intégré localisé sur le site de Lebourgneuf.

Le PCC inclura des murs d'images, des postes opérateurs et superviseurs pour assurer l'exploitation de la ligne tramway, des lignes trambus et autobus du RTC.

Les opérateurs d'exploitation auront pour mission d'assurer l'exploitation de la ligne depuis le PCC en s'appuyant sur :

- le sous-système SAEIV¹⁵ (commun à tous les modes) pour piloter la régularité de l'exploitation et informer les voyageurs en station;
- la gestion technique centralisée (GTC) qui permet de superviser l'ensemble des systèmes déployés le long de la ligne :
 - contrôle et commande de la signalisation ferroviaire;
 - gestion technique de l'énergie (GTE);
 - vidéosurveillance, sonorisation, interphonie et téléphonie;
 - contrôle d'accès;
 - détection incendie;
 - billettique;
 - etc.

15. Système d'aide à l'exploitation et à l'information des voyageurs.

Le PCC inclura également des salles dédiées à la formation des opérateurs, des facilités de rejeu de situation et une salle de crise.

Système d'aide à l'exploitation et à l'information aux voyageurs (SAEIV)

Le système d'aide à l'exploitation et à l'information aux voyageurs (SAEIV) permet notamment :

- le suivi en temps réel de l'exploitation des lignes de transport en commun par le personnel d'exploitation (régulateur PCC, conducteur, etc.) afin de maintenir la qualité de service du réseau;
- le suivi en temps différé des données d'exploitation pour des fins de statistique dans l'optique d'analyses des incidents d'exploitation ou d'amélioration continue de la qualité de service;
- l'information des usagers du réseau de transport en temps réel par des écrans d'information à bord des véhicules ou de bornes d'information au niveau des stations voyageur.

Réseaux de télécommunication fixes et mobiles

Dans le cadre de l'exploitation du futur réseau structurant de transport en commun, il est nécessaire de déployer les réseaux de télécommunication suivants :

- réseau fixe (réseau multiservices) : il s'agit du réseau filaire déployé au sol permettant d'interconnecter les équipements fixes le long du tracé et dans les CEE afin d'échanger des données entre ces équipements. Ce type de réseau est usuellement porté par des fibres optiques déployées le long des lignes de transport;
- réseau mobile : il s'agit du réseau radio, permettant la communication entre les différents agents d'exploitation et d'entretien ainsi que les échanges des données entre les équipements sol et les équipements mobiles (matériel roulant et équipements embarqués comme le SAEIV). Le RSTC s'appuiera sur le réseau radio Tetra de la Ville de Québec en cours de déploiement;
- interphonie : l'interphonie met en relation deux usagers sans choix possible de destinataire. Des interphones seront déployés sur les quais des stations permettant à un voyageur de communiquer avec un opérateur du PCC en cas de situation d'urgence.

Sous-systèmes pour la sécurité et l'information aux voyageurs

Afin d'assurer l'information et la sécurité des voyageurs et des agents d'exploitation, les sous-systèmes suivants seront déployés en ligne et dans les CEE :

- sonorisation : la sonorisation est la mise à disposition par le biais de haut-parleurs d'informations sonores, à destination des passagers au niveau des stations voyageurs ainsi qu'à destination des équipes d'exploitation et d'entretien dans les espaces non accessibles au public comme les CEE. Au niveau des stations voyageurs, le volume des annonces pourra être adapté en fonction du niveau sonore de l'environnement des stations de telle sorte à ne pas occasionner de gêne pour les riverains;
- vidéosurveillance : la vidéosurveillance permet de visualiser, au moyen d'images captées par des caméras réparties le long du tracé, les activités au niveau de points spécifiques. Elle permet d'assurer une fonction exploitation (ex. : surveillance de la congestion au niveau d'un carrefour), une fonction de rejeu d'incident (ex. : à la suite d'une agression à bord d'une rame, à la suite d'un accident en ligne), ou une fonction de sécurité (ex. : surveillance d'un distributeur de titres de transport, de la porte d'un local technique, des accès aux tunnels);
- contrôle d'accès : le contrôle d'accès vise à filtrer les utilisateurs autorisés à accéder à une zone donnée. Il peut, par exemple, être basé sur un système d'insignes.

Billetique

Pour la mise en place du RSTC avec l'ajout des modes tramway et trambus, le système OPUS actuel sera reconduit et étendu au tramway et au trambus. Une mise à niveau et une intégration des fonctionnalités nécessaires à l'exploitation d'un tramway seront alors nécessaires.

6.3 Activités d'entretien et de réparation

Le contenu de cette section établit les lignes directrices pour l'entretien qui sera réalisé afin d'assurer l'exploitation du tramway du réseau structurant de transport en commun (RSTC) dans le respect des objectifs de performance et de coûts d'exploitation. L'entité ou les entités en charge de l'entretien du système de transport travailleront en relation étroite avec l'exploitant du tramway.

6.3.1 Définition des activités de maintenance

Les activités d'entretien sont décomposées en plusieurs familles :

- maintenance corrective :
 - maintenance palliative : action qui permet de rétablir une situation de fonctionnement provisoire suite à une défaillance;
 - maintenance curative : action qui permet de corriger de manière définitive une défaillance;
- maintenance préventive :
 - maintenance systématique : action d'entretien systématique effectuée selon un échéancier établi;
 - maintenance conditionnelle : action d'entretien effectuée en fonction de l'état du composant ou du système et selon des critères et seuils prédéterminés;
 - maintenance prévisionnelle : action d'entretien effectuée selon l'évolution de la dégradation constatée du composant ou du système.

La figure 6.13 résume ces activités.

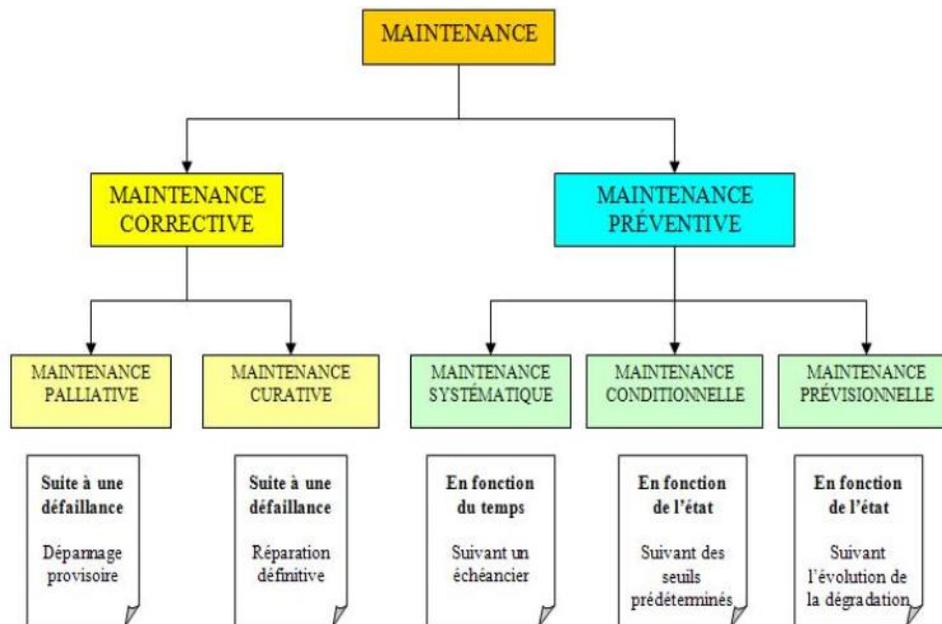


Figure 6.13 Activités d'entretien : maintenance préventive et maintenance corrective

6.3.2 Cinq niveaux d'entretien

Cinq niveaux caractéristiques d'entretien sont applicables au système de transport :

- **niveau 1** : réparations simples prévues par le constructeur au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement ou échanges d'éléments consommables accessibles en toute sécurité, tels que voyants ou certains fusibles, etc. Ce type d'intervention peut être effectué sur place, sans outillage et à l'aide des instructions d'utilisation. Le stock de pièces consommables nécessaires est très faible;
- **niveau 2** : dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive, telles que graissage ou contrôle de bon fonctionnement. Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien habilité de qualification moyenne, sur place, avec l'outillage portable défini par les instructions de maintenance, et à l'aide de ces mêmes instructions;
- **niveau 3** : identification et diagnostic des pannes, réparations par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures et toutes opérations courantes de maintenance préventive telles que réglage général ou réaligement des appareils de mesure. Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien spécialisé, sur place ou dans le local de maintenance, à l'aide de l'outillage prévu dans les instructions de maintenance ainsi que des appareils de mesure et de réglage, et éventuellement des bancs d'essais et de contrôle des équipements;
- **niveau 4** : tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. Ce niveau comprend aussi le réglage des appareils de mesure utilisés pour la maintenance, et éventuellement la vérification des étalons de travail par les organismes spécialisés. Ce type d'intervention peut être effectué par une équipe comprenant un encadrement technique très spécialisé, dans un atelier spécialisé doté d'un outillage général (moyens mécaniques, de câblage, de nettoyage, etc.) et éventuellement des bancs de mesure et des étalons de travail nécessaires, à l'aide de toutes documentations générales ou particulières;
- **niveau 5** : rénovation, reconstruction ou exécution des réparations importantes.

6.3.3 Portée de l'entretien

L'entretien du système de transport du tramway fait appel à cinq familles de disciplines techniques qui sont les suivantes :

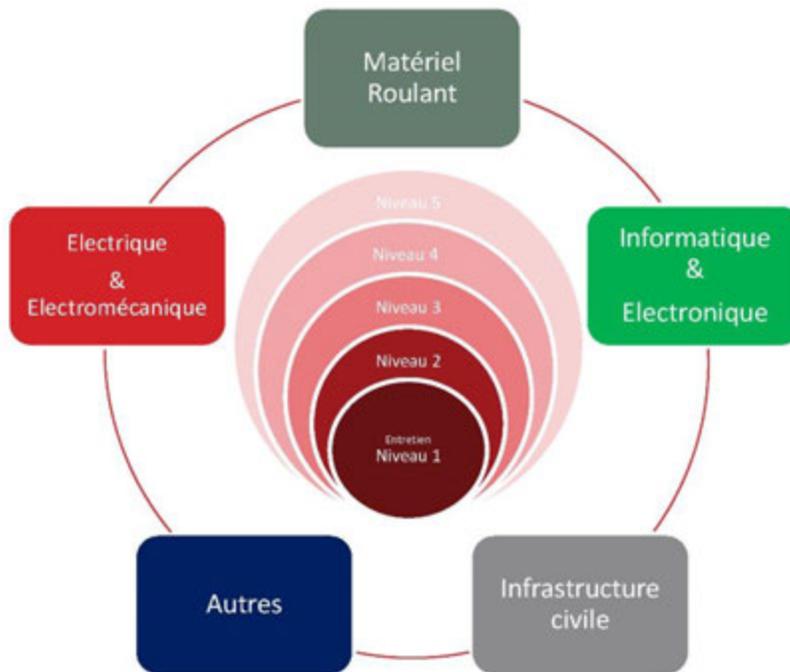


Figure 6.14 Entretien du tramway : cinq familles de disciplines techniques

La nature des activités regroupées dans chacune de ces familles est expliquée dans les lignes suivantes.

Matériel roulant

L'entretien du matériel roulant fait appel à différentes expertises pour assurer le bon fonctionnement des véhicules et un service optimal.

- mécanique;
- électronique;
- carrosserie;
- électricité de puissance.

Ces activités d'entretien sont réalisées au centre d'entretien et d'exploitation (CEE) principal. L'atelier du CEE comporte des aménagements spécifiques, notamment des voies sur fosse et des passerelles pour accéder au-dessous et en toiture des véhicules.

Des moyens de maintenance adaptés aux activités sont implantés ici : petits ateliers de maintenance, aires de stockage, lignes de levage, reprofilage des roues des tramways, locaux sociaux pour les opérateurs, bureaux, etc.

Par ailleurs, une station-service et une machine à laver sont utilisées pour l'entretien courant du matériel roulant.

L'objectif de la station-service est de fournir une zone équipée de l'ensemble des installations et espaces nécessaires permettant la réalisation des opérations suivantes :

- l'inspection journalière des organes de roulement et des équipements de toiture des trains;
- le remplissage des sablières avant le passage à la machine à laver;
- le remplissage des lave-vitres des tramways.

La machine à laver est généralement située à la suite de la station-service. Le nettoyage renforcé des rames est effectué sur cette voie.



Photo 6.13 Station-service



Photo 6.14 Voies sur fosse



Photo 6.15 Machine à laver

Informatique et électronique

L'exploitation de la ligne de tramway requiert l'utilisation d'un ensemble de systèmes informatiques qu'il convient d'entretenir. Parmi ces systèmes, nous pouvons mentionner les suivants :

- signalisation ferroviaire;
- signalisation routière tricolore;
- systèmes de supervision;
- systèmes d'aide à l'exploitation et information voyageurs;
- vidéosurveillance;
- équipements du poste de commande centralisé et de contrôle;
- gestion de la maintenance assistée par ordinateur.

Ces systèmes sont indispensables à l'exploitation du tramway et revêtent pour certains des enjeux de sécurité pour les voyageurs. Il convient donc de mobiliser une équipe d'entretien spécialisée dans le domaine informatique et électronique qui connaisse très bien l'environnement de travail de ces systèmes. Souvent, ces systèmes sont entretenus par les fournisseurs qui les installent.

Électrique et électromécanique

Le système tramway étant propulsé à l'énergie électrique, un réseau de distribution partant des sous-stations électriques raccordées à Hydro-Québec et alimentant la caténaire permet de véhiculer l'électricité jusqu'aux rames. La tension d'alimentation est de 750 VCC. D'autres systèmes électriques sont requis pour le bon fonctionnement de la ligne de tramway, comme l'éclairage en station, les systèmes de ventilation en tunnel, les équipements divers (pompes de relevage, escaliers mécaniques, ascenseurs, etc.) ou les équipements des ateliers.

L'entretien de ces systèmes fait appel à des compétences en courant fort (tension élevée, 750 VCC et plus) nécessitant des habilitations électriques et des restrictions d'accès et des courants faibles (moins de 750 VCC) généralement plus courantes sur le marché de l'emploi.

Infrastructure civile

De par la nature de l'infrastructure construite pour les besoins de l'exploitation du tramway, un entretien courant sera requis pour les ouvrages suivants :

- bâtiments;
- voie ferrée;
- drainage;
- ouvrages d'art et tunnels;
- stations;
- bordures, voirie et réseaux divers;
- mobiliers urbains.

Cet entretien consiste à vérifier la bonne tenue des ouvrages aux intempéries, à l'exploitation des rames et à la sécurité du public. Des exemples types peuvent être le récurage du système de drainage de la voie ferrée pour éviter que des feuilles mortes obstruent les conduites, le recèlement d'une bordure qui s'est déchaussée ou bien le remplacement d'une barrière qui a été accidentée.

Autres

Les autres activités d'entretien ont un caractère plus courant. Nous pouvons notamment citer notamment les éléments suivants :

- nettoyage courant des stations et de la plateforme;
- réparations liées à des accidents ou du vandalisme.

6.3.4 Dénéigement

La ville de Québec est bien connue pour ses conditions hivernales. Elle reçoit près de 303,4 cm de neige en précipitation moyenne annuelle (405 cm en 2018-2019).

Par conséquent, l'insertion du tramway doit être conçue afin d'intégrer un entretien hivernal en adéquation avec le niveau de sécurité et de fonctionnalité actuel selon la politique de déneigement de la Ville de Québec. Ce niveau de performance de l'entretien est appliqué à l'ensemble des infrastructures de déplacements (voies de circulation et trottoirs) présents sur les artères qui seront réaménagées pour accueillir le tramway.

6.3.4.1 Dégagement de la plateforme

La conception de la plateforme de tramway devra prendre en compte les façons de faire relatives aux opérations de déneigement. Ces opérations sont effectuées en deux étapes majeures, à savoir :

- le déblaiement de la neige présente sur la plateforme du tramway vers une zone de stockage située hors plateforme ou sur la chaussée adjacente;
- l'enlèvement de la neige accumulée sur la chaussée ou dans l'espace qui y est dédié.

Le déblaiement de la neige de la plateforme se fera dans chaque direction du tramway en accord avec les pratiques existantes de déneigement de la chaussée de circulation. De manière générale, la plateforme du tramway sera déneigée en priorité par des véhicules de type rail/route dont la grappe sera dimensionnée pour dégager la plateforme du tramway. Cela se fera de manière à ce que les voies empruntées par les automobilistes ne soient pas encombrées par la neige provenant de la plateforme.

6.3.4.2 Deux types d'insertion à considérer

Comme mentionné à la section 6.1.7.3, il y a deux grands types d'insertion de la plateforme tramway :

- l'insertion dite axiale où la plateforme du tramway est localisée au centre de la chaussée entre les voies de circulation situées de part et d'autre (figure 6.4) : d'une manière générale, pour l'insertion axiale, le déneigement visera à transférer la neige de la plateforme vers la chaussée qui sera dimensionnée en conséquence. Le déblaiement de la neige de la plateforme du tramway se fera dans une direction en accord avec les pratiques existantes de déneigement des voies de circulation. Une coordination sera assurée entre les opérations de déblaiement de la plateforme et celle des voies de circulation, simultanément, afin de nuire le moins possible aux déplacements;
- l'insertion dite latérale où la plateforme du tramway est localisée d'un seul côté entre la chaussée et le trottoir (figure 6.5) : en insertion latérale le déneigement visera à transférer la neige de la plateforme vers la droite dans une surface de stockage aménagée spécifiquement entre la plateforme et le trottoir pour y accueillir l'andain de neige temporaire.

Les opérations d'enlèvement de la neige seront réalisées d'une manière similaire aux façons de faire existantes en faisant circuler une souffleuse à l'endroit de l'andain de neige et un camion de transport. Les opérations d'enlèvement de la neige seront réalisées à l'intérieur des heures actuelles d'opération de déneigement et en l'absence de circulation de tramway. Des opérations pourraient être plus fréquentes dans les milieux contraints où l'espace pour accumuler la neige est plus restreint. Les véhicules de déneigement seront amenés à circuler à certains endroits sur la plateforme afin de réaliser un déneigement de qualité.

Les véhicules chargés de collecter la neige accumulée sur la chaussée pourront être amenés à chevaucher la plateforme (dans le cas de voirie étroite). La plateforme devra être dimensionnée en intégrant les charges liées à la circulation de ces engins de déneigement pour garantir la pérennité des revêtements de la plateforme tramway.

L'infrastructure du tramway implique également un entretien particulier selon ses spécificités techniques au même titre que le réseau routier a des particularités d'entretien hivernal comme le dégagement des puisards, des bornes-fontaines, des arrêts d'autobus. Des abrasifs et déglaçants adéquats seront épandus sur la plateforme minérale pour réduire la formation de verglas sur le rail et aux intersections (piétonnes, cyclables et véhiculaires).

6.3.4.3 Dégagement des rails

Neige

Le principe premier en ce qui concerne les rails est d'empêcher l'entassement de neige dans ses gorges et d'utiliser les produits adéquats pour ne pas durcir la neige et rendre facile son nettoyage.

Le déblaiement des rails peut être assuré directement par le tramway lui-même, du fait de son poids propre qui chasse la neige sur les côtés. Si les chutes de neige sont très importantes, plusieurs systèmes existent pour désencombrer les rails. Le premier consiste à mettre en place un accessoire servant à écarter la neige à l'avant de la voiture de tête. À défaut, un véhicule ferroviaire spécifique existe et permet de nettoyer les voies. Cette rame ouvre la voie avant le début du service ou en cour de journée.

Afin de diminuer la perte d'adhérence rail-route, les équipements embarqués par le matériel roulant suivants peuvent être envisagés :

- nettoyeur de gorge de rail;
- sables de traction et freinage.

Gel

Les principales conséquences du gel sur les équipements de voie du système de transport sont :

- la dilatation du rail liée au différentiel de température;
- le blocage des aiguilles d'appareils de voie lié au gel;
- le bris de rail lié aux températures très froides;
- l'impact des cycles de gel-dégel.

De manière générale, pour limiter les problématiques liées au gel en surface, un drainage efficace de la plateforme permettant d'assurer l'évacuation des eaux de surface est nécessaire. Un bon drainage est assuré par des opérations d'entretien régulières (curage des caniveaux, etc.).

Il pourra être envisagé d'installer des dispositifs de chauffage de rail pour éviter les bris de rail dans les zones fortement contraintes (courbes serrées, etc.).

Afin de minimiser l'impact des cycles de gel-dégel sur les rails, il est important de s'assurer de l'étanchéité. La plateforme pourra également intégrer des équipements galvanisés afin de limiter la corrosion liée au gel ainsi qu'aux produits abrasifs.

6.3.4.4 Systèmes d'aiguillage

Il est préconisé de chauffer les aiguillages nécessaires aux changements de voies, pour réduire l'accumulation de neige et éviter le blocage des aiguilles. Il est également préconisé d'effectuer une surveillance durant les précipitations et de faire un déneigement manuel lors des tempêtes.

Tous les aiguillages devront être équipés de chauffage par des résistances électriques ou par des brûleurs à propane par exemple.

Le dimensionnement du drainage des appareils de voie nécessaires aux aiguillages doit être efficace afin de limiter la présence d'eau dans l'équipement et ainsi, diminuer l'apparition de gel.

6.3.4.5 Ligne aérienne de contact

La ligne aérienne de contact permettant la distribution de l'alimentation électrique de la ligne tramway sur l'ensemble du tracé ne nécessite pas de gestion hivernale particulière si la fréquence du tramway est élevée (18h-19h/24h), car dans ce cas les rames en circulation empêchent la ligne aérienne de contact de se recouvrir de glace. L'amplitude horaire prévue à Québec est 20 heures (circulation entre 5 h à 1 h).

En cas de fortes chutes de neige durant la nuit, il peut s'avérer indispensable de faire circuler des rames à vide dans le but de maintenir les installations opérationnelles pour l'ouverture de la ligne au matin.

6.3.4.6 Stations

Le déneigement des quais de stations devra se faire manuellement ou avec des moyens mécaniques.

6.3.4.7 Machinerie spécialisée



Photo 6.16 Véhicule de type rail route équipé d'une lame à neige



Photo 6.17 Véhicule de type rail route équipé d'une fraise à neige

Les équipements de déneigement ou de déglacage déployés sur l'ensemble du tracé pour l'exploitation du tramway résisteront aux conditions climatiques de la ville de Québec qui présentent de fortes amplitudes.

En résumé, l'entretien hivernal, plus précisément le déneigement, se fera dans le respect des normes de sécurité édictées. Sa planification s'intégrera à la politique de déneigement de la Ville de Québec. Des ajustements aux pratiques seront à prévoir afin de coordonner toutes les activités inhérentes à l'entretien des voies et du déneigement.

Une étude approfondie sera réalisée pour déterminer les rôles et responsabilités de tous les acteurs nécessaires au bon fonctionnement du tramway dans les conditions hivernales, même les plus difficiles, que la Ville de Québec connaît depuis toujours et bien sûr, en considérant les prévisions liées aux changements climatiques.

6.4 Insertion dans les milieux traversés

Un tramway a la particularité d'être inséré dans le tissu urbain, en interaction avec les autres usagers de la rue. Outre les segments en souterrain, la majorité du tracé doit composer avec des rues, des terrains et des bâtiments existants. Cette caractéristique du système nécessite une connaissance fine des milieux traversés ainsi qu'une vision claire des interventions découlant du tramway. Afin d'encadrer adéquatement la transformation des milieux urbains, du cadre bâti et des espaces publics, une stratégie et des lignes directrices de design sont développées.

6.4.1 Stratégie architecturale et paysagère

La stratégie architecturale et paysagère est une démarche de planification qui oriente les décisions d'aménagements sur l'ensemble du réseau. De ce fait, les cinq grands objectifs ci-dessous guident les cinq familles de composantes des lignes directrices de design :

- offrir un aménagement urbain favorisant la sécurité et la convivialité;
- promouvoir le transport en commun par une architecture contemporaine de qualité;
- intégrer les arts et la culture dans l'expérience des usagers;
- faciliter l'usage du transport en commun par un système d'information intermodal intégré;
- utiliser des véhicules accessibles et appropriables.

6.4.2 Principes directeurs

Par la nature et l'ampleur du projet, le tramway transformera le territoire de la ville de Québec au bénéfice des générations futures. Afin d'assurer une intégration urbaine harmonieuse, équilibrée et de qualité, des principes directeurs sont préconisés. Il s'agit de concepts généraux qui encadrent l'application des lignes directrices.

- accessibilité : contribuer à l'autonomie des personnes de toutes conditions;
- opérabilité : assurer la performance des opérations;
- uniformité : maintenir une cohérence dans le caractère des interventions;
- sécurité : assurer l'intégrité physique et favoriser le sentiment de sécurité;
- durabilité : favoriser le maintien durable des infrastructures;
- mobilité intégrée : faciliter la transition entre les modes de déplacement;
- urbanité : contribuer au paysage et aux comportements des individus.

6.4.3 Portrait des milieux traversés

Avec ses 23 km de tracé, le tramway traverse divers types de milieux. Basé sur les grandes affectations du Schéma d'aménagement et de développement de l'agglomération de Québec (SAD), le plan de caractérisation des milieux, à la figure 6.15, représente les différences entre ces milieux.

6.4.4 Intentions d'aménagement

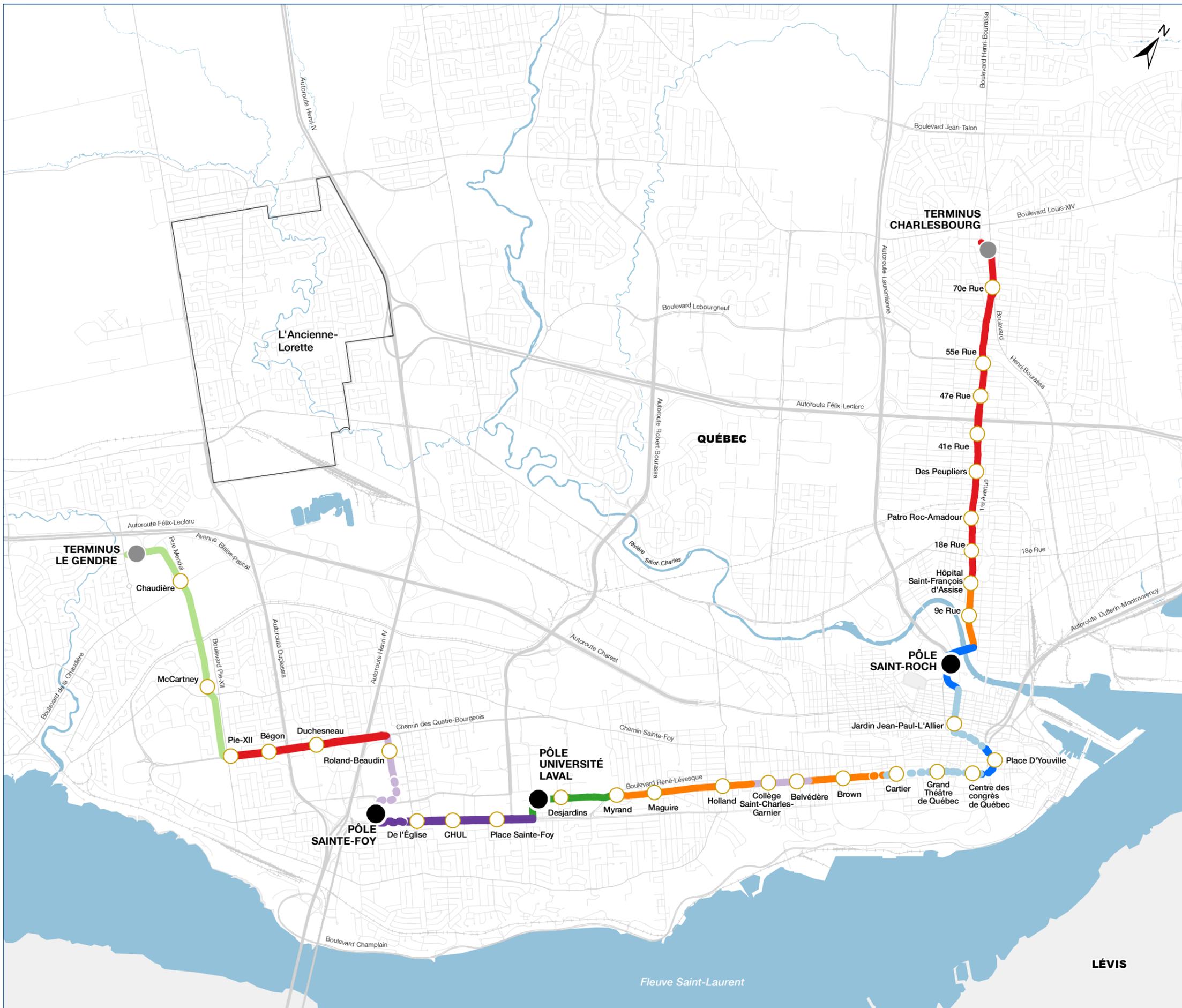
Les nouvelles infrastructures du RSTC visent à contribuer à la qualité et au renforcement du caractère des milieux traversés, tel qu'inscrit dans le guide « Territoire hérité, habité, légué – L'aménagement culturel du territoire » du ministère de la Culture et des Communications (MCC). L'insertion du projet dans l'espace public vise à renforcer l'identité collective, le sentiment d'appartenance et la fierté d'habiter la ville de Québec.

Afin d'y arriver, des intentions d'aménagements ont été établies par le croisement des grandes affectations du territoire¹⁶ et d'une lecture sensible du paysage. Des objectifs spécifiques et des critères de performance encadreront la qualité de l'aménagement urbain, de l'architecture ainsi que des interventions artistiques et culturelles pour les étapes de conception préliminaire et détaillée. De plus, une attention particulière sera portée aux sites patrimoniaux et aux milieux urbains qui les entourent. Plus spécifiquement, il s'agit du site patrimonial du Vieux-Québec, inscrit à la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO, et du site patrimonial de Charlesbourg, dans le secteur du Trait-Carré.

16. Schéma d'aménagement et de développement révisé et adopté par l'agglomération de Québec.

FIGURE 6.15

PLAN DE CARACTÉRISATION DES MILIEUX



Infrastructure

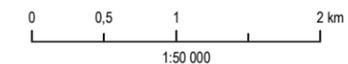
- Pôle d'échanges
- Terminus
- Station

Tramway

- Centre-ville - Entrée de ville
- Centre-ville - Artère dynamique
- Corridor structurant - Artère dynamique
- Corridor structurant - Résidentiel
- Pôle urbain - Artère dynamique
- Pôle urbain - Entrée de ville
- Urbain - Milieu général
- Équipement majeur

Tramway souterrain

- Centre-ville - Entrée de ville
- Centre-ville - Artère dynamique
- Corridor structurant - Résidentiel
- Pôle urbain - Artère dynamique
- Pôle urbain - Entrée de ville



RÉSEAU STRUCTURANT DE TRANSPORT EN COMMUN

BUREAU DE PROJET



Date : 9 octobre 2019
 Fichier : RST_TW_EIE_6_15_caracterisation_milieux.mxd
 Système de projection cartographique : NAD 83 MTM 7
 Source : Ville de Québec, 2019

À ce jour, cinq intentions, localisées à la figure 6.17 sont proposées pour guider les choix stratégiques et techniques d'aménagement afin de créer des séquences paysagères distinctes et propres aux milieux traversés :

- entrée de ville : doter d'une signature distinctive les principaux seuils de la capitale :
 - réaliser des aménagements de qualité pour développer une signature paysagère représentative d'une entrée de ville;
 - orienter la conception pour favoriser la sécurité et le confort piéton;
 - attirer des investissements immobiliers pour soutenir la mixité d'usages et la densité;
 - partager le domaine public pour offrir à tous les modes un espace équitable et fonctionnel de déplacement;
 - intégrer des œuvres d'art public pour bonifier l'expérience paysagère et d'usager;
- artère dynamique : soutenir la mixité d'usages et la consolidation des axes commerciaux :
 - contribuer à l'attractivité des secteurs pour favoriser l'achalandage de clientèle;
 - miser sur l'expérience piétonne particulièrement aux stations pour offrir une variété de services et de modes de déplacements;
 - attirer des investissements immobiliers pour soutenir la mixité d'usages et la densité;
 - partager le domaine public pour offrir à tous les modes un espace équitable et fonctionnel de déplacement;
 - assurer un accès de stationnement pour les véhicules et pour les vélos;
- résidentiel : maintenir la qualité des milieux de vie par l'intégration urbaine de l'infrastructure et les caractéristiques locales du paysage :
 - traiter l'interface entre l'espace public et privé pour maintenir l'accès aux propriétés et aux seuils;
 - assurer la qualité des cheminements, la perméabilité et la connectivité des quartiers pour les modes de déplacement actifs;
 - miser sur la préservation des arbres matures et en santé pour conserver la canopée et l'encadrement du corridor visuel;
 - personnaliser les choix de matériaux pour s'intégrer à l'identité des milieux traversés;
 - offrir des alternatives au stationnement sur rue pour répondre au besoin des citoyens;
- corridor vert : accentuer les aménagements naturels et la biodiversité :
 - transformer le paysage pour valoriser ou requalifier le caractère existant des milieux traversés;
 - développer un axe de mobilité pour connecter les quartiers et la communauté;
 - choisir des aménagements paysagers pour contribuer à la sécurité, à l'expérience et au confort des usagers;
 - ajouter une diversité d'espèces végétales pour augmenter la biodiversité;
 - aménager des îlots de fraîcheur pour réduire la superficie imperméable;
- historique : souligner le patrimoine matériel et immatériel du lieu :
 - mettre en valeur la forme urbaine, l'architecture et les percées visuelles;
 - contribuer à l'identité du lieu et au patrimoine de demain;
 - diffuser du contenu de commémoration par l'aménagement et l'affichage.

6.4.5 Approches de design

Afin d'assurer un traitement matériel et paysager en cohérence avec les milieux traversés, deux approches de design sont proposées à l'intérieur de la planification du projet. D'une part, la « continuité » offrira un traitement identique ou similaire d'éléments d'aménagement et assurera la lisibilité du réseau dans la ville par la création d'une signature visuelle d'ensemble. Des éléments comme l'affichage, le mobilier urbain, les stations, la signalisation et le véhicule sont actuellement proposés pour cette approche. D'une autre part, la « personnalisation » offrira un traitement distinct d'éléments d'aménagement afin de s'intégrer au caractère existant du milieu traversé ou pour créer une signature visuelle particulière. Des éléments comme les édicules, les ouvrages d'art, les revêtements de surface ainsi que la végétation sont considérés pour cette seconde approche.

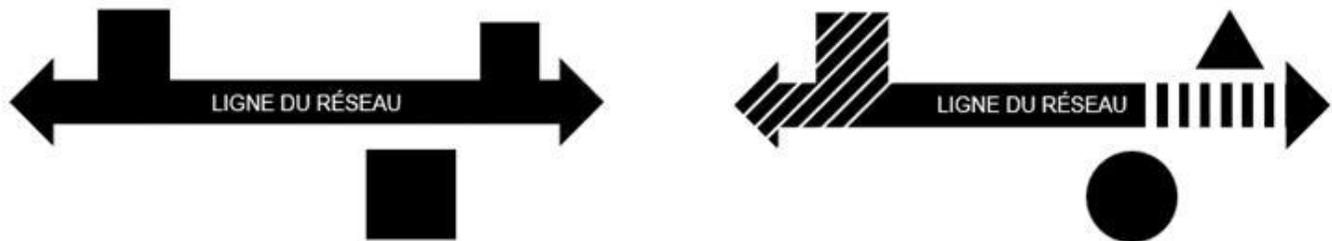


Figure 6.16 Approches de design: schéma illustratif de la continuité et de la personnalisation

Plus particulièrement pour les œuvres d'art, le projet est assujéti à la Politique d'intégration des arts à l'architecture et à l'environnement des bâtiments et des sites gouvernementaux et publics. Son application sera encadrée selon les modalités de l'entente survenue entre la Ville de Québec et le MCC. Ainsi, la Ville de Québec sera responsable de la gestion des concours d'art public en lien avec le projet. Déjà à l'étape de conception d'avant-projet, des lieux propices à l'art public et à la commémoration sont identifiés le long du tracé afin d'assurer une répartition et une contribution remarquable à la transformation de l'espace public.

6.4.6 Lignes directrices de design

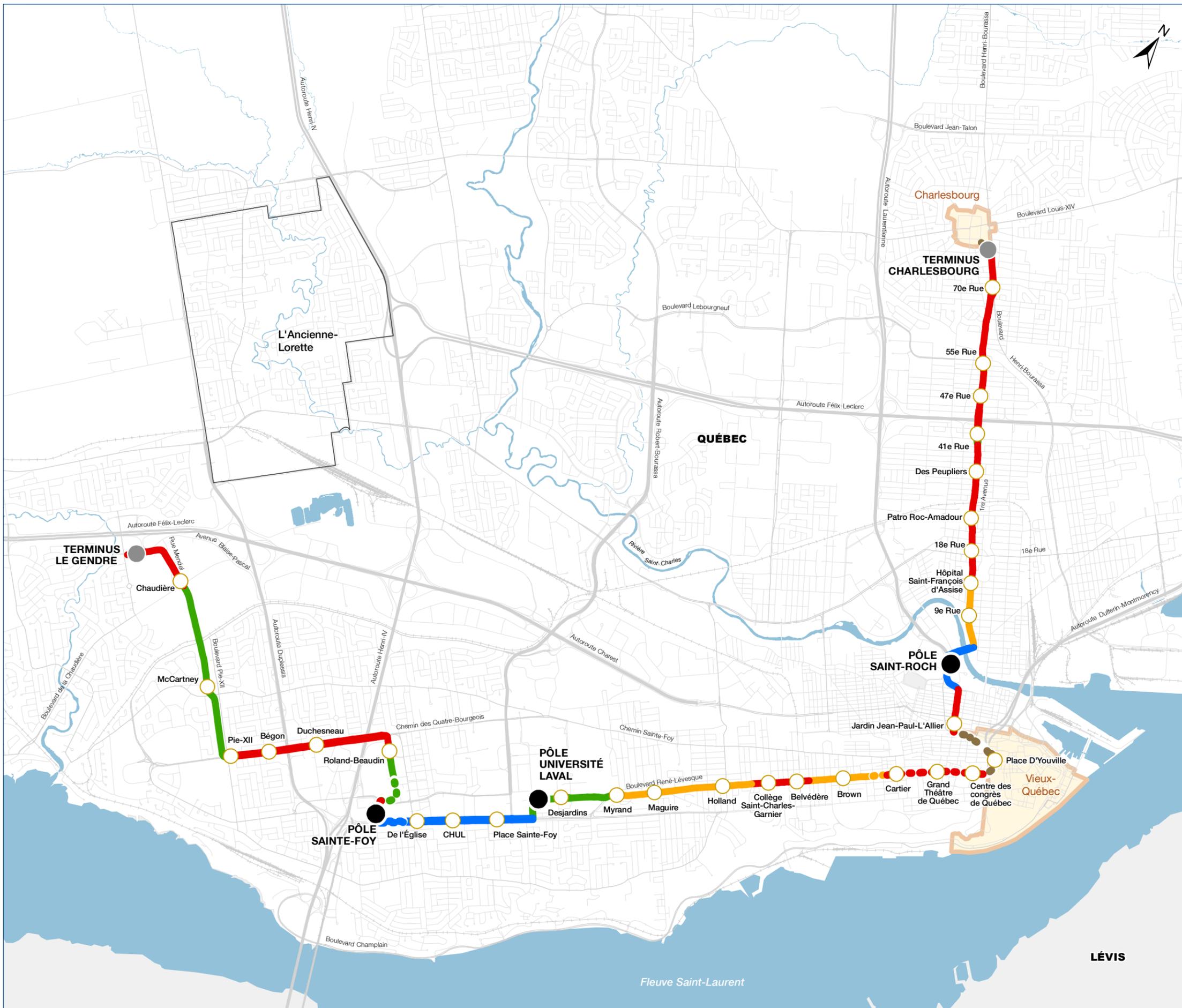
Voici une liste non limitative des objets dont les qualités fonctionnelles, esthétiques et la durabilité seront encadrées par des lignes directrices de design :

- aménagement urbain :
 - arbres et végétaux;
 - éclairage;
 - mobilier urbain;
 - revêtement de surface;

- architecture :
 - centre d'entretien et d'exploitation;
 - édicule;
 - lien mécanique;
 - ouvrage d'art;
 - pôle d'échanges;

FIGURE 6.17

PLAN D'INTENTIONS D'AMÉNAGEMENT DU TRAMWAY



Infrastructure

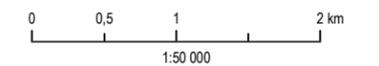
- Pôle d'échanges
- Terminus
- Station

Tramway

- Entrée de ville
- Artère dynamique
- Résidentiel
- Corridor vert
- Historique

Tramway souterrain

- Entrée de ville
- Artère dynamique
- Résidentiel
- Corridor vert
- Historique
- Site patrimonial



RÉSEAU STRUCTURANT DE TRANSPORT EN COMMUN

BUREAU DE PROJET



Date : 9 octobre 2019
 Fichier : RST_TW_EIE_6_17_intentions_aménagement.mxd
 Système de projection cartographique : NAD 83 MTM 7
 Source : Ville de Québec, 2019

- station;
- terminus;
- trémie;

- art et culture :
 - diffusion culturelle;
 - intégration d'œuvres dans l'architecture;
 - intégration d'œuvres le long du parcours;

- information :
 - identité graphique;
 - orientation des passagers;
 - affichage publicitaire;

- matériel roulant :
 - accessibilité et fonctionnalité;
 - design sonore;
 - expression et personnalisation.

6.5 Phases d'aménagement et de construction

Il est important de préciser que l'objectif du Bureau de projet du RSTC est de se rendre à une conception avancée à 30 % du projet de tramway. Un mandataire a été choisi pour prendre la relève afin de compléter cette réalisation préliminaire et de passer par la suite à la phase de conception détaillée et de réalisation. Cette dernière relèvera d'un consortium en mode alternatif de réalisation.

6.5.1 Phase d'aménagement

Acquisitions

L'implantation du tramway requiert la reconstruction complète de l'emprise publique, soit de « façade à façade », et un repartage de celle-ci pour tous les modes de transport, en plus de rendre le milieu traversé plus convivial. Pour ce faire, des acquisitions immobilières de terrains vacants, de bandes de terrains et d'immeubles construits seront nécessaires.

Un travail préliminaire de conception et d'optimisation du tracé est en cours afin de minimiser les empiétements sur les propriétés privées. Selon l'avancement actuel, le résultat de cette analyse préliminaire est illustré au tableau 6.2, qui présente le nombre d'acquisitions partielles ou totales réparties par type de propriétés, soit les terrains vacants et les terrains construits.

Selon les plans actuels, le projet de tramway nécessitera un total de 357 acquisitions. La Ville s'est engagée, et ce, par souci de respect et d'acceptabilité sociale, à rencontrer individuellement chaque propriétaire affecté par une acquisition partielle ou totale, l'objectif étant de finaliser le plus d'ententes en mode « gré à gré » plutôt que par la voie légale de l'expropriation.

Ces rencontres avec les propriétaires permettront également de présenter un plan préliminaire de l'emprise requise et d'expliquer la nature des interventions qui seront effectuées sur leur propriété lors des travaux. Le plan permettra au propriétaire de visualiser la limite de la nouvelle emprise par rapport aux aménagements et/ou infrastructures actuelles se retrouvant sur sa propriété.

Une promesse de vente ou une autorisation de travaux, à laquelle sera annexé un plan préliminaire d'arpentage, sera également présentée à chacun des propriétaires pour fins d'approbation. L'autorisation de travaux ou la promesse de vente signée par le propriétaire devra être entérinée par les autorités compétentes, selon la délégation de pouvoirs. Une des clauses de l'un ou l'autre des documents permettra de commencer les travaux, et ce, sans que l'entente soit notariée.

À la fin des travaux, une équipe d'arpenteurs ira sur les lieux afin de s'assurer de la conformité de l'emplacement des ouvrages par rapport à ce que prévoit la promesse de vente ou l'autorisation de travaux. Le dossier sera par la suite transféré à un notaire pour la préparation de l'acte notarié.

Dans l'éventualité où un propriétaire refusait de consentir les droits requis et afin de ne pas compromettre la réalisation du projet, la Ville de Québec se trouverait dans l'obligation de déposer devant le tribunal les procédures d'expropriation qui permettront des droits nécessaires à l'exécution des travaux.

Tableau 6.2 Acquisitions totales et partielles au 19 juillet 2019

	Nombre d'acquisitions totales	Nombre d'acquisitions partielles
Terrains vacants	5	18
Terrains construits	14	321
Total par type	19	338
Total	358	

6.5.2 Phase de construction

6.5.2.1 Planification et coordination

La réalisation du tramway représente un défi de taille autant du point de vue de la planification globale du projet que du point de vue de la réalisation sectorielle des travaux.

Le choix de l'entrepreneur pour la construction se fera par appels d'offres publiques selon les meilleures pratiques dans le domaine.

Échelonnés sur cinq ans à même des artères achalandées en milieu urbain, les travaux d'implantation du tramway nécessiteront près de deux années de planification et d'autorisation.

6.5.2.2 Description générale des travaux

De manière générale, la mise en place du tramway se réalisera dans des emprises de rues existantes desservies par des infrastructures, des réseaux d'utilités techniques et des services municipaux. Le réseau du tramway nécessitera une surface de roulement exclusive, distinctive et non intrusive. Cette surface de roulement implique notamment l'absence de services municipaux sous la plateforme. La grande majorité des infrastructures en place devront être déplacées et doublées. Il faudra prévoir deux réseaux distincts de part et d'autre de la plateforme pour assurer la desserte des immeubles riverains. À quelques endroits, les services municipaux devront traverser la plateforme du tramway. Ces derniers seront insérés dans une gaine protectrice permettant des travaux sans excavation sous la plateforme.

Les réseaux techniques urbains (RTU) de Bell, Énergir, Vidéotron etc. seront déplacés avant et pendant les travaux de construction. Sur les 23 km de tracé, il est estimé que l'enfouissement des réseaux souterrains existants des RTU est requis sur environ 10 km, le reste étant déplacé.

La figure 6.18 présente une coupe type de l'emplacement des infrastructures après travaux.

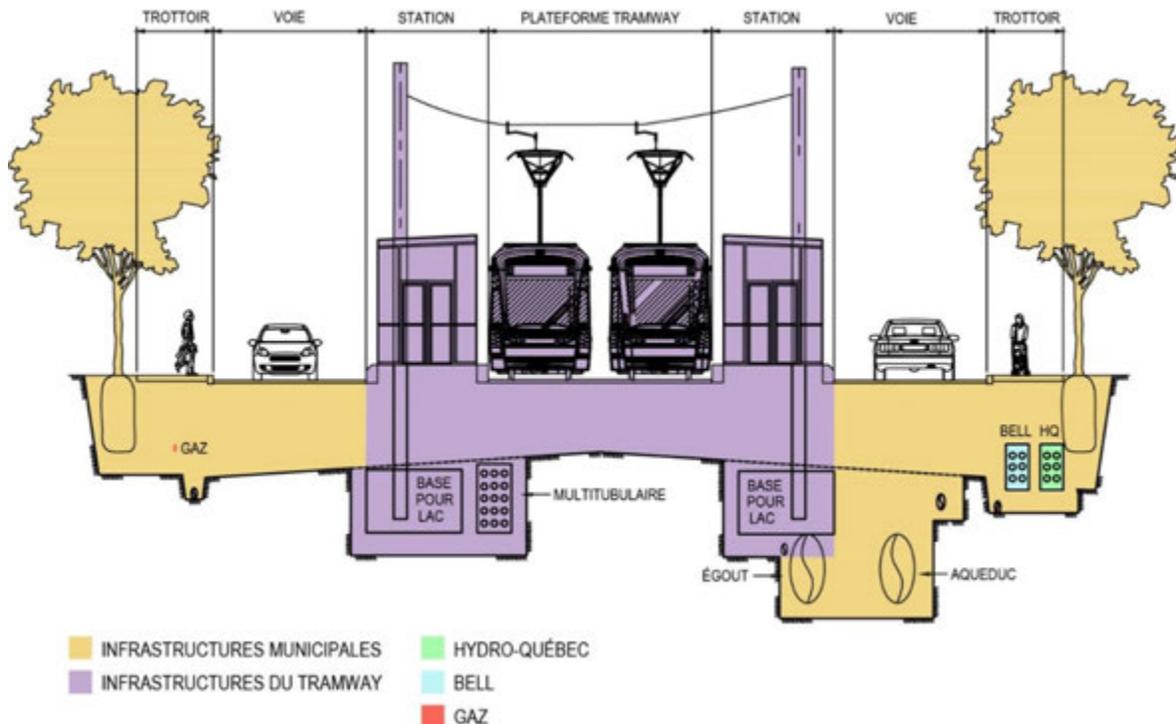


Figure 6.18 Coupe-type de l'emplacement des infrastructures après travaux

L'enfouissement des structures aériennes exigera de modifier les structures souterraines existantes par l'ajout de massif, de puits d'accès, de chambres de transformation, de boîtiers de sectionnement électrique, de boîtiers de distribution et boîtiers de raccordement, etc.

Les interventions suivantes devront être réalisées lors des travaux :

- relocaliser les réseaux souterrains existants (conduites d'aqueduc, égouts sanitaires et pluviaux) et procéder à la réfection des branchements privés;
- procéder à la réfection totale de la voirie de surface incluant une nouvelle structure de rue, le pavage, la plateforme du tramway, les rails, les structures, les trottoirs et les aménagements;
- relocaliser et/ou enfouir les services de distribution d'énergie et de télécommunication déjà présents et ceux des autres infrastructures de communication;
- mettre en place un nouveau réseau d'éclairage;
- implanter un système de feux de circulation et une signalisation adaptée au tramway;
- construire les stations du tramway espacées d'environ 650 m linéaires;
- effectuer la réfection, reconstruire ou ajouter des ouvrages d'art le long du tracé;
- réaliser les aménagements de qualité (mobilier urbain et plantations adaptées).

Durant les travaux, un mécanisme de gestion des plaintes sera disponible. Ainsi, tout citoyen qui désirera effectuer une requête ou faire part de ses préoccupations à la Ville durant les travaux, pourra le faire en utilisant le système d'enregistrement et de suivi des requêtes de la Ville de Québec déjà existant. Ce système permet aux citoyens de la ville de Québec d'effectuer des demandes d'intervention, de transmettre des suggestions ou encore, de faire part de leurs doléances. Les citoyens peuvent ainsi joindre les services de la Ville par téléphone (au 311, du lundi au vendredi de 8 h à 19 h), par courriel avec un formulaire en ligne https://www.ville.quebec.qc.ca/nous_joindre/formulaire/ ou encore, en personne dans les bureaux

d'arrondissement, de l'hôtel de ville et des services municipaux. Tel qu'indiqué dans sa Déclaration de services, la Ville vise à répondre de façon diligente à toutes les requêtes formulées, à l'intérieur de délais d'intervention maximaux révisés régulièrement.

6.5.2.3 Étapes de réalisation – plateformes et voies ferrées

La figure 6.19 présente un exemple du phasage d'interventions qui pourrait être utilisé pour la construction d'un tramway. Le phasage définitif qui pourra varier en fonction des particularités du tracé sera déterminé ultérieurement.

- Phase 1 – Travaux préparatoires :
 - acquisitions;
 - déviation et contrôle de la circulation;
 - installation et organisation de chantier (mobilisation et démobilisation);
 - libération des emprises de surface autres (panneaux publicitaires, abrisbus, etc.);
 - signalisation provisoire;
 - disposition de l'éclairage public existant;
 - divers travaux d'aménagements et de protection temporaire;
 - démolition des trottoirs, bâtiments et autres infrastructures existantes;
 - construction de nouveaux trottoirs, côtés gauche et droit.
- Phase 2 – Ouverture de la rue, côté droit :
 - installation des glissières de sécurité;
 - excavation et installation des conduites d'aqueduc, égout et autres services;
 - relocalisation des puits et raccordement au nouveau réseau;
 - mise en place des couches pour la structure de chaussée.
- Phase 3 – Ouverture de la rue, côté gauche :
 - installation des glissières de sécurité;
 - excavation et installation des conduites d'aqueduc, égout et autres services;
 - enlèvement ou abandon des réseaux (injection de béton dans les conduites);
 - installation de multitubulaires;
 - mise en place des couches pour la structure de chaussée.
- Phase 4 – Mise en place de la plateforme ferroviaire :
 - réalisation de la plateforme et pose de voies;
 - maintien de la voie de gauche selon les conditions des travaux ou le trafic local.
- Phase 5 – Mise en service :
 - travaux de finition;
 - mise en place du mobilier urbain;
 - libération des emprises et mise en service;
 - exemple d'un phasage des travaux de construction du tramway.



Exemple d'un phasage des travaux de construction du tramway



Figure 6.19 Exemple d'un phasage des travaux de construction du tramway

6.5.2.4 Travaux en milieux humides et hydriques

6.5.2.4.1 Secteur Chaudière

Des travaux en milieux humides seront réalisés à l'extrémité ouest du tracé, dans le secteur du boulevard de la Chaudière pour le passage du tramway de même que pour les aménagements connexes au tramway soit le Centre d'entretien et d'exploitation principal (CEE) et le stationnement incitatif, prévu en fin de ligne au terminus Le Gendre.

Au total 49 540 m² de milieux humides seront perdus. Selon un rapport de CJB Environnement (2014), la superficie totale de milieux humides dans le secteur Chaudière est de 585 000 m². La superficie de milieux humides qui seront perdus pour la construction du projet représente 8 % de la superficie totale des milieux humides retrouvés dans le secteur Chaudière. De plus amples informations sur la composition spécifique et localisation des milieux humides sont données au chapitre 7.6.2.3 et tous les détails sur les impacts, notamment les superficies touchées et les mesures d'atténuation, sont disponibles dans l'étude sectorielle de Stantec intitulée « *Inventaire écologique pour les aménagements projetés du réseau structurant de transport en commun. Rapport final. 2019* ».

La séquence « éviter, minimiser, compenser »

La Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques met de l'avant l'objectif d'aucune perte nette. Plus précisément, les dispositions de cette loi ont notamment pour objectif d'éviter les pertes de milieux humides et hydriques et de favoriser la conception de projets qui minimisent leurs impacts sur ces milieux, ce qui se traduit concrètement par la séquence « éviter, minimiser, compenser ».

Le long du tracé du tramway, des milieux humides ont été inventoriés dans la section Chaudière et dans l'emprise d'Hydro-Québec parallèle au boulevard Pie-XII. Dans ce dernier cas, les milieux semblent résulter de perturbations causées lors de l'aménagement de la ligne de transport d'électricité : ornières causées par le passage de la machinerie, compactage du sol, remblai et déblai (Stantec, 2019). Ces milieux n'ont aucune connection hydriques avec un cours d'eau. « Éviter ».

Dans la section Chaudière, des superficies de milieux humides font l'objet d'ententes de conservation avec le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). Ces ententes font en sorte que ces superficies ne peuvent être développées, étant vouées à la conservation (figure 6.20).

De ce fait, le tracé du tramway a été revu en cours de conception afin justement d'éviter les secteurs sous ententes de conservation. Concrètement, le tracé a été déplacé légèrement vers l'est par rapport à son emplacement original afin d'éviter tout empiètement dans les milieux humides sous entente de conservation qui correspond au marais Isabelle au sud du boulevard Chaudière.

Le CEE a été positionné sur un terrain appartenant à la Ville de Québec. Près de la moitié du terrain est un ancien site d'enfouissement où sont encore présents déchets et sols contaminés. Dans cette partie perturbée, les milieux humides sont absents. Cet emplacement a été choisi pour deux raisons : il permet, d'une part, d'éviter l'empiètement dans les milieux humides du secteur et, d'autre part, de procéder à la réhabilitation d'un terrain contaminé.

Par ailleurs, il n'y a aucun empiètement dans les milieux humides situés dans l'emprise d'Hydro-Québec, entre le boulevard du Versant-Nord et le chemin des Quatre-Bourgeois. Le tracé, situé du côté est de la ligne de transport d'énergie électrique, évite complètement les milieux humides, tous situés du côté ouest.

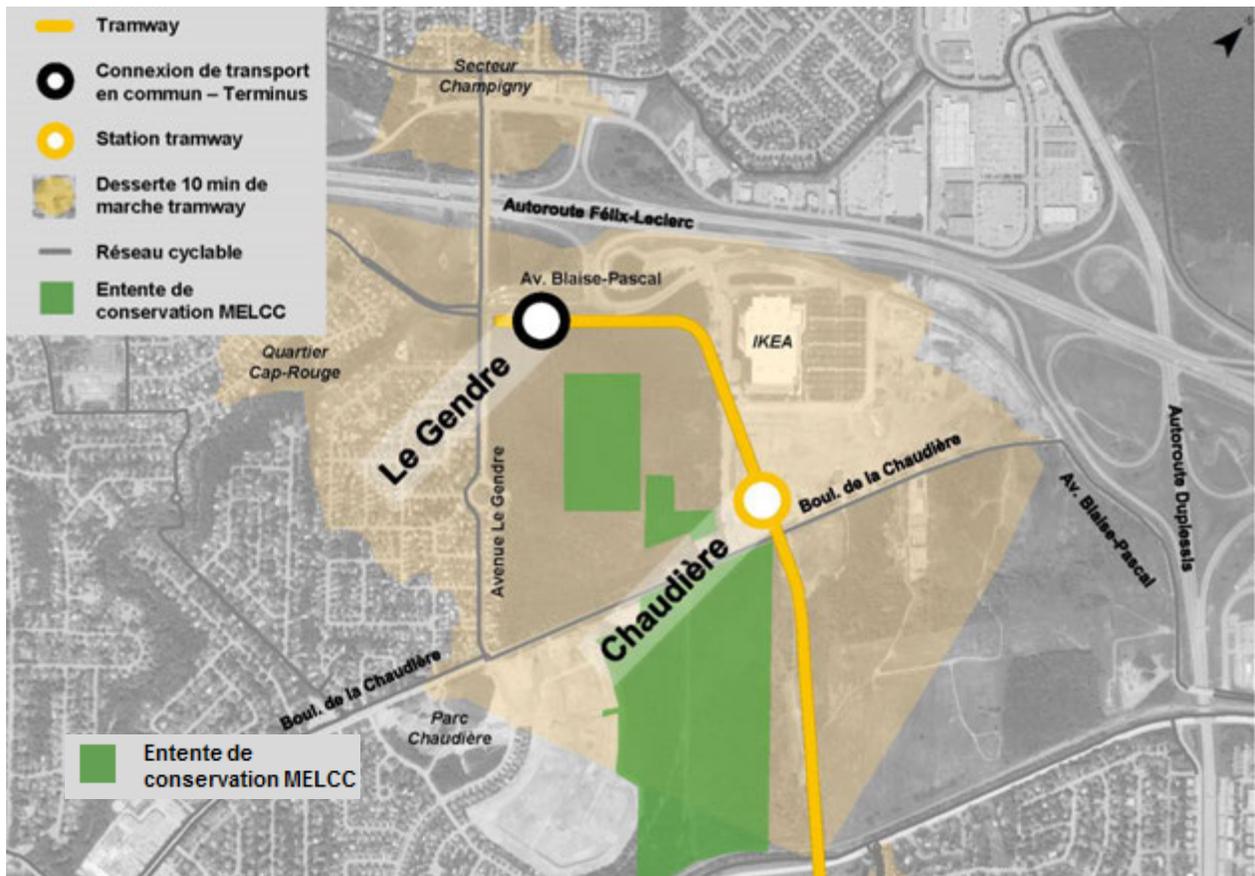


Figure 6.20 Superficies sous ententes de conservation avec le MELCC

« Minimiser »

Afin de minimiser l'impact du projet sur les milieux humides, le tracé du tramway a été positionné le long du boulevard Blaise-Pascal, à partir du terminus Le Gendre. Ce positionnement en bordure du milieu humide occasionne ainsi moins d'impact sur celui-ci. Il est important de mentionner que les superficies de milieux humides touchées par le tracé, par le futur stationnement incitatif et par le CEE étaient déjà vouées à un éventuel développement et sont incluses dans la vision d'aménagement en cours d'élaboration par la Ville. Les superficies du secteur Chaudière qui seront développées et celles qui seront conservées ont déjà fait l'objet d'un accord verbal avec le MELCC. Rappelons qu'aucun équipement relatif à la construction du tramway n'empiète dans les milieux humides prévus pour la conservation dans le cadre de cet accord.

De plus, pour minimiser les impacts et la perturbation des milieux humides, des mesures d'atténuation seront mises en place pendant la phase de construction. Ces mesures sont détaillées dans l'étude sectorielle de Stantec précédemment mentionnée et feront partie intégrante du devis d'appel de propositions pour la construction du projet. Comme mentionné plus haut, aucune superficie vouée à la conservation n'est touchée par le projet.

« Compenser »

Afin de respecter le principe d'aucune perte nette prévu à la loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques, la superficie de milieux humides touchée par les travaux fera l'objet d'une compensation monétaire.

6.5.2.4.2 Secteur de la rivière Saint-Charles

Des travaux en milieu aquatique pourraient être réalisés pour la construction d'un nouveau pont dédié uniquement au tramway sur la rivière Saint-Charles. La décision de construire un nouveau pont ou d'utiliser le pont Drouin existant n'est pas encore prise à ce stade de la conception du projet. Des études sur la capacité du pont actuel, les impacts sur la circulation et les coûts doivent être réalisées pour soutenir la prise de décision. Néanmoins, dans le cadre de la présente étude d'impact environnemental, il a été établi que l'analyse des impacts serait réalisée pour la construction d'un pont similaire au pont Drouin, soit une culée sur chaque rive et deux piles dans le lit de la rivière comme montré à la figure 6.21. Le plan concept préliminaire prévoit un pont de 12 m de large. Advenant la réalisation de ce nouveau pont, les études hydrauliques et celles relatives aux glaces seront effectuées ultérieurement. Ce pont ne serait pas accessible au public. La circulation automobile et le lien piéton demeurent sur le pont Drouin. La figure 6.22 localise l'emplacement de ce futur pont.

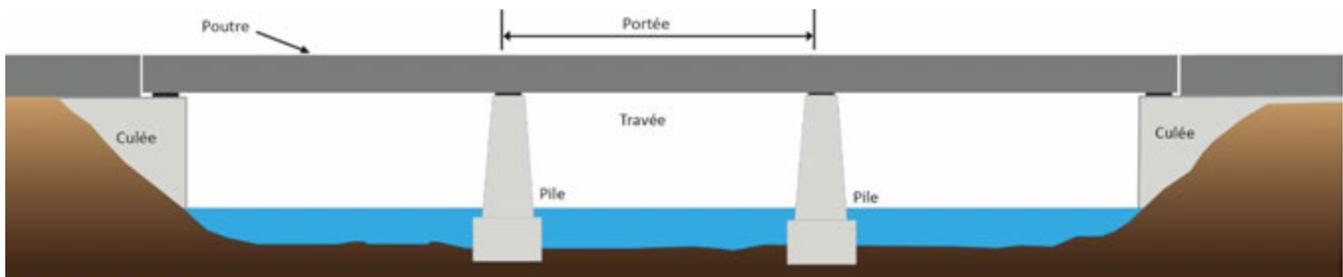


Figure 6.21 Schéma du pont à construire sur la rivière Saint-Charles utilisé pour l'évaluation des impacts

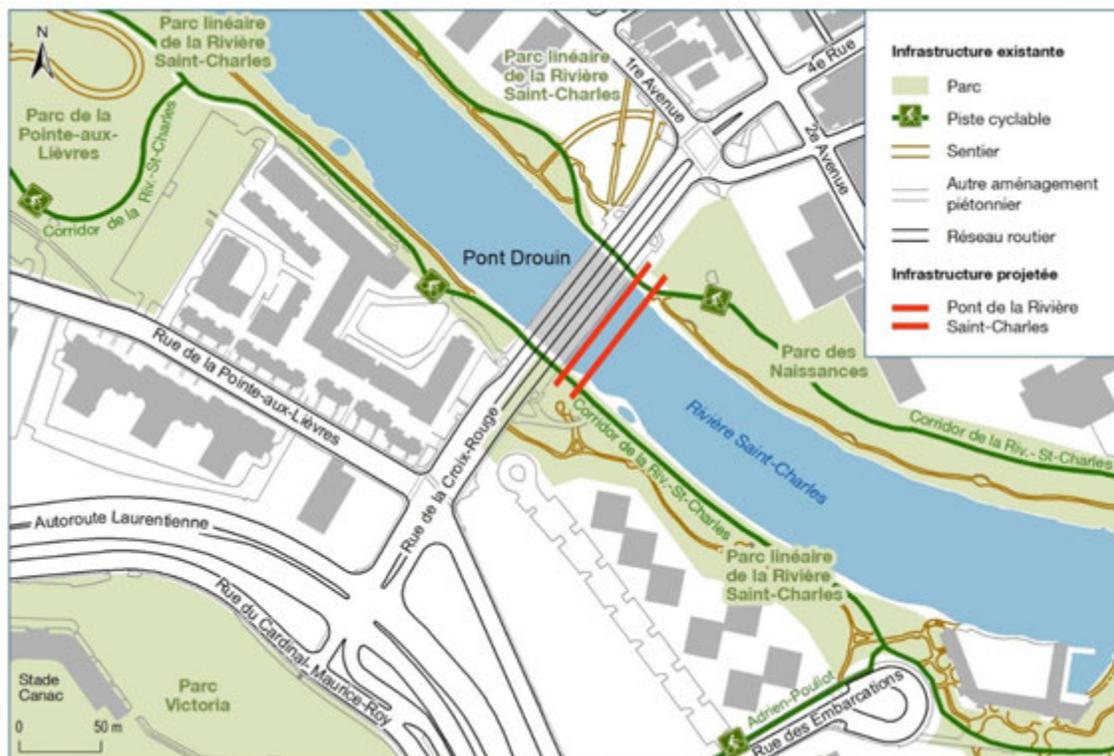


Figure 6.22 Localisation du pont à construire sur la rivière Saint-Charles utilisée pour l'évaluation des impacts

6.5.2.5 Travaux de déboisement

Des travaux de déboisement devront être réalisés dans le secteur Chaudière et dans le secteur de l'Université Laval.

Dans le secteur Chaudière, les boisés qui feront l'objet d'une coupe totalisent 87 895 m². De ce nombre, 49 540 m² correspondent aux marécages arborescents (milieux humides) mentionnés à la section précédente (6.5.2.4.1). Ainsi, 50 % des boisés à couper se confondent avec les milieux humides. Dans le rapport de CJB (2014), il est indiqué que la superficie de milieux terrestres de l'ensemble du secteur Chaudière représente 1 350 000 m². Les peuplements forestiers qui seront coupés, autres que les ceux retrouvés dans les milieux humides, représentent donc moins de 3 % des milieux terrestres inventoriés pour l'ensemble du secteur.

Dans le secteur de l'Université Laval, la superficie à déboiser représente 4 346 m².

Les travaux de défrichage, de déboisement ou d'abattage doivent faire l'objet au préalable d'une autorisation de la Division de la foresterie urbaine de la Ville de Québec.

6.5.2.6 Construction des tunnels

Il existe plusieurs techniques de construction de tunnels et, à cette étape de la conception du projet, la méthode retenue n'est pas déterminée. Les travaux pourraient être réalisés à l'aide d'un tunnelier, par forage et dynamitage en percée frontale ou encore, par tranchées couvertes dans le cas de tunnels peu profonds. Les méthodes par forage et dynamitage en percée frontale et par tranchées ouvertes sont brièvement présentées ci-dessous. L'état des connaissances actuelles porte à croire que l'utilisation d'un tunnelier est improbable.

Méthode de travail par forage et dynamitage en percée frontale

Le forage du roc en percée frontale pourrait être utilisé pour le tunnel prévu sur la colline Parlementaire.

Ce forage est réalisé à l'aide de foreuses pouvant atteindre une hauteur variable. Les foreuses sont placées côte à côte au front de taille durant les opérations de forage.

À la suite du forage, un boutefeu et une équipe de travailleurs souterrains chargent les explosifs dans les trous de forage. Le sautage d'une volée peut être effectué de façon à ne détonner qu'un nombre réduit de trous à la fois (charge explosive), afin de réduire les vibrations engendrées par le dynamitage. Par la suite, après l'évacuation des fumées de tir, le roc est excavé à l'aide d'une chargeuse et de camions.

Les étapes subséquentes consistent en l'écaillage mécanique et manuel des parois, la consolidation par boulons, ainsi que la pose du treillis métallique jusqu'au front de taille. Une fois ces étapes de consolidation terminées, le cycle de forage et dynamitage reprend.

Des mesures de contrôle des vibrations seront aussi mises de l'avant par le consortium.

De façon générale, le personnel et les équipements pouvant être requis pour le forage en percée sont les suivants :

- chargeuse sur roues;
- camion hors routes articulé;
- bouteur;

- opérateur d'équipement lourd;
- travailleur souterrain;
- pelle excavatrice;
- camion flèche;
- nacelle;
- foreuse;
- grutier;
- opérateur de pelle;
- camion plateforme.

Mesure de sécurité générale et évacuation lors de sautage

La communication entre tous les travailleurs présents sur le site, lors de la réalisation des travaux, sera assurée par des radios portatives.

Un avis de sautage et d'évacuation sera communiqué pour assurer l'évacuation du périmètre de sécurité.

L'autorisation de pénétrer à l'intérieur du périmètre de sécurité, après le sautage, est donnée par le responsable sécurité ou le chef boutefeu.

De plus, un nombre déterminé de gardiens, avec radio émettrice, seront positionnés aux diverses routes et accès pouvant mener au site de sautage.

Mesure de sécurité avant dynamitage :

- ordre de mise à feu par le contremaître dynamitage;
- signal sonore (sirène) : 12 coups d'avertisseur à une seconde d'intervalle;
- suite au sautage, un coup de sirène continu d'une durée de 15 secondes.

Une fois la mise à feu terminée, le dynamiteur inspecte le sautage et seulement si tout est sauté, le signal est donné pour débloquer les routes et accès. Cependant, si le sautage n'est pas sauté complètement, il doit être refait immédiatement.

Les travaux de dynamitage exigent l'inspection au préalable des bâtiments situés dans un rayon de 100 m du lieu de sautage, la mise en place de détecteur de monoxyde de carbone dans les bâtiments inspectés ainsi que des méthodes de sautage approuvées au préalable. La figure 6.23 illustre la zone située dans un rayon de 100 m autour du futur tunnel de la colline Parlementaire.

Si les conditions de terrains constituent un risque, les travaux seront temporairement arrêtés ou reportés. Un plan des mesures d'urgence sera élaboré par le maître d'œuvre. Ce plan sera approuvé par les autorités municipales, provinciales et, le cas échéant, fédérales. Tous les intervenants devront s'accorder sur les procédures afin d'assurer la sécurité des citoyens et des travailleurs sur le chantier. Le plan préliminaire des mesures d'urgence est au chapitre 10 de la présente étude.

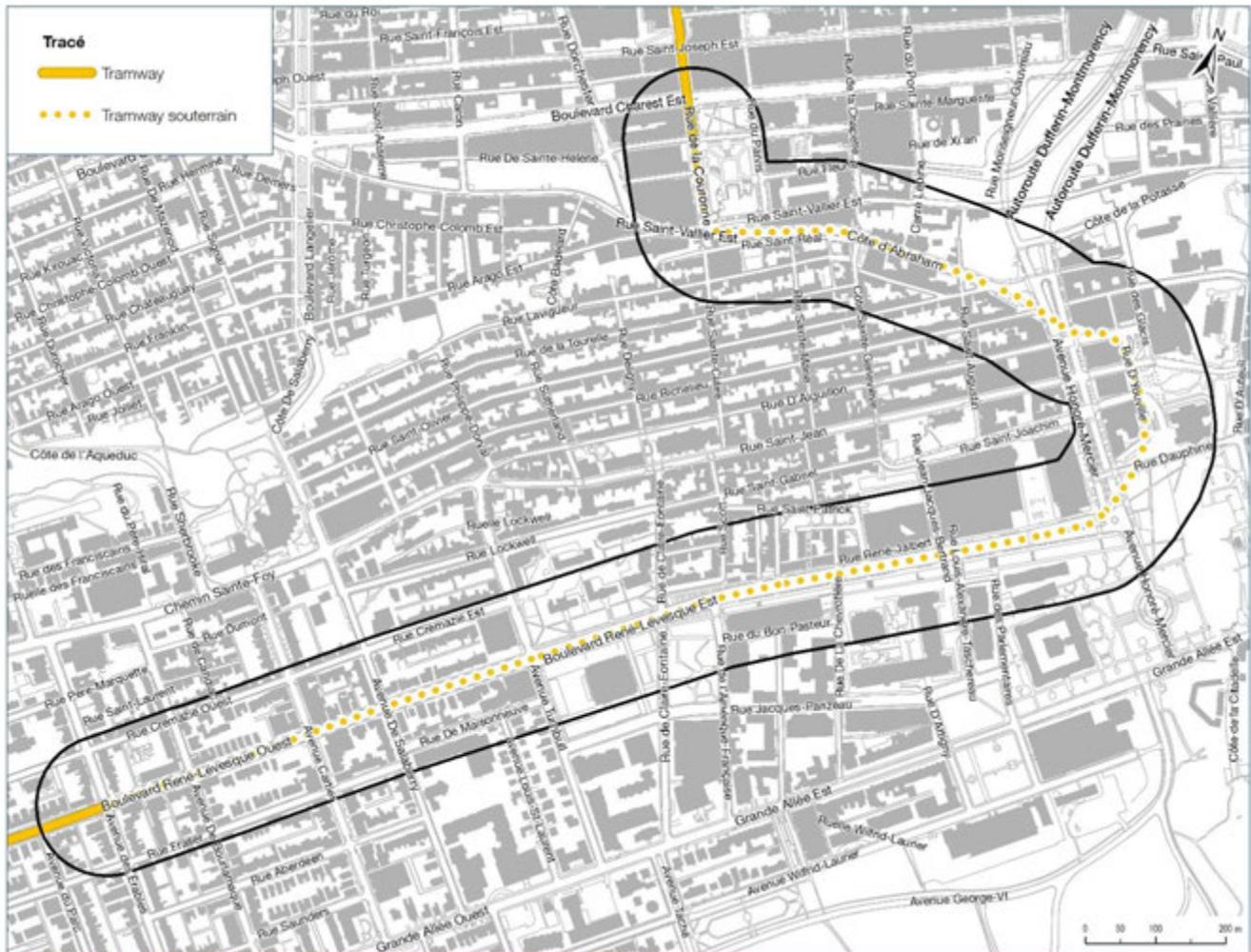


Figure 6.23 Zone située dans un rayon de 100 m autour du lieu de sautage (futur tunnel de la colline Parlementaire)

Méthode par tranchées couvertes

Le creusement de tunnels par tranchées couvertes est une technique éprouvée pour construire des tunnels peu profonds. Cette technique pourrait être utilisée pour le tunnel dans le secteur de Lavigerie. Elle consiste à installer une structure de béton coulée sur place dans une tranchée préparée par excavation, puis recouverte. Cette méthode convient aux tunnels de largeurs variables et de formes irrégulières. Elle est souvent adoptée dans la construction de stations souterraines de transport en commun. Afin de minimiser les perturbations de la surface, le creusement de tunnels par tranchées couvertes peut être réalisé selon la méthode traditionnelle ascendante ou en construisant du haut vers le bas.

6.5.2.7 Travaux d'assèchement des tranchées

Gestion des eaux

Les travaux d'assèchement consistent à évacuer et à traiter, si requis, les eaux présentes dans les zones de travail. Ces eaux sont de trois sources : les eaux d'infiltration provenant des surfaces du roc à travers la structure géologique, les eaux de ruissellement provenant des averses de pluies ou de la fonte des neiges du bassin versant (eau avec sédiments) et, finalement, les eaux industrielles utilisées pour les opérations (eau avec sédiments).

Pour le moment, les apports d'eau sont inconnus pour les eaux de ruissellement de surface et d'infiltration. Toutefois, lors de la réalisation des travaux, les eaux provenant des machines telles les foreuses seront connues et devront être traitées.

Traitement des eaux d'exhaure

Les eaux d'exhaure sont rejetées au réseau hydrographique lorsqu'elles répondent aux exigences du MELCC et à celles de la Ville de Québec.

Habituellement, les eaux d'exhaure qui ne répondent pas aux exigences sont pompées jusqu'à un bassin de décantation avant rejet.

Les analyses de la qualité des eaux d'exhaure font l'objet d'un programme rigoureux approuvé pour l'ensemble des intervenants impliqués au dossier.

Équipements et outillages

Les équipements suivants (ou leurs équivalents) seront utilisés pour le traitement des eaux d'exhaure :

- pelle hydraulique;
- camion articulé;
- lot de pompes;
- conduite en acier;
- conduite en PEHD;
- turbidimètre;
- vanne;
- raccord;
- etc.

6.5.2.8 Gestion des matériaux

Matériaux d'excavation

Les travaux d'excavation produiront une certaine quantité de matériaux de déblais qui seront soit réutilisés, soit éliminés hors site, en respectant les exigences réglementaires.

L'orientation adoptée pour la gestion des matériaux est de récupérer tous les matériaux excavés et récupérables dans les ouvrages (ex. : asphalte, granulats, bordures de béton, sols conformes à l'usage). Le recyclage des matériaux permet de minimiser le camionnage et les impacts en découlant, les volumes de matériaux à disposer de même que les coûts.

Les travaux d'excavation du tunnel sous la colline Parlementaire produiront environ 630 000 tonnes de matériaux d'excavation soit l'équivalent de 40 000 voyages de camions. Ce roc excavé sera disposé dans des sites autorisés à recevoir ce type de matériel. À cet effet, la Ville privilégie la valorisation du matériel à l'ancienne carrière aménagée en dépôt à neige sur le boulevard Raymond, acquise par la Ville en 2012. Selon les analyses internes de la Ville, ce site est celui qui limite le plus l'empreinte environnementale pour la disposition des matériaux d'excavation. Les distances à parcourir, les impacts sur la désuétude du réseau routier, les nuisances occasionnées aux citoyens le long des parcours de même que les coûts de disposition sont autant d'éléments qui ont été considérés par la Ville dans le choix de ce site. Le matériel sera valorisé sur place et servira, le cas échéant, à l'aménagement de digues de rétention de la neige et des eaux de fontes, de murs acoustiques et d'écrans visuels. La valorisation des matières s'inscrit pleinement dans les orientations que la Ville s'est donnée dans la Vision 2018-2028 pour une saine gestion des matières résiduelles. Dans ce document, la Ville précise qu'elle entend développer une économie circulaire au sein de ses propres activités en réutilisant et valorisant les matières générées par ses projets (Ville de Québec, 2018). La valorisation du matériel au dépôt à neige Raymond nécessitera la modification du certificat d'autorisation qui régit le dépôt.

Sols contaminés

Les sols contaminés seront gérés selon les exigences du MELCC, en fonction du type et du niveau de contamination. Les sols dont le niveau de contamination excède ou est égal au critère « C » de la grille des sols excavés du Ministère devront être acheminés vers un site autorisé pour leur décontamination ou leur enfouissement. Les sols dont le niveau de contamination est inférieur au critère « C » seront, dans la mesure du possible, réutilisés sur place, dans les emprises de chaussées, comme le permet la réglementation.

Durant les travaux d'excavation, une firme spécialisée en environnement supervisera la gestion des sols contaminés en fonction des résultats obtenus lors des caractérisations de sol réalisées au préalable et, au besoin, la firme procèdera à de nouveaux échantillonnages pour fins d'analyse.

La grille de gestion des sols excavés et le cadre de gestion des teneurs naturelles en manganèse issus du *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés* du MELCC seront utilisés comme outils pour déterminer la façon de gérer les sols excavés selon leur niveau de contamination.

Les études de caractérisation de sols sont en cours et il n'est pas possible pour l'instant de préciser les volumes de matériaux qui pourront être réutilisés sur le chantier et ceux qui devront être disposés hors de celui-ci.

6.5.2.9 Plantes exotiques envahissantes

Cadre réglementaire

Les résidus de plantes exotiques envahissantes (PEE) sont considérés comme une matière résiduelle s'ils doivent être transportés hors du chantier. Ils sont alors gérés par la Loi sur la qualité de l'environnement (c. Q-2) et le Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles (chapitre Q-2, r. 19). Un inventaire des PEE a été réalisé en juin 2019 et est présenté au chapitre 7 de la présente étude.

Ces matières résiduelles doivent être enfouies dans un lieu d'enfouissement technique (L.E.T.) ou éliminées à l'incinérateur autorisé à recevoir des matières résiduelles.

Lorsque la matière est entreposée sur un site temporaire avant d'être acheminée au L.E.T., le transfert doit se faire dans les 12 heures.

Gestion des résidus sur place

En ce qui a trait à la gestion des résidus de PEE ou de sols contaminés par celles-ci, l'idéal est d'éviter de les déplacer hors site et de gérer la disposition de ceux-ci dans une fosse sur le site du chantier. Ils doivent alors être recouverts le même jour d'au moins 1 m, idéalement 2 m, de matériaux non contaminés provenant des autres opérations du chantier. Dans ce cas-là, la matière infectée par les PEE n'est pas considérée comme une matière résiduelle puisqu'il n'y a pas de transport hors site.

6.5.3 Système d'enregistrement et de suivi des requêtes

Lors de l'exploitation du tramway, tout citoyen qui désire faire part de commentaires, de ses préoccupations ou doléances, pourra le faire facilement en utilisant le système d'enregistrement et de suivi des requêtes du RTC déjà existant. Ce système permet aux usagers du RTC et aux citoyens de la Ville de Québec de demander des renseignements, de transmettre des commentaires ou encore de faire part de leurs doléances. Les citoyens peuvent ainsi joindre le service à la clientèle du RTC par téléphone (au 418 627-2511, option 3, du lundi au vendredi de 8 h 30 à 12 h et de 13 h à 16 h 30) ou par courriel avec un formulaire en ligne <https://www.rtcquebec.ca/Default.aspx?tabid=118&language=fr-CA>.

6.6 Adaptation aux changements climatiques

L'adaptation est communément définie comme un changement dans les comportements et les caractéristiques d'un système de manière à pouvoir composer avec une situation dans un endroit spécifique. L'adaptation aux changements climatiques fait référence ici à ces ajustements qui sont faits spécialement pour composer avec un climat en évolution rapide.

- Une grande partie de notre environnement, qu'il soit naturel, bâti ou social, a été conçu ou a évolué pour convenir à des paramètres climatiques considérés relativement stables dans le temps. Cette hypothèse sous-jacente d'un climat stationnaire ne tient plus et nécessite donc des ajustements dans notre façon de planifier et de gérer notre environnement. (Extrait du document *Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec*. Édition 2015, Partie 3. Vers la mise en œuvre de l'adaptation. Ouranos).

Dans le cadre du projet de tramway de la Ville de Québec, deux phénomènes en lien avec les changements climatiques ayant un impact sur la planification, la construction et l'exploitation de celui-ci ont été identifiés :

- effet d'îlots de chaleur en milieu urbain;
- augmentation de l'intensité des précipitations.

Effet d'îlot de chaleur en milieu urbain

Afin de lutter contre les vagues de chaleur ou plus précisément l'effet d'îlot de chaleur en milieu urbain, la Ville de Québec a mis en place sa Vision de l'arbre 2015-2025 ainsi qu'un plan d'adaptation aux changements climatiques.

Place aux arbres

Extrait de la Vision de l'arbre 2015-2025

À la fois climatiseurs naturels, pare-soleil, pare-vent, les arbres et les boisés rendent de nombreux services en milieu urbain.

- **Absorption des gaz polluants et captation des poussières en suspension.**
- **Réduction des îlots de chaleur** : ces zones dominées par le béton et l'asphalte sont particulièrement néfastes pour les personnes âgées, peu mobiles et défavorisées.
- **Production d'ombre** : en plus de rafraîchir l'air, une large canopée protège des rayons UV nocifs pour la peau.
- **Réduction de la vitesse des vents** : un effet qui se fait particulièrement sentir près des grands immeubles.
- **Incitation à l'activité physique** : un piéton ou un cycliste circulera plus volontiers dans une rue bordée d'arbres.
- **Diminution du risque d'accident** : les automobilistes ont tendance à rouler plus lentement dans les rues avec des alignements d'arbres. Lors des tempêtes, ces rues offrent une meilleure visibilité aux usagés.

Les arbres procurent à la fois un sentiment de confort physique et un mieux-être psychologique. Ils favorisent les contacts sociaux entre voisins et renforcent chez les habitants le sentiment d'appartenance à leur quartier.

En plus d'embellir le paysage et de marquer le passage des saisons, les arbres et les espaces boisés abritent de nombreuses espèces fauniques, qui apportent de la diversité en ville.

Les services écologiques rendus par les arbres se traduisent par des dividendes économiques pour la Ville et ses citoyens :

- augmentation de la valeur foncière des propriétés situées dans une rue paysagée;
- diminution des coûts de climatisation, aussi bien des résidences privées que des immeubles publics;
- économie sur la construction et l'entretien des infrastructures, notamment celles de drainage;
- attrait récréotouristique et apport économique des parcs municipaux.

Ce ne sont là que quelques-uns des bienfaits de la forêt urbaine.

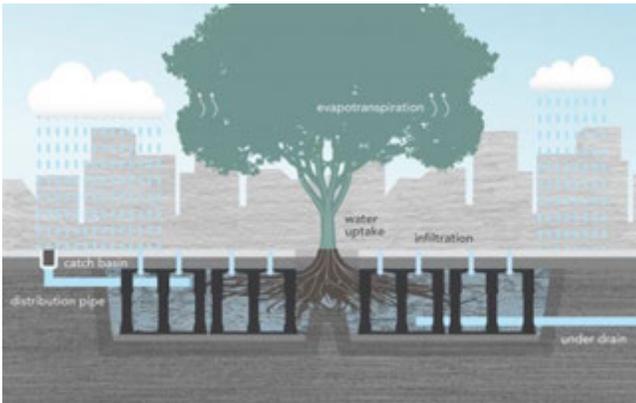
Le bureau de projet du RSTC a intégré ces orientations municipales en mettant en place une stratégie urbaine de végétalisation ayant pour objectif l'augmentation de la canopée le long des axes de transport en commun visés par le projet.

Les objectifs généraux de cette approche incluent :

- conserver les arbres existants partout où c'est possible, préserver les arbres en bon état et conserver les arbres remarquables;
- assurer une biodiversité le long du tracé par un choix d'essence varié et adapté aux milieux traversés, afin de limiter la propagation de maladie;
- éviter l'utilisation d'arbres à fort potentiel allergisant;
- bonifier la qualité de l'air (par la production d'oxygène, la captation de CO₂, la filtration des particules et la réduction de la demande énergétique liée à la climatisation);
- amélioration de la qualité de l'eau (grâce à la rétention de l'eau de pluie dans le sol et le contrôle de l'érosion des sols);
- bonification de l'encadrement visuel ainsi que la protection contre les rayons ultraviolets;
- réduction le stress dû à la chaleur et des espaces confortables pour les déplacements actifs.

Pour que les arbres puissent fournir de la fraîcheur, leur bonne croissance est essentielle. Elle dépend de la qualité du sol, de la disponibilité en eau et de l'espace qui doit être suffisant pour un déploiement racinaire optimal. Inspiré des meilleures pratiques en foresterie urbaine nord-américaine, cette croissance optimale des arbres plantés sur rues est possible grâce à des aménagements dits cellulaires.

Cette stratégie se veut innovante à plusieurs niveaux. Ce type d'aménagement comprend l'utilisation de structure offrant l'espace requis au développement complet des racines ainsi qu'une qualité de substrat supérieur, en plus de faciliter le drainage des eaux de pluie grâce à la présence d'un sol de qualité. Favoriser des fosses de plantation en continu ou d'un volume supérieur à 20m³ par arbre représente également une solution innovante. Ces solutions innovantes seront analysées en vue de la faisabilité de leur implantation à certains endroits le long du tracé.



Source : GreenBlue Urban : <https://www.greenblue.com/na/>

Figure 6.24 Exemple d'aménagement cellulaire



Source : GreenBlue Urban : <https://www.greenblue.com/na/>

Figure 6.25 Aménagement cellulaire – Chantier de l'installation du système et le remplissage des fosses avec un sol de qualité

La végétation sera disposée ou densifiée dans de nombreux espaces, comme :

- le long des axes de transport en commun visés par le projet;
- sur les terrains publics le long des tracés du RSTC;
- sur les terrains privés le long des tracés du RSTC;
- dans tous les nouveaux espaces publics associés aux infrastructures, tels que les pôles d'échanges, les stations et les centres d'entretien;
- au pourtour des bâtiments;
- les stationnements (Parc-O-Bus);
- la plateforme du tramway sera végétalisée partout où cela sera possible afin de limiter les surfaces imperméables.

D'autre part, afin de favoriser l'humidification des sols et d'assurer la disponibilité en eau pour les végétaux, des mesures de gestion optimale des eaux pluviales seront intégrées au projet. Il est question ici de bassins de rétention, de revêtements perméables, de noues de rétention, etc. Ces pratiques s'inscrivent dans une approche de développement à faible impact qui limite les besoins en égout pluvial et les coûts s'y rattachant.

De plus, les infrastructures urbaines telles que les stations et pôles d'échanges, les bâtiments et les espaces publics nécessaires à l'implantation du réseau structurant, intégreront plusieurs mesures pour la protection contre la chaleur, par exemple: abris solaires, matériaux réfléchissants, pavés à l'albédo élevé, murs végétaux en façade, aménagement de plates-bandes de vivaces en quai, ainsi que les principes d'une ventilation naturelle afin d'assurer le confort thermique des usagers du réseau.

Enfin, rappelons qu'une attention particulière est accordée à la connexion du réseau cyclable avec le réseau structurant afin de favoriser le transport actif et réduire la chaleur anthropique liée aux transports motorisés.

En résumé, à chaque fois qu'il le sera possible, les arbres en place seront conservés et, à chaque fois que l'espace libre le permettra, la plantation d'arbres à grand déploiement apportera à moyen et long terme une ombre appréciable le long des tracés. La mise en place de toutes ces mesures permettra de réaliser des aménagements urbains conviviaux. La fraîcheur apportée par la végétation participera à l'augmentation de la fréquentation des espaces publics par les citoyens et limitera les impacts des îlots de chaleur en respect des orientations de développement de la Ville de Québec et des efforts de celle-ci pour l'adaptation aux changements climatiques.

Augmentation de l'intensité des précipitations

La conception d'ouvrages civils a longtemps été basée sur des données d'observation passées. Ces critères de conception sont basés sur l'hypothèse que le climat passé est représentatif de la climatologie future. Cependant, la hausse des concentrations atmosphériques de gaz à effet de terre (GES) perturbe déjà et continuera de perturber le système climatique à plusieurs égards. L'amplitude et la nature de ces changements sont notamment fonction de l'emplacement géographique, du type de surface et de la topographie.

Afin d'assurer la pérennité et la résilience de ses infrastructures face aux changements climatiques, la Ville de Québec a pris l'initiative de concevoir les ouvrages de gestion des eaux pluviales sur son territoire en considérant le risque d'augmentation de l'intensité de précipitations causée par les changements climatiques appréhendés.

Pour ce faire, plusieurs éléments sont pris en compte lors des projets de réaménagement sur le territoire de la Ville et seront inclus au présent projet.

D'une part, une spécification technique qui sera exigée au mandataire du présent projet est de procéder à la conception des ouvrages de gestion des eaux pluviales avec les courbes Intensité, Durée, Fréquence Ville de Québec 2007 en climat futur. Ces pluies de conception ont été déterminées par l'INRS-ETE en 2007 à la suite d'un mandat octroyé par la Ville de Québec en réaction aux inondations de la rivière Lorette en septembre 2005. Ces pluies de conception considèrent une augmentation de l'intensité maximale des événements pluvieux. La figure 6.26 illustre la différence d'intensité considérée entre une pluie de type Chicago de récurrence 5 ans et d'une durée de 3 heures en climat actuel versus climat futur.

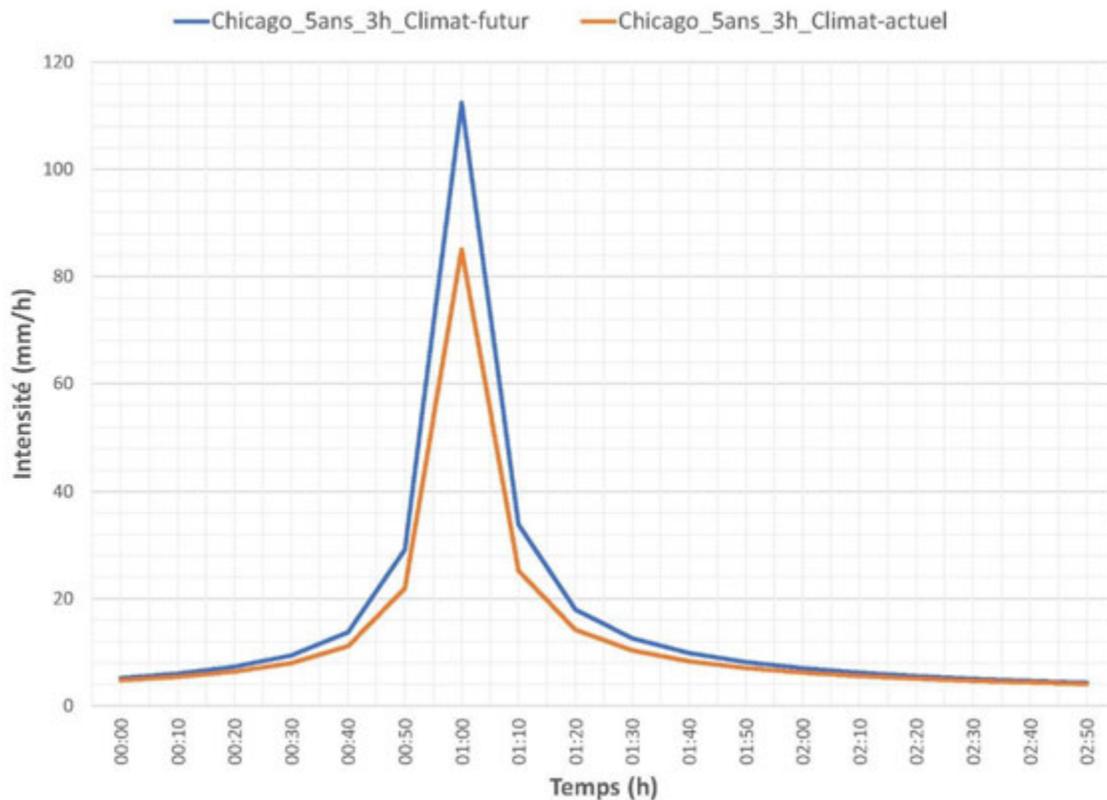


Figure 6.26 Intensité de pluie (mm/h) en climat futur vs climat actuel

Les calculs hydrauliques permettront d'évaluer la quantité de précipitation générée par le passage de ces pluies de projet en climat futur sur le bassin versant à l'étude. Les aménagements proposés tiendront donc compte des conditions futures des précipitations et les critères de conception utilisés assureront le maintien du niveau de service des nouvelles infrastructures à long terme.

La mise en place de toutes ces mesures permettra de concevoir des ouvrages de gestion des eaux pluviales en considérant les impacts des changements climatiques appréhendés en respect de la vision du développement de la Ville.

6.7 Lois provinciales et fédérales et réglementation municipale applicables à la réalisation du projet

Cette section dresse la liste des principales lois du Québec et du Canada applicables à la réalisation du projet. La liste des lois inclut implicitement leurs règlements d'application. Elle dresse également la liste des règlements du palier municipal, soit de la Ville de Québec, qui s'appliquent au projet.

Palier fédéral

- Loi sur les pêches (L.R.C., 1985, chapitre F-14).
- Loi sur les ponts (L.R.C, 1985, chapitre B-8).
- Loi sur les explosifs (L.R.C. 1985, chapitre E-17).

Palier provincial

- Loi concernant le Réseau structurant de transport en commun de la Ville de Québec. L.Q. (2019, chapitre 15)
- Loi sur l'exercice de certaines compétences municipales dans certaines agglomérations. (chapitre E-20.001)
- Loi sur la sécurité du transport terrestre guidé. (chapitre S-3.3)
- Loi sur les sociétés de transport en commun. (chapitre S-30.01)
- Loi sur les cités et villes (chapitre C-19).
- Loi sur l'expropriation. (chapitre E-24)
- Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (chapitre A-19.1).
- Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2).
- Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (chapitre E-12.01).
- Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune (chapitre C-61.1).
- Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques (L.Q. 2017, chapitre 14).
- Loi sur le patrimoine culturel (chapitre P-9.002).
- Loi sur l'assurance automobile du Québec.
- Charte de la Ville de Québec, capitale nationale du Québec (RLRQ, chapitre C-11-5)
- Loi sur les compétences municipales (chapitre C-47.1)

Palier municipal

- Règlement sur la commission d'urbanisme et de conservation de Québec. R.V.Q. 1324.
- Règlement d'harmonisation sur l'urbanisme. R.V.Q. 1400.
- Règlement sur le bruit R.V.Q.978.
- Règlement de l'agglomération sur les ormes malades R.A.V.Q. 238.
- Règlement sur la lutte à la propagation de l'agrile du frêne R.V.Q. 2586.
- Règlement de l'agglomération sur les rejets dans les réseaux d'égout et sur l'inventaire des matières dangereuses entreposées sur le territoire R.A.V.Q. 1124.