



Étude de faisabilité technique du tramway de Québec et de Lévis



Dossier P-12-600-04

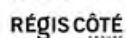
Consortium Tramway Québec-Lévis



SNC-LAVALIN



et ses partenaires



Intitulé du document

1^{ER} SOUS-LIVRABLE 1.4 CRITÈRES DE CONCEPTION DU CENTRE D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN

Numéro du document	Révision
610879-0400-4DEC-0001	01

PRINCIPAUX COLLABORATEURS AU RAPPORT :

YOUINOU Sylvain

DUPRE Frédéric

CHOVIN Pascal

VÉRIFIÉ PAR : CHOVIN Pascal

APPROUVÉ PAR : André Gendreau

Numéro du document :		610879-0400-4DEC-0001_01
Rev.	Date	Type de relâche
PA	2013/01/31	Édition préliminaire pour commentaires internes
PB	2013/06/25	Émission préliminaire au RTC
00	2013/07/17	Émission finale au RTC incluant les commentaires au RTC
01	2013/08/29	Émission finale incluant les commentaires RTC

TABLE DES MATIÈRES

GLOSSAIRE	8
DÉFINITIONS	9
1 OBJET - PRÉSENTATION	10
2 DONNÉES GÉNÉRALES.....	11
2.1 PARC MATÉRIEL ROULANT TRAMWAY	11
2.2 POSITIONNEMENT DU CEE PRINCIPAL	12
3 OBJECTIFS ET ORGANISATION DE LA MAINTENANCE	13
3.1 INTÉRÊT DE LA MAINTENANCE	13
3.2 OBJECTIFS DE LA MAINTENANCE.....	13
3.3 FIABILITÉ ET MAINTENABILITÉ DU MATÉRIEL ROULANT	13
3.4 ORGANISATION DE LA MAINTENANCE	13
3.4.1 Maintenance préventive	13
3.4.2 Maintenance curative.....	14
3.4.3 Maintenance complémentaire	15
4 PROGRAMME POUR LE CEE	16
4.1 REMISAGE DU MATÉRIEL ROULANT TRAMWAY	16
4.2 REMISAGE DES MATÉRIELS DE TRAVAUX	16
4.3 STATION-SERVICE TRAMWAY.....	17
4.4 MAINTENANCE DU MATÉRIEL ROULANT.....	17
4.4.1 Petites révisions.....	17
4.4.2 Levage	18
4.4.3 Interventions sur voies sur dalle	18
4.4.4 Tôlerie et carrosserie	18
4.4.5 Reprofilage des roues.....	19
4.4.6 Entretien des équipements déposés	19
4.4.7 Voie d'essais	19
4.5 MAINTENANCE DES INSTALLATIONS FIXES	19
4.6 LOCAUX D'EXPLOITATION ET DE SERVITUDES	20
4.7 LOCAUX SOCIAUX.....	20
4.8 STATIONNEMENTS.....	20
5 PRÉDIMENSIONNEMENT DU CEE	22
5.1 REMISAGE TRAMWAY.....	22
5.2 REMISAGE MATÉRIELS DE MAINTENANCE	23
5.3 STATION SERVICE TRAMWAY	23
5.4 ATELIER DE MAINTENANCE TRAMWAY	23
5.5 ATELIER DE MAINTENANCE INSTALLATIONS FIXES	23
5.6 AUTRES INSTALLATIONS	24
5.7 RÉCAPITULATIF	24

6	LOCALISATION DU CEE PRINCIPAL	26
6.1	PRÉSENTATIONS DES SITES ENVISAGÉS.....	26
6.1.1	Site 1 : VQ – TP Limoilou.....	26
6.1.2	Site 2 : Rue de Verdun 2.....	26
6.1.3	Site 3 : Cyrille-Duquet 2.....	26
6.2	ANALYSE COMPARATIVE DES SITES	28
6.3	SITE 1 : VQ-TP LIMOILOU.....	29
6.3.1	Caractéristiques du site.....	29
6.3.2	Contraintes d'exploitation.....	29
6.3.3	Insertion	30
6.3.4	Impacts sur le phasage.....	30
6.4	SITE 2 : RUE DE VERDUN.....	31
6.4.1	Caractéristiques du site.....	31
6.4.2	Contraintes d'exploitation.....	31
6.4.3	Insertion	32
6.4.4	Impacts sur le phasage.....	32
6.5	SITE 3 : CYRILLE-DUQUET	33
6.5.1	Caractéristiques du site.....	33
6.5.2	Contraintes d'exploitation.....	33
6.5.3	Insertion	34
6.5.4	Impacts sur le phasage.....	34
6.6	CONTRAINTES LIÉES À LA PROXIMITÉ D'UNE LIGNE THT	34
6.7	RÉCAPITULATIF ET COMPARAISON DES SITES	34
6.7.1	Vérification des surfaces utiles.....	34
6.7.2	Tableau comparatif.....	35
6.7.3	Conclusion.....	36
7	LOCALISATION DU CEE SECONDAIRE	38
7.1	PRÉSENTATIONS DES SITES ENVISAGÉS.....	38
7.1.1	Site A : secteur Ouest - 1 ^{re} Avenue	38
7.1.2	Site B : secteur Ultramar / chemin des Îles.....	38
7.1.3	Site C : Secteur rue Saint-Omer.....	38
7.1.4	Site D : secteur Ultramar.....	38
7.2	ANALYSE COMPARATIVE DES SITES	38
7.3	SITE A.....	40
7.4	SITE B.....	41
7.5	SITE C.....	42
7.5.1	Caractéristiques du site.....	42
7.5.2	Contraintes d'exploitation.....	42
7.5.3	Insertion	42
7.5.4	Impacts sur le phasage.....	43
7.6	SITE D : SECTEUR ULTRAMAR.....	43
7.6.1	Caractéristiques du site.....	43
7.6.2	Contraintes d'exploitation.....	43
7.6.3	Insertion	44
7.6.4	Impacts sur le phasage.....	44
7.7	RÉCAPITULATIF ET COMPARAISON DES SITES	44
7.7.1	Tableau comparatif.....	44
7.7.2	Conclusion.....	45

8	CRITÈRES DE CONCEPTION SYSTÈME.....	47
8.1	PRÉSENTATION GÉNÉRALE	47
8.2	EXEMPLES DE PCC.....	47
8.3	PRÉSENTATION DES FONCTIONS ET SOUS-SYSTÈME	50
8.3.1	Système d'Aide à l'Exploitation et à l'Information des voyageurs (SAEIV).....	50
8.3.2	Gestion Technique Centralisée (GTC).....	50
8.3.3	Signalisation ferroviaire tramway.....	51
8.3.4	Poste de commande énergie (PCE).....	51
8.3.5	Equipements en station.....	51

LISTE DES FIGURES :

Figure 1 :	Carte générale de localisation des sites	27
Figure 2 :	Localisation du site 1 VQ-TP Limoilou	29
Figure 3 :	Localisation du site 2 rue de Verdun	31
Figure 4 :	Localisation du site 3 Cyrille-Duquet	33
Figure 5 :	Localisation du site A.....	40
Figure 6 :	Localisation du site B.....	41
Figure 7 :	Localisation du site C	42
Figure 5 :	Localisation du site D	43
Figure 9 :	Photo PCC Tramway Montpellier	48
Figure 10 :	Photo PCC Tramway Strasbourg	48
Figure 11 :	Photo PCC Tramway Dijon.....	49
Figure 12 :	Photo PCC Tramway Angers	49

Glossaire et définitions

GLOSSAIRE

Abréviations	Définitions
BHNS	Bus à haut niveau de service
BT	Basse tension
CEE	Centre d'exploitation et d'entretien
GLO	Gabarit Limite d'Obstacle
GTC	Gestion Technique Centralisée
LAC	Ligne aérienne de contact
MT	Moyenne tension
PCC	Poste de commande centralisé
PCE	Poste de commande énergie
PL	Poids lourd
PPHPS	Passagers par heure et par sens
PPU	Plan particulier d'urbanisme
RTC	Réseau de transport de la Capitale
SAEIV	Système d'Aide à l'Exploitation et à l'Information Voyageurs
SIG	Système d'Information Géographique
SIG F	Signalisation ferroviaire tramway
SRB	Système rapide par bus
ST Lévis	Société de transport de Lévis
TC	Transport en commun
TOD	Transit Oriented Development
TVR	Transport de voie réservée
VP	Véhicule particulier

DÉFINITIONS

Centre d'échange :	Point de convergence et d'échange des usagers du tramway avec le réseau d'autobus ou avec tout autre mode de transport; le centre d'échange peut être un terminus d'autobus, un stationnement incitatif pour automobiles, un stationnement pour un système d'auto-partage, un stationnement pour vélo ou un regroupement total ou partiel de toutes ces fonctions.
Ligne de tramway :	axe opérationnel (défini avec un horaire d'opération) utilisant une partie, un ou plusieurs tracé(s) (infrastructures) spécifiquement aménagé(s) pour le tramway
Corridor :	Délimitation géographique d'une largeur totale de 1 km environ et dont les extrémités sont fixées.
Site propre :	Les voies du tramway sont exclusivement utilisées par le tramway.
Site mixte :	Une des deux voies du tramway est utilisée par les véhicules particuliers (VP, PL, BUS).
Site banal :	Les deux voies du tramway sont utilisées par les véhicules particuliers.
Tracé :	Infrastructures spécifiques et nécessaires pour l'opération du tramway.
Station :	Point d'embarquement ou de débarquement des usagers du tramway le long du tracé.

1 OBJET - PRÉSENTATION

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

L'objet de cette note est de présenter le Centre d'Exploitation et d'Entretien pour le réseau de tramway.

2 DONNÉES GÉNÉRALES

Le Centre d'Exploitation et d'Entretien du tramway des villes de Québec et de Lévis est étudié pour le réseau à terme de façon à intégrer dès l'origine les contraintes maximales.

L'étude est réalisée de façon à pouvoir permettre la construction progressive du Centre et de ses aménagements par phases successives. Ces phases successives peuvent correspondre à :

- la réalisation d'un tronçon de ligne;
- la réduction de l'intervalle d'exploitation en heures de pointe;
- l'allongement du matériel roulant.

La conception du réseau tramway des villes de Québec et de Lévis n'étant pas entièrement définie à ce stade d'avancement des études, dans le cadre de l'élaboration de ce document, des hypothèses ont été prises. Elles sont présentées ci-dessous.

2.1 PARC MATÉRIEL ROULANT TRAMWAY

Pour le nombre de rames de tramway, en l'absence des informations sur les études d'exploitations, pour l'établissement du présent document, nous prenons les hypothèses suivantes :

- court terme : parc matériel roulant d'environ 50 rames d'une longueur de 33 m,
- long terme : parc matériel roulant tramway d'environ 70 rames d'une longueur de 43 m.

Un CEE peut être étendu de façon graduelle au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles rames de matériel roulant.

Pour un parc de matériel roulant plus important et/ou un réseau tramway très étendu, il est préférable de privilégier la réalisation d'un deuxième Centre d'Entretien. Ceci permet de réduire les distances à parcourir en haut le pied (sans voyageurs) par chaque rame en début et fin de service.

Dans le cas de l'extension de la ligne de tramway à Lévis jusqu'au boulevard Alphonse-Desjardins, il est recommandé de prévoir un 2^e Centre (secondaire) de remisage et d'entretien.

Le CEE principal doit disposer de toutes les fonctionnalités nécessaires pour l'exploitation et l'entretien d'un système tramway.

Pour un 2^e CEE, il n'est pas nécessaire de recréer toutes les fonctionnalités. Par exemple, les postes de travail pour les grandes révisions, ou les opérations réparations peu courantes (carrosserie, peinture, etc.), ne sont pas nécessairement dupliqués.

2.2 POSITIONNEMENT DU CEE PRINCIPAL

Lors des études du livrable 1.1, quatre (4) sites avaient été identifiés pour l'implantation du Centre d'Exploitation et d'Entretien. Compte tenu de leur superficie et de leur localisation par rapport aux tracés, deux (2) de ces sites étaient plus particulièrement intéressants.

À ce jour, trois (3) sites sont identifiés. L'analyse comparative de ces sites est présentée à la fin du chapitre 6.

Le choix de la localisation du CEE est fortement imbriqué avec le phasage de réalisation du tramway ; phasage qui n'est pas défini au moment de rédiger le présent rapport.

3 OBJECTIFS ET ORGANISATION DE LA MAINTENANCE

3.1 INTÉRÊT DE LA MAINTENANCE

Les équipements et les installations d'un système de transport moderne doivent pouvoir fonctionner durant de nombreuses années de manière à garantir à l'exploitant, et par voie de conséquence aux voyageurs, le service demandé avec le maximum de fiabilité, de disponibilité et de sécurité.

La maintenance est l'un des moyens d'atteindre cet objectif.

La volonté de maîtriser l'investissement, en optimisant les réserves de matériel roulant par exemple, conduit à la prise en compte, dès la conception, de principes de fiabilité et de maintenabilité ainsi qu'à la mise en place d'une organisation de maintenance moderne et efficace, permettant d'atteindre et maintenir les objectifs fixés en matière de disponibilité, performances, sécurité et confort des voyageurs.

3.2 OBJECTIFS DE LA MAINTENANCE

L'objectif prioritaire de la maintenance est de mettre à tout moment à la disposition du « service d'exploitation » le nombre nécessaire de véhicules réputés bon pour l'exploitation voyageurs et garantir un bon fonctionnement de la ligne.

La réalisation de cet objectif passe par une bonne fiabilité et maintenabilité du matériel roulant et par la mise en place d'une organisation de maintenance performante.

3.3 FIABILITÉ ET MAINTENABILITÉ DU MATÉRIEL ROULANT

Les objectifs de fiabilité retenus pour le matériel roulant sont caractérisés par le taux de défaillance.

Par expérience, pour un matériel roulant mis au point et en exploitation, deux ans après la mise en service, le taux général de défaillance se situe entre 3 et 5 avaries pour 10 000 km, (par avarie, on entend ici toute défaillance entraînant une intervention de maintenance).

D'autre part, l'architecture du matériel roulant, la disposition, l'accessibilité, l'interchangeabilité des équipements, la conception générale des circuits, les voyants et tests, les dispositifs de simulation, etc. sont conçus pour faciliter au mieux les opérations de maintenance.

3.4 ORGANISATION DE LA MAINTENANCE

3.4.1 Maintenance préventive

Au cours d'interventions dont l'espacement est programmé, les organes qui composent le matériel roulant sont soumis à des vérifications et à des réparations avant même que l'encrassement, le vieillissement, la fatigue ou l'usure n'aient compromis leur fonctionnement ou dégradé l'aptitude au service pour lequel ils ont été conçus.

On distingue deux types d'opérations de maintenance préventive :

- la maintenance préventive systématique consistant à effectuer, suivant un calendrier préétabli, des opérations de révision telles que :
 - nettoyage d'équipements embarqués;
 - vérification et évaluation;
 - contrôle de bon fonctionnement pour déceler les pannes cachées;
 - réglage permettant d'optimiser le fonctionnement des équipements;
 - vérification de sécurité et mise en application de prescriptions relatives aux lois et décrets liés à la sécurité.
- la maintenance préventive conditionnelle :

Les opérations de maintenance préventive conditionnelle sont subordonnées à des événements prédéterminés tels que :

 - Atteinte d'un seuil d'usure (diamètre des bandages de roues, hauteur minimum des bandes de contact des pantographes, organes de freinage, etc.);
 - Atteinte d'une température (contrôle de la température de fonctionnement des moteurs, des circuits de refroidissement, etc.);
 - Atteinte d'un niveau de vibrations.

Cette maintenance est appliquée pour les équipements ayant des paramètres mesurables qui varient lentement.

3.4.2 Maintenance curative

Elle consiste à réparer ou changer des équipements défectueux. Ces réparations et changements ne sont rendus nécessaires que par des défaillances constatées :

- durant le service du matériel roulant;
- au cours des visites d'entretien préventif.

La maintenance curative se traduit par deux types d'interventions :

Le dépannage :

Intervention à caractère rapide et provisoire, effectuée principalement par l'agent de conduite dans le cadre des possibilités du matériel roulant et du règlement d'exploitation.

Le dépannage est effectué rapidement, dans le but de libérer l'exploitation de la ligne le plus rapidement possible. Il concerne des équipements ne mettant pas en jeu la sécurité et se borne à rétablir les conditions de bon fonctionnement permettant la reprise du service ou l'évacuation du matériel vers le centre de maintenance.

La réparation :

Il s'agit d'une intervention à caractère définitif effectuée par les agents d'entretien.

Elle comprend les interventions effectuées à la suite des incidents survenus en exploitation, qui entraînent en général une immobilisation plus longue du matériel ainsi que les grandes révisions au niveau d'une rame complète.

Après une réparation, le matériel roulant doit retrouver l'ensemble de ses caractéristiques d'origine.

3.4.3 Maintenance complémentaire

La maintenance préventive et la maintenance curative doivent être complétées par :

- des opérations qui contribuent à la bonne image de marque du transport collectif (aspect et confort) telles que le lavage extérieur des véhicules, le nettoyage intérieur des compartiments voyageurs, le reprofilage des roues et la réfection des peintures;
- des opérations diverses, nécessaires au fonctionnement du matériel roulant, telles que le remplissage des sablières ou des réservoirs de lave-vitres, etc.

4 PROGRAMME POUR LE CEE

4.1 REMISAGE DU MATÉRIEL ROULANT TRAMWAY

Les rames de tramway sont normalement garées dans l'enceinte du Centre d'Exploitation et d'Entretien sur une zone appelée remisage.

Pour faciliter le démarrage d'exploitation, et limiter le risque de perturbation au dégarage du matin, en cas de panne d'un élément en tête de voie, il est conseillé de limiter le nombre de rames sur une même voie (4 à 5 rames de tramway par voie).

Dans le cas de voies plus longues, il est conseillé que le remisage soit traversant (offrant la possibilité d'entrée/sortie à chaque extrémité des voies de remisage). Pour un remisage avec un nombre important de rames, cette solution offre plus de souplesse pour des injections/retrait en rafale.

Le remisage peut être fermé, couvert ou à l'air libre. Le premier type est recommandé en regard des conditions climatiques hivernales propres à Québec.

Un remisage fermé, isolé et tempéré permet de réduire la durée de préparation/pré-conditionnement des rames (mise à température de l'intérieur de la rame (poste de conduite et compartiment voyageurs) pour le démarrage de l'exploitation commerciale) et rendre moins délicates les opérations de petit nettoyage.

Pour optimiser l'utilisation de la surface au sol, la couverture du remisage tramway peut être utilisé comme parking véhicule particulier pour le personnel du Centre d'Exploitation et d'Entretien).

Il est également préconisé de prolonger la couverture du remisage pour englober les peignes (appareils de voie) de voie ferrée.

Pour permettre l'accès aux rames et la réalisation d'opérations de nettoyage intérieur après la rentrée du soir, toutes les 2 voies, un entraxe plus important est à prévoir. Cet espace permet le passage de chariot de nettoyage, et est également utilisé pour installer des points de raccords pour le nettoyage :

- coffrets de prise électriques;
- points de puisage d'eau;
- etc.

4.2 REMISAGE DES MATÉRIELS DE TRAVAUX

Les matériels de travaux sont destinés aux opérations de maintenance de la voie et des installations fixes, au déneigement, au nettoyage, etc.

Suivant les possibilités d'accès et les facilités d'approche de la ligne pour le personnel d'intervention, ces équipements pourront être routiers ou mixtes (rail/route).

Le remisage des matériels de travaux est organisé dans l'atelier des installations fixes.

4.3 STATION-SERVICE TRAMWAY

La station-service est utilisée principalement à la rentrée des véhicules le soir. Elle est implantée normalement sur le faisceau de voie d'accès au dépôt, en amont du remisage.

Elle permet d'accueillir des trains en unité simple pour effectuer principalement les opérations suivantes :

- remplissage des sablières : il est effectué périodiquement à l'aide d'une installation de transfert de sable à faible vitesse par fluidisation, sans déplacement du véhicule.
- lavage extérieur journalier : il est effectué à l'aide d'un portique de lavage fixe. La toiture des véhicules n'est pas lavée.
- lavage extérieur manuel périodique : des passerelles d'accès en toiture permettent de laver manuellement, en toute sécurité, le dessus des véhicules.
- nettoyage intérieur : la station-service est équipée de façon à assurer les lavages soignés extérieurs et intérieurs.
- contrôles journaliers : la nécessité d'effectuer des visites systématiques à la rentrée des véhicules le soir, ainsi que le type de contrôles à réaliser, devront être étudiés en fonction du mode d'organisation de la maintenance mise en place et de la conception des véhicules.

Une fosse de visite pourra être aménagée, en tant que besoin, dans la station-service.

4.4 MAINTENANCE DU MATÉRIEL ROULANT

Le dimensionnement de l'atelier et le nombre de postes de travail pour la maintenance du matériel roulant sont déterminés principalement à partir des critères suivants :

- nombre de kilomètres-trains parcourus dans l'année;
- intervalle entre 2 visites;
- taux de défaillance entraînant une intervention de maintenance;
- créneaux horaires d'exploitation de l'atelier;
- nombre annuel de jours ouvrés.

L'atelier est conçu pour assurer les fonctions principales suivantes :

4.4.1 Petites révisions

Elles sont effectuées sur des voies sur fosses étudiées pour faciliter les accès, les échanges et la manutention de tous les équipements en tous points des rames. De part et d'autre de la rame, des passerelles permettent les interventions sur les équipements situés dans les coffres en toiture du matériel roulant.

Ces voies permettent également le traitement curatif de certaines avaries.

Le taux d'occupation de ces voies est maximum pendant la période de mise en service du réseau et de déverminage du matériel roulant.

4.4.2 Levage

Cet atelier est conçu pour le levage des caisses afin de réaliser principalement les interventions suivantes :

- échanges de bogies;
- travaux sur les suspensions, les freins;
- interventions préalables aux travaux de tôlerie – peinture;
- interventions de grandes révisions.

Il comporte dans un premier temps un seul poste avec un élévateur à train.

4.4.3 Interventions sur voies sur dalle

Les voies sur dalle sont principalement destinées, lors des interventions programmées, à la maintenance des portes, des intercirculations et aux révisions générales des carrosseries.

Pour la maintenance curative, les interventions sur les voies sur dalle concernent le traitement des accidents de la circulation et du vandalisme (vitre, sellerie, etc.).

Ce type d'interventions étant très lié à l'insertion du tramway dans l'agglomération et au comportement des usagers, il est difficile de définir avec précision les besoins en postes de travail.

4.4.4 Tôlerie et carrosserie

Tôlerie

La nécessité et la fonctionnalité d'un atelier tôlerie seront étudiées ultérieurement, en fonction de la technologie retenue pour la conception du matériel roulant.

Préparation des peintures – Peintures - Polyester

Si nécessaire, en fonction de la technologie retenue pour la réalisation du Matériel Roulant, les interventions de peinture seront effectuées dans un atelier isolé répondant aux normes et recommandations en vigueur, dans lequel on dispose :

- d'une zone de préparation de carrosserie permettant de réaliser sur un véhicule complet toutes les interventions de préparation des supports avant mise en peinture;
- d'une cabine ou d'un tunnel de peinture permettant de traiter un véhicule complet. La conception de la cabine de peinture permet de traiter également les véhicules du parc routier.

Un atelier polyester est prévu. Du fait du caractère spécialisé de cette activité, il serait peut-être intéressant de regrouper dans cet atelier la réparation des pièces autobus et tramway.

4.4.5 Reprofilage des roues

Le reprofilage des roues des tramways est réalisé sur une voie spécialisée équipée d'un tour à usiner les bandages en fosse sans démontage. Il permet la reprise simultanée de 2 roues.

Pour un parc de matériel roulant élevé, l'installation d'un 2^e tour peut être nécessaire.

4.4.6 Entretien des équipements déposés

Les interventions sur les équipements déposés sont effectuées dans les ateliers spécialisés suivants :

- ateliers bogies;
- atelier mécanique;
- atelier électromécanique;
- atelier électronique;
- atelier batteries;
- atelier sellerie;
- etc.

Certaines fonctions spécialisées telles que l'électronique, la sellerie etc., peuvent être regroupées, au niveau du réseau de transport, sur un même site.

4.4.7 Voie d'essais

La conception générale du matériel roulant incluant des voyants de contrôle ainsi que des dispositifs de tests et de simulation des équipements ne rend pas indispensable la présence d'une voie d'essais spécifique du matériel roulant sur le site du CEE.

Les tests de fonctionnalité peuvent se faire sur les voies de remisage ou de manœuvre du dépôt à faible vitesse.

Les tests de performance en traction/freinage nécessitent 500 à 600 m de voie en alignement droit, afin d'atteindre une vitesse significative de 50 à 60 km/h. Ces essais peuvent s'effectuer en ligne, hors exploitation.

Néanmoins, dans le cas d'un parc matériel roulant important, la présence d'une voie d'essais peut faciliter le déroulement des opérations de maintenance et limiter le temps d'indisponibilité de la rame et permet d'effectuer les essais, de jour, sans perturbation du service commercial.

4.5 MAINTENANCE DES INSTALLATIONS FIXES

Afin de réaliser l'entretien et les réparations de première urgence en cas d'avarie sur la voie, la ligne aérienne etc., il est nécessaire de prévoir un atelier traitant de la maintenance des installations fixes.

Cet atelier comporte un accès routier pour les livraisons et les véhicules d'interventions. Il permet le stockage de pièces de poids et de dimensions importantes.

Un stockage extérieur, sur une aire gravillonnée et couverte, est aménagé pour les pièces de grande dimension.

4.6 LOCAUX D'EXPLOITATION ET DE SERVITUDES

Les locaux d'exploitation comprennent principalement :

- le poste de commande centralisé (PCC) tramway;
- la (les) salle (s) informatique (s);
- les locaux et bureaux pour l'exploitation tramways (pour les agents du PCC, les agents de maîtrises, les agents antifraude, etc.);
- les locaux de prise de service des conducteurs incluant : salle de détente, boîtes aux lettres etc.;
- les bureaux pour les responsables d'exploitation;
- les bureaux pour les responsables de l'atelier;
- le local d'archivage de la documentation;
- la (ou les) salle (s) de réunion – formation;
- le (s) local (aux) pour l'entreprise de nettoyage;
- les vestiaires – sanitaires;
- ainsi que tous les bureaux et locaux non directement liés au système tramway mais nécessaires à un exploitant pour la gestion du personnel intervenant sur le système tramway (Administration, gestion, DRH, etc.).

Les locaux de servitudes comprennent principalement :

- les locaux de stockage et de magasinage;
- l'huilerie;
- les locaux techniques électriques, courants faibles, etc.;
- les locaux techniques tels que compresseur, chaufferie ;
- le local recevant la gestion technique centralisée du dépôt.

4.7 LOCAUX SOCIAUX

Il n'est pas obligatoirement nécessaire de prévoir des locaux sociaux dans le CEE.

Toutefois, une salle aménagée en réfectoire pour le personnel est un minimum.

4.8 STATIONNEMENTS

Un stationnement pour les véhicules particuliers est disposé dans l'enceinte du CEE. Il est dimensionné pour recevoir l'ensemble des véhicules du personnel :

- d'exploitation du système tramway;
- de maintenance du système tramway;
- travaillant sur le site du CEE.

Pour limiter l'emprise au sol du CEE, le stationnement des VP peut être réalisé au-dessus du remisage tramway.

Il peut être pertinent également de prévoir un garage à vélos.

Un stationnement pour les visiteurs est également à prévoir.

5 PRÉDIMENSIONNEMENT DU CEE

Par expérience et par analogie avec des Centres d'Exploitation et d'Entretien déjà réalisés, nous pouvons pré-dimensionner le dépôt à terme selon le tableau ci-après (Cf. :§5.7 – « Récapitulatif »).

Il est entendu que ces valeurs sont données à titre indicatif et pourront évoluer en fonction du choix du matériel roulant, des études de détail et des concertations avec le Maître d'Ouvrage et l'Exploitant.

Le pré-dimensionnement est réalisé en prenant comme hypothèse un parc matériel roulant de 50 rames avec extension à 70 rames. Cette hypothèse est posée, car au moment de rédiger le présent rapport, les résultats des études d'achalandage et d'exploitation ne sont pas encore connus.

Les longueurs des rames vont également évoluer : 33 m de long au démarrage de l'exploitation tramway, puis allongement des rames à 43 m de long par la suite.

Il en résulte que les aménagements du/des CEE devront permettre des extensions pour être en corrélation avec le nombre et la longueur des rames. Ce principe évolutif permet de limiter l'investissement pour la construction initiale du CEE, et de phaser ensuite le complément d'investissement par rapport à l'achat de rames complémentaires ou à leurs allongements.

De par la longueur de la ligne envisagée (extension comprise), un site de CEE secondaire semble indispensable côté Lévis pour permettre une exploitation fluide de la ligne et minimiser les trajets « Hauts le pied ».

Les sous chapitres suivants décrivent les besoins globaux. Tout ou une partie des réservations/extensions mentionnées peut être localisé (e) soit au CEE principal soit au CEE secondaire.

5.1 REMISAGE TRAMWAY

Le principe pour le remisage des rames de tramway est le suivant :

- longueur de chaque voie de remisage permettant le garage de :
 - 4 rames de 33 mètres ou 3 rames de 43 mètres,
 - ou 5 rames de 33 mètres ou 4 rames de 43 mètres.

Des voies de remisage de plus grande longueur sont possibles, mais cela peut entraîner quelques contraintes dans la gestion et l'utilisation des voies (Nombre de rames à déplacer pour dégager une rame, etc.).

- peignes donnant accès à un groupe de 6 à 8 voies de remisage;
- l'extension du remisage se fait par rajout de peignes et voies de remisage.

5.2 REMISAGE MATÉRIELS DE MAINTENANCE

Le remisage des matériels de maintenance est à prévoir pour le garage :

- des véhicules routiers poids lourds (maintenance LAC, déneigement, remorquage MR, maintenance voie, matériel de réenraillement, maintenance infrastructure tramway, etc.),
- quelques véhicules intermédiaires de type fourgons ateliers;
- des véhicules légers d'intervention rapide pour la maintenance.

5.3 STATION SERVICE TRAMWAY

Les besoins en postes pour la station-service tramway sont les suivants :

- poste remplissage des sablières : 1 poste + réservation pour rajouter un second poste;
- poste tunnel de lavage : 1 poste machine à laver + 1 poste grand lavage + réservation pour rajouter un second poste machine à laver;
- poste contrôles journaliers : 1 poste (peut être commun avec le remplissage des sablières) + réservation pour rajouter un second poste.

5.4 ATELIER DE MAINTENANCE TRAMWAY

Les besoins en postes pour la station-service tramway sont les suivants :

- Voies sur fosse : 3 postes + réservation pour rajouter 2 postes;
- Voies sur dalles : 2 postes + réservation pour rajouter 2 postes;
- Voies de levage : 2 postes + réservation pour rajouter 1 poste;
- Tour en fosse : 1 poste + réservation pour rajouter 1 poste;
- Tôlerie-carrosserie : 1 poste cabine de peinture.

5.5 ATELIER DE MAINTENANCE INSTALLATIONS FIXES

L'atelier de maintenance installation fixe comporte les zones suivantes :

- zone de stockage pour les gros équipements (poteaux, etc.);
- maintenance et stockage (Atelier et magasin);
- maintenance spécialisée :
 - ateliers spécialisés (mécanique, électronique, électromécanique, etc.);
 - local régénération batteries;
 - ateliers sellerie, tôlerie, polyester.
- huilerie, compresseurs, etc.;
- servitudes magasin et entreposage;
- pour les installations électriques tramway (sous-station traction, tableaux de distribution traction, signalisation, onduleurs, etc.)

À ces surfaces utiles, il convient de rajouter les surfaces des locaux techniques « tertiaires bâtiments » (chaufferies, locaux électriques du bâtiment, etc.).

5.6 AUTRES INSTALLATIONS

Aux surfaces mentionnées dans les paragraphes précédents, il convient de rajouter :

- les voies tramway extérieures;
- les locaux d'exploitation;
- les réfectoires, sanitaires, vestiaires;
- les locaux et bureaux administratifs;
- le stationnement VP : ~ 200 places avec réservation pour extension.

5.7 RÉCAPITULATIF

Récapitulatif des ordres de grandeurs des besoins en surface pour le Centre d'Exploitation et d'Entretien du système tramway.

Surface initiale	Surface extension	Fonction
10 000 m ²	10 000 m ²	Remisage tramway
10 000 m ²	5 000 m ²	Voies ferrées de circulation
5 000 m ²	3 000 m ²	Atelier de maintenance tramway
1 000 m ²	1 000 m ²	Station-service tramway
1 000 m ²		Remisage des matériels de maintenance
3 000 m ²	1 000 m ²	Atelier de maintenance installations fixes
1 000 m ²		Locaux d'exploitation tramway
5 000 m ²		Zones de circulations routières (accès, livraisons, etc.)
5 000 m ²	2 000 m ²	Parking
10 000 m ²		Espace vert, bassins de rétention, etc.

Soit environ 50 000 à 55 000m² pour la surface initiale + 20 000 à 25 000 m² pour les extensions.

Nota : l'extension de surface pour le remisage tramway et les voies de circulations découle pour une partie de l'allongement des rames et pour l'autre partie de l'augmentation du nombre de rames.

Suivant la forme du terrain pour le CEE, les ordres de grandeurs des surfaces mentionnées ci-dessus seront à affiner.

Tout ou une partie des surfaces d'extension peut être localisé (e) dans un CEE secondaire.

La création d'un CEE secondaire apporte de nombreux avantages (réduction des trajets « haut le pied »). Néanmoins, cela implique quelques doublons.

Le CEE secondaire doit à minima disposer :

- d'une station-service tramway complète;
- d'un atelier tramway avec :
 - 1 voie sur dalle;
 - 1 voie sur fosse avec passerelle;
 - d'une 3^e voie sur dalle ou sur fosse.

Nota : pour un 2^e CEE ; il est préférable de prendre la fourchette haute de surface de 25 000 m² car il sera nécessaire notamment de réaliser :

- un/Des bassin(s) de rétention,
- des zones de circulations routières,
- quelques duplications : des locaux d'exploitation tramway, etc.

6 LOCALISATION DU CEE PRINCIPAL

Plusieurs sites sont envisagés pour l'implantation du Centre d'Exploitation et d'Entretien principal. Ce chapitre présente une analyse comparative des sites envisagés.

Cette analyse devra se poursuivre dans les étapes subséquentes de l'étude puisque d'une part, le site optimum doit se trouver près des tracés de la ligne qui seront mis en place dans les premières phases et que, d'autre part, le phasage de réalisation du tramway n'est pas encore connu.

6.1 PRÉSENTATIONS DES SITES ENVISAGÉS

Les 3 propositions de site sont les suivantes :

6.1.1 Site 1 : VQ – TP Limoilou

Ce site est implanté à l'angle de l'intersection entre le Boulevard Henri-Bourrassa et le chemin de la Canardière. Il est donc en contact direct avec le tracé Est-Ouest.

6.1.2 Site 2 : Rue de Verdun 2

Ce site est implanté le long de la rue de Verdun. La rue de Verdun débouche sur le tracé Est-Ouest.

6.1.3 Site 3 : Cyrille-Duquet 2

Ce site est implanté entre la rue Cyrille-Duquet (contre allée du Boulevard Charest Ouest) et la rue Semple.

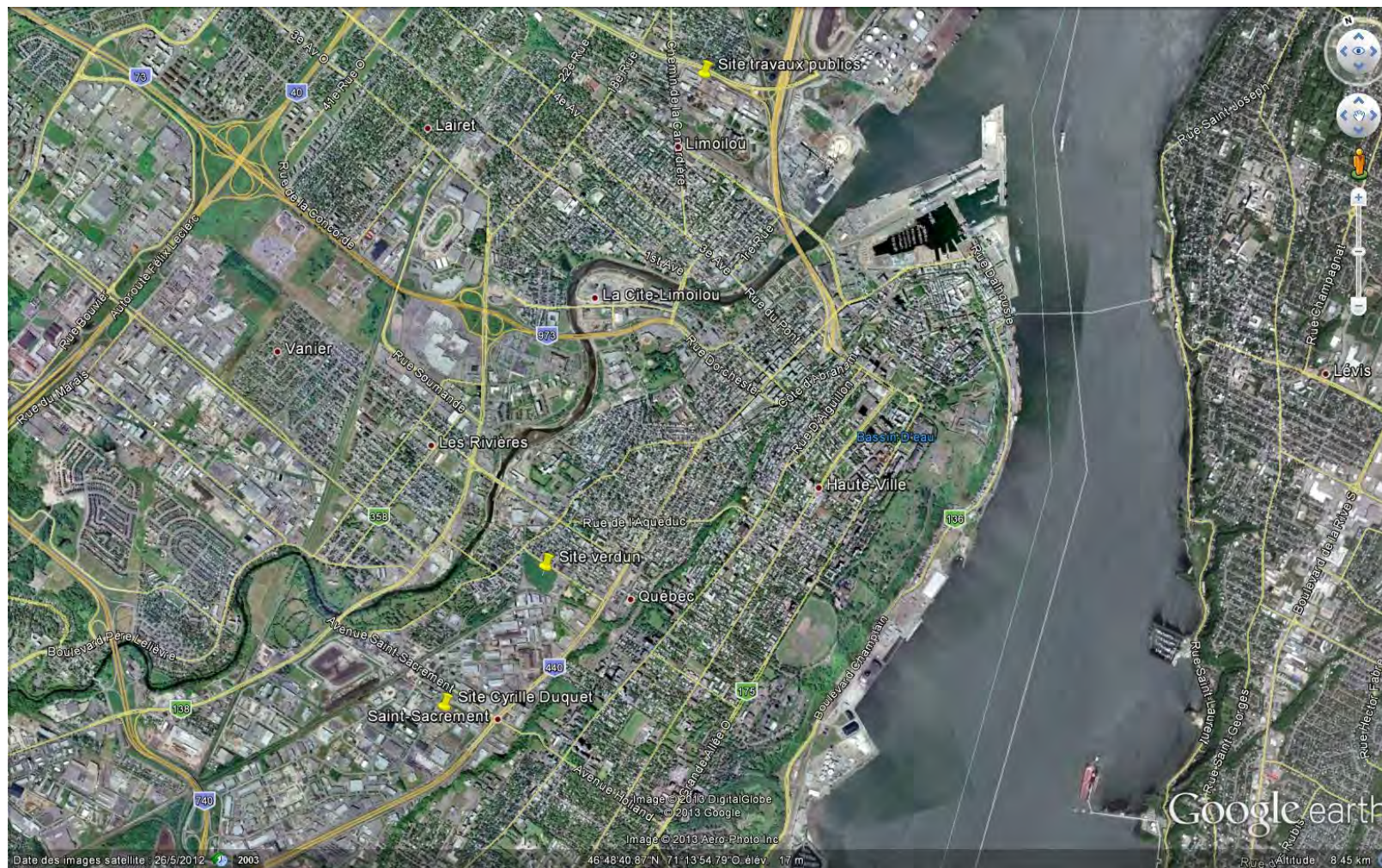


Figure 1 : Carte générale de localisation des sites

6.2 ANALYSE COMPARATIVE DES SITES

Une analyse comparative des sites est faite sur les critères principaux intervenants pour un Centre d'Exploitation et d'Entretien.

Ces critères sont :

- caractéristiques du site :
 - forme;
 - superficie;
 - contraintes d'emprise.
- l'aspect exploitation :
 - la distance par rapport au tracé principal;
 - le positionnement par rapport aux terminus;
 - le positionnement par rapport aux croisements Est-Ouest / Nord-Sud;
- l'insertion;
- les impacts sur le phasage de réalisation du projet.

6.3 SITE 1 : VQ-TP LIMOILLOU

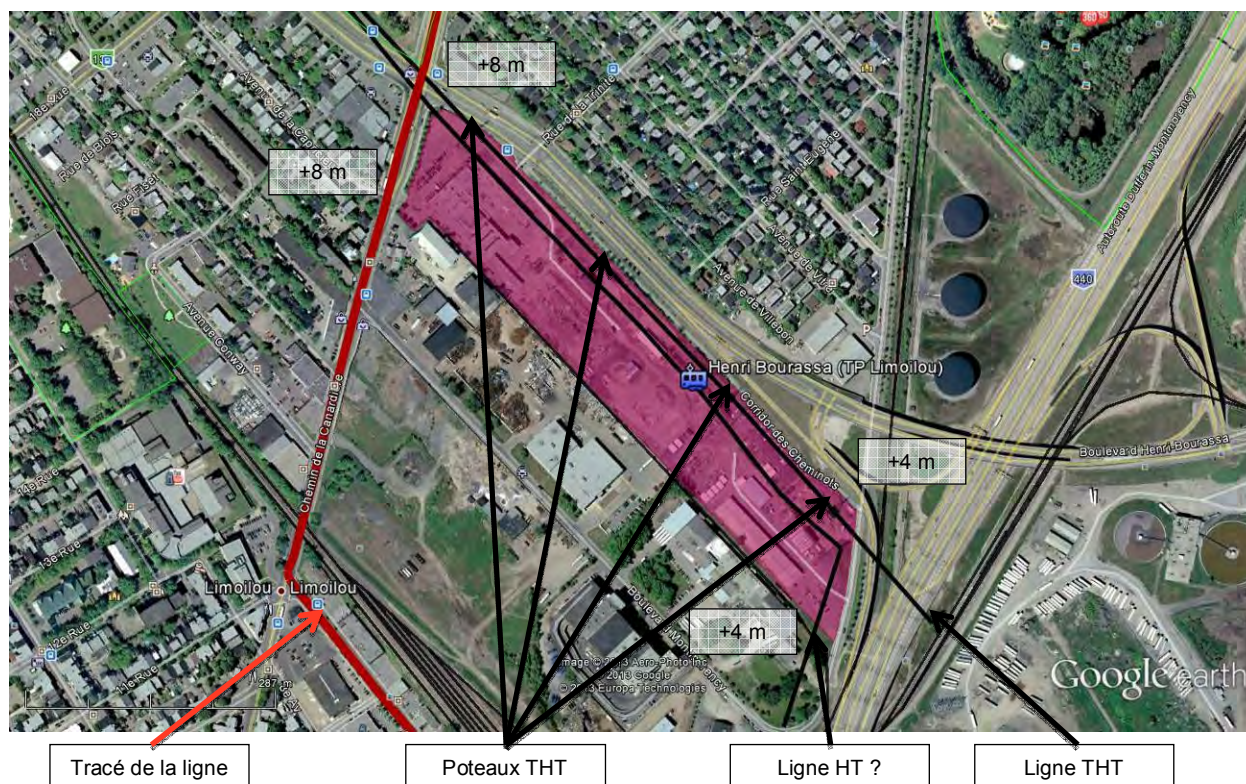


Figure 2 : Localisation du site 1 VQ-TP Limoilou

6.3.1 Caractéristiques du site

- **forme** : Rectangulaire allongé d'environ 700 m * 130 m. Faible pente (altimétrie comprise entre + 4 et + 8 m);
- **superficie** : Environ 83 000 m²;
- **contrainte d'emprise** : Présence lignes THT (et/ou HT) aérienne empiétant sur le site :
 - ligne THT : en bordure de site, et 4 pylônes sur le site;
 - ligne THT ou HT : en plein dans le site, 1 pylône et 14 poteaux sur le site.

6.3.2 Contraintes d'exploitation

- **accès au tracé de la ligne** : Très facile. Très faible distance (site positionné contre le tracé Est-Ouest);
- **accès routier** : Très facile. Accès possible :
 - à l'Ouest par le chemin de la Canardière;
 - au Nord/Est par le Boulevard Henri Baroussa / Corridor des Cheminots;
 - au Sud/Est par le Boulevard de Montmorency.
- positionnement sur la ligne :

- proche du terminus Est (1,5 km);
- environ 3 km en haut le pied pour rejoindre le tracé Nord-Sud. Compte tenu des contraintes d'insertion dans le carrefour Dorchester/Charest, les aiguillages permettant les mouvements directs Est - Nord et Est - Sud ne peuvent pas être installés. Cela sera très contraignant en exploitation, car les manœuvres pour effectuer ces mouvements impliquent des changements de loge pour le conducteur, donc non compatible avec un intervalle d'exploitation à 2 ou 3 minutes.

La longueur de ce site (environ 700 m) permettrait la création d'une voie d'essais que les autres sites retenus ne permettraient pas.

6.3.3 Insertion

- **insertion urbaine.** Le terrain est bordé par :
 - l'Autoroute Dufferin–Montmorency;
 - le Chemin des cheminots, puis le Boulevard Henry Bourassa;
 - une zone industrielle et enfin une zone pavillonnaire située à environ 50 m de la limite foncière;
 - une zone commerciale et 1 immeuble d'habitation (R+2) situé à environ 35 m de la limite foncière.
- insertion paysagère :
 - le site est actuellement occupé par une activité industrielle et ne devrait pas poser de problématique d'implantation,
 - une étude de pollution des sols / désamiantage des bâtiments doit est néanmoins être effectuée.

6.3.4 Impacts sur le phasage

Le choix de la localisation du Centre d'Exploitation et d'Entretien peut avoir des impacts sur le phasage de réalisation du projet tramway. Le CEE doit être connecté au 1^{er} tronçon de ligne qui sera mis en service.

- par la rue Raoul-Jobin;
- par la rue de Verdun;
- autre accès possible par les rues : avenue Lesage, rue Leboutillier, rue Oscar-Drouin et par la rue Auger. Ces accès seraient rendus possibles par la dépose des voies ferrées se trouvant auparavant sur cette zone.

L'accès aux façades sud/est et nord/est s'effectue en venant de l'est ou en partant vers l'ouest par la rue de Verdun. Dans l'autre sens, l'itinéraire rue Vincent-Massey / rue Raoul-Jobin est à privilégier (à moins de modifier le carrefour Rue de Verdun / Bd de Charest).

Les accès de la façade nord/ouest peuvent faciliter l'accès depuis le Bd Wilfrid-Hammel par l'avenue Saint-Sacrement et la rue Saint-Vallier.

- positionnement sur la ligne :
 - positionné au quart du tracé Est-Ouest (à 6,5 km du terminus ouest);
 - environ 2 km en haut le pied pour rejoindre le tracé Nord-Sud. En fonction de l'aménagement du croisement, tous les mouvements d'injection/retrait ne pourront pas être effectués sans des manœuvres impliquant des changements de loge pour le conducteur.

6.4.3 Insertion

- insertion urbaine :
 - au Sud/Est : Parc Dollard des Ormeaux;
 - au Sud/Ouest : Voie ferrée et zone de bureaux;
 - au Nord/Ouest : Zone d'habitation et de bureaux;
 - au Nord/Est : Zone d'habitation et de bureaux.
- insertion paysagère :
 - zone « verte » engazonnées et faiblement arborée (arbres jeunes, de faible hauteur), occupant la grande majorité du terrain;
 - zone artisanale comprenant un garage, une vitrerie et un bâtiment de bureau;
 - zone triangulaire de stationnement / dépôt (ancien triangle ferroviaire déposé).

Une étude historique semble nécessaire sur la « zone verte » pour déterminer ses anciennes affectations ainsi que les éventuelles pollutions des sols. La « zone artisanale » devra faire l'objet d'étude de désamiantage des bâtiments et pollution des sols.

6.4.4 Impacts sur le phasage

Le choix de la localisation du Centre d'Exploitation et d'Entretien peut avoir des impacts sur le phasage de réalisation du projet tramway. Le CEE doit être connecté au 1^{er} tronçon de ligne qui sera mis en service.

6.5 SITE 3 : CYRILLE-DUQUET

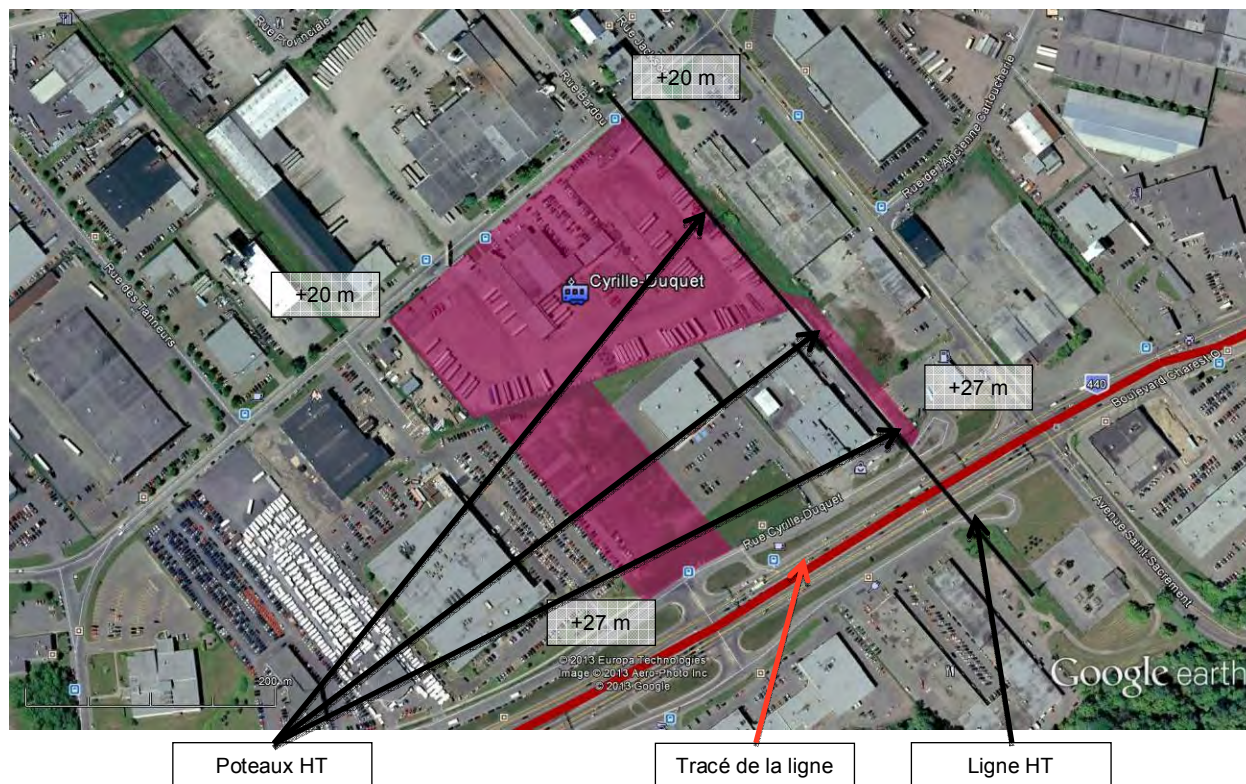


Figure 4 : Localisation du site 3 Cyrille-Duquet

6.5.1 Caractéristiques du site

- **forme** : en L (en U si prise en compte de la possibilité d'accès à l'est), avec :
 - une 1^{re} partie quasi rectangulaire d'environ 170 m (190 m) * 77 m;
 - une 2^e partie en trapèze d'environ 100/190 m * 250 m;
 - une 3^e partie pour un accès véhicules d'environ 135 m * 10 m.

Faible pente (Altimétrie comprise entre +20 et +27 m).

- **superficie** : Environ 54 000 m²;
- **contrainte d'emprise** : présence ligne HT aérienne empiétant sur le site (en bordure de site) et 1 pylône sur le site + 2 le long de la voie d'accès.

6.5.2 Contraintes d'exploitation

- **accès au tracé de la ligne** : faible distance, mais la complexité dépendra du positionnement de la plateforme tramway (franchissement du boulevard Charest Ouest). Le 2^e accès au site passage sous ou juste contre cette ligne THT (2 pylônes);
- **accès routier** : Très facile :
 - au sud par 2 accès sur la rue Cyrille Duquet;

- au nord par la rue Simple.
- positionnement sur la ligne :
 - positionné environ au tiers du tracé Est-Ouest (7.7 km du terminus ouest),
 - environ 3,2 km en haut le pied pour rejoindre le tracé Nord-Sud. En fonction de l'aménagement du croisement, tous les mouvements d'injection/retrait ne pourront pas être effectués sans des manœuvres impliquant des changements de loge pour le conducteur.

6.5.3 Insertion

- **insertion urbaine** : l'ensemble des façades du site est bordé d'entrepôts, de bureau et de zones commerciales;
- **insertion paysagère** : le site est décomposé en 2 zones :
 - zone trapézoïdale d'entrepôt;
 - zone rectangulaire de parking en terre battue.
- **développement urbain** : impacte le potentiel de développement de l'axe Charest Ouest proposé par le livrable 3.1 où une approche de création de boulevard urbain avec encadrement par du bâti en façade est recommandée.

6.5.4 Impacts sur le phasage

Le choix de la localisation du Centre d'Exploitation et d'Entretien peut avoir des impacts sur le phasage de réalisation du projet tramway. Le CEE doit être connecté au 1^{er} tronçon de ligne qui sera mis en service.

6.6 CONTRAINTES LIÉES À LA PROXIMITÉ D'UNE LIGNE THT

La présence de lignes THT à proximité ou sur les terrains envisagés pour le CEE réduit la surface utilisable pour le CEE; la construction de tout ou partie de bâtiment à caractère permanent est interdite dans l'emprise d'une ligne THT. Ceci va donc grever la surface constructible du site.

Ce point reste à préciser en fonction de la tension des lignes THT concernées.

Autre point, lorsque la distance de parallélisme entre les lignes THT et les voies tramway est importante, cela va générer un phénomène de tension induite dans les installations tramway. C'est le cas notamment pour le site n°1 de Limoilou, avec une distance de parallélisme de 600 à 700 m.

6.7 RÉCAPITULATIF ET COMPARAISON DES SITES

6.7.1 Vérification des surfaces utiles

Seul le site VQ-TP Limoilou serait susceptible d'accueillir une extension afin de recevoir environ 70 rames. Cette constatation est néanmoins à pondérer avec la « place perdue » liée à la présence de la ligne THT le long du site. Cette ligne THT grèverait la superficie constructible du site d'environ $600 \text{ m} \times 30 \text{ m} = 18\,000 \text{ m}^2$ (sur une base de 30 m non constructible pour une ligne THT de 450 000 V, à confirmer lors des études).

Cet espace pourrait être utilisé comme zone de parking et zone plantée d'arbres de petits développements. La surface réellement exploitable pourrait se résumer à :

- dimension du site constructible : $83\,000\text{ m}^2 - 18\,000\text{ m}^2 = 65\,000\text{ m}^2$;
- dimension, de la zone de parking : $5\,000\text{ m}^2 + 2\,000\text{ m}^2 = 7\,000\text{ m}^2$;
- dimension de la zone boisée : $5\,000\text{ m}^2$;
- soit un total de $77\,000\text{ m}^2$ pouvant être suffisant pour y loger le CEE principal avec son extension.

La place non nécessaire au CEE à proximité et sous la ligne THT ($6\,000\text{ m}^2$) pourrait éventuellement être utilisée comme parc relais.

Le site Cyrille-Duquet présente la même contrainte liée à la proximité d'une ligne THT. En partant sur les mêmes bases que précédemment, la ligne THT grèverait la superficie constructible du site d'environ $190\text{ m} \times 30\text{ m} = 5\,700\text{ m}^2$ (sur une base de 30 m non constructible pour une ligne THT de $450\,000\text{ V}$, à confirmer lors des études). Cet espace pourrait être utilisé comme zone de stationnement et zone plantée d'arbres de petits développements. La surface réellement exploitable pourrait se résumer à :

- dimension du site constructible : $54\,200\text{ m}^2 - 5\,700\text{ m}^2 = 48\,500\text{ m}^2$;
- dimension, de la zone de parking : $5\,000\text{ m}^2$;
- dimension de la zone boisée : 700 m^2 ;
- soit un total de $54\,200\text{ m}^2$ pouvant être suffisant pour y loger le CEE principal à la mise en service mais sans possibilité d'extension du site.

6.7.2 Tableau comparatif

Le tableau suivant synthétise les informations de comparaison et donne sur les 3 dernières colonnes une note des sites sur chacun des critères.

	Site 1 VQ – TP Limoilou	Site 2 Rue de Verdun	Site 3 Site Cyrille-Duquet	S1	S2	S3
Superficie approximative	83 000 m ²	59 200 m ²	54 200 m ²	3	2	1
Dimension	Forme rectangulaire ~ 700 m * 130 m	Forme rectangulaire ~ 300 m * 150 m + 2 pointes	Forme en L, avec une 1 ^{re} partie rectangulaire ~170 m * 75m, et une 2 ^e partie en trapèze ~100/190 * 250 m	3	2	1
Différence altimétrique Point haut / point bas	Entre +4 m et +8 m Soit 4 m	Entre +12 m et +20 m Soit 8 m	Entre +20 m et +27 m Soit 7 m	3	1	1
Contrainte d'emprise	Présence ligne THT aérienne empiétant sur le site (en bordure de site) et de 4 pylônes sur le site		Présence ligne THT aérienne empiétant sur le site (en bordure de site) et 1 pylône sur le site	3	3	2

	Site 1 VQ – TP Limoilou	Site 2 Rue de Verdun	Site 3 Site Cyrille-Duquet	S1	S2	S3
Possibilité de création d'une voie d'essai	Oui (environ 700 m)	Oui, courte (environ 340 m)	Non	3	2	1
Distance par rapport au tracé	Site mitoyen au tracé	Implique la création de linéaire d'accès ~ 300 m pour rejoindre le tracé Est-Ouest	Site mitoyen au tracé	3	1	3
Complexité de raccordement au tracé	La complexité dépendra du positionnement de la plateforme tramway	Insertion directe vers l'ouest difficile (pont route)	La complexité dépendra du positionnement de la plateforme tramway	3	1	2
Distance par rapport à la ligne Nord / Sud	3 km. Très pénalisant, car l'insertion ne permet pas l'installation des AdV permettant des liaisons directes Est-Nord et Est-Sud.	2 km	3.2 km	(*)	3	2
Distance du terminus	1.5 km	6.5 km	7.7 km	3	2	1
Accès routier	Très facile	Facile	Très facile	3	2	3
Insertion urbaine	Pratiquement pas de zones d'habitation	Zone d'habitation et de bureau sur 2 faces	Impacte le potentiel de développement de l'axe Charest Ouest	3	2	2
Insertion paysagère	Pas de contrainte, site à vocation industrielle		Pas de contrainte, site à vocation industrielle	3	2	3
Total				(*)	23	22

(*) Site 1 VQ – TP Limoilou : pas de classement pour ce site car sur un critère (croisement Dorchester/Charest), il est très pénalisant pour l'exploitation.

6.7.3 Conclusion

Le site VQ – TP Limoilou présente de nombreux avantages par rapport aux 2 autres sites étudiés. Par contre sur un critère (injections/retraits des rames ligne Nord-Sud), les contraintes d'aménagements du carrefour Dorchester/Charest génèrent de fortes contraintes sur l'exploitation. Ce point est donc très pénalisant pour une localisation du CEE principal sur ce site.

Les deux autres sites étudiés étant quasiment à égalité.

De par la longueur de la ligne envisagée (extension comprise), un site de CEE secondaire semble indispensable côté Lévis pour permettre une exploitation fluide de la ligne et minimiser les trajets « Haut le pied ».

7 LOCALISATION DU CEE SECONDAIRE

Pour la recherche de sites pour la localisation du secondaire, les critères de base ayant permis leur identification sont les suivants :

- superficie disponible > 25 000 m²;
- usages voisins compatibles;
- proximité de la ligne de tramway (boulevard de la Rive-Sud);
- de préférence localisé entre le chemin du Sault et le boulevard Alphonse-Desjardins (station terminale), vu la possibilité d'exploiter entre Québec et le chemin du Sault avec une ligne courte.

À la suite d'une analyse préliminaire, quatre sites ont été identifiés. Ce chapitre présente une analyse comparative des sites envisagés.

7.1 PRÉSENTATIONS DES SITES ENVISAGÉS

Les propositions de site sont les suivantes :

7.1.1 Site A : secteur Ouest - 1^{re} Avenue

Le site identifié est situé au début du boulevard de la Rive-Sud (en venant du pont de Québec) lorsque le boulevard devient parallèle à la voie ferrée CN.

7.1.2 Site B : secteur Ultramar / chemin des Îles

Le site identifié est situé le long du boulevard de la Rive-Sud, entre la rue Plante et la rue Dumais.

7.1.3 Site C : Secteur rue Saint-Omer

Le site identifié est situé le long du boulevard de la Rive-Sud, après la rue Saint-Omer, soit environ 1,2 km au-delà de la station terminus tramway.

7.1.4 Site D : secteur Ultramar

Le site identifié est situé à proximité du site B. Il est en retrait par rapport au boulevard de la rive Rive-Sud et encadré par la rue Plante et la rue Perreault.

7.2 ANALYSE COMPARATIVE DES SITES

Une analyse comparative des sites est faite sur les critères principaux intervenants pour un Centre d'Exploitation et d'Entretien.

Ces critères sont :

- caractéristiques du site :
 - forme;
 - superficie;
 - contraintes d'emprise.

- l'aspect exploitation :
 - la distance par rapport au tracé principal;
 - le positionnement par rapport aux terminus;
 - le positionnement par rapport aux croisements Est-Ouest / Nord-Sud;
- l'insertion;
- les impacts sur le phasage de réalisation du projet.

7.3 SITE A



Figure 5 : Localisation du site A

Le site envisagé présente 2 contraintes importantes :

- Pour relier le site à la ligne de tramway, il sera nécessaire de franchir la voie ferrée CN,
- Il est situé dans une aire de conservation de milieu naturel avec milieux humides et plantes à statut précaire.

De ce fait, ce site n'est pas retenu.

7.4 SITE B

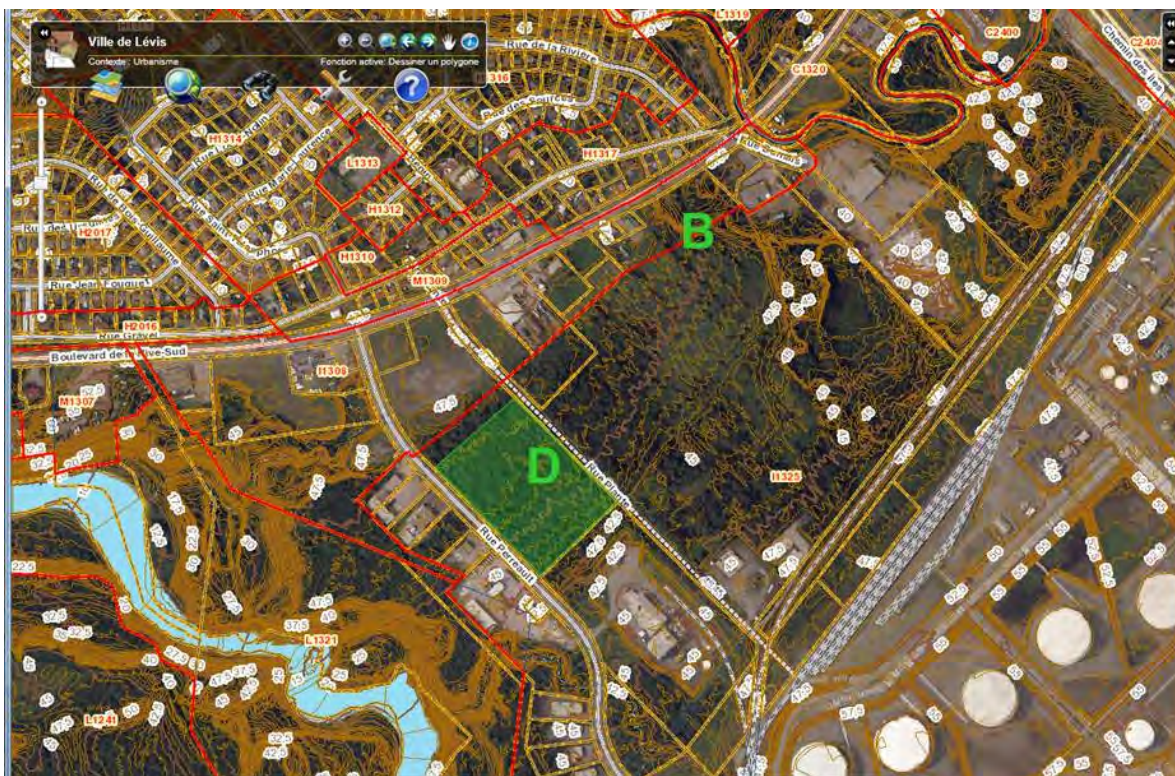


Figure 6 : Localisation du site B

Ce site présente une dénivellée importante (10 m d'écart entre le point haut et le point bas du site). De plus, le terrain est bordé par un talus qui fait environ 5 mètres de hauteur et possède une pente de plus de 50 %.

Les coûts des travaux de nivellement et de stabilisation des terrains seraient très conséquents.

Pour limiter ces difficultés topographiques en décalant l'implantation du CEE, cela impliquerait l'acquisition de lots bâtis.

De ce fait, ce site n'est pas retenu.

7.5 SITE C

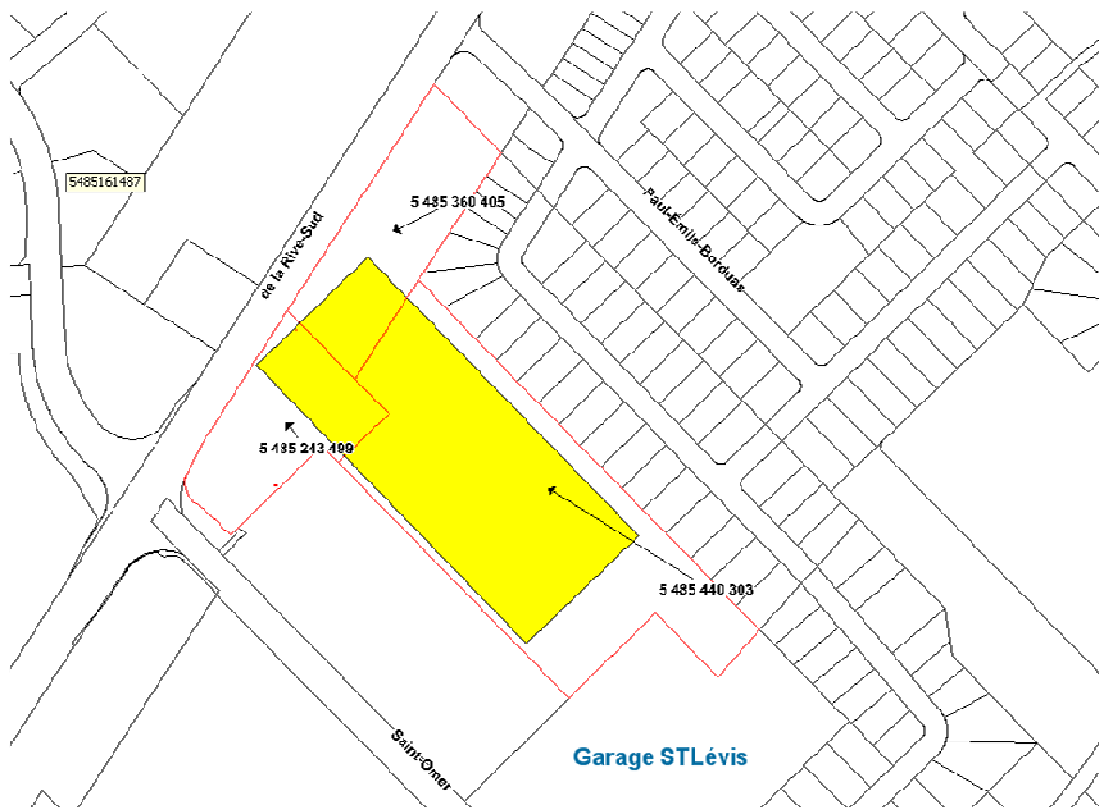


Figure 7 : Localisation du site C

7.5.1 Caractéristiques du site

- **forme** : rectangulaire d'environ 110 m * 250 à 280 m. Faible pente;
- **superficie** : environ 27 000 à 30 000 m²;
- **contrainte d'emprise** : station et tour de transmission pour la radio.

7.5.2 Contraintes d'exploitation

- **accès au tracé de la ligne** : site positionné à ~ 1,2 km au-delà du terminus tramway Alphonse-Desjardins;
- **accès routier** : très facile. Terrain en bordure du boulevard de la Rive-Sud;
- **positionnement sur la ligne** : après le terminus tramway Alphonse-Desjardins.

7.5.3 Insertion

- **insertion urbaine**. Le terrain est bordé par :
 - le boulevard de la Rive-Sud au nord-ouest;
 - des maisons unifamiliales sur toute la face au nord-est;
 - un site industriel au sud-est.

7.5.4 Impacts sur le phasage

Le choix de la localisation du Centre d'Exploitation et d'Entretien peut avoir des impacts sur le phasage de réalisation du projet tramway.

Pour limiter la longueur de la liaison d'accès à ce site (~1,2 km), l'extension du tramway entre la station 4^e Avenue et le terminus Desjardins devra être opérationnelle.

7.6 SITE D : SECTEUR ULTRAMAR

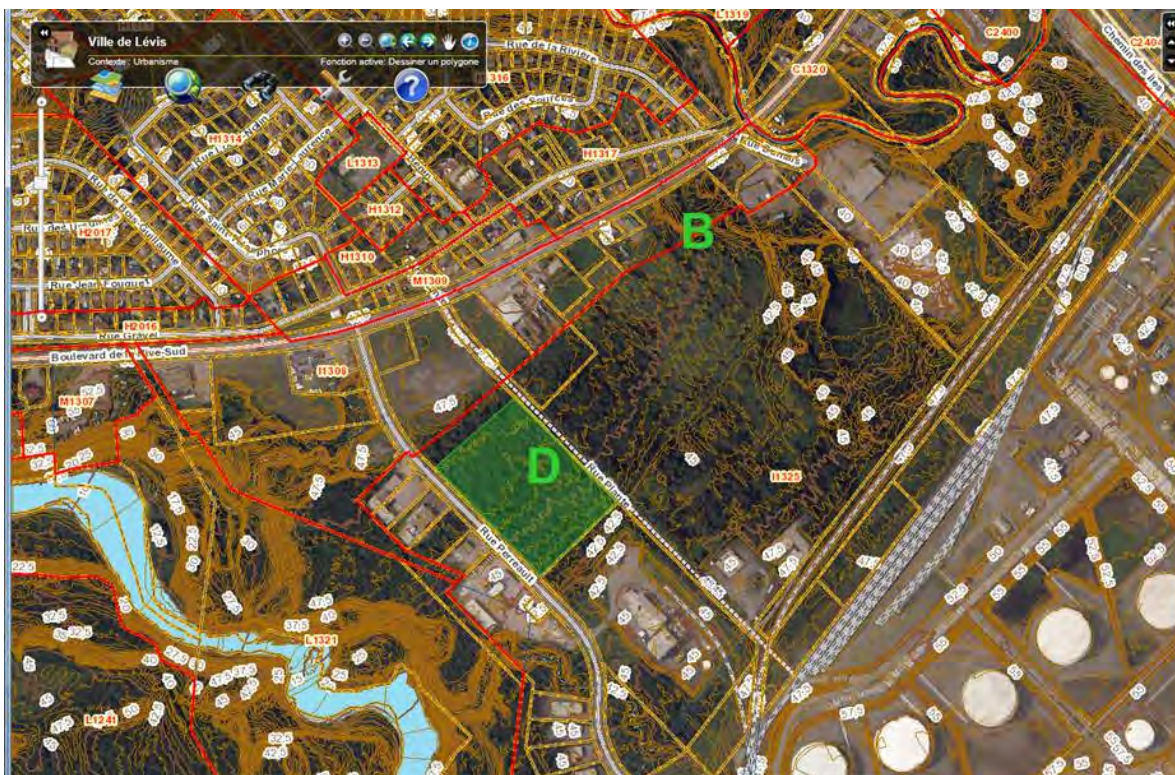


Figure 8 : Localisation du site D

7.6.1 Caractéristiques du site

- **forme** : rectangulaire d'environ 150 m * 200 à 250 m. Faible pente (altimétrie comprise entre + 44 et + 47 m);
- **superficie** : environ 30 000 à 35 000 m²;
- **contrainte d'emprise** : ras.

7.6.2 Contraintes d'exploitation

- **accès au tracé de la ligne** : facile. Site positionné à moins de 200 m du tracé tramway, partie extension);
- **accès routier** : très facile. Accès possible par les 2 voiries existantes (de part et d'autre du site) débouchant directement sur le boulevard Rive-Sud;

- **positionnement sur la ligne** : entre la station 4^e Avenue (pôle de rabattement majeur STLévis) et le terminus Desjardins, quasiment à mi- distance (~4 km de la station 4^e Avenue et ~5 km du terminus Desjardins).

7.6.3 Insertion

- **insertion urbaine.** Le terrain est bordé par :
 - la rue Plante au nord-est;
 - la rue Perreault au sud-ouest;
 - un site industriel au sud-est ;
 - au nord-ouest, insertion en retrait (~200 m) par rapport au Boulevard Rive-Sud, laissant la place pour un aménagement.
- insertion paysagère :
 - le terrain est vacant;
 - que 2 zones bâties de l'autre côté de la rue Perreault : une usine à béton, et une entreprise.
 - proche de la raffinerie. Présence de quelques silos/cuves juste en bordure du site. Les 1^{res} cuves principales de stockage de la raffinerie sont à ~400 m du bord du terrain envisagé.

7.6.4 Impacts sur le phasage

Le choix de la localisation du Centre d'Exploitation et d'Entretien peut avoir des impacts sur le phasage de réalisation du projet tramway.

Pour limiter la longueur de la liaison d'accès à ce site (~200 m), l'extension du tramway entre la station 4^e Avenue et le terminus Desjardins devra être opérationnelle.

7.7 RÉCAPITULATIF ET COMPARAISON DES SITES

Suite à la 1^{re} analyse présentée au paragraphe précédent, la comparaison est faite sur les sites C et D.

7.7.1 Tableau comparatif

Le tableau suivant synthétise les informations de comparaison et donne sur les 3 dernières colonnes une note des sites sur chacun des critères.

	Site C	Site D	Site C	Site D
Superficie approximative	27 à 30 000 m ²	30 à 35 000 m ²	2	3
Dimensions	Forme rectangulaire	Forme rectangulaire	3	3
Différence altimétrique (Point haut / point bas).	Faible (~2 à 3 m)	Faible (~3 m)	3	3
Contrainte d'emprise	Antenne radio.	Présence silos stockage très proche, 1ères cuves de stockages raffinerie à ~400 m	2	2
Distance par rapport au tracé	~1,2 km pour rejoindre le terminus tramway	~ 0,2 km pour rejoindre le tracé tramway	1	3
Complexité de raccordement au tracé	Facile	Facile	3	3
Distance du terminus Desjardins	1,2 km	5 km	2	1
Distance au pôle de rabattement 4 ^e Avenue	10 km	4 km	1	2
Accès routier	Très facile	Très facile	3	3
Insertion urbaine	Maisons unifamiliales sur toute la face Nord-Est	Insertion en retrait par rapport au boulevard Rive-Sud. Pas de zones d'habitation proche	1	3
Insertion paysagère		Proche de la raffinerie	1	3
			22	29

7.7.2 Conclusion

Le site D présente 2 avantages significatifs par rapport au site C :

- le linéaire de la liaison tramway à construire pour rejoindre la ligne tramway (gain de 1 km);
- l'insertion urbaine.

La surface du site D peut permettre une augmentation du nombre de place de remisage (pour un rééquilibrage par rapport au CEE principal). Suivant les principes d'exploitations retenus, cela peut permettre de réduire le kilométrage parcouru quotidiennement en haut-le-pied.

8 CRITÈRES DE CONCEPTION SYSTÈME

8.1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Pour assurer une bonne disponibilité du système tramway, il est nécessaire de mettre en œuvre un Poste de Commande Centralisé (PCC) tramway. Le PCC permet de regrouper dans une même salle toute la supervision des différents sous-systèmes spécifiques au tramway. Cela concerne :

- le Système d'Aide à l'Exploitation et à l'Information Voyageurs (SAEIV);
- la Gestion Technique Centralisée (GTC);
- la supervision de la signalisation ferroviaire tramway (SIG F);
- la commande centralisée des installations électriques du tramway (PCE);
- l'affichage des images des caméras de télésurveillances (« mur d'images »).

Les équipements de supervision de ces sous-systèmes sont regroupés dans la PCC et postes de travail.

Afin d'améliorer l'ergonomie des postes de travail (limiter le nombre d'écrans par poste de travail), une partie de la supervision de ces sous-systèmes peut être intégrée. Le regroupement généralement mis en œuvre sur les projets tramway est que la GTC intègre également les IHM nécessaires pour :

- la supervision de la signalisation ferroviaire;
- le PCE;
- les commandes pour le « mur d'images ».

Si cette intégration est réalisée, il est néanmoins conseillé de prévoir des postes de travail dédiés par sous-systèmes. Ceux-ci pouvant être utilisés pour traiter des cas particuliers d'exploitation (cas nécessitant plus de personnel au PCC, des modes dégradés, etc.).

Il est préconisé de positionner le PCC Tramway sur le site du CEE afin de favoriser les échanges entre les opérateurs intervenants dans la salle PCC, les conducteurs des rames de tramways, les agents de maîtrise tramway, le personnel de maintenance des installations fixe tramway, etc.

Si le sous-système SAEIV mis en œuvre sur le tramway est le même que celui utilisé sur le réseau des autobus, il peut être pertinent de prévoir dans le PCC Tramway des postes de travail supplémentaires pour la supervision des autobus. Ces postes de travail sont spécifiques car uniquement équipés avec la partie SAEIV.

8.2 EXEMPLES DE PCC

Ci-après, quelques exemples de PCC tramway déjà en service.



Figure 9 : Photo PCC Tramway Montpellier

Ce PCC est utilisé pour gérer 4 lignes de tramway ainsi que les lignes d'autobus.

Sur la photo, sont visibles : le « mur d'images », et 3 postes de travail opérateur.

La solution mise en œuvre sur les postes de travail principaux est :

- Sous système SAEIV;
- Sous-système GTC avec intégration GTC + SIG F + PCE + commandes « mur d'images ».

Des postes de travail SIG F et commandes « mur d'images » sont également installés dans la salle. Pas de poste spécifique PCE, mais un poste GTC en réserve.



Figure 10 : Photo PCC Tramway Strasbourg

Le PCC est utilisé pour gérer 6 lignes de tramway.

Sur la photo, sont visibles : le « mur d'images », un poste de travail opérateur, et un indicateur de température extérieur.

La solution mise en œuvre sur les postes de travail principaux est :

- sous-système SAEIV (2 écrans de gauche);
- sous-système GTC avec intégration GTC + PCE + commandes « mur d'images »;
- sous-système SIG F (écran de droite).

Un poste spécifique PCE est également installé dans la salle (utilisation en secours).



Figure 11 : Photo PCC Tramway Dijon

Ce PCC vient d'être mis en service. Il gère une ligne de tramway.



Figure 12 : Photo PCC Tramway Angers

Ce PCC vient d'être mis en service. Il gère une ligne de tramway.

8.3 PRÉSENTATION DES FONCTIONS ET SOUS-SYSTÈME

8.3.1 Système d'Aide à l'Exploitation et à l'Information des voyageurs (SAEIV)

Le système d'aide à l'exploitation permet la supervision et la régulation de l'exploitation du tramway en gérant tout ce qui est lié aux mouvements des rames de tramway. Pour cela, le système remplit les fonctions suivantes :

- gestion des ressources véhicules pour l'exploitation;
- gestion des ressources conducteurs et agents pour l'exploitation;
- gestion de régularité des circulations;
- aide aux régulateurs et aux conducteurs;
- recueil et traitement des données d'exploitation.

Il s'appuie sur différents autres sous-systèmes dont les transmissions radio et la phonie, pour permettre les échanges données/voix entre les régulateurs/PCC et les conducteurs/rames.

La partie SAE est couplée à des modules d'Aide à l'Informations Voyageurs. L'information des voyageurs a pour objet de présenter aux usagers un type d'informations (ex. : horaire du prochain passage) en un lieu défini (ex. : station, dans les rames) à l'aide d'un support visuel.

Information dans les stations : Dans les stations, des informations concernant le trafic et la vie du réseau peuvent être diffusées sur des panneaux à messages variables. Il peut être envisagé de diffuser des messages sonores dans les stations.

Informations dans les rames : Le numéro de ligne, le service voiture et la destination sont affichés sur les girouettes visibles de l'extérieur. L'annonce sonore de la prochaine station (synthèse vocale) est émise à partir du système d'aide à l'exploitation.

À l'intérieur de la rame, des messages sonores préenregistrés ou non peuvent être émis par le conducteur.

La partie billettique (vente et validation des titres de transport), est généralement couplée à la partie information voyageurs pour la gestion technique en temps réel. La gestion financière de la billettique est généralement effectuée sur des serveurs et postes de travail spécifiques (non installée dans la salle PCC).

8.3.2 Gestion Technique Centralisée (GTC)

Le système tramway met en œuvre différents équipements et installations. Pour assurer le bon fonctionnement global du système, il est nécessaire de centraliser la gestion et la supervision de ces équipements. Cette centralisation et supervision est faite sur le système GTC.

Il fait appel à d'autres sous-systèmes, dont notamment les réseaux de transmissions sol-sol pour les échanges d'informations avec les différents équipements.

8.3.3 Signalisation ferroviaire tramway

Ce sous-système regroupe la signalisation :

- de manœuvre des rames de tramway dans les zones avec appareils de voie;
- d'espacement;
- de limitation de vitesse.

Ce sous-système ainsi que la supervision associée est décrit dans le 2^e sous-livrable 1.4.

8.3.4 Poste de commande énergie (PCE)

Ce sous-système gère la supervision des installations électriques du tramway.

Il est décrit dans le 4^e sous-livrable 1.3.

8.3.5 Equipements en station

Les différents sous-systèmes mis en œuvre dans les stations sont décrits dans le 3^e sous-livrable 1.2 « Stations et pôles d'échanges ».