

Projet structurant de l'est (PSE)

Rapport du groupe de
travail dirigé par l'ARTM
Version définitive

Le 30 juin 2023

Les membres du comité exécutif du groupe de travail du projet structurant de l'est (PSE) soumettent, conformément au mandat du gouvernement du Québec et de la Ville de Montréal, la version définitive du rapport d'analyse de ce projet de transport collectif structurant. Ce rapport présente les recommandations du groupe de travail relatives au projet, comprenant les évaluations techniques et de coûts.

Autorité régionale de transport métropolitain

Benoît Gendron
Directeur général

Ministère des Transports et de la Mobilité durable

Frédéric Bouthillette
Sous-ministre adjoint aux projets stratégiques de transport collectif et ferroviaire

Ville de Montréal

Claude Carette
Directeur général adjoint

Société de transport de Montréal

Marie-Claude Léonard
Directrice générale

Table des matières

Table des matières.....	4
Liste des figures.....	5
Liste des tableaux.....	8
Résumé.....	10
Introduction.....	14
1. Le mandat et la gouvernance du groupe de travail.....	16
1.1 Le mandat.....	16
1.2 La gouvernance du groupe de travail.....	17
2. Le projet du REM de l'Est de CDPQ Infra.....	18
3. Le projet étudié et les extensions potentielles.....	20
4. Le rappel des recommandations du rapport intermédiaire.....	22
5. L'analyse de la mobilité.....	24
5.1 La zone d'étude et ses caractéristiques.....	24
5.2 Le portrait des déplacements.....	25
5.3 L'analyse de l'achalandage estimé du projet étudié.....	27
6. L'analyse des scénarios.....	30
6.1 Les principales caractéristiques des scénarios analysés.....	30
6.2 L'analyse des données de mobilité des scénarios.....	38
6.3 L'analyse des enjeux de faisabilité technique des scénarios.....	41
6.4 L'analyse des enjeux d'insertion urbaine.....	64
6.5 L'optimisation de la ligne de train exo5.....	78
7. L'arrimage au réseau du métro.....	81
7.1 L'arrimage aux stations de correspondance.....	81
7.2 Les améliorations de la ligne verte.....	81
8. L'analyse de risques.....	83
9. L'analyse multidomaines.....	86
Conclusion et recommandations.....	91
Annexes.....	96
Annexe 1. Les analyses complémentaires de la mobilité.....	97
Annexe 2. La méthodologie d'évaluation des coûts.....	105
Annexe 3. L'analyse de l'intégration du mode de métro léger automatisé sur rail à l'infrastructure de la ligne exo5.....	111

Liste des figures

Figure 1.	La gouvernance du groupe de travail et les relations entre les partenaires	17
Figure 2.	Tracé proposé du REM de l'Est – Version de février 2022	19
Figure 3.	Projet étudié par le groupe de travail.....	20
Figure 4.	Scénarios d'extensions potentielles analysés – janvier 2023 (tracés de travail)	21
Figure 5.	Les trois principales zones regroupées de la zone d'étude des secteurs de l'enquête OD (2018).....	24
Figure 6.	Tracé du projet étudié	27
Figure 7.	La provenance des usagers selon les scénarios évalués	40
Figure 8.	Coupe type du tunnel d'un diamètre de 10,5 m, avec mur séparateur entre les deux voies.....	42
Figure 9.	Coupe type de la section de l'infrastructure aérienne	43
Figure 10.	Vue de la structure aérienne	43
Figure 11.	Station aérienne type	45
Figure 12.	Station souterraine type / Édicule latéral à l'un des quais	45
Figure 13.	Station souterraine type / Édicule au-dessus des quais	45
Figure 14.	Croquis présentant la relation, avec une zone de perception séparée, entre la station de métro Assomption (souterraine) et celle du projet (aérienne).....	48
Figure 15.	Vue en plan de la trémie du PSE, à l'intersection du boulevard L'Assomption et de la rue Hochelaga	49
Figure 16.	Vue en plan de la trémie du PSE, dans l'axe de la rue Trianon, aux abords de l'Institut universitaire en santé mentale de Montréal	49
Figure 17.	Représentation en plan de la trémie rue Sherbrooke Est, entre la rue Gonthier et le boulevard Joseph-Versailles	51
Figure 18.	Profil en long de la trémie rue Sherbrooke Est, entre la rue Gonthier et le boulevard Joseph-Versailles.....	51
Figure 19.	Représentation de la trémie rue Sherbrooke Est, entre la rue Gonthier et le boulevard Joseph-Versailles	51
Figure 20.	Râtelier d'oléoducs traversant la rue Sherbrooke Est, entre les avenues Gamble et Durocher	52
Figure 21.	Ligne de transport de haute tension électrique, rue Sherbrooke Est, entre les 36 ^e et 39 ^e avenues.	53
Figure 22.	Alignement de l'infrastructure aérienne en passage sous les fils de haute tension électrique, rue Sherbrooke Est, entre les 32 ^e et 40 ^e avenues	54
Figure 23.	Situation actuelle rue Sherbrooke Est, à l'ouest du viaduc des voies ferrées du CN et de la gare Pointe-aux-Trembles, près de la 53 ^e avenue.	55
Figure 24.	Coupe type de la structure aérienne du projet, en passage supérieur des voies ferrées du CN, rue Sherbrooke Est, à l'ouest de la gare Pointe-aux-Trembles, près de la 53 ^e avenue.....	55

Figure 25.	Représentation de la station Pointe-aux-Trembles du PSE, rue Sherbrooke Est, près de la 53 ^e avenue.....	55
Figure 26.	Représentation, en vue aérienne, du passage du PSE au-dessus des voies du CN à la station Pointe-aux-Trembles.....	56
Figure 27.	Coupe type de la structure aérienne du projet, rue Sherbrooke Est à l'est de la gare Pointe-aux-Trembles, entre la rue Réal-Benoit et l'avenue Yves-Thériault	56
Figure 28.	Représentation de l'infrastructure du PSE rue Sherbrooke Est, à l'est de la gare de Pointe-aux-Trembles, entre la rue Réal-Benoit et l'avenue Yves-Thériault	56
Figure 29.	Vue aérienne du secteur aux abords du carrefour giratoire Notre-Dame Est/Sherbrooke Est.....	57
Figure 30.	Représentation du passage aérien du projet de PSE au-dessus du viaduc ferroviaire du CN, près du carrefour giratoire Notre-Dame Est/Sherbrooke Est.....	57
Figure 31.	Coupe type de la structure aérienne, rue Sherbrooke Est, à l'ouest du viaduc ferroviaire du CN, près du carrefour giratoire Notre-Dame Est/Sherbrooke Est.....	58
Figure 32.	Représentation de l'infrastructure du PSE rue Sherbrooke Est, à l'ouest du viaduc ferroviaire du CN, près du carrefour giratoire Notre-Dame Est/Sherbrooke Est.....	58
Figure 33.	Représentation en vue aérienne de la trémie rue Sherbrooke Est, à l'est du viaduc du CN, entre la rue Réal-Benoit et l'avenue Yves-Thériault	59
Figure 34.	Représentation de l'infrastructure du PSE à la sortie de la trémie, rue Sherbrooke Est, à l'est du viaduc du CN, entre la rue Réal-Benoit et l'avenue Yves-Thériault	59
Figure 35.	Vue aérienne de l'embouchure de la rivière des Prairies, près de Charlemagne, Repentigny et Pointe-aux-Trembles	60
Figure 36.	Profil du roc sous la rivière des Prairies entre l'arrondissement de Rivière-des-Prairies et le secteur Saint-François de Laval	61
Figure 37.	Coupe type de l'infrastructure aérienne proposée, sur la rive nord de la chaussée, rue Sherbrooke Est	65
Figure 38.	Parcours de l'infrastructure aérienne proposée par le projet étudié sur les rives nord et sud de la rue Sherbrooke Est et les points de franchissement entre les deux rives de la rue.....	66
Figure 39.	SkyTrain de Vancouver - Exemple du franchissement d'une rue par l'infrastructure aérienne et de son impact visuel sur la perspective de la rue	66
Figure 40.	Carte d'utilisation du sol du corridor de la rue Sherbrooke Est	67
Figure 41.	Photo aérienne du corridor de la rue Sherbrooke Est et présentation des trois secteurs territoriaux.	67
Figure 42.	Projet de requalification de Montréal-Est	68
Figure 43.	Rue Sherbrooke Est, vue vers l'ouest, depuis l'avenue Gamble, à Montréal-Est	69
Figure 44.	Représentation de la structure aérienne, rue Sherbrooke Est, vue vers l'ouest depuis l'avenue Gamble, à Montréal-Est.....	69

Figure 45.	Rue Sherbrooke Est, vue vers l'ouest, depuis le boulevard du Tricentenaire.....	70
Figure 46.	Représentation de la structure et de la station aériennes, rue Sherbrooke Est, vue vers l'ouest, depuis le boulevard du Tricentenaire.....	70
Figure 47.	Rue Sherbrooke Est, vue vers l'est, depuis la 52 ^e avenue, près de la gare de Pointe-aux-Trembles	71
Figure 48.	Représentation de la structure et de la station aériennes, rue Sherbrooke Est, vue vers l'est, depuis la 52 ^e avenue, près de la gare de Pointe-aux-Trembles	71
Figure 49.	L'autoroute métropolitaine de Montréal	73
Figure 50.	Étude comparative de la hauteur perçue du PSE et du projet Underline Brickell Backyard, à Miami	73
Figure 51.	Projet Underline Brickell Backyard, Miami	74
Figure 52.	Projet Underline Brickell Backyard, Miami	74
Figure 53.	Rennes, ligne B, intégration paysagère et réduction du nombre de voies de circulation.....	76
Figure 54.	Paris, métro aérien de la ligne 6, boulevard Auguste Blanqui d'une largeur de 70 mètres	76
Figure 55.	La charge maximale de la ligne de train exo5, en période de pointe du matin (3 heures), en 2036	78
Figure 56.	L'optimisation de la ligne exo5 - Les secteurs d'intervention	80
Figure 57.	Tracé proposé du projet à évaluer, combinant les scénarios 1.2 ou 1.3, 2.1, 2.2 et 3.1.....	95
Figure 58.	L'achalandage des scénarios analysés, en période de pointe du matin (3 heures), en 2036	98
Figure 59.	Le nombre estimé de passagers/kilomètre des scénarios analysés, en période de pointe du matin (3 heures), en 2036.....	98
Figure 60.	L'estimation du transfert modal de l'automobile vers le transport collectif, selon les scénarios, en période de pointe du matin (3 heures), en 2036 ...	99
Figure 61.	La charge maximale des antennes nord et est, selon les scénarios analysés, en période de pointe (3 heures), en 2036.....	100
Figure 62.	La charge maximale estimée de la ligne verte du métro, selon les scénarios analysés, en période de pointe du matin (3 heures) en 2036 ..	101
Figure 63.	La charge maximale estimée de la ligne bleue du métro, selon les scénarios analysés, en période de pointe du matin (3 heures) en 2036. .	102
Figure 64.	La charge maximale de la ligne de train de banlieue exo5, selon les scénarios analysés, en période de pointe du matin (3 heures) en 2036 ..	103
Figure 65.	La charge maximale de l'heure de pointe d'infrastructures de transport collectif, dans la région métropolitaine de Montréal, en 2036.....	104

Liste des tableaux

Tableau 1.	Déplacements totaux en période de pointe du matin depuis la zone d'étude. Enquête origine-destination 2018	26
Tableau 2.	Déplacements en transport collectif en période de pointe du matin depuis la zone d'étude. Enquête origine-destination 2018.....	27
Tableau 3.	Les critères de l'analyse de risques et leur définition.....	83
Tableau 4.	L'analyse multidomaines : les domaines et les critères	86

Résumé

Le 2 mai 2022, le gouvernement du Québec et la Ville de Montréal ont annoncé conjointement qu'ils reprenaient le leadership du projet du REM de l'Est, présenté en décembre 2020 par le gouvernement et CDPQ Infra. Le gouvernement a ainsi créé un groupe de travail appelé à analyser les enjeux et les impacts du projet en vue de proposer une nouvelle version du projet structurant de l'est de Montréal (PSE).

Le groupe de travail a rendu public, le 26 janvier 2023, un rapport intermédiaire statuant sur les premiers éléments d'analyse. Il a poursuivi ses travaux sur la base des recommandations émises dans le rapport intermédiaire, notamment sur l'analyse des besoins en déplacements, les enjeux de faisabilité technique et d'intégration urbaine, les coûts de construction et les scénarios d'extension potentielle vers Laval et Lanaudière. Le groupe de travail a ainsi analysé les bénéfices et les coûts de dix scénarios.

L'analyse de la mobilité démontre les besoins d'un projet structurant de transport collectif dans l'est de Montréal et le rattachement du réseau vers Laval et Lanaudière.

Les axes déterminés par le projet, soit les antennes nord et est du projet, entre le cégep Marie-Victorin et la gare de Pointe-aux-Trembles, dans les axes Lacordaire et Sherbrooke Est, répondent aux besoins de déplacements des résidents de l'est de Montréal. Un tel scénario prévoit un achalandage de 19 300 passagers en pointe du matin, sur un tracé de 21,5 km. Le coût de réalisation estimé pour ce scénario serait de l'ordre de 22,8 milliards de dollars, ce qui inclut une majoration de 95 % pour la gestion des risques, les frais de financement, l'inflation et autres frais afférents.

Les prolongements vers les secteurs de Rivière-des-Prairies et de Saint-François de Laval, ainsi que celui vers Charlemagne présentent aussi un potentiel d'achalandage intéressant. La combinaison de tous ces scénarios desservant l'est de Montréal, Laval et Charlemagne, constituerait un projet de 34 km dont l'achalandage, en pointe du matin, serait de 29 000 passagers; son coût est évalué à 33,8 milliards de dollar, ce qui inclut une majoration de 95 % pour la gestion des risques, les frais de financement, l'inflation et autres frais afférents.

Cependant les scénarios de prolongements vers Lachenaie, Terrebonne et Mascouche sont peu performants en matière de mobilité et représentent des coûts très élevés, compte tenu de la distance des tracés. Pour ces raisons, le groupe de travail recommande de ne pas les retenir, mais propose de conduire des études pour déterminer des options de desserte en transport collectif dans ces municipalités.

L'analyse de la faisabilité technique du projet a pris en compte l'implantation d'un mode de métro léger automatisé sur rail fonctionnant en voie souterraine, ou sur une voie surélevée ou aérienne pour éviter toute interruption par d'autres infrastructures routières.

Les tronçons en voie souterraine et le passage sous le lit de la rivière des Prairies ne posent pas de défis techniques compte tenu de la qualité du roc en sous-sol.

Cependant, les passages depuis la voie souterraine à une structure aérienne nécessitent la construction de trémies de quelque 400 mètres de longueur. La structure aérienne est,

pour sa part, une structure bétonnée d'une hauteur de 16 mètres, montée sur des piles à une distance de 50 mètres entre chacune d'elles. Les stations aériennes atteindraient conséquemment une hauteur de 20 mètres.

L'implantation d'une telle infrastructure soulève plusieurs défis techniques d'importance sur son parcours de plus d'une dizaine de kilomètres dans les secteurs de Mercier, de Montréal-Est et de Pointe-aux-Trembles. De même, les traversées sur une voie aérienne des rivières des Prairies et des Mille Îles nécessiteraient plusieurs mesures de mitigation compte tenu des enjeux environnementaux et de préservation des milieux aquatiques et fauniques.

L'analyse d'intégration urbaine du projet a principalement porté sur l'insertion de la structure et des stations aériennes. Il ressort de cette analyse que les structures aériennes de transport collectif, qui sont des infrastructures lourdes de transport associées à des voies ferroviaires ou autoroutières surélevées, présentent de grands défis d'intégration lorsqu'elles sont situées dans des milieux urbains résidentiels ou commerciaux, compte tenu, entre autres, de leurs structures bétonnées, de caractère industriel, et de leur gabarit élevé en comparaison du gabarit des immeubles adjacents. En plus de l'impact visuel, il faut ajouter les impacts sonores et vibratoires de ces infrastructures dans le milieu avoisinant et sur la qualité de vie des résidents.

Le groupe de travail conclut, après analyse, qu'une telle infrastructure surélevée de transport collectif ne permet pas une insertion urbaine harmonieuse et n'apparaît pas comme une option à considérer dans un contexte urbain. Le groupe de travail propose, compte tenu du mode de transport suggéré pour ce projet, d'aménager le projet en voie souterraine sur tout son parcours.

Recommandations

À la suite des études et des constats faits, le groupe de travail recommande de poursuivre les analyses afin d'évaluer les phases de réalisation possibles du projet, en fonction des avantages et des opportunités relatifs aux besoins de mobilité, à la faisabilité technique et aux coûts du projet, en considérant les scénarios proposés dans l'est de Montréal et de prolongements potentiels vers Laval et Charlemagne. Des analyses devraient aussi être menées pour déterminer des options de desserte en transport collectif vers Terrebonne et Mascouche.

L'implantation du métro léger automatisé sur rail devrait se faire en voie souterraine sur tout le parcours retenu.

Les coûts estimés du tracé proposé, selon la combinaison des scénarios retenus sur 34 km, seraient de l'ordre de 35,9 milliards de dollars, ce qui inclut les coûts additionnels associés au tracé entièrement souterrain ainsi qu'une majoration de 95 % pour la gestion des risques, les frais de financement, l'inflation et autres frais afférents.

En complément du mandat initial, il est également recommandé de conduire des démarches pour :

- Évaluer les acquisitions immobilières associées au projet;
- Évaluer les perspectives de développement économique et urbain associées au projet;

- Optimiser le projet proposé en matière de coûts et d'atténuation des risques, en évaluant :
 - Les phases de réalisation progressive du projet;
 - Le mode de réalisation;
 - Le raccordement du PSE au réseau existant de transport collectif.

Introduction

Le projet du Réseau express métropolitain (REM) de l'Est avait été présenté en décembre 2020 par le gouvernement du Québec et CDPQ Infra, soit un projet structurant de transport collectif électrique pour relier l'est et le nord-est de Montréal au centre-ville. Des ajustements et des modifications avaient été proposés en mai et septembre 2021 par CDPQ Infra, de même qu'en janvier 2022. Le projet de système léger automatisé sur rail proposé, sur des voies aériennes et souterraines, couvrait 32 km et comprenait 23 stations. Le coût estimé du projet initial était alors de 10 milliards de dollars.

Malgré les modifications apportées au REM de l'Est par CDQP Infra, en 2021 et 2022, plusieurs éléments du projet sont demeurés source de contestation citoyenne ou de critiques de différents experts, dont :

- L'insertion en mode aérien au centre-ville et dans Mercier-Est ;
- La zone de transition avec trémie, au centre-ville, qui crée une barrière physique ;
- Les impacts sur certains secteurs patrimoniaux, dont le parc Morgan ;
- Le potentiel de cannibalisation de l'achalandage du métro par la proximité d'une partie du tracé avec la ligne verte.

Plusieurs de ces enjeux ont d'ailleurs été soulevés par différents groupes dont l'ARTM, dans un avis préliminaire sur le projet soumis au gouvernement en janvier 2022, et le comité d'experts multidisciplinaires sur l'intégration architecturale et urbaine du REM de l'Est, dans son rapport d'étape livré au gouvernement en mars 2022.

Le 2 mai 2022, le gouvernement du Québec et la Ville de Montréal ont annoncé conjointement qu'ils reprenaient le leadership du projet du REM de l'Est et que celui-ci serait revu pour n'en conserver que les éléments qui font consensus, tout en continuant de desservir les citoyens de l'est et du nord-est de Montréal.

Un groupe de travail a alors été mis sur pied, le 3 juin 2022, afin d'analyser les enjeux et les impacts du projet en vue de proposer une nouvelle version du projet. Ce groupe, piloté par l'Autorité régionale de transport métropolitain (ARTM), réunit également le ministère des Transports et de la Mobilité durable du Québec (MTMD), la Ville de Montréal et la Société de transport de Montréal (STM).

Suivant la réception des documents techniques et des études de CDPQ Infra, le groupe de travail a présenté, en janvier 2023, un rapport intermédiaire présentant les analyses des enjeux et des impacts du projet initial, ainsi que quatre recommandations principales. Le groupe de travail a poursuivi sa démarche et complété ses analyses qu'il présente dans ce rapport.

Les premières sections de ce rapport présentent le mandat et la gouvernance du groupe de travail (section 1), le projet du REM de l'Est de CDPQ Infra (section 2), le projet étudié (section 3) et les recommandations du rapport intermédiaire (section 4).

La section 5 fait état de l'analyse de la mobilité des déplacements de l'est de Montréal et dans la couronne nord-est de la région métropolitaine.

La section 6 présente le cœur des analyses des dix scénarios envisagés. D’abord, la section 6.1 illustre le tracé des dix scénarios analysés, ainsi que leurs principales caractéristiques en matière de mobilité et l’estimation globale du coût de réalisation. La section 6.2 soumet les résultats d’analyse de mobilité de ces dix scénarios. Les différents enjeux de faisabilité technique sont décrits dans la section 6.3, ainsi que les enjeux d’intégration urbaine dans la section 6.4. Cette section 6 conclut sur l’analyse des mesures d’optimisation de la ligne de train de banlieue exo5.

L’arrimage du PSE au réseau du métro et aux stations de correspondance fait l’objet de la section 7. Suivent les résultats des analyses de risques (section 8) et de l’analyse multidomaines (section 9).

Ce rapport présente ensuite, en conclusion, les principaux constats du groupe de travail ainsi que ses recommandations.

1. Le mandat et la gouvernance du groupe de travail

1.1 Le mandat

La missive du gouvernement du 3 juin 2022 relative au mandat du groupe de travail, piloté par l'ARTM et regroupant le MTMD, la Ville de Montréal et la STM, indique que celui-ci devra proposer au gouvernement une nouvelle version du projet. Le groupe de travail soumettra un bilan des pistes d'optimisation qui sera présenté pour décision aux autorités du gouvernement. L'analyse tiendra compte des quatre axes d'amélioration indiqués par le gouvernement et la Ville de Montréal :

- Le retrait du tronçon en aérien au centre-ville et le maintien des antennes vers Pointe-aux-Trembles et le cégep Marie-Victorin ;
- L'amélioration de l'intégration urbaine dans le secteur de Mercier-Est ;
- Un meilleur arrimage avec les lignes du métro ;
- La considération d'extensions potentielles de l'antenne nord vers Rivière-des-Prairies et Laval et de l'antenne est vers Lanaudière.

Plus spécifiquement, le groupe de travail devra se pencher sur les aspects suivants :

- **La mobilité :**
 - Le tracé ;
L'achalandage et transfert modal ;
 - L'intégration et l'impact sur le réseau de transport collectif, incluant les lignes verte et bleue du métro, le train de l'Est (ligne exo5) et le SRB Pie-IX ;
- **Les infrastructures :**
 - La faisabilité technique et l'ingénierie ;
 - Les coûts budgétaires ;
- **L'intégration urbaine :**
 - L'évaluation des enjeux urbains ;
 - L'insertion urbaine ;
 - Le cadre bâti.

Ces aspects constituent le cœur du mandat qui a été confié par le gouvernement du Québec et la Ville de Montréal au groupe de travail. Ils devront être analysés en considérant les enjeux d'acceptabilité sociale soulevés par le REM de l'Est jusqu'à maintenant.

Les aspects suivants devront également être traités dans les suites du projet, mais ne font pas partie du mandat : le financement, la gouvernance du projet et le mode de réalisation, les perspectives de développement économique et urbain, les acquisitions immobilières la collaboration des parties prenantes et la participation citoyenne. La partie gouvernementale veillera à en assurer les suites, en collaboration avec les acteurs concernés.

Les éventuelles améliorations à apporter aux infrastructures de la ligne verte du métro seront également gérées à l'extérieur du groupe de travail et feront l'objet d'un mandat confié à la STM par le MTMD.

Les livrables du groupe de travail :

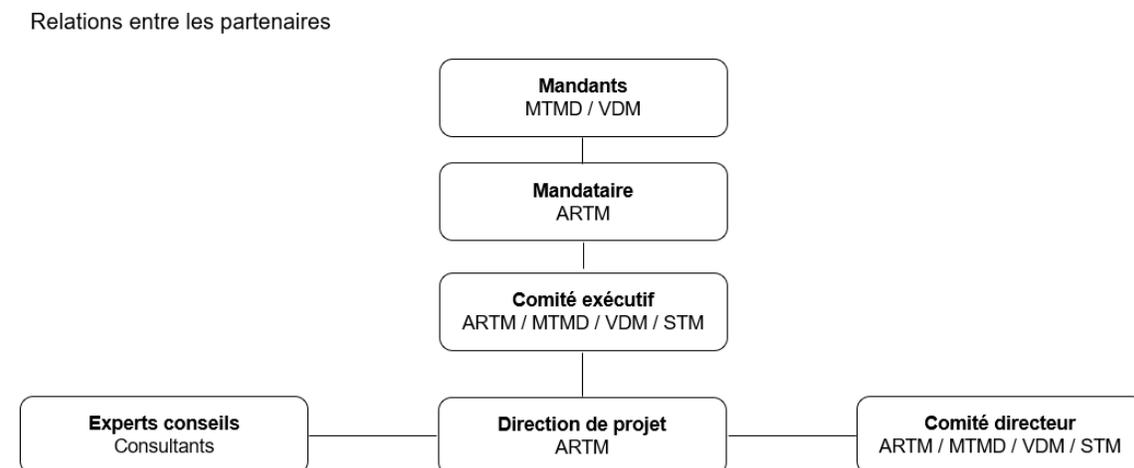
- L'ensemble des analyses sera consigné dans un rapport qui sera soumis aux autorités gouvernementales appropriées ;
- Le groupe de travail devra formuler une recommandation de tracé en optimisant l'intégration urbaine et en visant des temps de parcours compétitifs qui favoriseront l'achalandage et le transfert modal ;
- La recommandation du groupe devra être formulée en juin 2023, avec un état d'avancement en janvier 2023.

1.2 La gouvernance du groupe de travail

À la suite de l'émission du mandat par le gouvernement du Québec et la Ville de Montréal réunissant un groupe d'experts dirigé par l'ARTM, la structure de gouvernance entre les partenaires a été établie telle qu'illustrée ci-dessous. Un comité exécutif dirige le processus et oriente l'exécution du mandat du groupe de travail. Il est composé des directeurs généraux de l'ARTM, de la Ville de Montréal, de la Société de transport de Montréal (STM) et de représentants du ministère des Transports et de la Mobilité durable (MTMD).

Le groupe de travail, sous l'égide du comité exécutif, est composé de représentants des entités administratives désignées par le mandat : le MTMD, l'ARTM, la Ville de Montréal et la STM. Le groupe de travail a mené, depuis septembre 2022, les analyses présentées dans ce rapport.

Figure 1. La gouvernance du groupe de travail et les relations entre les partenaires



2. Le projet du REM de l'Est de CDPQ Infra

L'exercice du Plan des initiatives du transport collectif (PIDTC) a conduit l'ARTM, en 2019, à élaborer une fiche d'avant-projet pour un mode structurant de transport collectif dans l'est de Montréal, afin de mieux répondre aux besoins en matière de déplacements en transport collectif dans ce secteur de la métropole et afin de favoriser la mobilité de ses résidents permettant, notamment, un déplacement rapide vers le centre-ville, la couronne nord-est et le sud-est de Montréal.

En parallèle, le gouvernement du Québec a transmis, en 2019, ses orientations à CDPQ Infra concernant un projet de transport collectif pour relier l'est et le sud-ouest de Montréal en vertu de l'Entente en matière d'infrastructure publique entre le gouvernement du Québec et la Caisse de dépôt et placement du Québec.

En décembre 2020, CDPQ Infra a présenté le projet du Réseau express métropolitain (REM) de l'Est qui relie les secteurs de Pointe-aux-Trembles et du cégep Marie-Victorin au centre-ville. Il traverse, sur des voies dédiées, le territoire de la Ville de Montréal-Est et de six arrondissements de la Ville de Montréal sur une distance totale de 32 kilomètres.

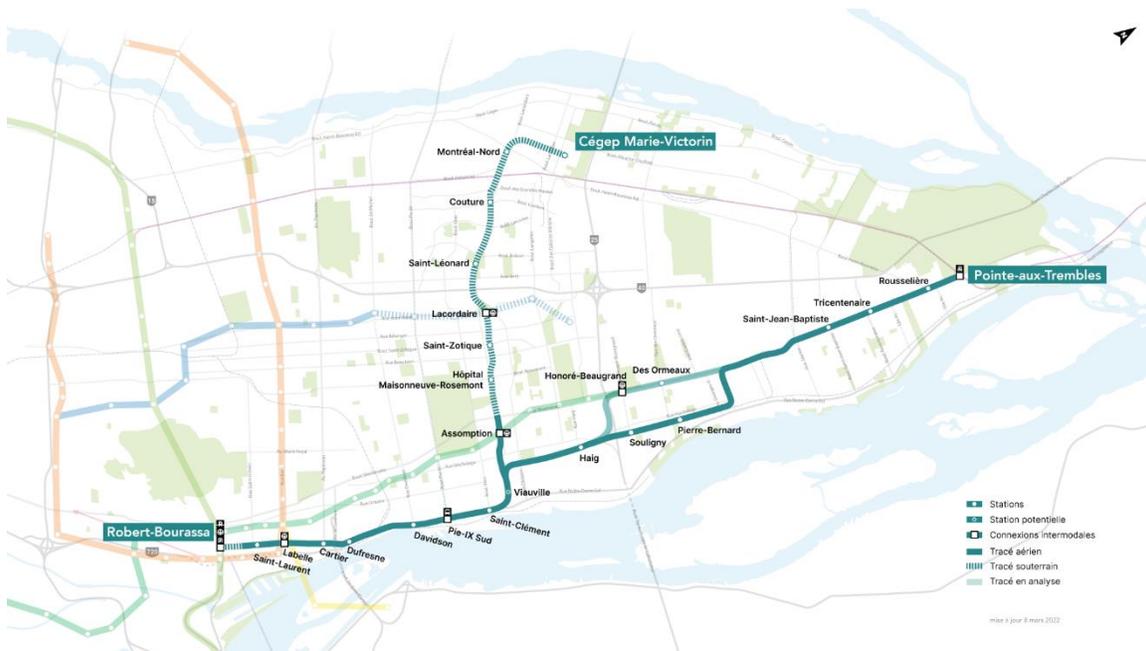
Le tracé du projet du REM de l'Est était constitué d'un tronçon commun de 7 km entre le centre-ville et le quartier Maisonneuve (station potentielle de Viauville), complété par deux antennes à ce tronçon commun, soit celle vers le cégep Marie-Victorin, d'une longueur de 11 km, et celle reliant le quartier de Pointe-aux-Trembles sur 14 km. Le projet proposé incluait 8,5 km de voies souterraines, dans l'antenne nord entre la rue Sherbrooke Est et le cégep Marie-Victorin, ainsi que 24 km de voies aériennes¹. D'autres options concernant ces infrastructures ont été évaluées par la suite et un tunnel d'une longueur approximative de 500 mètres, situé dans l'axe du boulevard René-Lévesque, entre la rue Jeanne-Mance et le boulevard Robert-Bourassa, précédé d'une trémie de quelques centaines de mètres, a été ajouté au projet de référence du REM de l'Est².

Le 25 janvier 2022, CDPQ Infra a fait part, par voie de communiqué, d'une option du tracé du projet de référence à être étudiée : CDPQ Infra avait alors établi une entente avec le Canadien National pour utiliser une partie de l'emprise ferroviaire située entre les avenues Souigny et Dubuisson, dans Mercier-Est, plutôt que la portion de la rue Sherbrooke Est dans ce même secteur.

¹ CDPQ Infra – Avis de projet : Réseau express métropolitain de l'Est - 17 mai 2021

² CDPQ Infra – Mise à jour du REM de l'Est – Septembre 2021. Disponible en ligne : https://cdpqinfra.com/sites/cdpqinfra8/files/2021-09/Pre%CC%81sentation_synth%C3%A8se_e%CC%81tudes_REMdelEst_FR.pdf

Figure 2. Tracé proposé du REM de l'Est – Version de février 2022



Source : CDPQ Infra – Version publique du 20 septembre 2021. Disponible en ligne https://cdpqinfra.com/sites/cdpqinfra8/files/medias/pdf/2022/Cartes%20-%20REM%20de%20l'Est/Mars2022/CARTE_REM_de_l_Est_Trace_RGB_FR_2022-03-08.png

L'ensemble des 23 stations du REM de l'Est seraient accessibles universellement, notamment avec des escaliers mécaniques et des ascenseurs³. D'une longueur de 40 mètres, les stations seraient « fermées et tempérées »⁴ et elles seraient également munies de portes palières. Une station additionnelle pourrait être érigée dans le secteur Viauville de l'arrondissement Mercier – Hochelaga-Maisonneuve⁵. Parmi ces 23 stations, 8 seraient souterraines et 15 seraient aériennes⁶.

Trois stationnements incitatifs, totalisant quelque 2 000 cases, seraient potentiellement aménagés aux stations Haig, Saint-Jean-Baptiste et Pointe-aux-Trembles⁷. De plus, un centre d'entretien du parc de véhicules et d'exploitation serait construit sur le territoire de la Ville de Montréal-Est⁸.

Le projet du REM de l'Est serait connecté à quelques stations du métro et du train de banlieue. À l'exception de la station Saint-Zotique, les 22 autres stations du projet seraient desservies par le réseau local d'autobus, ce qui nécessitera une réorganisation des réseaux locaux d'autobus par les organismes publics de transport en commun (OPTC) concernés.

³ CDPQ Infra – Feuillet technique- Version de 2020

⁴ CDPQ Infra – Feuillet technique- Version de 2020

⁵ CDPQ Infra – Feuillet technique- Version de 2020

⁶ CDPQ Infra – Avis de projet : Réseau express métropolitain de l'Est - 17 mai 2021, p. 6

⁷ CDPQ Infra – Avis de projet : Réseau express métropolitain de l'Est - 17 mai 2021, p. 7 et CDPQ Infra –Avis au marché – 19 octobre 2021, p. 3

⁸ CDPQ Infra – Avis de projet : Réseau express métropolitain de l'Est - 17 mai 2021, p. 7

3. Le projet étudié et les extensions potentielles

Conformément au mandat transmis par le gouvernement du Québec, le 3 juin 2022, le projet étudié de 22 km comprend deux antennes depuis la station Assomption : l'antenne est vers Pointe-aux-Trembles (dans l'axe de la rue Sherbrooke Est), en voie aérienne, et l'antenne nord, en voie souterraine, vers le cégep Marie-Victorin (dans l'axe du boulevard Lacordaire) ; le projet étudié ne comprend cependant pas le tronçon aérien prévu au centre-ville dans le projet du REM de l'Est. De plus, l'analyse du projet doit considérer des extensions potentielles de l'antenne est vers Lanaudière et de l'antenne nord vers Rivière-des-Prairies et Laval.

Le groupe de travail est ainsi appelé à évaluer ce nouveau projet en tenant compte principalement de la relation entre les deux antennes dans les axes de Lacordaire et de Sherbrooke Est, ainsi que leur connexion au réseau du métro. Le projet analysé verra à prioriser la ligne verte pour assurer les déplacements vers le centre-ville.

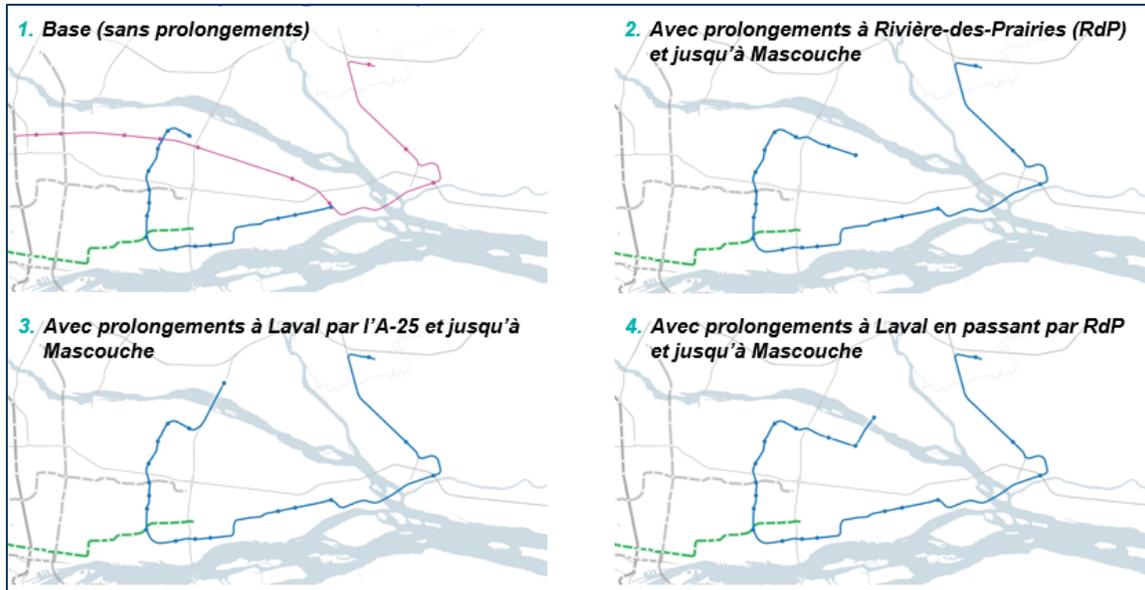
L'analyse doit aussi tenir compte de l'achalandage du projet étudié et son impact sur le réseau du métro, ainsi que la capacité des stations de correspondance avec le projet étudié sur les lignes verte et bleue.

Figure 3. Projet étudié par le groupe de travail



Le rapport intermédiaire de janvier 2023 a également fait part d'une première évaluation de certains scénarios d'extensions potentielles vers Rivière-des-Prairies, Laval et la région de Lanaudière (Repentigny et Mascouche).

Figure 4. Scénarios d'extensions potentielles analysés – janvier 2023 (tracés de travail)



4. Le rappel des recommandations du rapport intermédiaire

Le rapport intermédiaire du groupe de travail, rendu public le 26 janvier 2023, formulait quatre recommandations pour la poursuite des analyses.

Recommandation 1

Évaluer les options de prolongement de l'antenne nord du projet structurant de l'est de Montréal (PSE) vers Rivière-des-Prairies, Laval et Lanaudière

L'achalandage additionnel généré d'ici 2036 par un prolongement de deux stations dans le quartier de Rivière-des-Prairies s'avère significatif, soit 3 900 usagers en période de pointe du matin ; l'achalandage additionnel estimé par les deux scénarios de prolongement à Laval est moins important, environ 2 000 usagers si la station terminale est dans le quartier Saint-François ; l'analyse d'un prolongement de l'antenne nord a mis en lumière le potentiel de joindre certains secteurs urbanisés de Lanaudière, dont Terrebonne et Mascouche.

- 1.1 Raffiner les analyses et la modélisation de l'achalandage prévu, en tenant compte des réseaux de rabattement proposés par les organismes publics de transport en commun (OPTC) dans les secteurs desservis et de la croissance de la population et des emplois au cours des prochaines années dans les exercices d'ensemencement ;
- 1.2 Réaliser des analyses techniques sommaires de faisabilité afin de déterminer les enjeux liés au prolongement ;
- 1.3 Documenter le développement urbain planifié officiellement par les administrations municipales afin de déterminer le potentiel d'achalandage associé à ce développement ;
- 1.4 Poursuivre l'évaluation des coûts préliminaires des prolongements par segment et ce, de façon distinctive.

Recommandation 2

Évaluer les options de prolongement de l'antenne est du projet structurant de l'est de Montréal (PSE) vers Repentigny-Lanaudière

L'évaluation du prolongement vers Lanaudière nécessite certaines évaluations des contraintes physiques et environnementales telles que les impacts potentiels sur des espaces naturels aux abords des rivières traversées, l'impossibilité de partager l'emprise ferroviaire exploitée par le Canadien National avec un mode de métro léger et la nécessité de construire un nouveau pont dédié au PSE pour franchir la rivière des Prairies par la création d'emprises dédiées.

- 2.1 Évaluer deux options :
 - a. L'optimisation et l'amélioration (ajouts de départs) de la ligne de train exo5 dans sa forme actuelle et l'évaluation d'un prolongement vers le secteur sud de Repentigny ;
 - b. La conversion et l'intégration de la ligne de train exo5 au PSE.
- 2.2 Réaliser des analyses techniques sommaires de faisabilité afin d'identifier les enjeux liés aux prolongements ;

- 2.3 Documenter le développement urbain planifié officiellement par les administrations municipales afin de déterminer le potentiel d'achalandage associé à ce développement ;
- 2.4 Poursuivre l'évaluation des coûts préliminaires des prolongements et de l'optimisation de la ligne exo5 par segment et ce, de façon distinctive.

Recommandation 3

Évaluer les options du projet structurant de l'est de Montréal dans le secteur de Mercier pour une meilleure insertion urbaine

Le projet nécessite une attention particulière dans le secteur de Mercier. L'insertion urbaine et architecturale et l'acceptabilité sociale demeurent au cœur des préoccupations exprimées par les citoyens. L'analyse des enjeux techniques a conduit le groupe de travail à ne pas retenir l'option en voie aérienne dans Mercier. Seule l'option en mode souterrain permettrait d'assurer une insertion urbaine adéquate.

- 3.1 Ne pas retenir une desserte en structure aérienne dans le secteur de Mercier-Est compte tenu des enjeux majeurs d'insertion urbaine et techniques ;
- 3.2 Desservir complètement ou partiellement en tunnel dans le secteur de Mercier, selon deux tracés à évaluer :
 - a. Raccordement à la station Assomption sans passer par la station Honoré-Beaugrand ;
 - b. Raccordement à la station Honoré-Beaugrand et par la suite à la station Assomption.
- 3.3 Réaliser des analyses techniques sommaires de faisabilité afin d'identifier les enjeux liés aux deux tracés ;
- 3.4 Évaluer les coûts préliminaires selon les deux tracés, et ce, de façon distinctive.

Recommandation 4

Déterminer les arrimages au métro du projet structurant de l'est de Montréal (PSE)

Le projet de base à l'étude envisage la possibilité de relier les deux antennes du projet à la station de métro Assomption et l'antenne de Lacordaire au prolongement de la ligne bleue. Un raccordement de l'antenne de Sherbrooke Est à la station Honoré-Beaugrand est également étudié dans certains scénarios. Les analyses doivent évaluer les effets sur le point de charge maximale de la ligne verte du métro.

- 4.1 Analyser des concepts d'interconnexion aux stations de correspondance entre le métro et le PSE de manière à faciliter les déplacements des usagers ;
- 4.2 Poursuivre, en coordination avec la Société de transport de Montréal (STM), les améliorations à apporter à la ligne verte et aux stations de correspondance existantes du métro en fonction des volumes d'achalandage projetés ;
- 4.3 Réaliser des analyses techniques sommaires de faisabilité afin d'identifier les enjeux et interventions pour soutenir l'évolution de l'achalandage ;
- 4.4 Évaluer les coûts préliminaires d'arrimage du PSE au métro et des améliorations à la ligne verte et aux stations de correspondance.

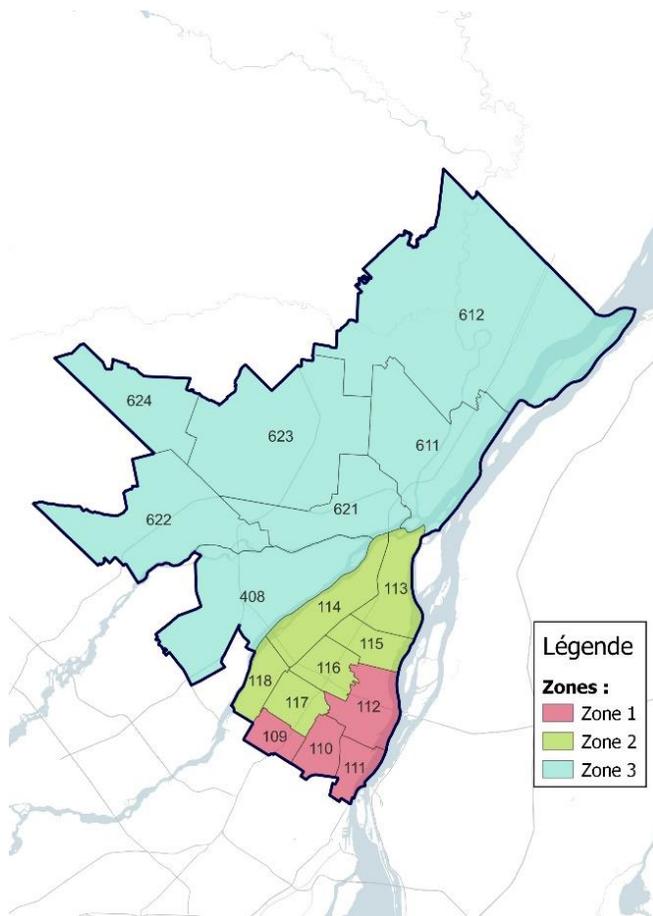
5. L'analyse de la mobilité

Cette section présente les faits saillants de l'analyse des déplacements dans l'est de Montréal et dans la couronne nord-est, sur la base des données ajustées de l'enquête origine-destination (OD) effectuée par l'ARTM en 2018. Une analyse complémentaire est présentée à l'annexe 1.

5.1 La zone d'étude et ses caractéristiques

La zone d'étude pour l'implantation du projet, telle qu'illustrée dans la Figure 5, est située dans l'est de l'île de Montréal et le nord-est de la région métropolitaine. La zone est composée de différents secteurs municipaux établis selon le découpage utilisé par l'enquête origine-destination.

Figure 5. Les trois principales zones regroupées de la zone d'étude des secteurs de l'enquête OD (2018)



Source : ARTM - Enquête origine-destination 2018.

Une comparaison entre la zone d'étude et l'ensemble du territoire de l'ARTM démontre que la proportion des déplacements en transport collectif est assez semblable, en période de pointe du matin (PPAM) et sur 24 heures. Elle se distingue par une utilisation un peu plus élevée du transport collectif, sur 24 heures, dans la zone d'étude (20 %) que dans tout le territoire de l'ARTM (17 %).

La distinction se situe plutôt entre les différents secteurs de la zone d'étude qui présentent des comportements de mobilité (ici indiqués selon la période de pointe du matin) et des contextes de densité résidentielle différents, selon 3 zones :

Dans la zone 1 (Saint-Michel, Rosemont, Sud-Est et Mercier) - **5 650 hab/km²**:

- 35 % des déplacements se font en transport collectif et 20 % en modes actifs ;
- 45 % des déplacements sont effectués en automobile exclusivement.

Dans la zone 2 (Pointe-aux-Trembles, Rivière-des-Prairies, Montréal-Est, Anjou, Saint-Léonard, Montréal-Nord) - **3 014 hab/km²** :

- 29 % des déplacements se font en transport collectif et 11 % en modes actifs ;
- 61 % exclusivement en automobile.

Dans la zone 3 (Saint-François-Laval, Repentigny-Charlemagne, L'Assomption-Saint-Sulpice, Terrebonne, Mascouche) - **504 hab/km²** (zone agricole importante) :

- 11 % des déplacements se font en transport collectif et 7 % en modes actifs ;
- 82 % des déplacements sont réalisés exclusivement en automobile.

Les modes de transport utilisés dans les trois secteurs de la zone d'étude varient substantiellement selon le secteur d'origine. Plus l'on se rapproche du centre-ville et du centre de l'agglomération de Montréal, plus les modes collectifs et actifs gagnent en utilisation aux dépens de l'automobile. En plus de la différence de densité résidentielle, un des facteurs déterminant les choix modaux des résidents du secteur d'étude est la distance à parcourir entre l'origine et la destination : plus la distance à parcourir est longue, plus l'automobile sera choisie comme mode de déplacement.

La densité d'emplois suit la même tendance; il en découle des différences marquées en matière d'accessibilité à ces emplois en transport collectif. Les résidents des secteurs centraux ont une accessibilité beaucoup plus grande à des emplois en transport collectif que ceux résidant hors de l'île de Montréal, compte tenu de la densité d'emplois et de la densité résidentielle de ces différents secteurs.

5.2 Le portrait des déplacements

En période de pointe du matin (PPAM), 452 500 déplacements, tous modes, ont comme origine la zone d'étude. Un total de 280 000 déplacements, soit 62 %, sont effectués en voiture et 115 000 en transport collectif, soit 25 % de tous les déplacements.

L'analyse spatiale **des déplacements tous modes** effectués, depuis la zone d'étude, révèle des destinations dominantes (voir le tableau 1) :

- 60 % de tous les déplacements, soit 270 000, se font à l'intérieur de la zone d'étude ; 68 % de ces déplacements se font en automobile, alors que seulement 13 % se font en transport collectif;

- 14 % (61 300) se dirigent vers le centre de l'île de Montréal, qui utilisent de façon équivalente l'automobile (49 %) ou le transport collectif (45 %) ;
- 13 % des déplacements se font vers le centre-ville (58 000), dont 76 % (44 200) en transport collectif ;
- 14 % se font vers d'autres secteurs de la région métropolitaine en très forte majorité en automobile (87 %).

L'analyse spatiale des 115 000 **déplacements en transport collectif** depuis la zone d'étude (voir le tableau 2) révèle que :

- 38 % de tous les déplacements en transport collectif depuis la zone d'étude (44 200) se dirigent vers le centre-ville ;
- 31 % des déplacements en transport collectif depuis la zone d'étude (36 000) se font au sein même de la zone d'étude ; ils ne représentent toutefois que 13 % de tous les déplacements au sein de la zone d'étude.

Les analyses réalisées par l'ARTM à partir de l'enquête origine-destination de 2018 montrent que le choix modal est fortement influencé par le temps de déplacement de chaque usager, surtout en comparaison du temps requis pour un même déplacement en automobile. Sans surprise, on constate que meilleur est le temps de déplacement en transport collectif comparativement à l'automobile, plus grande est la part modale du transport collectif.

Tableau 1. Déplacements totaux en période de pointe du matin depuis la zone d'étude. Enquête origine-destination 2018

Destinations des déplacements depuis la zone d'étude	Nombre et proportion	Part modale des déplacements par secteur de destination		
		TRANSPORT COLLECTIF	AUTO	MODES ACTIFS
Centre-ville	58 000 13 %	76 %	20 %	4 %
Centre de l'île, autre que le centre-ville	61 300 14 %	45 %	49 %	7 %
Zone d'étude	270 000 60 %	13 %	68 %	19 %
Autres	63 400 14 %	12 %	87 %	1 %
Total	452 500 100 %	25 %	62 %	13 %

Note : Les sommes des pourcentages peuvent être différentes de 100 en raison des arrondis.

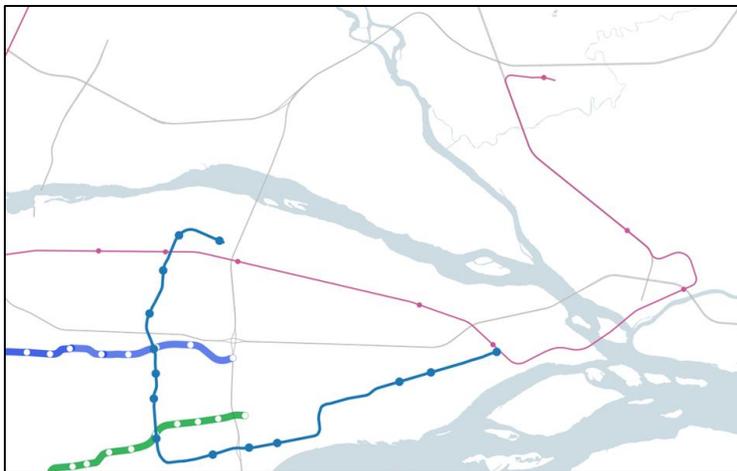
Tableau 2. Déplacements en transport collectif en période de pointe du matin depuis la zone d'étude. Enquête origine-destination 2018.

Destinations des déplacements depuis la zone d'étude	TRANSPORT COLLECTIF Nombre et proportion
Centre-ville	44 200 38 %
Centre de l'île, autre que le centre-ville	27 400 24 %
Zone d'étude	36 000 31 %
Autres	7 700 7 %
Total	115 200 100 %

5.3 L'analyse de l'achalandage estimé du projet étudié

Le projet analysé prend appui sur sa désignation statuée dans le mandat transmis par le gouvernement du Québec et la Ville de Montréal. Ce projet, d'une longueur de 22 km, est composé des antennes est vers Pointe-aux-Trembles et nord vers le cégep Marie-Victorin, depuis la station Assomption.

Figure 6. Tracé du projet étudié



L'estimation de l'achalandage du projet étudié⁹

- Un achalandage de 18 800 passagers, en période de pointe du matin, soit 3 heures (entre 06 h et 08 h 59);
- Une charge maximale d'une heure¹⁰ sur l'antenne nord de 2 900 passagers/heure depuis le cégep Marie-Victorin et de 1 900 passagers/heure vers le cégep Marie-Victorin;
- Une charge maximale, sur l'antenne est, de 4 700 passagers/heure depuis Pointe-aux-Trembles et de 600 passagers/heure vers Pointe-aux-Trembles ;
- Un transfert modal (auto vers transport collectif) de 19 % des usagers, en tenant compte de la proposition de CDPQ Infra d'implanter 2 000 cases dans trois stationnements incitatifs;
- Le temps de déplacement des usagers du transport collectif qui empruntent le projet diminue en moyenne de 9 minutes par rapport à la situation actuelle.

L'impact du projet étudié sur la ligne verte du métro

La charge maximale simulée sur la ligne verte en direction de la station Angrignon est enregistrée sur le tronçon entre les stations Beaudry et Berri-UQAM. L'analyse du projet montre que celui-ci engendre une augmentation d'environ 4 000 passagers à l'heure de pointe (période d'une heure) à cet endroit, soit un surplus de 10 % en comparaison de la situation en 2018¹¹.

Par ailleurs, la station Assomption deviendrait une station de correspondance importante entre le projet étudié et la ligne verte du métro. Le nombre de passagers en pointe du matin (période de trois heures) à cette station augmenterait ainsi de 2 500 à 18 000 ; ces éléments seront pris en compte dans l'analyse de l'arrimage du projet au réseau du métro (voir la section 7).

L'estimation des montées et des descentes dans les stations du projet de référence

Parmi les usagers qui monteraient dans l'antenne nord, soit dans l'axe du boulevard Lacordaire depuis le cégep Marie-Victorin :

- 34 % des usagers emprunteraient l'antenne nord pour se déplacer dans des secteurs avoisinants (21 %) ou pour emprunter la ligne bleue (13 %) ;
- 53 % emprunteraient ensuite la ligne verte ;
- 7 % se dirigeraient vers l'antenne est du projet.

Parmi les usagers qui monteraient dans l'antenne est, soit dans l'axe de la rue Sherbrooke Est depuis Pointe-aux-Trembles :

- 60 % emprunteraient ensuite la ligne verte du métro ;
- 32 % se dirigeraient vers l'antenne nord, dans l'axe de Lacordaire, répartis entre la correspondance à la ligne bleue (17 %) et les autres stations de l'antenne (15 %) ;

⁹ Voir les éléments méthodologiques de l'estimation de l'achalandage dans l'encadré de la page suivante.

¹⁰ La charge maximale d'un réseau de transport collectif est désignée par le nombre de passagers sur le tronçon le plus achalandé durant l'heure de pointe (1 heure) dans une direction, ce qui aide à déterminer la capacité nécessaire du mode de transport pour répondre à la demande.

¹¹ Cet objet est étudié par la Société de transport de Montréal (STM) en fonction d'un mandat spécifique attribué par le ministère des Transports et de la Mobilité durable (voir la section 7 de ce rapport).

- Finalement 4 % utiliseraient cet axe pour un déplacement dans les secteurs avoisinant l'antenne est.

Les éléments méthodologiques de l'évaluation de l'achalandage du projet étudié

Les prévisions préliminaires d'achalandage du projet étudié ont été établies selon l'horizon de 2036 en période de pointe du matin (entre 6 h 00 et 08 h 59), en tenant compte des éléments suivants :

- Les caractéristiques opérationnelles présentées par CDPQ Infra : passages aux 4 minutes et vitesse moyenne de 40 km/h ;
- La performance de la ligne verte du métro est améliorée afin de simuler une plus grande capacité ;
- Les projets d'infrastructures de transport collectif sont intégrés au modèle de simulation : SRB Pie-IX, REM (en construction) et prolongement de la ligne bleue ;
- Le transfert modal des automobilistes au transport en commun est pris en compte dans l'évaluation ;
- L'analyse ne considère pas les éventuels projets immobiliers non confirmés.

Le modèle prévisionnel intérimaire de demande en déplacements, développé par l'ARTM, permet la prise en compte des effets de la pandémie de COVID-19 sur l'achalandage du transport en commun et du rattrapage de cet achalandage au cours des prochaines années. La base de départ est le fichier de demande de l'enquête origine-destination réalisée à l'automne 2018, réajustée aux comptages réels de 2022.

6. L'analyse des scénarios

Le groupe de travail a évalué des options de scénarios du projet étudié, en vertu du mandat et des recommandations du rapport intermédiaire. Dix scénarios (présentés succinctement dans les pages qui suivent) ont été retenus et analysés, regroupés en quatre groupes principaux :

- Le scénario du projet étudié et ses options ;
- Les scénarios de prolongement de l'antenne nord ;
- Le scénario du prolongement de l'antenne est ;
- Les scénarios combinés de prolongement des antennes nord et est.

6.1 Les principales caractéristiques des scénarios analysés

Pour chacun des dix scénarios, sont présentées les caractéristiques suivantes :

- La longueur du tracé ;
- Les données relatives à la mobilité :
 - L'achalandage de la période de pointe du matin (PPAM) de 3 heures (entre 06 h et 08 h 59), estimé en 2036 ;
 - Le nombre de passagers/km ;
 - La charge maximale, en nombre de passagers, sur le tronçon le plus achalandé durant l'heure de pointe (1 heure) dans une direction ; l'analyse a tenu compte des directions les plus achalandées des antennes étudiées, soit :
 - L'antenne nord en direction sud ;
 - L'antenne est en direction ouest ;
- Le transfert modal estimé de l'automobile vers le transport collectif.

L'évaluation des coûts a été établie selon les indications de la Directive sur la gestion projets majeurs d'infrastructure publique¹². Les coûts évalués comprennent :

- Les coûts indirects ;
- La contingence d'estimation et de réalisation (classe 10) ;
La provision pour risques (50 %) ;
- L'indexation et l'actualisation des prix (30 %) ;
- Les frais de financement (10 %) ;
- Les pertes fiscales (5 %).

Les coûts d'acquisition des terrains n'ont pas été intégrés puisque cette analyse est exclue du mandat confié au groupe de travail. Il en va de même pour les éventuelles redevances immobilières.

¹²https://www.tresor.gouv.qc.ca/fileadmin/PDF/infrastructures_publicques/directive_gestion_projets_majeurs.pdf

La méthodologie et le choix de la classe d'estimation s'appuient sur les normes de l'*Association for the Advancement of Cost Engineering* (AACE), guide reconnu internationalement en matière d'évaluation des coûts.

L'évaluation des coûts du PSE s'inscrit dans un contexte d'estimation de classe 10, selon les critères de l'AACE :

- La construction sera terminée dans un horizon de 10 ans ou plus ;
- Le projet est exposé à des risques et des changements majeurs selon le contexte économique, politique, technologique, environnemental ou l'acceptabilité sociale, la disponibilité des ressources et de la main-d'œuvre ou de l'énergie ;
- Il s'agit d'un projet public d'envergure ;
- Le niveau de conception est encore préliminaire et la portée du projet est grandement susceptible de changer.

Malgré le fait que les estimations de classe 10 soient nécessaires afin d'établir de façon préliminaire les besoins en capitaux et la faisabilité de projets d'envergure, des estimations subséquentes de classe 5 à 2 devront être réalisées à différents points clés de l'avancement du projet dans les mois et les années à venir. Le niveau de précision de ces estimations sera raffiné en fonction du niveau de maturité du projet.

De ce fait, l'AACE met en garde contre le biais d'ancrage des premières estimations qui perdurent dans le temps dans l'opinion publique et les institutions, malgré leur degré important d'imprécision de départ et ce, jusqu'à la fin du projet.

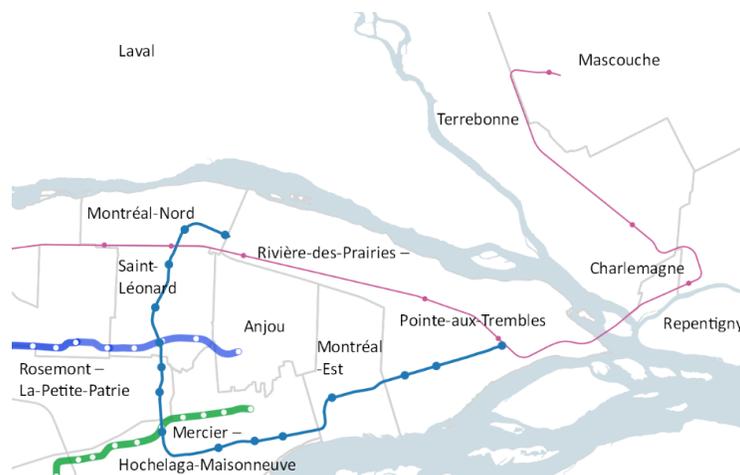
La méthodologie de l'évaluation des coûts est présentée de façon plus détaillée à l'annexe 2.

Le scénario du projet étudié et ses options¹³

Scénario 1.1 - Le projet étudié (à titre de référence seulement)

Ce scénario correspond au projet étudié qui comprend l'antenne nord, en tunnel, entre le cégep Marie-Victorin (dans l'axe du boul. Lacordaire) et la station Assomption et l'antenne est, en voie aérienne, depuis la station Assomption vers Pointe-aux-Trembles (dans l'axe de la rue Sherbrooke Est). Ce scénario n'a pas été retenu à la suite de l'analyse préliminaire compte tenu des enjeux d'insertion urbaine dans Mercier-Est.

Longueur	22 km
Achalandage PPAM 2036 (3h)	18 800
Passagers / km PPAM	855
Charge maximale (1h)	
Antenne nord (dir. sud)	2 850
Antenne est (dir. ouest)	4 700
Transfert modal estimé ¹⁴	19 %
Coût estimé	21,2 G\$

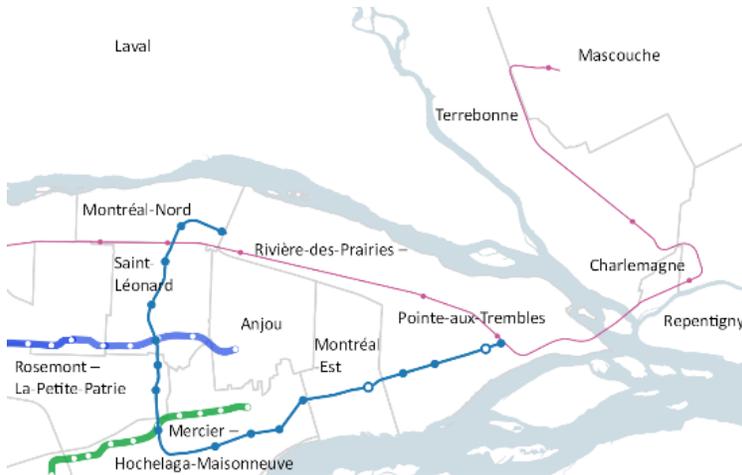


¹³ Les données sur l'achalandage ne tiennent pas compte de deux stations potentielles sur l'antenne est, Montréal-Est et De La Rousselière; cependant, l'estimation des coûts inclut ces deux stations potentielles.

¹⁴ Proportion de l'achalandage du scénario provenant du transfert modal.

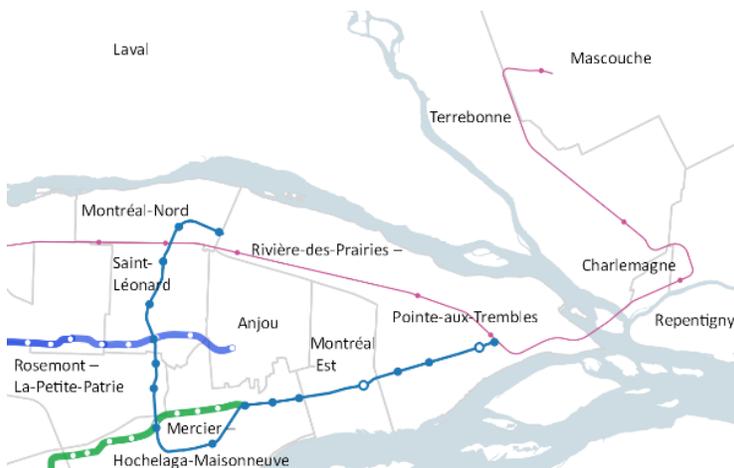
Scénario 1.2 - Scénario avec l'antenne est en tunnel dans l'axe d'Hochelaga et raccordement à Sherbrooke Est/Taillon

Longueur	21,5 km
Achalandage PPAM 2036 (3h)	19 300
Passagers / km PPAM	900
Charge maximale (1h)	
Antenne nord (dir. sud)	3 000
Antenne est (dir. ouest)	4 800
Transfert modal estimé	19 %
Coût estimé	22,8 G\$



Scénario 1.3 - Scénario avec l'antenne est en tunnel dans l'axe d'Hochelaga et raccordement à la station Honoré-Beaugrand

Longueur	21,5 km
Achalandage PPAM 2036 (3h)	19 300
Passagers / km PPAM	900
Charge maximale (1h)	
Antenne nord (dir. sud)	3 150
Antenne est (dir. ouest)	4 400
Transfert modal estimé	19 %
Coût estimé	22,8 G\$



Les scénarios de prolongement de l'antenne nord

Scénario 2.1 - Scénario avec prolongement de l'antenne nord à Rivière-des-Prairies (2 stations)

Longueur	26 km
Achalandage PPAM 2036 (3h)	22 700
Passagers / km PPAM	875
Charge maximale (1h)	
Antenne nord (dir. sud)	4 200
Antenne est (dir. ouest)	4 750
Transfert modal estimé	22 %
Coût estimé	27 G\$



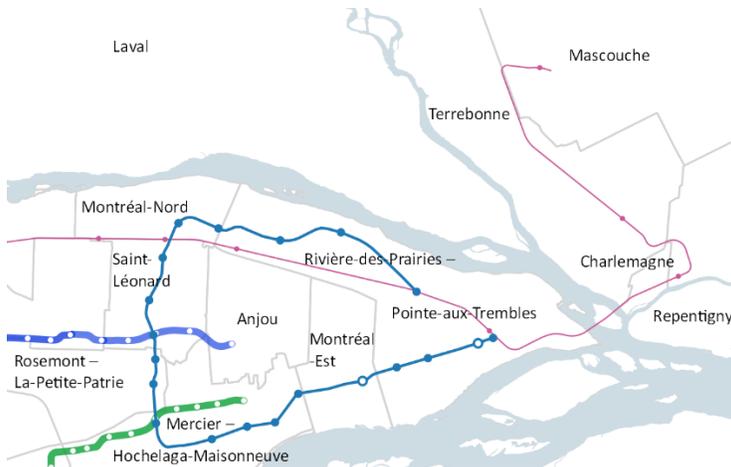
Scénario 2.2 – Scénario avec prolongement de l'antenne nord à Rivière-des-Prairies et Saint-François de Laval

Longueur	28,5 km
Achalandage PPAM 2036 (3h)	24 700
Passagers / km PPAM	865
Charge maximale (1h)	
Antenne nord (dir. sud)	4 800
Antenne est (dir. ouest)	4 900
Transfert modal estimé	22 %
Coût estimé	29,7 G\$



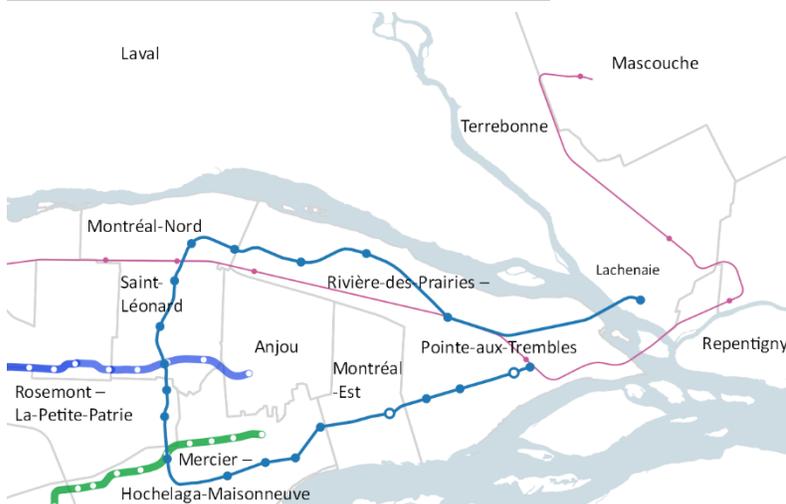
Scénario 2.3 - Scénario avec prolongement de l'antenne nord à Rivière-des-Prairies (3 stations)

Longueur	29,5 km
Achalandage PPAM 2036 (3h)	23 600
Passagers / km PPAM	800
Charge maximale (1h)	
Antenne nord (dir. sud)	4 350
Antenne est (dir. ouest)	4 750
Transfert modal estimé	22 %
Coût estimé	30 G\$



Scénario 2.4 - Scénario avec prolongement de l'antenne nord à Rivière-des-Prairies et Lachenaie

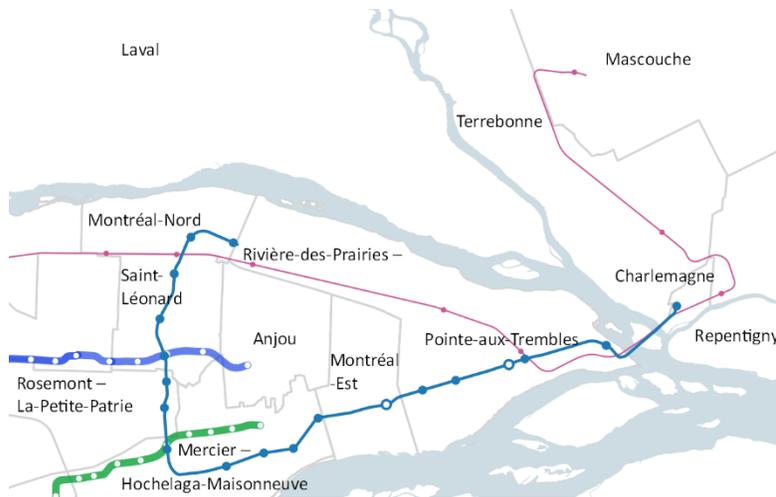
Longueur	36 km
Achalandage PPAM 2036 (3h)	26 350
Passagers / km PPAM	730
Charge maximale (1h)	
Antenne nord (dir. sud)	5 700
Antenne est (dir ouest)	4 350
Transfert modal estimé	25 %
Coût estimé	34,8 G\$



Le scénario de prolongement de l'antenne est

Scénario 3.1 - Scénario avec prolongement de l'antenne est à Charlemagne

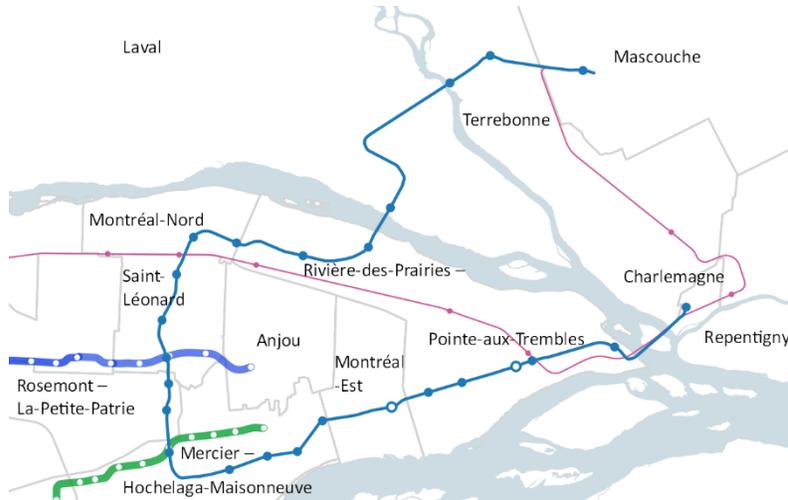
Longueur	27 km
Achalandage PPAM 2036 (3h)	23 600
Passagers / km PPAM	870
Charge maximale (1h)	
Antenne nord (dir. sud)	2 850
Antenne est (dir. ouest)	5 850
Transfert modal estimé	21 %
Coût estimé	26,9 G\$



Les scénarios combinés de prolongement des antennes nord et est

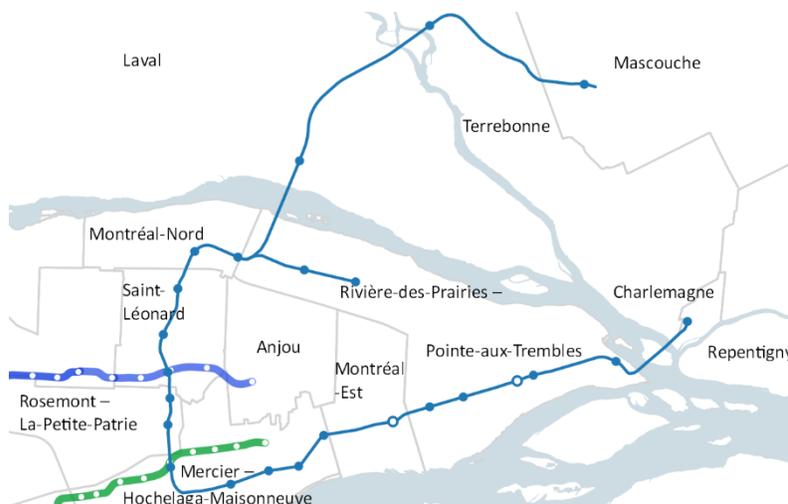
Scénario 4.1 - Scénario avec prolongements de l'antenne nord à Mascouche et de l'antenne est à Charlemagne

Longueur	43 km
Achalandage PPAM 2036 (3h)	29 700
Passagers / km PPAM	690
Charge maximale (1h)	
Antenne nord (dir. sud)	6 400
Antenne est (dir. ouest)	5 200
Transfert modal estimé ¹	28 %
Coût estimé	39,9 G\$



Scénario 4.2 - Scénario avec prolongements de l'antenne nord en deux branches, à Rivière-des-Prairies (2 stations) et à Mascouche, et de l'antenne est à Charlemagne

Longueur	47,5 km
Achalandage PPAM 2036 (3h)	30 900
Passagers / km PPAM	650
Charge maximale (1h)	
Antenne nord (dir. sud)	6 500
Antenne est (dir. ouest)	5 850
Transfert modal estimé ¹	24 %
Coût estimé	42,9 G\$



6.2 L'analyse des données de mobilité des scénarios

Les principaux constats sur l'achalandage estimé

Les scénarios 1.2 et 1.3, soit ceux qui desservent l'est de Montréal sans prolongement hors de l'île de Montréal, démontrent que les axes déterminés par le projet répondent aux besoins de déplacements des résidents de l'est de Montréal. Ils présentent des résultats similaires : un achalandage de 19 300 passagers en pointe du matin, sur un tracé de 21,5 km, soit 900 pass/km¹⁵.

Le scénario 2.1, soit le prolongement vers Rivière-des-Prairies avec seulement deux stations (un prolongement 4,5 km), connaît un achalandage supplémentaire estimé de 3 700 passagers, en comparaison des scénarios 1.2 et 1.3, avec 875 pass/km.

Le prolongement vers Saint-François de Laval (scénario 2.2) présente un accroissement additionnel d'environ 2 000 passagers au scénario 2.1 sur un tracé de 2,5 km plus long pour un total de 28,5 km, soit 865 pass/km.

Le scénario 2.3, soit le prolongement vers Rivière-des-Prairies avec trois stations, présente en contrepartie un accroissement de seulement 900 passagers totaux de plus que le scénario 2.1 pour un tracé de 3,5 km de plus et un tracé total de 29,5 km, soit 800 pass/km pour l'ensemble du tracé.

Le scénario 2.4, qui prolonge le tracé du scénario précédent de 6,6 km pour un achalandage additionnel de 2 750 passagers, représente un tracé de 36 km au total, soit 730 pass/km.

Le scénario 3.1, soit un prolongement de 5,5 km de l'antenne est vers Charlemagne, génère un achalandage supplémentaire estimé de 4 300 passagers en comparaison des scénarios 1.2 et 1.3 ; son tracé est de 27 km, ce qui représente 870 pass/km.

Les scénarios 4.1 et 4.2 proposent des prolongements de l'antenne nord jusqu'à Terrebonne et Mascouche et de l'antenne est à Charlemagne. Les deux prolongements proposés vers Terrebonne et Mascouche représentent toutefois un accroissement de seulement 700 passagers pour le scénario 4.1 (et un tracé supplémentaire de 9 km) et de 1 900 passagers pour le scénario 4.2 (et un tracé supplémentaire de 12 km) ; l'achalandage global des scénarios 4.1 et 4.2 est estimé à environ 30 000 passagers, incluant l'apport des divers tronçons de ces scénarios ; ils ont cependant la plus faible proportion d'achalandage par kilomètre (\pm 650 pass/km), puisqu'ils ont des tracés totaux de 43 et 48 km respectivement.

Les effets sur le transfert modal de l'automobile vers le transport collectif

Les scénarios qui ne touchent que l'île de Montréal génèrent un transfert modal de l'automobile vers le transport collectif qui varie entre 17 et 22 %. Les scénarios avec

¹⁵ À titre de comparaison, le nombre estimé de passagers au kilomètre (pass/km), en période de pointe du matin (PPAM), du prolongement de la ligne bleue du métro est 3 500 pass/km, celui du SRB Pie-IX est 1 500 pass/km et celui du REM en construction, estimé avant la pandémie de COVID, est 938 pass/km.

prolongements vers Lanaudière génèrent un transfert modal supérieur variant entre 24 % et 28 %.

Les gains de temps moyens évalués pour l'ensemble des scénarios sont de l'ordre de 8 à 9 minutes pour les déplacements en transport collectif comparativement à la situation évaluée en 2018 par l'enquête O-D. Les gains de temps sont plus élevés pour les usagers en provenance de Lanaudière et plus faibles pour ceux de l'île de Montréal.

L'estimation de la charge maximale des antennes

Rappelons que la charge maximale d'un axe de transport collectif est désignée par le nombre de passagers sur le tronçon le plus achalandé durant la période de pointe du matin (3 heures) ou durant l'heure de pointe dans une direction.

L'estimation de la charge maximale des scénarios a été établie, pour les fins d'analyse des scénarios, pour l'heure la plus achalandée pendant la période de pointe du matin, dans les deux directions. Conséquemment, compte tenu des patrons des déplacements, les charges les plus élevées sont celles de l'antenne nord (Lacordaire) vers le sud et de l'antenne est (Sherbrooke Est) vers l'ouest.

Pour les scénarios sans prolongement (1.2 et 1.3), la charge maximale est estimée à environ 3 000 passagers/h sur l'antenne nord et à 4 600 passagers/h en moyenne sur l'antenne est.

Dans le cas des scénarios 2.1 et 2.3, avec prolongement vers Rivière-des-Prairies seulement, la charge maximale est estimée à environ 4 300 passagers/h sur l'antenne nord et à 4 750 passagers/h sur l'antenne est. Le prolongement vers Laval (scénario 2.2) augmente la charge sur l'antenne nord de plus de 400 passagers/h. Le scénario avec un prolongement de l'antenne nord jusqu'à Lachenaie (2.4) augmente la charge d'un peu moins de 1 000 passagers/h sur cette antenne.

Le scénario de prolongement vers Charlemagne (scénario 3.1) voit augmenter la charge maximale de plus de 1 000 passagers/h sur l'antenne est, soit une charge de 5 850 passagers/h, ce qui se reflète également dans les scénarios des prolongements vers Charlemagne et Mascouche (scénarios 4.1 et 4.2) ; dans ces deux derniers scénarios la charge maximale augmente de 1 500 passagers/h supplémentaires sur l'antenne nord, pour un total d'environ 6 500 passagers/h.

La provenance des usagers

Comme l'illustre la Figure 7, pour l'ensemble des scénarios évalués, la part la plus importante de l'achalandage provient de l'est de Montréal et du centre de Montréal. Ces deux secteurs représentent minimalement 66 % de l'achalandage dans tous les scénarios évalués.

Les scénarios 4.1 et 4.2, avec un prolongement de l'antenne nord à Rivière-des-Prairies et Mascouche, attirent une part significative des personnes de Terrebonne et de Mascouche, soit environ 15 % du total de l'achalandage.

Les déplacements en provenance de Laval est au plus de 2 000 personnes, soit 8 % de l'achalandage total évalué pour le scénario 2.2, avec prolongement vers Rivière-des-Prairies et Saint-François de Laval.

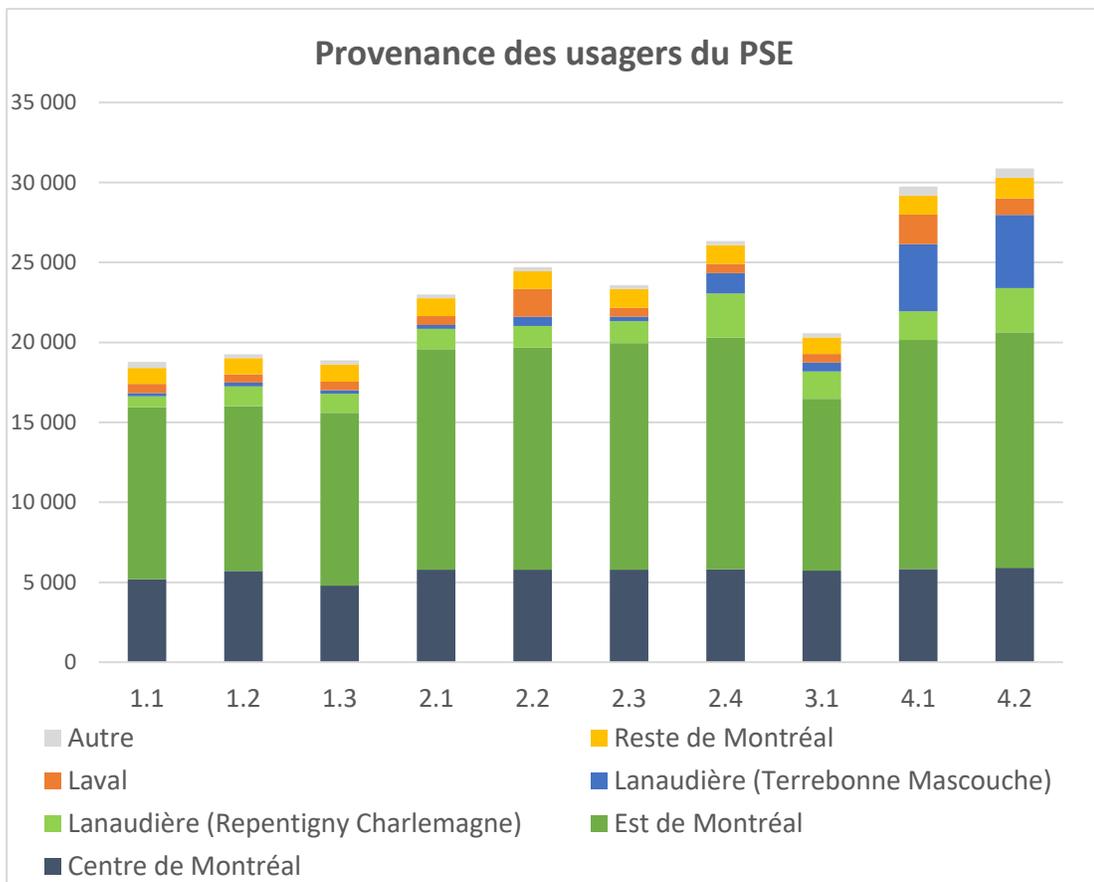
Des estimations préliminaires et sujettes à révision

Les données et les estimations d'achalandage présentées sont préliminaires et sujettes à révision pour les raisons suivantes :

- La définition du projet et ses caractéristiques sont encore sommaires ;
- Les hypothèses posées sont générales, notamment pour les correspondances avec le réseau d'autobus ;
- Il n'y a pas eu d'optimisation ou d'étape de rétroaction pour la conception des réseaux ;
- L'échéance serrée de l'analyse n'a pas permis de conduire une validation complète des résultats produits par le modèle, ce qui implique une augmentation de la marge d'erreur des résultats ;
- Seul l'achalandage moyen en période de pointe du matin est évalué pour estimer les bénéfices ;
- Il existe un niveau d'incertitude significatif concernant la croissance de l'achalandage dans les prochaines années, compte tenu des effets de la pandémie de COVID-19 sur l'évolution de l'achalandage ;
- Les prévisions de déplacements n'ont pas été ajustées pour prendre en compte une concentration de nouvelles activités et de logements autour des stations projetées.

Compte tenu des conditions signifiées, la précision des résultats se situe dans un ordre de grandeur de plus ou moins 20 %. Étant donné que les sources d'imprécision sont égales d'un scénario à l'autre, il est aussi jugé que l'analyse est valable pour une évaluation comparative de la performance des scénarios.

Figure 7. La provenance des usagers selon les scénarios évalués



6.3 L'analyse des enjeux de faisabilité technique des scénarios

L'analyse de la faisabilité technique des différents scénarios a été conduite sur la base des critères de conception des infrastructures et des stations du projet étudié, qui sont présentés dans la sous-section suivante (6.3.1). Ces critères ont notamment servi à évaluer les coûts de construction des infrastructures et des stations.

Sont ensuite présentés les contraintes et les différents enjeux de faisabilité de quelques tronçons du projet (6.3.2). Dans certains cas, des options de réponse à ces contraintes et ces enjeux ont aussi été analysées.

6.3.1 Les critères de conception des infrastructures et des stations

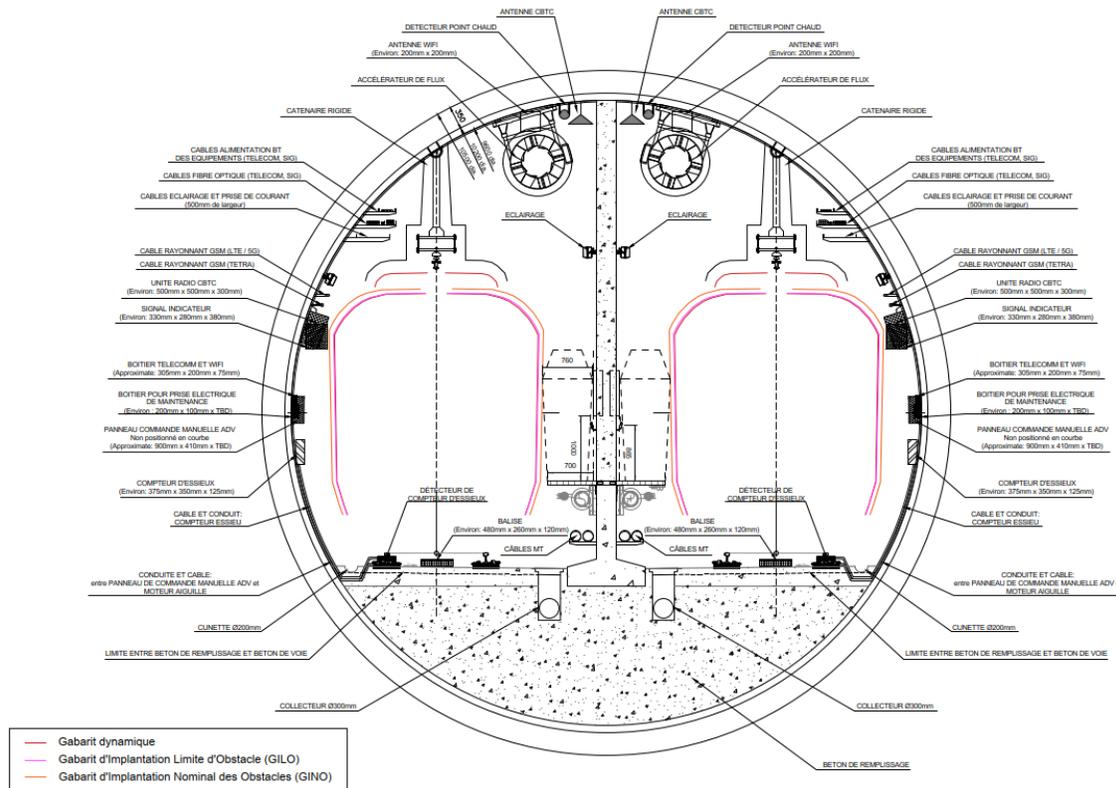
Les critères de conception des infrastructures et des stations sont en grande partie ceux retenus par CDPQ Infra pour le projet du REM de l'Est, similaires au REM en construction, soit l'implantation d'un métro léger automatisé sur rail, sur voies aériennes ou souterraines, composé de deux voitures, avec une vitesse commerciale moyenne de 40 km/h ; la capacité maximale est de 412 passagers (6 passagers/m²) par rame ou une capacité dite de confort de 300 passagers par rame (4 passagers/m²), utilisée pour les fins d'analyse du projet. Le garage et le centre d'entretien et d'exploitation (CEE) seraient localisés dans le secteur de Montréal-Est, à l'est de la carrière Lafarge, avec une capacité de 48 trains.

Certains ajustements aux critères de conception de CDPQ Infra ont été analysés et pris en considération, notamment en ce qui concerne l'ajout d'un mur au centre du tunnel, ce qui en augmente légèrement le diamètre, et l'ajout d'un escalier d'évacuation à un intervalle de 762 mètres entre les stations aériennes. Ces ajustements sont précisés dans la présentation des critères qui suit.

L'infrastructure souterraine

- L'aménagement de l'infrastructure souterraine se ferait à l'aide d'un tunnelier. Le projet de CDPQ Infra prévoyait un tunnel de 9,8 m de diamètre extérieur. Le tunnel analysé serait plutôt un tube d'un diamètre extérieur de 10,5 m avec un mur séparant les deux voies (voir Figure 8), avec des portes coulissantes situées à un intervalle de 244 m pour permettre l'évacuation des passagers en cas d'incendie dans la partie non enfumée du tunnel ; cette option a l'avantage d'éliminer les structures auxiliaires entre les stations pour y installer des sorties de secours ou des puits de ventilation ou des postes de redressement ;
- Le prolongement du tube du tunnel en station souterraine a aussi été considéré, isolant ainsi le tube du tunnel de la station elle-même afin de faciliter le désenfumage et de séparer la gestion de l'air de la station en cas d'incendie dans le tunnel ;
- De même, les résultats des analyses suggèrent que le profil en long du tunnel prévoient des points bas en station, avec postes de pompage pour l'évacuation des eaux afin d'éviter autant que possible des postes de pompage entre les stations.

Figure 8. Coupe type du tunnel d'un diamètre de 10,5 m, avec mur séparateur entre les deux voies



Source : Solution +

L'infrastructure aérienne

La structure aérienne prévue par le projet du REM de l'Est représente une construction de 16 mètres de hauteur ; le tablier de la structure se situe à 12 mètres au-dessus de la chaussée, surmonté du rail et du mur antibruit (ou écran acoustique) de 4 mètres, sur des piles déployées à une distance de 50 mètres entre chacune d'elles. La structure étudiée par le groupe de travail reprend ces éléments avec l'ajout d'un chemin d'évacuation entre les deux directions des trains, à la hauteur du plancher de ceux-ci, avec des escaliers d'évacuation localisés à un intervalle de 762 mètres entre les stations ; ceci a pour effet d'augmenter la largeur du tablier à 9,80 mètres et son épaisseur à 2,90 mètres pour les portées standards de 50 mètres.

Tout comme le proposait CDPQ Infra, les éléments architecturaux suivants sont aussi pris en compte :

- L'aménagement du caisson de la structure en forme de coque de béton ;
- L'installation d'un écran acoustique de près de 4 m de haut, prolongeant la forme de coque du caisson et faisant également œuvre de mur de retenue de la neige ;
- L'installation de supports des caténaires en forme d'arche arrondie, complétant la forme ovoïdale de l'ensemble de la structure.

Figure 9. Coupe type de la section de l'infrastructure aérienne

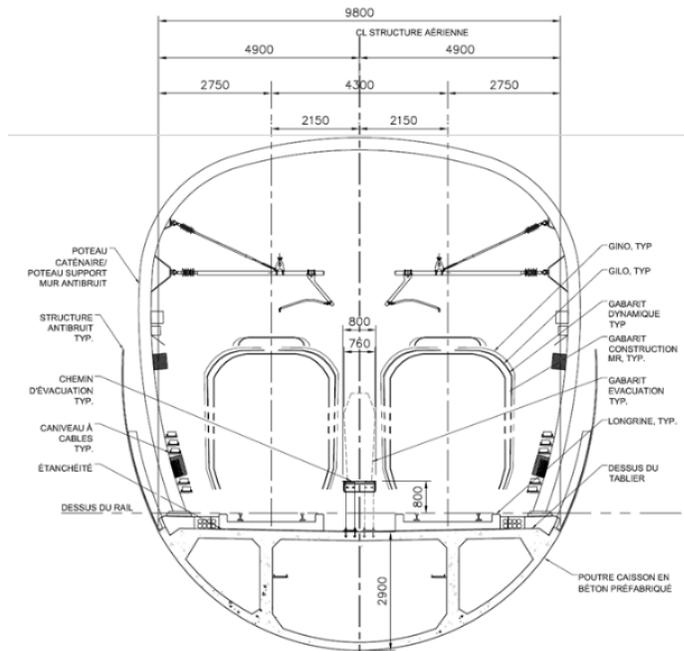


Figure 10. Vue de la structure aérienne



Les stations

Les caractéristiques principales des stations sont les suivantes :

- Le projet étudié prévoit l'aménagement d'un seul édicule par station ;
- Un seul type de station aérienne a été retenu (voir la Figure 11) ;
- Pour les stations souterraines, deux types sont envisagés : des stations avec un édicule latéral à l'un des quais ou des stations avec un édicule au-dessus des quais (voir les Figure 12 et Figure 13) ;
- La construction des stations souterraines en excavation selon la méthode de pieux sécants ;
- Le groupe de travail propose de doubler certains équipements dans les stations, comme les ascenseurs et les escaliers mécaniques, afin d'assurer la redondance et de faciliter le mouvement des passagers ;
- L'éclairage naturel des stations souterraines, jusqu'à la mezzanine ;
- L'aménagement d'une zone de perception séparée entre les installations du projet et celles du métro aux stations de correspondance, ce qui oblige à doubler les équipements de perception et de les situer dans les corridors de correspondance entre les deux systèmes.

Figure 11. Station aérienne type

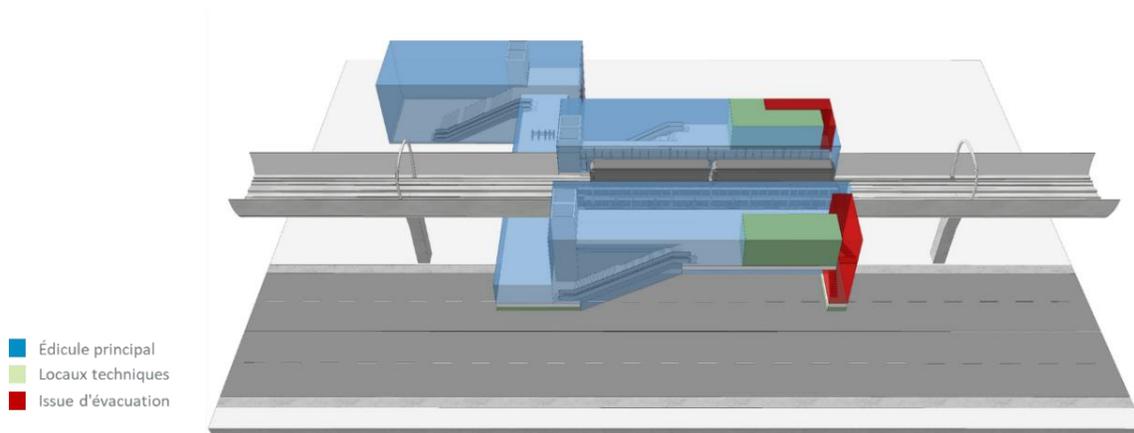


Figure 12. Station souterraine type / Édicule latéral à l'un des quais

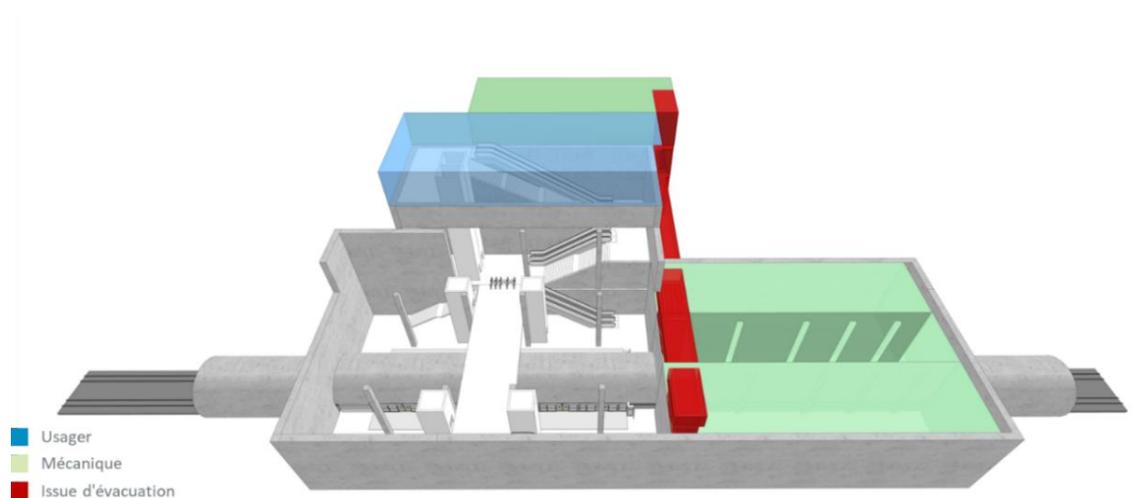
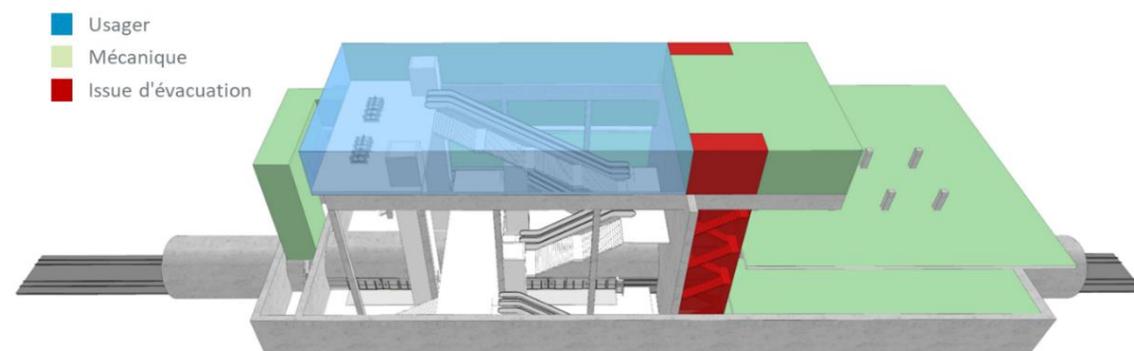


Figure 13. Station souterraine type / Édicule au-dessus des quais



6.3.2 Les enjeux techniques de certains tronçons du projet

Rappelons que le rapport intermédiaire du 26 janvier 2023 faisait état de constats sur des enjeux techniques. Dans le cadre du mandat du groupe de travail, une évaluation préliminaire a donc été menée pour évaluer ces contraintes et ces enjeux techniques du projet étudié, de même que la faisabilité technique des prolongements envisagés. L'analyse de faisabilité technique de construction du projet a aussi tenu compte des études conduites par CDPQ Infra.

Les enjeux techniques soulevés par le rapport intermédiaire sont les suivants (leur évaluation est présentée ci-après) :

- L'analyse de l'antenne nord, en voie souterraine, ne démontre pas d'enjeu majeur sur le plan technique. La qualité du roc permettrait la construction d'un tunnel sans trop de risques ;
- La relation difficile, à la station Assomption, entre le tronçon souterrain de l'antenne nord et la structure aérienne proposée par le projet étudié, dans le secteur de Mercier, au sud de l'intersection de la rue Sherbrooke Est et du boulevard L'Assomption ; l'analyse présentée ci-après soulève les enjeux techniques majeurs de l'interrelation entre la station aérienne du projet et la station de métro Assomption, de même que ceux de l'impact d'une trémie pour assurer le passage d'une voie souterraine à une voie aérienne ;
- Le projet étudié proposait une voie aérienne pour desservir le secteur de Mercier ; cette option avait suscité de vives oppositions de la population locale. Le rapport intermédiaire recommandait, en réponse à l'un des objets du mandat, de considérer le tronçon du projet dans le secteur de Mercier-Est en voie souterraine. Une évaluation technique préliminaire d'une voie souterraine partielle ou complète a donc été conduite à ce sujet dans le cadre du mandat et est présentée ci-après. Cette évaluation conclut, compte tenu des enjeux techniques majeurs, à l'enfouissement de la structure dans Mercier entre l'antenne nord, depuis la station Assomption jusqu'à son raccordement à la structure aérienne, dans l'axe de la rue Sherbrooke Est, ce qui répond également à l'enjeu d'insertion urbaine du projet dans le secteur de Mercier ;
- Si le tronçon du projet dans le secteur de Mercier est aménagé en voie souterraine, il faut envisager une trémie afin de relier la voie souterraine au tronçon prévu en voie aérienne dans l'axe de la rue Sherbrooke Est ; une évaluation technique préliminaire de cette trémie a été effectuée dans le cadre du mandat actuel ;
- L'infrastructure aérienne prévue dans l'axe de la rue Sherbrooke Est, dans le tronçon traversant Montréal-Est, présente des enjeux techniques ; il s'agit d'un secteur industriel lourd où se trouvent un certain nombre d'infrastructures, aériennes et souterraines, d'oléoducs et de gazoducs qui représenteraient des contraintes et des risques durant la construction du projet ;

- Des lignes de transport électrique de haute tension traversent la rue Sherbrooke Est entre les 36^e et 39^e avenues à Pointe-aux-Trembles. Elles présentent des risques d'interférence avec l'infrastructure aérienne et des enjeux d'insertion puisqu'il faudrait abaisser la voie aérienne, près de la chaussée, pour respecter une distance minimale entre l'infrastructure du projet et ces lignes de transport électrique ; l'abaissement de la structure aérienne entraînerait une difficulté majeure d'accès et de circulation des camions de la cour de services de l'arrondissement, située dans l'axe de ces lignes de transport électrique.

L'étude des scénarios a également nécessité d'évaluer, à haut niveau, la faisabilité technique des prolongements envisagés des antennes est et nord.

L'analyse des enjeux techniques du prolongement de l'antenne est (scénarios 3.1, 4.1 et 4.2) a porté sur les éléments suivants :

- Le croisement de l'infrastructure du projet de PSE et des deux viaducs du CN à Pointe-aux-Trembles qui peut être envisagé de deux façons :
 - Un passage supérieur des voies ferrées du CN ;
 - Un passage sous les voies ferrées du CN ;
- Les contraintes environnementales de la traversée de la rivière des Prairies entre Pointe-aux-Trembles et Repentigny/Charlemagne.

Le prolongement de l'antenne nord a donné lieu à l'évaluation technique du franchissement de la rivière des Prairies vers Saint-François de Laval, du tracé à Laval, du franchissement de la rivière des Mille Îles et du tracé à Terrebonne vers la gare de Mascouche (scénarios 2.2, 4.1 et 4.2).

Les options d'aménagement de l'infrastructure dans le secteur de Mercier

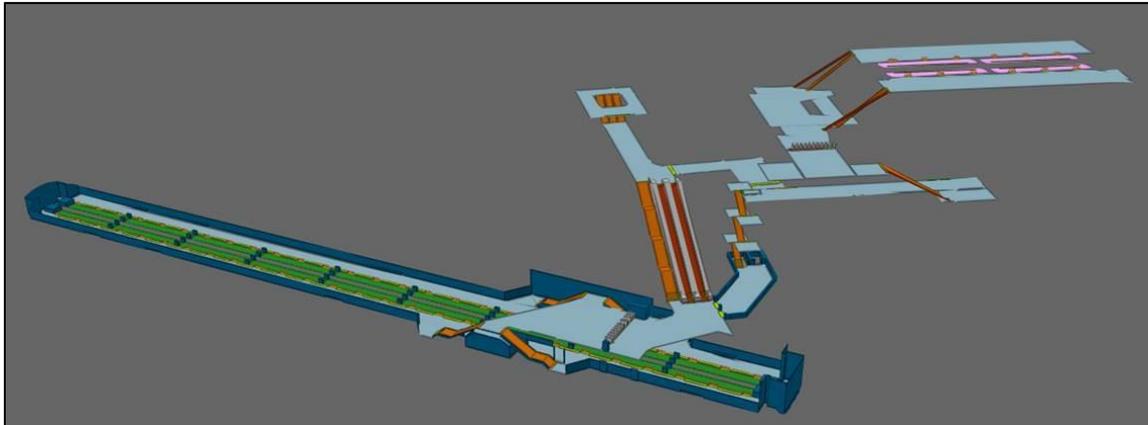
Le projet étudié proposait d'aménager une structure aérienne dans le secteur de Mercier entre l'antenne nord, depuis la station Assomption, et son raccordement à la rue Sherbrooke Est près des limites de Montréal-Est. Cette option aérienne a suscité une opposition de plusieurs groupes de citoyens dans Mercier-Est. Elle présente également plusieurs difficultés techniques de réalisation, en plus de sa difficile insertion urbaine.

La première difficulté technique concerne la montée en surface de la structure souterraine de l'antenne nord à la station Assomption, ce qui nécessiterait la construction d'une trémie de quelques centaines de mètres localisée dans le boulevard L'Assomption au nord de la rue Sherbrooke Est, près du Village olympique.

La station aérienne du projet serait prévue au sud de la rue Sherbrooke Est ; le tablier de la structure serait à 12 mètres du sol et le toit de la station à une hauteur de 20 mètres au-dessus de la chaussée, à quelque 12 mètres de distance des bâtiments résidentiels en hauteur, de part et d'autre du boulevard L'Assomption.

La relation entre la station aérienne du projet étudié et la station de métro Assomption présente des enjeux complexes d'ajustement pour le passage des usagers d'une station à l'autre. En effet, l'aménagement d'une zone de perception séparée entre les installations du projet et celles du métro, aux stations de correspondance, oblige à doubler les équipements de perception et à les installer dans les corridors de correspondance entre les deux systèmes, comme nous l'indiquons dans les critères de conception.

Figure 14. Croquis présentant la relation, avec une zone de perception séparée, entre la station de métro Assomption (souterraine) et celle du projet (aérienne)



Source : Société de transport de Montréal

Compte tenu de la difficile relation à la station Assomption, il a aussi été envisagé de poursuivre l'antenne nord en voie souterraine dans l'axe du boulevard L'Assomption jusqu'à la jonction avec la station de métro, permettant une connexion plus adéquate des deux stations. Le tracé serait prolongé dans une trémie à l'intersection du boulevard L'Assomption et de la rue Hochelaga, puis en voie aérienne dans l'axe de la rue Souigny, dans Mercier-Ouest, pour ensuite descendre en voie souterraine, aux abords de l'Institut universitaire en santé mentale de Montréal, en vue de joindre la rue Sherbrooke Est. Cette option se heurte à des contraintes qui rendent très difficile la faisabilité technique :

- La rue Hochelaga devrait être déplacée vers le nord de ± 20 m, à l'intersection du boulevard L'Assomption ;
- Le projet de prolongement du boulevard de l'Assomption et de l'échangeur Souigny/L'Assomption devrait être en tout ou en partie repensé en fonction des contraintes engendrées par la trémie et la rampe du PSE (voir la Figure 15) ;
- La trémie de quelques centaines de mètres dans l'axe de la rue Trianon, aux abords de l'Institut universitaire en santé mentale de Montréal, se heurterait à la présence d'une ligne de transport électrique, avec un dégagement limité ; de plus, elle créerait une cicatrice urbaine infranchissable (voir la Figure 16).

Figure 15. Vue en plan de la trémie du PSE, à l'intersection du boulevard L'Assomption et de la rue Hochelaga

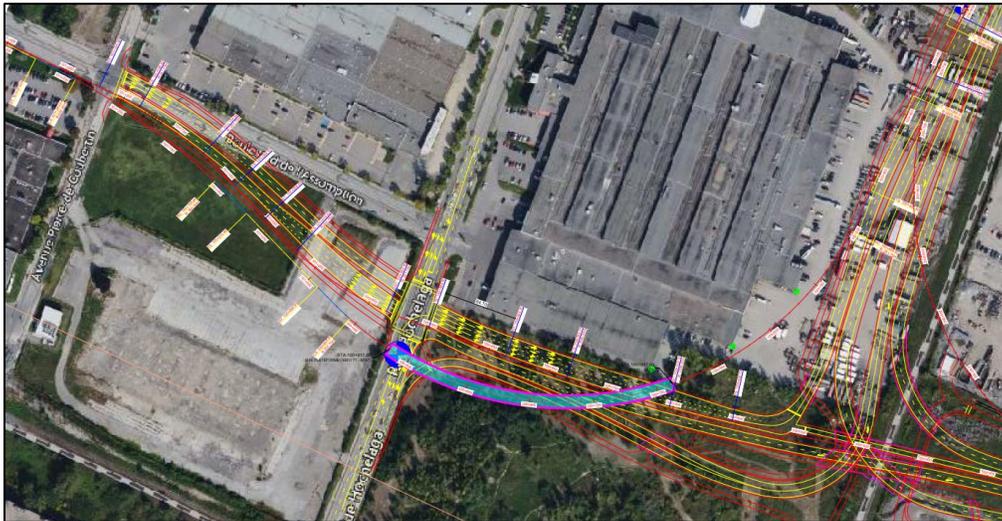
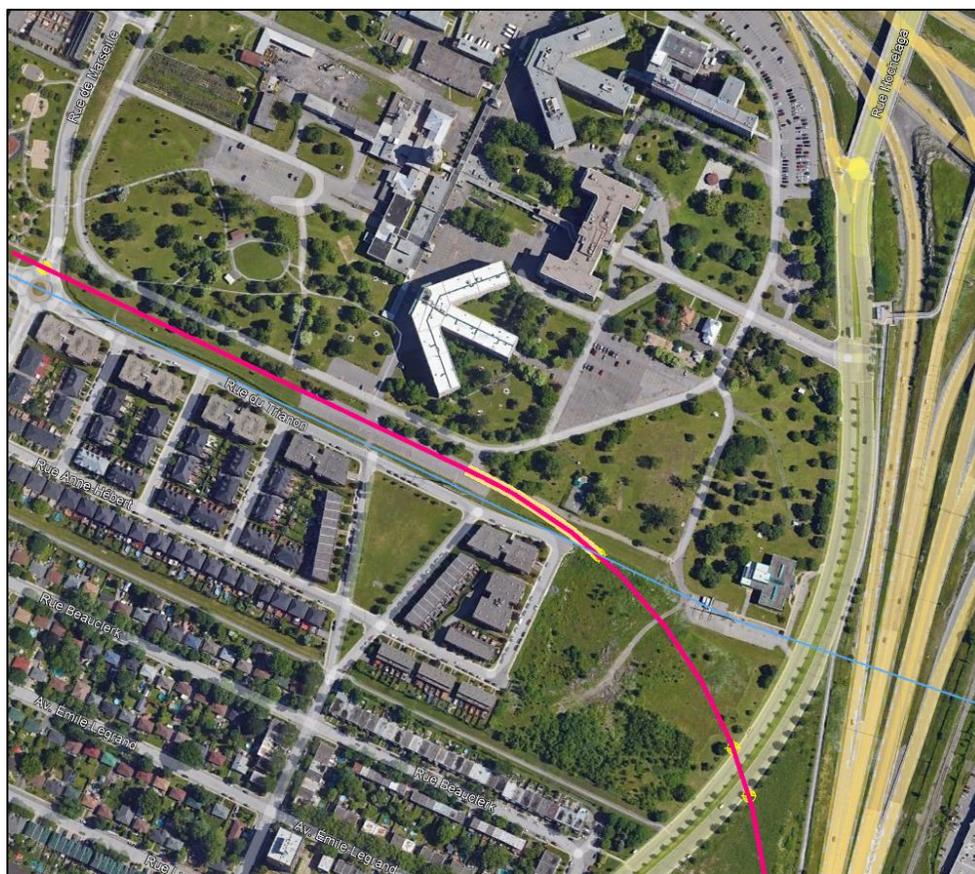


Figure 16. Vue en plan de la trémie du PSE, dans l'axe de la rue Trianon, aux abords de l'Institut universitaire en santé mentale de Montréal



Compte tenu des enjeux techniques majeurs et d'insertion urbaine, le groupe de travail propose, après étude, de ne pas retenir l'option d'une structure aérienne ni dans Mercier-Ouest, ni dans Mercier-Est et d'étudier plus à fond l'option d'une infrastructure souterraine en prolongement de l'antenne nord. Cette option permet non seulement de résoudre les enjeux techniques, mais assure également une insertion urbaine plus harmonieuse.

Des études de sol du secteur de Mercier, menées précédemment au mandat, ont révélé la présence d'argile dans le sous-sol. Cette situation ne constitue pas de contraintes particulières pour franchir le secteur de Mercier en tunnel, puisqu'on y trouve une couverture de roc sain suffisante sous la couverture argileuse, de l'ordre de 10,5 m au minimum. L'aménagement d'un passage en tunnel du projet se ferait sous cette couche de roc.

La particularité géotechnique liée à la profondeur du roc et à la composition argileuse des sols du secteur, notamment dans Mercier-Est, aurait eu cependant un impact sur la conception d'ouvrages en structure aérienne, ce qui aurait pu entraîner des risques de dommages aux fondations des bâtiments riverains.

La trémie entre la voie souterraine de Mercier et la voie aérienne de Sherbrooke Est

La proposition d'aménager le tronçon du projet du secteur de Mercier en voie souterraine nécessite par ailleurs d'aménager une trémie et une rampe pour assurer le lien avec la structure aérienne prévue par le projet dans l'axe de la rue Sherbrooke Est.

Afin de minimiser les impacts de la trémie et de la rampe (coupure urbaine, limitation des accès riverains), il est proposé d'implanter ces infrastructures sur la rive nord de la rue Sherbrooke Est, entre la rue Gonthier et le boulevard Joseph-Versailles. La hauteur de la trémie doit aussi assurer un dégagement vertical suffisant au-dessus des voies d'accès de la carrière Lafarge et au carrefour de la rue Sherbrooke Est et du boulevard Joseph-Versailles.

Il apparaît possible, selon les relevés sommaires exécutés¹⁶, de construire une trémie avec une pente maximale de 4 % et d'assurer un dégagement adéquat pour les passages sous la structure. La structure serait d'une longueur de 116 m en trémie couverte et de 312 m en trémie à ciel ouvert, pour se poursuivre en structure aérienne sur piles (voir les Figure 17, Figure 18 et Figure 19).

¹⁶ Une validation géotechnique devra être conduite afin de compléter les relevés sommaires.

Figure 17. Représentation en plan de la trémie rue Sherbrooke Est, entre la rue Gonthier et le boulevard Joseph-Versailles



Figure 18. Profil en long de la trémie rue Sherbrooke Est, entre la rue Gonthier et le boulevard Joseph-Versailles

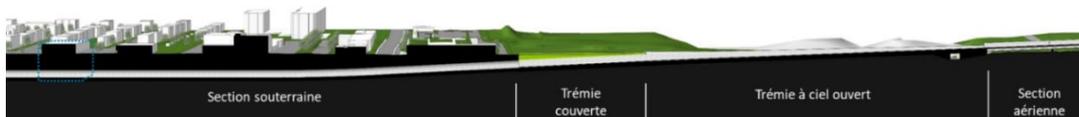
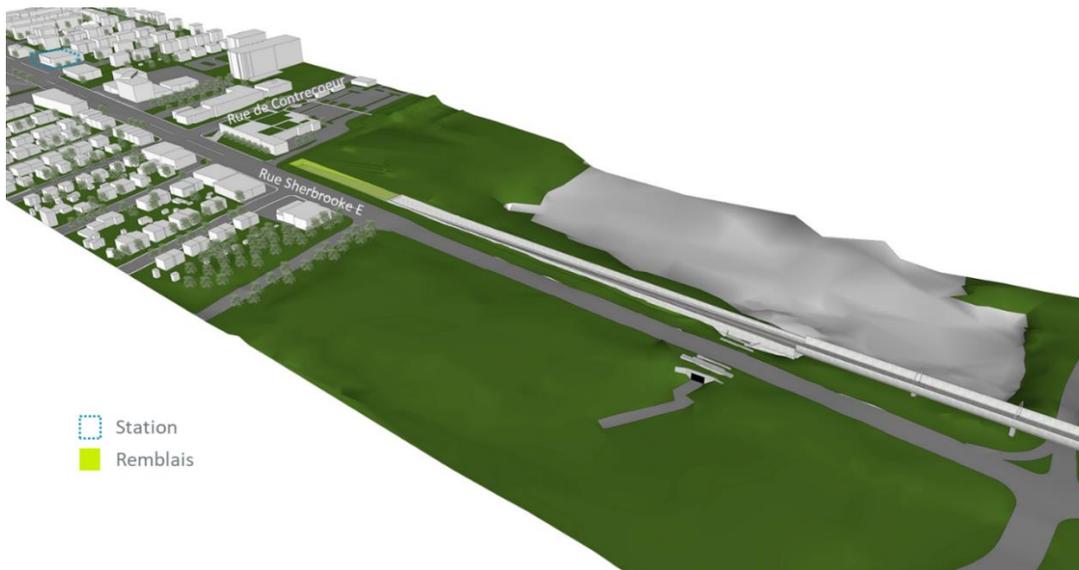


Figure 19. Représentation de la trémie rue Sherbrooke Est, entre la rue Gonthier et le boulevard Joseph-Versailles



Des risques causés par des infrastructures des réseaux techniques urbains, pendant la construction du projet, dans le secteur de Montréal-Est

Un certain nombre d'infrastructures souterraines entreraient en conflit avec le parcours de la rue Sherbrooke Est et représenteraient des contraintes ou des risques durant la construction du projet. Les risques associés aux infrastructures souterraines et à leur déplacement n'ont pas fait l'objet d'une analyse de risques détaillée et la compilation des intrants sur les réseaux existants n'a pas été complétée. L'analyse de la documentation disponible met en lumière les constats suivants :

- Plusieurs oléoducs et gazoducs traversent l'emprise de la rue Sherbrooke Est, entre le boulevard Joseph-Versailles et la 5^e avenue ; ceux-ci sont détenus par des entreprises privées et génèrent des enjeux techniques dont les impacts sont à étudier ;
- Plusieurs infrastructures souterraines caractérisées critiques (aqueduc principal, pipelines, gazoducs, réseaux électriques de haute tension, réseaux critiques de Bell, massif CSEM, etc.) doivent être préservées ;
- La relocalisation des pipelines et des gazoducs en conflit avec les infrastructures du projet devrait être faite en profondeur par forage horizontal. La conception et la construction des travaux de relocalisation des pipelines et des gazoducs devraient être réalisées par les propriétaires des réseaux concernés ;
- Un râtelier surplombe la rue Sherbrooke Est, entre les avenues Gamble et Durocher (voir la Figure 20). Celui-ci permet actuellement le franchissement de pipelines de 150 millimètres de diamètre au-dessus de la rue Sherbrooke Est. Les impacts de la démolition de la structure en béton et le renforcement des structures d'acier rattachées au râtelier, en plus de la relocalisation des pipelines en profondeur par forage horizontal sous l'emprise de la rue devront être davantage étudiés ;
- La présence d'égouts collecteurs (1800 mm) nécessiterait des travaux d'envergure pour les relocaliser.

Les risques associés au déplacement de ces infrastructures n'ont pas été validés auprès des propriétaires des réseaux. Une coordination des interventions de déplacement avec les travaux préparatoires et les projets de la Ville de Montréal-Est devrait être mise en place si la construction de la structure aérienne était envisagée.

Figure 20. Râtelier d'oléoducs traversant la rue Sherbrooke Est, entre les avenues Gamble et Durocher



Le croisement de la ligne de transport électrique à Pointe-aux-Trembles

La structure aérienne prévue dans l'axe de la rue Sherbrooke Est doit croiser, entre les 36^e et 39^e avenues à Pointe-aux-Trembles, une ligne de haute tension de transport électrique d'Hydro Québec. Pour des raisons de sécurité, le projet de PSE doit laisser un dégagement suffisant entre l'infrastructure aérienne et cette ligne de haute tension.

L'infrastructure aérienne, située sur la rive nord de la rue Sherbrooke Est, devrait être déplacée au centre de la chaussée entre les 32^e et 40^e avenues pour ne pas entrer en conflit avec les pylônes de la ligne électrique, puis être déplacée de nouveau sur la rive nord de la rue à l'est de la 40^e avenue.

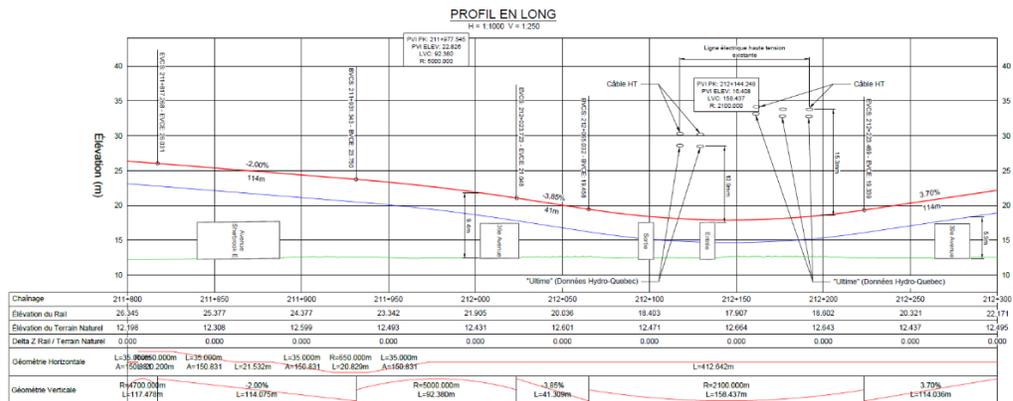
Afin de respecter les distances de sécurité nécessaires entre l'infrastructure de transport du PSE et les fils de haute tension qui franchissent la rue Sherbrooke Est, il faudrait abaisser la structure aérienne. À l'ouest de la 32^e avenue, la hauteur du tablier serait à 12 mètres du sol et devrait être abaissée, sous les fils de haute tension, à 3,3 mètres du sol pour remonter à 12 mètres à la 40^e avenue.

Cet ajustement de l'infrastructure fait en sorte de gêner l'accès et le mouvement des véhicules lourds et des camions à la cour de services de l'arrondissement de Rivière-des-Prairies – Pointe-aux-Trembles, en provenance de l'ouest ou devant se diriger vers l'est.

Figure 21. Ligne de transport de haute tension électrique, rue Sherbrooke Est, entre les 36^e et 39^e avenues.



Figure 22. Alignement de l'infrastructure aérienne en passage sous les fils de haute tension électrique, rue Sherbrooke Est, entre les 32^e et 40^e avenues



Source : CDPQi (03-AECSYS-PFL_DEV_TRA_APAT_L274_0251-29_REV06.pdf)

Le croisement des viaducs ferroviaires du CN dans le secteur de Pointe-aux-Trembles, scénarios (3.1, 4.1, 4.2)

Afin de permettre le prolongement de l'antenne est du PSE vers Charlemagne, l'infrastructure aérienne prévue dans l'axe de la rue Sherbrooke Est doit franchir deux viaducs ferroviaires du CN, soit au-dessus des viaducs, soit en passage souterrain, à la gare de Pointe-aux-Trembles et aux abords du carrefour giratoire Notre-Dame Est/Sherbrooke Est.

Le passage supérieur du viaduc ferroviaire du CN, à la gare de Pointe-aux-Trembles

Afin de respecter les normes ferroviaires en vigueur, la structure aérienne du PSE doit assurer un dégagement de 7 mètres au-dessus des voies ferrées du CN. Cette norme nécessiterait de rehausser la station de Pointe-aux-Trembles de 7,5 mètres. La station s'élèverait ainsi à près de 25 mètres au-dessus de la rue Sherbrooke Est, soit l'équivalent d'un immeuble de sept à huit étages.

La station du PSE serait séparée de la gare exo de Pointe-aux-Trembles et serait située un peu plus au sud, en partie en porte-à-faux au-dessus de la rue Sherbrooke Est, afin d'assurer un dégagement adéquat entre les deux bâtiments. La station du PSE serait aussi plus élevée que la gare, ce qui peut présenter des difficultés de correspondance pour certains passagers, notamment pour les personnes à mobilité réduite.

L'infrastructure aérienne serait plus élevée que les immeubles d'habitation, de deux à quatre étages, en rive nord de la rue Sherbrooke Est qui seraient à faible distance de l'infrastructure, soit plus ou moins 25 mètres, occasionnant des nuisances visuelles et de bruit en plus d'un fort impact sur l'ensoleillement des logements. Le sommet du mur antibruit serait à une hauteur de 20,5 mètres au-dessus de la chaussée, de part et d'autre du viaduc du CN, alors que les immeubles résidentiels avoisinants ont une hauteur de moins de 11 mètres.

Les figures qui suivent (Figure 23, Figure 24, Figure 25, Figure 26, Figure 27 et Figure 28) illustrent l'implantation du projet en rive nord de la rue Sherbrooke Est et la relation avec les bâtiments résidentiels avoisinants, de part et d'autre de la gare de Pointe-aux-Trembles.

Figure 23. Situation actuelle rue Sherbrooke Est, à l'ouest du viaduc des voies ferrées du CN et de la gare Pointe-aux-Trembles, près de la 53^e avenue



Figure 24. Coupe type de la structure aérienne du projet, en passage supérieur des voies ferrées du CN, rue Sherbrooke Est, à l'ouest de la gare Pointe-aux-Trembles, près de la 53^e avenue



Figure 25. Représentation de la station Pointe-aux-Trembles du PSE, rue Sherbrooke Est, près de la 53^e avenue



Figure 26. Représentation, en vue aérienne, du passage du PSE au-dessus des voies du CN à la station Pointe-aux-Trembles

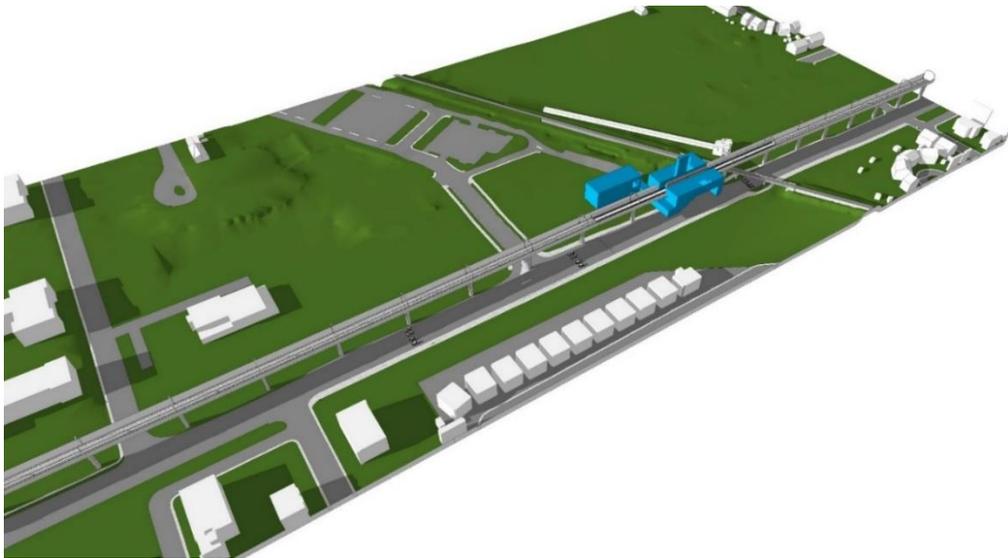


Figure 27. Coupe type de la structure aérienne du projet, rue Sherbrooke Est à l'est de la gare Pointe-aux-Trembles, entre la rue Réal-Benoit et l'avenue Yves-Thériault

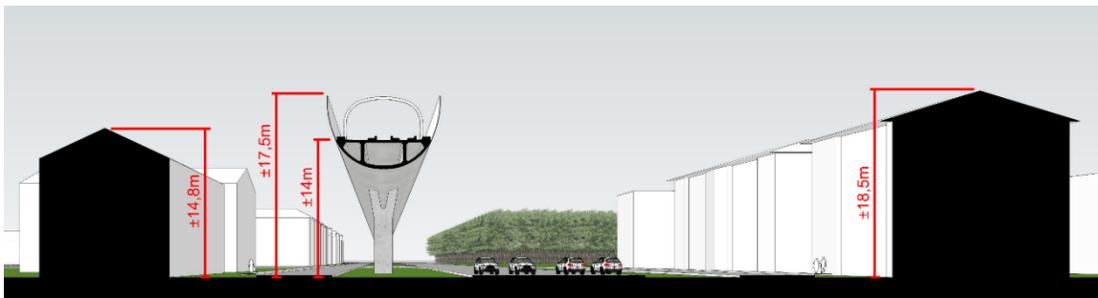


Figure 28. Représentation de l'infrastructure du PSE rue Sherbrooke Est, à l'est de la gare de Pointe-aux-Trembles, entre la rue Réal-Benoit et l'avenue Yves-Thériault



Le passage supérieur du viaduc ferroviaire du CN, près du carrefour giratoire Notre-Dame Est/Sherbrooke Est

L'infrastructure aérienne du PSE se poursuivrait dans l'axe de la rue Sherbrooke Est vers Charlemagne. Une station aérienne pourrait être implantée au carrefour du boulevard Gouin. L'infrastructure aérienne devrait de nouveau être rehaussée pour assurer le dégagement nécessaire du viaduc des voies ferrées du CN, près du carrefour giratoire des rues Notre-Dame Est et Sherbrooke Est.

La hauteur des murs antibruit de l'infrastructure aérienne serait de 20 mètres au-dessus de la chaussée, en bordure des parcs Delphis-Delorme et Médéric-Archambault, dans un secteur résidentiel de faible densité et de faible hauteur. Les illustrations qui suivent (Figure 29, Figure 30, Figure 31 et Figure 32) présentent une modélisation de l'implantation de l'infrastructure dans ce secteur du bout de l'île de Montréal.

Figure 29. Vue aérienne du secteur aux abords du carrefour giratoire Notre-Dame Est/Sherbrooke Est

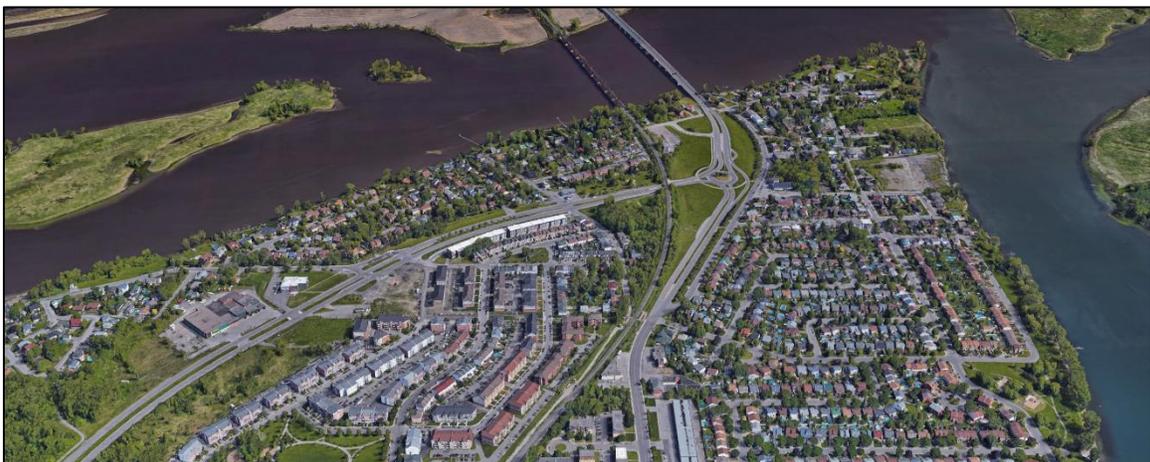


Figure 30. Représentation du passage aérien du projet de PSE au-dessus du viaduc ferroviaire du CN, près du carrefour giratoire Notre-Dame Est/Sherbrooke Est



Figure 31. Coupe type de la structure aérienne, rue Sherbrooke Est, à l'ouest du viaduc ferroviaire du CN, près du carrefour giratoire Notre-Dame Est/Sherbrooke Est

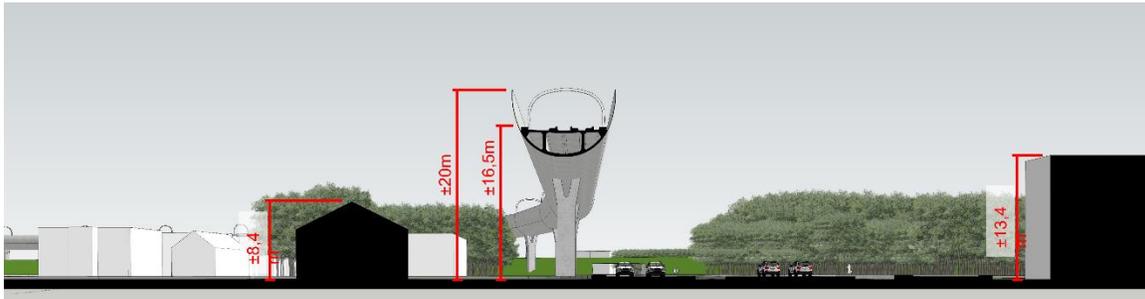


Figure 32. Représentation de l'infrastructure du PSE rue Sherbrooke Est, à l'ouest du viaduc ferroviaire du CN, près du carrefour giratoire Notre-Dame Est/Sherbrooke Est



Le passage inférieur des voies ferrées du CN à la station de Pointe-aux-Trembles

Le passage de l'infrastructure du projet au-dessus des viaducs du CN à la station de Pointe-aux-Trembles et près du carrefour giratoire Notre-Dame Est/Sherbrooke Est présente des enjeux techniques importants en plus de son impact visuel dans un secteur résidentiel de faible densité et de faible hauteur.

Une option en voie souterraine sous le viaduc du CN près de la gare de Pointe-aux-Trembles a été analysée. La transition entre la voie aérienne et la voie souterraine, à l'ouest et à l'est de la gare de Pointe-aux-Trembles, nécessiterait la construction d'une trémie de quelque 400 mètres de part et d'autre de la station de Pointe-aux-Trembles.

Pour le passage inférieur du PSE sous le viaduc du CN, deux options ont été analysées : un passage souterrain sous le viaduc dans l'alignement de la station de Pointe-aux-Trembles ou une tranchée ouverte entre les piles du viaduc du CN. Ces deux options font face à plusieurs défis techniques.

De plus, dans les deux cas, la transition entre la voie aérienne et ce passage souterrain, de part et d'autre de la gare de Pointe-aux-Trembles, créerait des barrières d'accès aux secteurs résidentiels situés au nord de la rue Sherbrooke Est.

La trémie à l'ouest de la gare bloquerait l'accès de la 52^e avenue et de la caserne de pompiers 38. La trémie et la structure du mur de soutènement, à l'est de la gare, créeraient une barrière d'environ 400 mètres devant les résidences, situées rue Sherbrooke Est, entre la rue Réal-Benoît et l'avenue Yves-Thériault (voir Figure 33 et Figure 344).

L'option d'un passage souterrain sous le viaduc du CN n'est donc pas retenue par le groupe de travail.

Figure 33. Représentation en vue aérienne de la trémie rue Sherbrooke Est, à l'est du viaduc du CN, entre la rue Réal-Benoît et l'avenue Yves-Thériault



Figure 34. Représentation de l'infrastructure du PSE à la sortie de la trémie, rue Sherbrooke Est, à l'est du viaduc du CN, entre la rue Réal-Benoît et l'avenue Yves-Thériault



La traversée de la rivière des Prairies vers Charlemagne/Repentigny (scénarios 3.1, 4.1 et 4.2) et vers Saint-François de Laval (scénarios 2.2, 4.1 et 4.2)

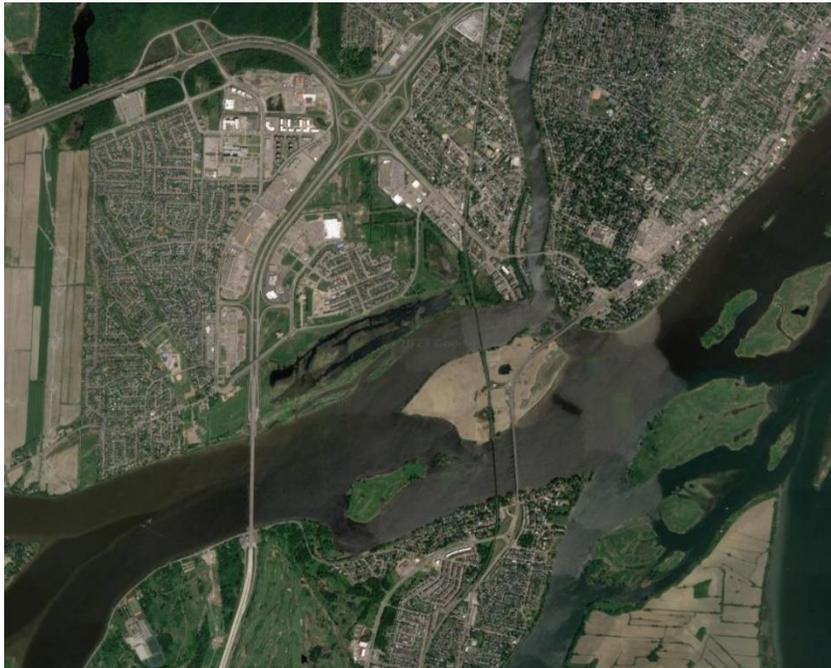
Les contraintes environnementales de la traversée de la rivière des Prairies entre le secteur de Pointe-aux-Trembles et Charlemagne

Le tracé du prolongement de l'antenne est du PSE, entre Pointe-aux-Trembles et Charlemagne, traverse plusieurs secteurs environnementaux sensibles de l'île Bourdon et sur les deux rives de la rivière des Prairies.

Ce secteur se trouve au cœur d'une zone inondable, de milieux humides et d'habitats fauniques, notamment dans la section comprise entre les voies ferrées et la R-138. On retrouve aussi dans la rivière des Prairies des espèces aquatiques en voie de disparition, comme le chevalier cuivré, et d'autres espèces à statut précaire ou préoccupant, comme le chevalier de rivière ou la lamproie du Nord. L'île Bourdon est affectée en partie à des fins agricoles et sa partie sud fait l'objet d'une zone de conservation.

Toute implantation d'une nouvelle infrastructure dans cette zone naturelle, à l'embouchure de la rivière des Prairies, présente des enjeux environnementaux majeurs qui nécessiteront des analyses approfondies et qui pourraient remettre en question la faisabilité d'une telle infrastructure. Le groupe de travail souligne donc l'enjeu majeur de protection environnementale de cette zone naturelle.

Figure 35. Vue aérienne de l'embouchure de la rivière des Prairies, près de Charlemagne, Repentigny et Pointe-aux-Trembles



Les contraintes environnementales de la traversée de la rivière des Prairies entre les secteurs de Rivière-des-Prairies et de Saint-François de Laval

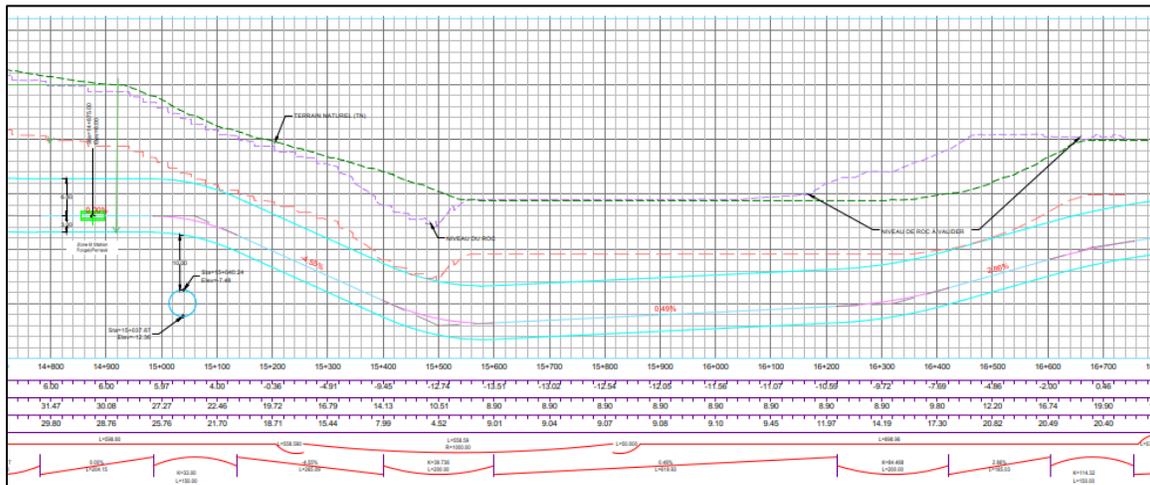
Les scénarios 2.2, 4.1 et 4.2 prévoient une traversée souterraine de la rivière des Prairies entre les secteurs de Rivière-des-Prairies et de Saint-François de Laval, dans l'axe du boulevard Forget.

L'analyse du profil du roc (en violet dans la Figure 36) indique que la limite supérieure du roc plonge de manière notable sous le lit de la rivière et que l'intercepteur nord se situe à une profondeur de près de 35 m. Conséquemment, le tunnel du PSE, d'un diamètre de 10,5 m, pourrait être construit à plus de 10 m au-dessus de l'intercepteur et aurait une couverture de roc de plus de 14 m au-dessus du tunnel.

Ces conditions démontrent que l'implantation d'un tunnel sous la rivière des Prairies dans ce secteur est possible, tout en respectant une pente maximale de 5 %.

La construction d'un tunnel permet ainsi de ne pas modifier les conditions environnementales existantes des milieux aquatiques et fauniques de la rivière et de ses abords, ni de la végétation présente dans ce secteur.

Figure 36. Profil du roc sous la rivière des Prairies entre l'arrondissement de Rivière-des-Prairies et le secteur Saint-François de Laval

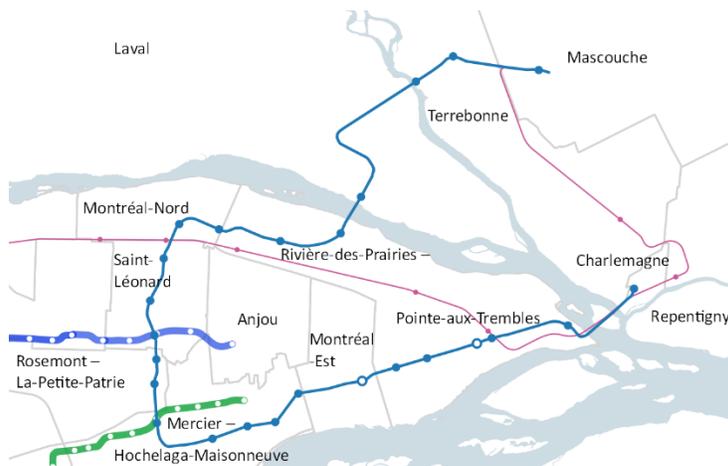


Les options de prolongement de l’antenne nord entre Laval et Mascouche

Deux scénarios de prolongement de l’antenne nord entre Laval et Mascouche ont été analysés à haut niveau, également associés au prolongement de l’antenne est vers Charlemagne, soit les scénarios 4.1 et 4.2.

Les deux options de prolongement de l’antenne nord, depuis Laval, présentent des enjeux techniques relatifs au tracé du projet dans Laval, à la traversée de la rivière des Mille Îles et au tracé dans Terrebonne.

Le prolongement vers Mascouche dans l’axe de la voie ferrée du CFQG (scénario 4.1)



Ce scénario prévoit le prolongement de l’antenne nord sur une structure aérienne entre la station de Saint-François de Laval et la gare de Mascouche en empruntant l’emprise ferroviaire des Chemins de fer Québec-Gatineau (CFQG), sur un parcours de 9 km.

Ce tracé présente un premier enjeu quant à la possibilité d’implanter les piles de l’infrastructure aérienne dans l’emprise ferroviaire puisqu’il faudrait déplacer la voie ferrée actuelle au sein de l’emprise pour permettre l’implantation de la structure aérienne. L’élargissement de cette emprise et l’acquisition des terrains seraient également complexes puisque ce tracé traverse la zone agricole de Laval. Les démarches d’acquisition nécessiteraient un processus lié à une demande de dézonage auprès de la Commission de protection du territoire agricole du Québec (CPTAQ).

La traversée de la rivière des Mille Îles pose également certains défis compte tenu des impacts environnementaux que causerait l’implantation d’une infrastructure dans la rivière et sur ses rives. Une évaluation d’impact environnemental devrait être menée à cet égard.

La cohabitation des trains de CFQG et du PSE dans l’emprise ferroviaire traversant le secteur du Vieux-Terrebonne représente également un défi d’insertion urbaine, puisque le tracé longe des secteurs résidentiels sur son parcours jusqu’à la gare de Mascouche.

Le prolongement vers Mascouche dans l'axe de l'A25 (scénario 4.2)



Ce scénario prévoit le prolongement de l'antenne nord entre la station de Laval et la gare de Mascouche en empruntant l'emprise de l'autoroute 25, sur un parcours de 12,5 km. Il prévoit également une antenne avec deux stations dans Rivière-des-Prairies.

Le prolongement du tunnel depuis l'île de Montréal pourrait être poursuivi jusqu'au nord de la rue Marcel-Villeneuve, près de l'échangeur A25/A440, où l'infrastructure remonterait en surface dans l'axe de l'A25 jusqu'à la gare de Mascouche. Ce prolongement du tracé en tunnel vers l'échangeur A25/A440 permettrait d'éviter le secteur environnemental sensible, situé entre la rue Marcel-Villeneuve, l'A25 et l'emprise du CQFG.

Il faudrait également valider la faisabilité technique de l'implantation d'une voie ferrée en surface dans l'emprise de l'A25 puisque l'emprise actuelle semble restreinte. Dans cette configuration, il est possible que l'emprise existante soit insuffisante et l'acquisition de terrains en bordure de cette emprise serait à évaluer. Dans le cadre d'une analyse subséquente, l'implantation d'une structure aérienne le long de l'A25 pourrait être étudiée.

Ce scénario impliquerait également la construction d'une structure de franchissement de l'A25 pour le raccordement au stationnement incitatif de Terrebonne. Cette structure pourrait être soit aérienne soit souterraine, en fonction des contraintes rencontrées et de l'espace disponible.

À l'instar du scénario 4.1, le franchissement de la rivière des Mille Îles présente également certains défis compte tenu des impacts environnementaux que causerait l'implantation d'une infrastructure dans la rivière et sur les rives. Une évaluation d'impact environnemental devrait être menée à cet égard.

6.4 L'analyse des enjeux d'insertion urbaine

L'implantation du mode de transport d'un métro léger automatisé sur rail peut être réalisée sur deux types d'infrastructures, soit en voie souterraine comme le métro, soit en voie aérienne pour éviter toute interruption par d'autres infrastructures routières. En réponse au mandat, le groupe de travail a étudié les enjeux d'intégration urbaine du projet, du mode de transport désigné et de son insertion harmonieuse dans les quartiers traversés, notamment en ce qui concerne les tronçons en voie aérienne.

En matière d'intégration urbaine, le passage en voie souterraine ne soulève que l'enjeu d'insertion des édifices des stations et, à la rigueur, de l'aménagement de stationnements incitatifs, s'il y a lieu. En contrepartie, l'insertion urbaine d'une infrastructure aérienne d'une hauteur de plus de 16 mètres sur des piles à 50 mètres de distance entre elles, sur de longs parcours, peut représenter un défi dans des quartiers déjà construits et dans des chaussées dont l'emprise est plus ou moins restreinte.

Le groupe de travail a donc analysé plus spécifiquement l'insertion urbaine de la voie aérienne proposée pour l'antenne est, dans l'axe de la rue Sherbrooke Est, dans les secteurs de Montréal-Est et de Pointe-aux-Trembles.

Le groupe de travail n'a pas conduit d'analyse plus spécifique pour l'intégration dans le secteur de Mercier. Les analyses techniques (présentées précédemment à la section 6.3.2) démontrent une complexité technique telle que le groupe de travail recommande d'enfouir l'infrastructure dans le secteur de Mercier, depuis la station Assomption à la station Honoré-Beaugrand, répondant ainsi aux enjeux d'insertion urbaine dans ce secteur.

Rappel des constats du rapport intermédiaire de janvier 2023

L'analyse préliminaire conduite par le groupe de travail, présentée dans le rapport intermédiaire de janvier 2023, soulignait que, à la lumière des travaux des consultants mandatés par CDPQ Infra, l'implantation d'une infrastructure et de stations aériennes, rue Sherbrooke Est dans Pointe-aux-Trembles, n'a fait l'objet d'aucune étude d'impact en matière d'insertion et de design urbain.

Le rapport intermédiaire indiquait aussi que :

- Le tronçon du projet étudié traverse, sur 7 km, un secteur industriel lourd dans Montréal-Est et, dans Pointe-aux-Trembles, un secteur résidentiel de faible densité et de locaux commerciaux, sur la rive sud de l'axe, et, sur sa rive nord, un secteur d'activités industrielles et commerciales de grande surface et une partie d'un parc-nature ;
- De façon plus particulière, dans le secteur de Pointe-aux-Trembles, sur un parcours de plus de 5 km, l'infrastructure aérienne représente une construction qui atteint plus de 16 mètres de hauteur, dans un secteur composé d'activités résidentielles, commerciales et industrielles où dominant des bâtiments d'un à quatre étages, soit de 4 à 13 mètres de hauteur ;

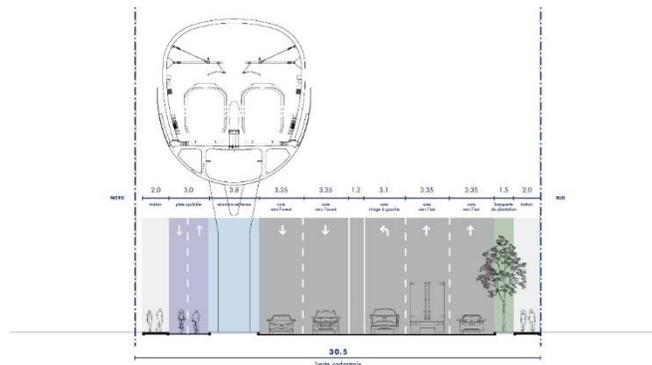
- La proposition initiale de voies aériennes du projet, au centre de la chaussée de la rue Sherbrooke Est, présente des difficultés d'implantation à certains endroits et des impacts sur la gestion de la circulation et l'aménagement de l'axe, selon l'analyse de la Ville de Montréal. À la demande de la Ville de Montréal, CDPQ Infra avait revu son projet avec une implantation de l'infrastructure qui surplomberait, sur la majeure partie de son parcours, la chaussée nord de la rue Sherbrooke Est, face aux commerces et centres commerciaux, se dégageant ainsi de quelques mètres de la trame résidentielle, de un à trois étages, située le long de la portion sud de la rue Sherbrooke Est.

L'analyse du groupe de travail vise à optimiser les composantes du projet qui doivent y être associées en matière d'insertion urbaine, de signature paysagère et du confort des piétons et des cyclistes, en plus du projet d'infrastructure de transport collectif et de la circulation véhiculaire. La synthèse de cette analyse soulève un questionnement sur l'occasion à saisir pour assurer la requalification urbaine de la rue Sherbrooke Est.

6.4.1 Les modalités d'implantation de la structure aérienne dans son parcours dans l'axe de la rue Sherbrooke Est

Les principales composantes de la structure aérienne sont présentées dans la section 6.3.1, sommairement celles retenues par CDPQ Infra : une infrastructure aérienne sur piles qui atteint une hauteur de plus de 16 mètres, soutenue par des piles déployées à une distance de 50 m entre chacune d'elles. L'analyse du groupe de travail a aussi pris en compte que la structure serait principalement localisée sur la rive nord de la rue Sherbrooke Est dans Pointe-aux-Trembles, qui a une emprise moyenne de 30,5 mètres.

Figure 37. Coupe type de l'infrastructure aérienne proposée, sur la rive nord de la chaussée, rue Sherbrooke Est



Signalons toutefois que l'un des aspects à considérer également dans l'analyse de l'intégration urbaine est le parcours varié de l'infrastructure depuis le boulevard Joseph-Versailles, à la fin de la trémie au pied de la carrière Lafarge, jusqu'à la gare de Pointe-aux-Trembles, entre la rive nord et la rive sud de la rue Sherbrooke Est (voir la Figure 38).

L'infrastructure proposée par le projet étudié est d'abord localisée en rive nord de la rue Sherbrooke Est, entre le boulevard Joseph-Versailles et l'avenue Gamble. Elle est ensuite déplacée sur la rive sud de la rue Sherbrooke Est, entre les avenues Gamble et Marien. L'infrastructure revient sur la rive nord de la rue, entre l'avenue Marien et la 32^e avenue. Elle poursuit ensuite son parcours au centre de la chaussée, entre les 32^e et 40^e avenues.

L'infrastructure est de nouveau déplacée sur la rive nord, entre la 40^e avenue et la gare de Pointe-aux-Trembles, à l'est de la 53^e avenue.

Figure 38. Parcours de l'infrastructure aérienne proposée par le projet étudié sur les rives nord et sud de la rue Sherbrooke Est et les points de franchissement entre les deux rives de la rue



Cette insertion variable répond entre autres à des contraintes le long du tracé. Ce parcours représente en soi un défi d'intégration urbaine compte tenu de la sinuosité du parcours de l'infrastructure et de son impact majeur sur la perspective visuelle de la rue Sherbrooke Est, qui se trouve obstruée à quelques endroits. L'illustration qui suit présente le cas du SkyTrain de Vancouver et de l'impact visuel du franchissement d'une artère par cette infrastructure aérienne.

Figure 39. SkyTrain de Vancouver - Exemple du franchissement d'une rue par l'infrastructure aérienne et de son impact visuel sur la perspective de la rue



6.4.2 L'analyse des caractéristiques territoriales des milieux d'insertion

Nous pouvons distinguer trois secteurs territoriaux aux abords de la rue Sherbrooke Est visés par l'implantation de l'antenne est, comme le démontrent la carte d'utilisation du sol et la photo aérienne présentées aux figures suivantes.

Figure 40. Carte d'utilisation du sol du corridor de la rue Sherbrooke Est

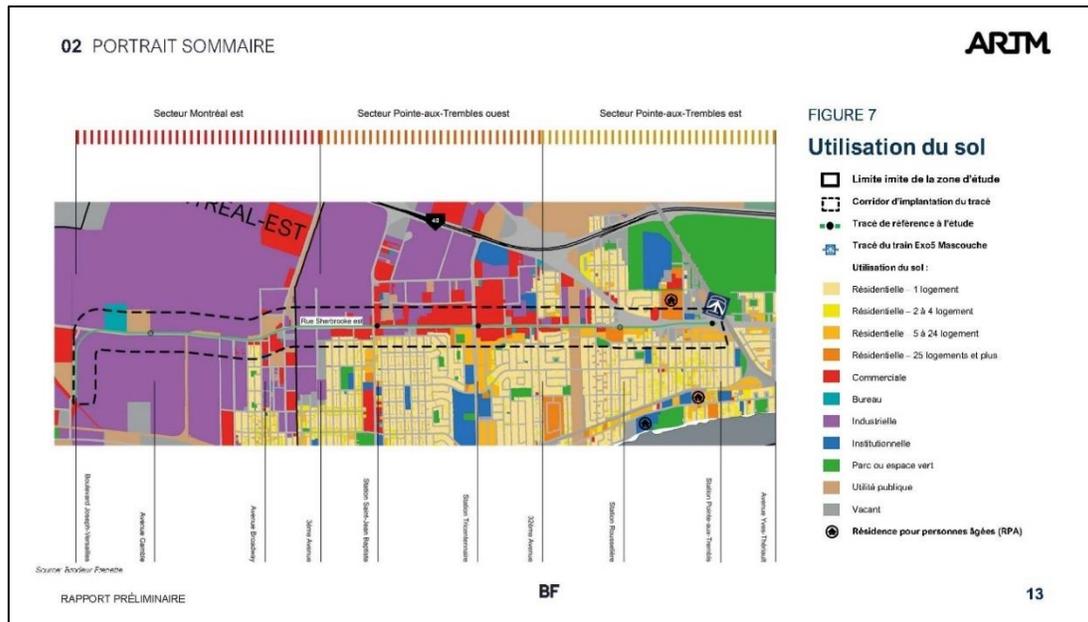


Figure 41. Photo aérienne du corridor de la rue Sherbrooke Est et présentation des trois secteurs territoriaux.



Montréal-Est

Le corridor de la rue Sherbrooke Est, dans Montréal-Est, est principalement caractérisé par un usage industriel lourd.

La structure aérienne proposée serait d'abord située en rive nord de la rue Sherbrooke Est, entre le boulevard Joseph-Versailles et l'avenue Gamble, depuis la trémie la reliant à l'infrastructure souterraine. Elle est ensuite déplacée sur la rive sud de la rue entre les avenues Gamble et Marien à cause de la présence d'une antenne ferroviaire qui longe la rive nord de la rue Sherbrooke Est.

Le gouvernement du Québec, la Ville de Montréal et la Ville de Montréal-Est ont signifié leur intention de soutenir un projet de décontamination et de requalification future de ce secteur (voir la Figure 42). En soutien au développement de ce projet de requalification, une station potentielle serait envisagée dans ce secteur.

Figure 42. Projet de requalification de Montréal-Est



Source : Ville de Montréal-Est

Figure 43. Rue Sherbrooke Est, vue vers l'ouest, depuis l'avenue Gamble, à Montréal-Est



Figure 44. Représentation de la structure aérienne, rue Sherbrooke Est, vue vers l'ouest depuis l'avenue Gamble, à Montréal-Est



Pointe-aux-Trembles Ouest

Ce secteur est délimité entre l'avenue Marien et la 32^e avenue. Il se caractérise par la présence de commerces de grande surface, de part et d'autre de la rue Sherbrooke Est, avec des commerces en fond de lots et des bâtiments variant d'un à trois étages. Dans la portion nord, la zone commerciale est bordée par des usages industriels. Dans la portion sud de la rue, la zone commerciale est bordée par un secteur résidentiel de faible densité.

Le tracé proposé de la structure aérienne est prévu sur la rive nord de la rue Sherbrooke Est. Les figures suivantes illustrent la situation actuelle et l'implantation projetée de l'infrastructure.

Figure 45. Rue Sherbrooke Est, vue vers l'ouest, depuis le boulevard du Tricentenaire



Figure 46. Représentation de la structure et de la station aériennes, rue Sherbrooke Est, vue vers l'ouest, depuis le boulevard du Tricentenaire



Pointe-aux-Trembles Est

Ce secteur est délimité par la 32^e avenue et la gare de Pointe-aux-Trembles. Il se caractérise par un usage principalement résidentiel de faible densité sur la rive sud de la rue Sherbrooke Est et un usage commercial sur la rive nord, avec des bâtiments variant d'un à trois étages.

Le tracé proposé de la structure aérienne est déplacé vers le centre de la chaussée, entre les 32^e et 40^e avenues. Tel qu'indiqué à la section précédente, l'infrastructure aérienne doit être abaissée afin de respecter une distance sécuritaire sous les fils de haute tension d'une ligne de transport électrique.

L'infrastructure est ensuite déplacée de nouveau sur la rive nord, entre la 40^e avenue et la gare de Pointe-aux-Trembles, telle qu'illustrée dans les figures qui suivent. Signalons qu'une station potentielle serait planifiée à l'intersection du boulevard De La Rousselière.

Figure 47. Rue Sherbrooke Est, vue vers l'est, depuis la 52^e avenue, près de la gare de Pointe-aux-Trembles



Figure 48. Représentation de la structure et de la station aériennes, rue Sherbrooke Est, vue vers l'est, depuis la 52^e avenue, près de la gare de Pointe-aux-Trembles



6.4.3 Étude d'intégration urbaine de l'infrastructure aérienne

Compte tenu de l'enjeu particulier de l'intégration urbaine d'une structure aérienne, comme celle proposée, le groupe de travail a repéré des projets comparatifs d'infrastructures aériennes de transport collectif dans d'autres villes, afin de déterminer des balises et des critères d'insertion et d'optimisation du projet.

Les projets comparatifs étudiés sont les suivants :

- The Underline Brickell Backyard, Miami;
- The Bentway, Toronto ;
- Ørestad de Copenhague ;
- Skytrain de Vancouver ;
- Le Métro aérien, boul. Auguste Blanqui ligne 6, Paris ;
- Level Crossing Removal Project – Caulfield to Dandenong (ligne Cranbourne-Pakenham), Melbourne, Australie ;
- RandstadRail Station Beatrixlaan, La Haye ;
- Ligne B section aérienne, Rennes.

L'analyse comparative des projets étudiés a été conduite en fonction des critères suivants :

- La hauteur perçue de l'infrastructure aérienne ;
- Le gabarit de l'environnement bâti immédiat ;
- La proximité de l'infrastructure et du cadre bâti ;
- Les aménagements au sol, la fréquence des zones d'activités et la continuité de aménagements le long du tracé de l'infrastructure ;
- L'impact visuel, en matière d'obstruction, de la présence ou non de végétation et de l'intérêt architectural de l'infrastructure aérienne.

À prime abord, l'infrastructure aérienne de 16 mètres, proposée pour le PSE, apparaît hors d'échelle par rapport à son environnement bâti limitrophe, qui varie de 4 à 13 mètres, ce qui rend son intégration urbaine particulièrement difficile. Il s'agit d'une infrastructure lourde de transport associée à des voies ferroviaires ou autoroutières surélevées. Les proportions de l'infrastructure se révèlent démesurées dans les milieux commerciaux et résidentiels de Pointe-aux-Trembles, particulièrement.

L'autoroute métropolitaine est un exemple de l'impact d'une structure aérienne sur un milieu urbain de gabarit comparable à celui du secteur résidentiel de Pointe-aux-Trembles, créant un effet de frontière urbaine.

Même si la structure aérienne proposée pour le PSE est plus élevée que l'autoroute métropolitaine, réduisant quelque peu son impact visuel, son implantation le long de la rue Sherbrooke Est risque d'accroître des effets de frontière urbaine, surtout dans les secteurs commerciaux et résidentiels.

Figure 49. L'autoroute métropolitaine de Montréal



Les leçons tirées des projets étrangers étudiés

Des projets similaires analysés ailleurs dans le monde se dégagent certains principes généraux qui permettraient une meilleure intégration urbaine.

Par exemple, la **hauteur perçue** de la structure aérienne du projet *The Underline Brickell Backyard* de Miami est comparable à celle du PSE, mais cette structure aérienne s'inscrit dans un contexte bâti de grande hauteur et de forte densité, un environnement où l'échelle du piéton cohabite déjà avec les superstructures.

Ce contexte nécessite tout de même un soin particulier dans l'intégration urbaine d'une telle infrastructure par des aménagements urbains et paysagers le long du tracé. Une structure aérienne plus haute permet d'amoinrir l'impact visuel du tablier dans son environnement immédiat, mais présente néanmoins un caractère d'infrastructure lourde de transport.

À Miami, un grand dégagement sous la structure est requis à cause de la traversée de la Miami River. Au sol, cette hauteur libre diminue les impacts négatifs sur l'espace public (effet de mur, environnement inhospitalier et faible luminosité sous la structure).

Figure 50. Étude comparative de la hauteur perçue du PSE et du projet Underline Brickell Backyard, à Miami

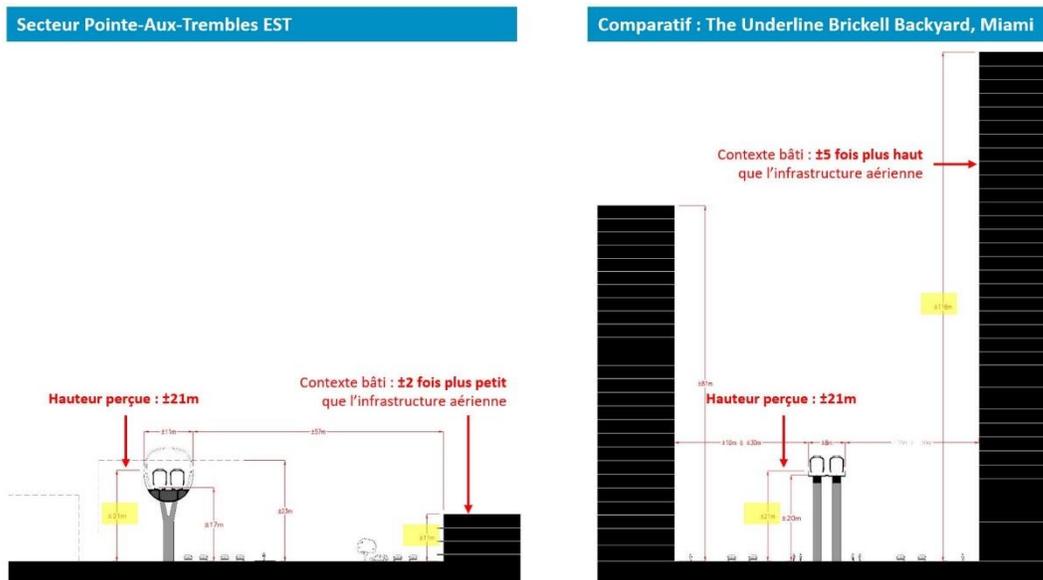


Figure 51. Projet Underline Brickell Backyard, Miami



Figure 52. Projet Underline Brickell Backyard, Miami



Signalons aussi que la largeur de l'emprise publique du projet est de l'ordre de 60 mètres, contre 30,5 mètres dans le cas de la rue Sherbrooke Est.

Dans les cas étrangers étudiés, **la largeur de l'emprise publique** varie, selon les cas, entre 60 et 220 mètres et apparaît comme un critère névralgique en vue d'optimiser l'intégration urbaine, assurant ainsi la possibilité d'un aménagement paysager et de détente qui atténue l'effet de la structure aérienne.

La création **d'espaces publics linéaires** sous toute la portion aérienne est généralement utilisée comme stratégie pour pallier les effets négatifs d'une structure aérienne en milieu urbain. Les différents précédents étudiés montrent que les critères suivants sont déterminants comme :

- L'aménagement de zones de type « destination » aux pôles d'intensité urbaine ;
- Une grande hauteur libre sous l'infrastructure aérienne génère de meilleures qualités d'ambiance au sol ;
- Une variété programmatique le long du tracé, en correspondance avec les milieux traversés par le parc linéaire ;
- La continuité d'un corridor de mobilité active et de biodiversité le long du tracé aérien.

Signalons également que les segments de tracé aérien des projets de transport collectif à travers le monde sont généralement localisés en zones périurbaines et le long des friches autoroutières et ferroviaires existantes, compte tenu du défi colossal associé à leur intégration en milieu urbain.

La **végétation** est également une mesure d'atténuation de l'impact visuel des structures aériennes. Le projet de Rennes mérite d'être cité en cette matière où environ 80 % de l'emprise publique est dédiée aux aménagements de mobilité active et à la végétation. Une bande de végétation est également prévue au-delà de l'emprise publique.

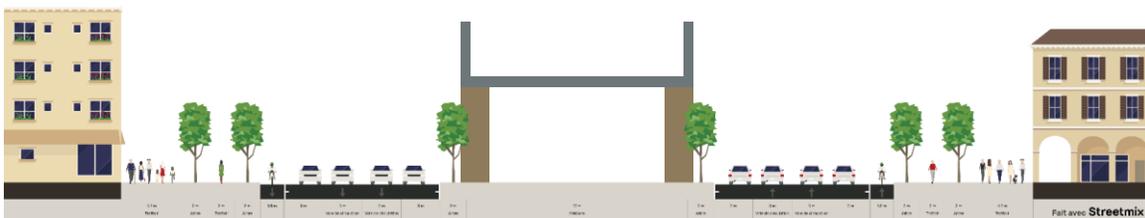
À Paris, l'impact visuel du métro aérien longeant le boulevard Auguste Blanqui est atténué par trois rangées d'arbres de part et d'autre de l'infrastructure aérienne en insertion centrale.

La plus-value architecturale de la structure aérienne de La Haye est très intéressante, mais elle représente une fraction de l'ensemble du réseau. Le reste du réseau aérien présente un traitement architectural de moindre qualité et un caractère industriel.

Figure 53. Rennes, ligne B, intégration paysagère et réduction du nombre de voies de circulation



Figure 54. Paris, métro aérien de la ligne 6, boulevard Auguste Blanqui d'une largeur de 70 mètres



Il ressort de l'analyse des enjeux d'insertion urbaine que les structures aériennes de transport collectif, qui sont des infrastructures lourdes de transport associées à des voies ferroviaires ou autoroutières surélevées, présentent de grands défis d'intégration lorsqu'elles sont situées dans des milieux urbains résidentiels ou commerciaux, compte tenu, entre autres, de leurs structures bétonnées, de caractère industriel, et d'un gabarit élevé en comparaison du gabarit des immeubles adjacents. En plus de l'impact visuel, il faut ajouter les impacts sonores et vibratoires de ces infrastructures dans le milieu avoisinant et sur la qualité de vie des résidents.

Les infrastructures surélevées des projets de transport collectif, répertoriées à travers le monde, sont généralement localisées en zones périurbaines et le long des friches autoroutières et ferroviaires existantes, compte tenu du défi associé à leur intégration en milieu urbain.

Dans les quelques cas où elles sont implantées en milieu urbain, elles s'inscrivent généralement dans un contexte bâti de grande hauteur et de forte densité, un environnement où l'échelle du piéton cohabite déjà avec les superstructures. Elles demandent aussi d'être implantées dans des emprises d'une largeur d'au moins 60 mètres en vue d'optimiser leur intégration urbaine et de permettre un aménagement paysager et de détente qui atténue l'effet de la structure aérienne.

Les enjeux d'intégration urbaine et d'acceptabilité sociale demeurent élevés, dans ces circonstances, dans le contexte de la rue Sherbrooke Est, notamment dans Pointe-aux-Trembles. Les aménagements urbains d'atténuation de ces impacts risquent d'être accessoires. De plus, la largeur moyenne de l'emprise publique de la rue Sherbrooke Est de 30,5 mètres ne permet pas ce type d'aménagement paysager. La grande quantité d'entrées charretières donnant accès à la rue Sherbrooke Est dans le secteur commercial pose également un défi de sécurité pour les piétons et les cyclistes.

Le caractère actuel de la rue Sherbrooke Est réfère davantage à un axe de circulation de type transit et non à un boulevard urbain, dans Pointe-aux-Trembles notamment. Compte tenu de la volonté exprimée de restructuration urbaine de cet axe majeur, l'insertion d'une infrastructure aérienne de transport collectif s'inscrit difficilement dans un tel contexte de mise en valeur et de consolidation urbaine.

L'implantation d'une infrastructure surélevée de transport collectif ne permet donc pas une insertion urbaine harmonieuse dans un milieu comme celui de Pointe-aux-Trembles. En conséquence, le groupe de travail ne retient pas cette option et propose d'aménager l'antenne est en voie souterraine sur tout son parcours.

Des analyses plus poussées en matière d'insertion urbaine, en fonction de différents types de modes de transport, devraient aussi être réalisées afin de mieux cerner ces enjeux et les options possibles.

6.5 L'optimisation de la ligne de train exo5

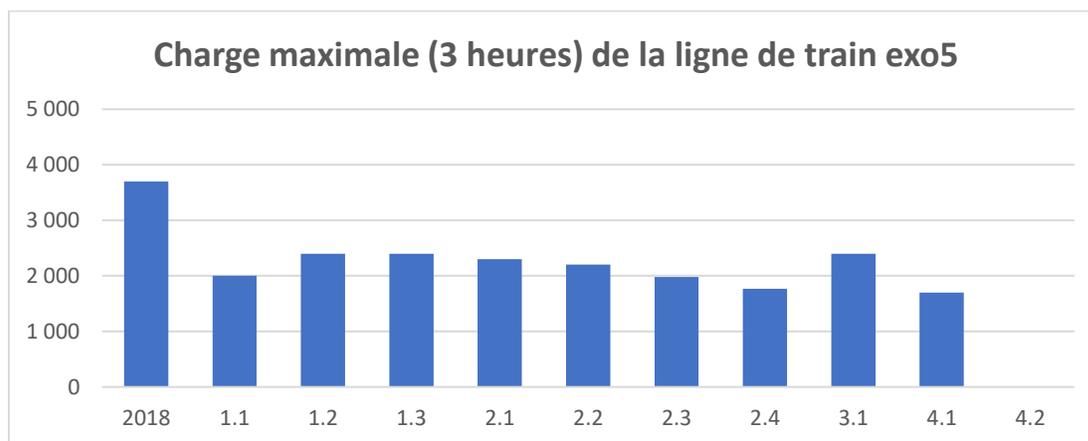
Rappelons que le groupe de travail a fait part dans son rapport intermédiaire de janvier 2023 que, dans la perspective d'un prolongement de l'antenne est depuis Pointe-aux-Trembles vers Mascouche par un mode de métro léger automatisé sur rail, la cohabitation d'un train lourd et du métro léger sur rail est impossible sur les voies du CN, si l'implantation est envisagée au niveau du sol (voir le résumé de cette analyse à l'annexe 3). Dans le cadre du mandat, conformément à une des recommandations du rapport intermédiaire, exo a conduit une étude d'optimisation de la ligne de train exo5 afin de déterminer les mesures techniques nécessaires qui assureraient une augmentation du service.

L'analyse de l'impact du PSE sur l'achalandage de la ligne exo5

Rappelons que la pandémie de COVID-19 a eu un impact sur la baisse de l'achalandage sur l'ensemble du réseau de transport collectif. Dans tous les scénarios évalués, l'achalandage de la ligne exo5 estimé à l'horizon de 2036 est moindre que celui observé en 2018, comme le montre la Figure 55.

L'estimation de l'achalandage de la ligne exo5 en pointe du matin en 2036, dans le cadre des analyses des scénarios du PSE, inclut un ajout de deux départs sur la ligne de train, pour un total de sept en pointe du matin. Les résultats sont comparés à ceux du scénario 1.1 dont l'estimation ne tient compte que de cinq départs. Les scénarios 1.2 à 2.3 et 3.1 démontrent un accroissement ou un maintien de l'achalandage en comparaison du scénario 1.1, grâce à l'ajout de deux départs. Cependant, les scénarios 2.4 et 4.1 entraînent plutôt une baisse d'achalandage, malgré l'ajout de deux départs. L'évaluation du scénario 4.2 a été faite en fonction de l'hypothèse que la ligne de train exo5 ne serait plus en service.

Figure 55. La charge maximale de la ligne de train exo5, en période de pointe du matin (3 heures), en 2036



Les scénarios d'optimisation

La situation actuelle est de cinq départs vers le centre-ville en période de pointe du matin, à un intervalle de 42 minutes entre chaque départ, avec quatre rames de trains. Trois scénarios ont été établis par exo afin de conduire une simulation des niveaux de service sur le réseau de trains de banlieue :

- Le premier scénario a évalué une amélioration avec six départs, sans rame additionnelle de trains, et un intervalle de 30 minutes entre chaque départ ;
- Un deuxième scénario a considéré sept départs avec un total de cinq rames et un intervalle de 25 minutes entre les départs ;
- Un dernier scénario a évalué une amélioration avec neuf départs, sept rames de trains et un intervalle de 20 minutes entre chaque départ.

Pour permettre ces améliorations de service, différentes interventions doivent être envisagées pour doubler la voie ferrée à certains endroits ou pour construire des infrastructures telles que des murs de soutènement et des viaducs. La Figure 56 présente les neuf secteurs d'intervention le long de la voie ferrée, entre la gare de Mascouche et le garage A-40, aux abords de la gare de Côte-de-Liesse.

L'étude d'optimisation a également permis de cerner les enjeux et d'établir une évaluation du niveau de risque des interventions. Une analyse plus poussée des impacts de ces améliorations techniques sur le milieu urbain environnant devra aussi être effectuée. L'impact serait particulièrement important dans les secteurs résidentiels qui bordent le tracé de la ligne exo5. Ainsi, dans certains cas, la mise en place des nouvelles voies ferrées nécessiterait l'enlèvement du couvert végétal qui joue actuellement un rôle d'écran visuel et, dans d'autres cas, les opérations ferroviaires seraient plus rapprochées de la limite d'emprise près de certains secteurs résidentiels.

L'analyse effectuée s'est limitée aux éléments du tracé ferroviaire uniquement. Les impacts sur les infrastructures routières ou souterraines (égouts, aqueduc, conduites d'énergie) n'ont pas fait l'objet d'une analyse détaillée. D'autres éléments devront donc aussi être considérés :

- Les normes établies par les Lignes directrices applicables aux nouveaux aménagements à proximité des activités ferroviaires produit par l'Association des chemins de fer du Canada et la Fédération canadienne des municipalités, reconnues par les schémas d'aménagement ; leur application nécessiterait probablement l'ajout de murs de protection et de murs-écrans acoustiques ;
- L'impact de l'ajout des voies ferrées et l'ajout des nouvelles structures d'étagement sur les réseaux d'infrastructures publiques devra faire l'objet d'analyses géotechniques lors de l'étape de conception.

Les coûts de ces interventions et des améliorations envisagées, selon une évaluation préliminaire, seraient de l'ordre de centaines de millions de dollars; cette estimation préliminaire devra être précisée. Compte tenu des coûts substantiels anticipés pour l'optimisation du service de la ligne exo5 et des gains d'achalandage limités, le groupe de travail ne recommande pas ces interventions.

Figure 56. L'optimisation de la ligne exo5 - Les secteurs d'intervention



Source : exo

7. L'arrimage au réseau du métro

La Société de transport de Montréal (STM) a été mandatée par le ministère des Transports et de la Mobilité durable (MTMD) pour évaluer l'impact de la connexion du projet du PSE aux stations de correspondance du métro de Montréal ainsi que sur la capacité de la ligne verte du métro, afin de déterminer les ajustements nécessaires. Le rapport présente les conclusions de cette analyse soumise par la STM au MTMD.

7.1 L'arrimage aux stations de correspondance

La STM a analysé l'impact du projet de PSE sur la capacité des stations de correspondance du métro, compte tenu de la croissance anticipée de l'achalandage, de la fluidité des passagers et de la capacité d'évacuation. L'analyse a principalement porté sur les stations Berri-UQAM, Assomption et Honoré-Beaugrand. Aucune intervention supplémentaire ne serait nécessaire à la future station Lacordaire de la ligne bleue.

Selon la STM, l'impact principal du PSE concerne particulièrement la station Assomption qui serait appelée à être modifiée significativement pour s'adapter au flux additionnel d'achalandage. Ces interventions pourraient être associées à celles visant l'accessibilité universelle de la station.

Le scénario d'une double connexion du PSE à la ligne verte du métro, aux stations Assomption et Honoré-Beaugrand, favoriserait un meilleur équilibrage des charges des usagers dans ces stations de métro ; elle aurait l'avantage de mieux répartir la charge et d'alléger la pression sur la station Assomption.

Les enjeux relatifs à la station Berri-UQAM sont complexes puisque certains quais de la station ne disposent pas *a priori* d'une grande capacité résiduelle. L'achalandage additionnel du PSE s'ajouterait à la charge que connaît cette station, mais ne changerait pas significativement le portrait d'une situation qui devra faire l'objet d'études additionnelles et de mesures correctives. Les mesures d'augmentation de la fréquence maximale de la ligne verte, présentées dans la sous-section suivante, comptent parmi les moyens envisagés afin de réduire la pression à la station Berri-UQAM.

7.2 Les améliorations de la ligne verte

L'analyse conduite par la STM confirme que la capacité disponible de la ligne verte est suffisante pour soutenir la croissance de l'achalandage, incluant celle du PSE, d'ici 2050. Trois types d'interventions ont été analysés afin d'accroître cette capacité et de moderniser le métro de Montréal.

Le PSE représente un ajout d'environ 2 000 passagers par direction durant l'heure la plus achalandée (PPHD) sur la ligne verte en 2036, en fonction des scénarios 1.2 ou 1.3, et de 3 100 PPHD en tenant compte des prolongements. La ligne verte offrait une capacité de service de 23 300 PPHD, en 2019, alors que l'achalandage est actuellement d'environ

18 500 PPHD. De plus, la capacité de la ligne verte pourrait être augmentée de 8 700 PPHD (+ 37 %) à l'aide de trois grandes interventions.

La première intervention serait l'allongement de la rafale de service¹⁷ par l'ajout de trains pour offrir la fréquence de service maximale (2min30s) durant toute l'heure la plus achalandée. Cette mesure ajouterait jusqu'à 2 100 PPHD. Elle représente des coûts d'exploitation additionnels sans aucun investissement et pourrait être déployée très rapidement.

La seconde intervention consiste à remplacer les voitures MR-73 par des trains de nouvelle génération de type « boa », plus spacieux, qui offrent une capacité supérieure de 8 %, pour un gain de 1 300 à 1 400 PPHD, selon le niveau de service. Les trains MR-73 devront être remplacés au plus tard en 2036 alors qu'ils auront atteint leur fin de vie utile. Il s'agit d'un projet majeur qui exigera la construction d'un nouveau complexe Beaugrand, de même que la modification de l'arrière-gare et du garage Angrignon. Il devra être arrimé avec la mise en service d'un nouveau contrôle de trains sur la ligne verte et sur les autres lignes. S'agissant de projets très complexes qui doivent être réalisés au plus tard en 2036, avec ou sans PSE, les études devraient être lancées rapidement pour respecter ce calendrier.

La troisième intervention consiste à pouvoir accroître le temps de parcours entre des stations et à augmenter ainsi la fréquence de service maximale. Celle-ci est cependant limitée à 2min30s sur la ligne verte en raison des temps de parcours dans cinq corridors entre des stations (ou interstations) qui sont supérieurs à 2min00s. Ceux-ci constituent autant de goulots qui empêchent de réduire l'intervalle minimum de service sous les 2min30s car il n'est pas possible dans les circonstances actuelles de faire circuler deux trains dans la même direction dans une même interstation. L'élimination de ces goulots permettrait d'ajouter une capacité additionnelle potentielle de 5 300 PPHD. Cette intervention nécessite la modification des normes d'exploitation tout en mettant en œuvre des solutions pour maintenir un niveau de sécurité adéquat. L'ajout d'infrastructures de ventilation et d'évacuation, entre autres, serait une première option pour maintenir un niveau de sécurité comparable. La seconde option relève des modes opératoires, combinés aux possibilités des nouvelles technologies, notamment celles d'un contrôle de train de nouvelle génération (CBTC). Des analyses supplémentaires seront nécessaires afin de déterminer les meilleurs moyens d'élimination des goulots des interstations et afin d'augmenter la fréquence de service, tout en maintenant un niveau de sécurité adéquat.

¹⁷ La rafale de service correspond au niveau de service le plus élevé offert durant une pointe pour répondre aux niveaux de charge les plus importants. L'intervalle de 2min30sec est la fréquence la plus élevée actuellement possible sur la ligne verte, offerte durant 25 minutes en pointe du matin. En pointe d'après-midi, moins intense, la rafale est d'une durée de 45 minutes avec un intervalle de 2min45sec.

8. L'analyse de risques

La gestion des risques est un processus continu et itératif généralement appliqué à un processus de gestion de projet. Son objectif principal est d'évaluer et de maintenir les risques du projet à un niveau acceptable pour le maître d'ouvrage.

L'analyse vise donc à déterminer et à évaluer des situations qui pourraient aller à l'encontre des objectifs du projet, afin d'établir des pistes de réponse à ces risques dans le but de les atténuer ou de les maîtriser. L'analyse vise également à déterminer des opportunités permettant d'obtenir des résultats positifs allant au-delà des objectifs prévus ou des bénéfices attendus.

L'analyse des risques et des opportunités a pris en compte dix critères, qui sont présentés dans le tableau qui suit. Dix-huit risques ont été désignés en fonction de ces critères et des scénarios étudiés, ainsi que quatre opportunités.

Tableau 3. Les critères de l'analyse de risques et leur définition

	Critères	Définition
1	Mobilité	Risques/opportunités associés aux conditions de mobilité collective, active ou véhiculaire.
2	Exploitation	Risques/opportunités associés à la mise en service, à l'exploitation et à l'entretien du système.
3	Urbain	Risques/opportunités associés à l'intégration urbaine du projet et aux effets sur le développement urbain.
4	Environnement et site	Risques/opportunités associés aux conditions du site et aux milieux naturels affectés.
5	Interfaces externes	Risques/opportunités associés à l'arrimage du projet avec d'autres projets connexes ou entités externes.
6	Contexte sociopolitique	Risques/opportunités associés au contexte politique, à l'acceptabilité sociale et aux nuisances potentielles du projet.
7	Gouvernance	Risques/opportunités associés à la structure de gouvernance, aux processus décisionnels et aux rôles et responsabilités.
8	Faisabilité	Risques/opportunités associés à la faisabilité et la complexité technique de la solution et de sa mise en œuvre.
9	Financier	Risques/opportunités associés au financement du projet et aux facteurs de surcoûts potentiels.
10	Portée	Risques/opportunités associés à des modifications significatives aux objectifs ou à la portée du projet.

Deux risques critiques émanent de cette analyse :

- L'échéance des réserves foncières¹⁸ établies par le MTMD à la demande de CDPQ Infra pour le REM de l'Est :

Les réserves foncières visaient les terrains à acquérir pour l'implantation des stations du projet ; les premières réserves foncières arriveront à échéance en février 2025 ;

- La perception négative de l'antenne est, rue Sherbrooke Est, liée à l'implantation d'une structure aérienne :

L'antenne est du projet étudié, entre la station Assomption et la gare de Pointe-aux-Trembles, était prévue être implantée sur une voie souterraine ; compte tenu des enjeux techniques majeurs et des enjeux d'insertion urbaine, la proposition d'aménager l'antenne est sur une structure aérienne a soulevé de vives critiques et une mobilisation citoyenne de la part de résidents de Mercier-Est ; l'implantation d'une structure aérienne, dans l'axe de la rue Sherbrooke Est, notamment à Pointe-aux-Trembles, présente aussi des enjeux techniques et d'insertion urbaine majeurs et risque de soulever des critiques et une mobilisation citoyenne, diminuant d'autant l'acceptabilité sociale du projet ; le prolongement de l'antenne est vers Charlemagne, en voie aérienne, représente un risque semblable, en plus des enjeux environnementaux de la traversée de la rivière des Prairies (signifiés ci-après).

Quatre autres situations présentent des risques élevés :

- L'acquisition des terrains commerciaux pour l'implantation des stations, qui représentent la majorité des lots à acquérir, pourrait faire l'objet de longues négociations et entraîner des coûts élevés ;
- La présence d'espèces protégées ou menacées et de milieux naturels fragiles à l'embouchure de la rivière des Prairies, aux abords de Pointe-aux-Trembles, de Charlemagne et de Lachenaie, représente un enjeu majeur en matière de protection de l'environnement dans le cas de l'implantation d'une structure aérienne ; les résultats de l'évaluation des impacts environnementaux nécessiteraient des mesures de mitigation et pourraient commander une révision du projet ;
- Les critères de conception de l'infrastructure souterraine devront être soumis auprès du Service des incendies de Montréal afin d'obtenir une validation en matière de sécurité publique, ce qui pourrait nécessiter une révision des éléments techniques et des coûts ;

¹⁸ Une réserve foncière peut être établie pour une période de deux ans, par un corps public, et ne peut être renouvelée qu'une seule fois pour deux années supplémentaires, soit un total maximal de quatre années.

- La difficulté d’implanter le projet dans l’ensemble des secteurs étudiés pourrait affecter le processus de développement du projet et son acceptabilité sociale.

Les autres situations analysées représentent des risques faibles ou moyens qui peuvent être gérés dans le cadre du projet.

9. L'analyse multidomaines

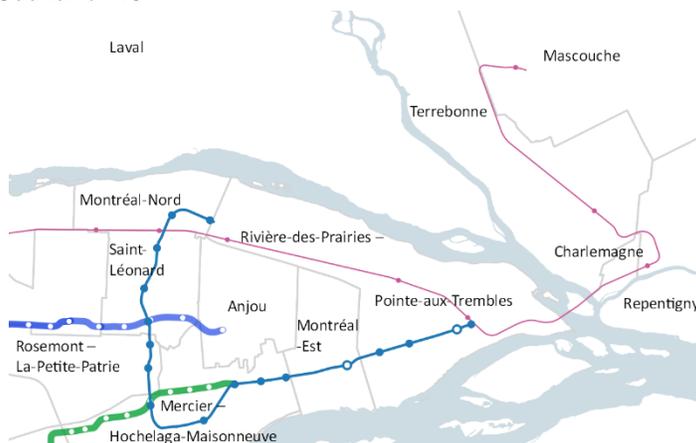
L'analyse multidomaines (AMD) est une méthode qui permet d'évaluer les avantages et les inconvénients propres aux scénarios envisagés. L'AMD est structurée en domaines d'évaluation et s'appuie sur des critères, quantitatifs ou qualitatifs, pour faire ressortir les principaux constats à cet égard. Le Tableau 4 présente les domaines évalués ainsi que les critères utilisés dans l'analyse des scénarios.

Tableau 4. L'analyse multidomaines : les domaines et les critères

Domaines	Critères
Mobilité	Performance des déplacements Couverture territoriale Connectivité du réseau Accessibilité de la mobilité active
Exploitation	Effets sur le réseau existant
Financier	Coûts de réalisation et d'exploitation Faisabilité et complexité techniques
Urbain et environnement	Intégration urbaine Développement immobilier Protection des milieux naturels et de la faune

L'analyse globale indique que le scénario 1.3 qui relie le cégep Marie-Victorin et la gare de Pointe-aux-Trembles, avec une correspondance aux stations de métro de la ligne bleue (Lacordaire) et de la ligne verte (Assomption et Honoré-Beaugrand), répond aux besoins en déplacements et est jugé performant en matière de mobilité. Compte tenu du mode envisagé, soit un métro léger automatisé sur rail, l'ensemble du tracé de 21,5 km devra être réalisé en voie souterraine pour assurer son insertion urbaine dans les quartiers traversés. Son coût est évalué à 22,8 milliards de dollars.

Scénario 1.3



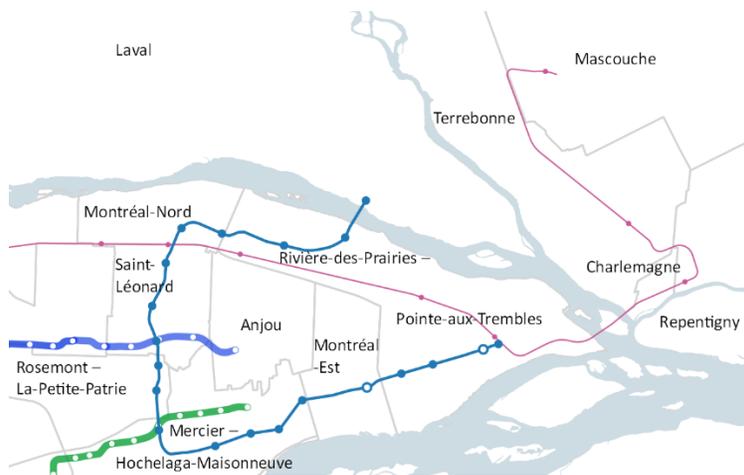
Le scénario 2.1, qui propose un prolongement de l’antenne nord avec deux stations dans le secteur de Rivière-des-Prairies, est également performant en matière de mobilité. Son coût est estimé à 27 milliards de dollars.

Scénario 2.1



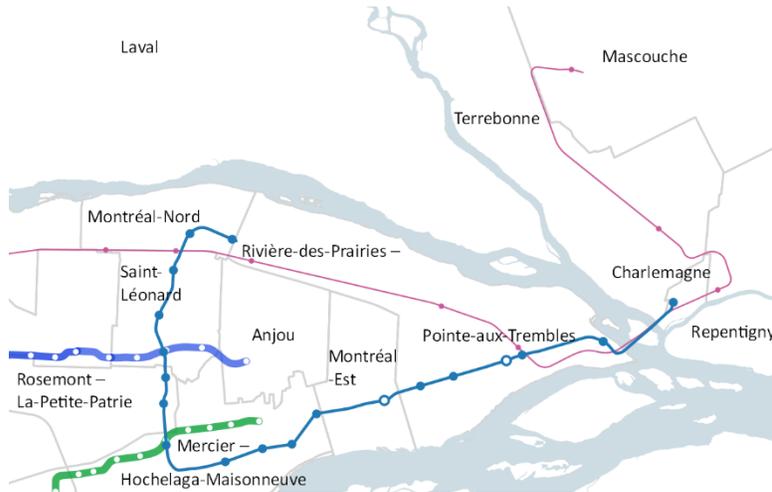
Le scénario 2.2, soit le prolongement du scénario précédent vers Saint-François de Laval, offre également une performance en matière de mobilité. La réalisation de ce prolongement dépendra du rythme de développement immobilier de ce secteur et de l’occasion à saisir si le scénario 2.1 se réalise pour poursuivre l’infrastructure souterraine vers ce secteur de Laval. Ce prolongement vers Saint-François de Laval offre plus de possibilité en matière de gestion des infrastructures de bout de ligne. Son coût est estimé à 29,7 milliards de dollars.

Scénario 2.2



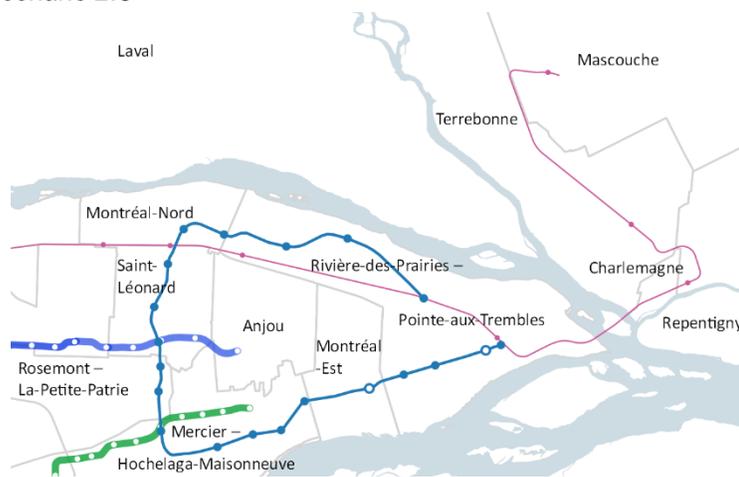
Le scénario 3.1 propose un prolongement de l’antenne est vers Charlemagne. Il offre également une performance intéressante en matière de mobilité. Sa réalisation en mode souterrain évite les contraintes environnementales de la traversée de la rivière des Prairies. Son coût est estimé à 26,9 milliards de dollars.

Scénario 3.1

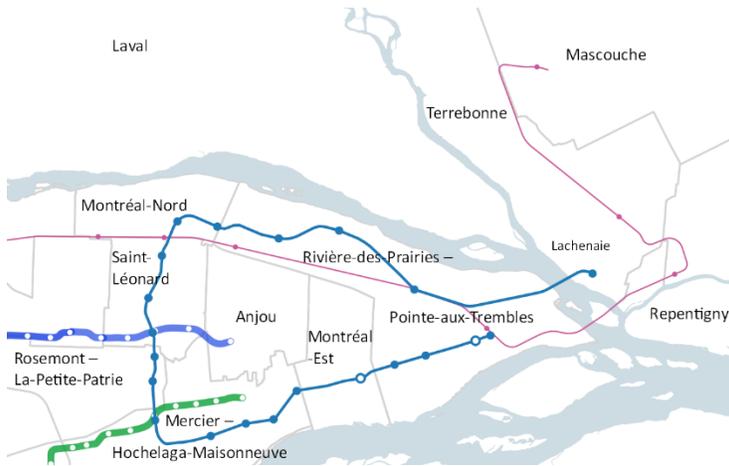


L’analyse multidomaines a également permis de constater que les scénarios 2.3 et 2.4, soit les prolongements étudiés vers le boulevard Saint-Jean-Baptiste de Rivière-des-Prairies et Lachenaie, ainsi que les deux options de prolongement de l’antenne nord vers Terrebonne et Mascouche, illustrés dans les scénarios 4.1 et 4.2, sont peu performants en matière de mobilité et représentent des coûts très élevés, notamment les scénarios 4.1 et 4.2, compte tenu de la distance des tracés, respectivement estimés à 39,9 et 42,9 milliards de dollars. Pour ces raisons, le groupe de travail recommande de ne pas retenir ces quatre scénarios.

Scénario 2.3



Scénario 2.4



Scénario 4.1



Scénario 4.2



Conclusion et recommandations

Conformément au mandat confié par le gouvernement du Québec et la Ville de Montréal, le 3 juin 2022, le groupe de travail a conduit les études et les analyses en vue de soumettre un bilan des pistes d'optimisation du projet révisé du REM de l'Est, en fonction des quatre axes d'amélioration signifiés.

Le groupe de travail a ainsi dirigé les analyses relatives à la mobilité (tracés, achalandage, intégration au réseau), aux infrastructures (faisabilité technique et coûts budgétaires) et à l'intégration urbaine. Il a également complété les analyses indiquées dans les quatre recommandations du rapport intermédiaire du 26 janvier 2023.

À la suite de l'ensemble des études et des analyses conduites, le groupe de travail fait état des **principaux constats** qui suivent.

L'achalandage et les coûts estimés des scénarios

L'analyse de la mobilité démontre les besoins d'un projet structurant de transport collectif dans l'est de Montréal et le rattachement du réseau vers Laval et Lanaudière. Le groupe de travail a ainsi analysé les bénéfices et les coûts de dix scénarios.

Les scénarios 1.2 et 1.3, soit les antennes nord et est du projet entre le cégep Marie-Victorin et la gare de Pointe-aux-Trembles, dans les axes Lacordaire et Sherbrooke Est, démontrent que ces axes répondent aux besoins de déplacements des résidents de l'est de Montréal. Ils présentent des résultats similaires : un achalandage de 19 300 passagers en pointe du matin, sur un tracé de 21,5 km, soit 900 passagers/km. Le coût de réalisation estimé pour ces scénarios serait de l'ordre de 22,8 milliards de dollars, ce qui inclut une majoration de 95 % pour la gestion des risques, les frais de financement, l'inflation et autres frais afférents.

L'analyse de la STM signale à cet effet que le scénario 1.3 permettrait un meilleur arrimage au métro de Montréal à l'aide d'une correspondance à deux stations de la ligne verte, soit Assomption et Honoré-Beaugrand.

Le scénario 2.1, portant sur le prolongement vers le secteur de Rivière-des-Prairies avec deux stations, apparaît également comme étant performant, assurant un achalandage supplémentaire estimé de 3 700 passagers en pointe du matin. De même, le prolongement vers Saint-François de Laval depuis Rivière-des-Prairies (scénario 2.2) présente un accroissement additionnel d'environ 2 000 passagers, alors que le prolongement de l'antenne est vers Charlemagne (scénario 3.1) générerait un achalandage supplémentaire de 4 300 passagers.

En contrepartie, les scénarios 2.3 et 2.4, soit les prolongements étudiés vers le boulevard Saint-Jean-Baptiste de Rivière-des-Prairies et Lachenaie, ainsi que les deux options de prolongement de l'antenne nord vers Terrebonne et Mascouche, illustrés dans les scénarios 4.1 et 4.2, sont peu performants en matière de mobilité et représentent des coûts très élevés, notamment en raison de la distance des tracés des scénarios 4.1 et 4.2, respectivement estimés à 39,9 et 42,9 milliards de dollars. Pour ces raisons, le groupe de travail recommande de ne pas retenir ces quatre scénarios.

La combinaison de ces scénarios (1.2 ou 1.3, 2.1, 2.2 et 3.1) desservant l'est de Montréal, Laval et Charlemagne représenterait un projet de 34 km dont l'achalandage, en pointe du matin, serait de 29 000 passagers et dont le coût est évalué à 33,8 milliards de dollars, ce qui inclut une majoration de 95 % pour la gestion des risques, les frais de financement, l'inflation et autres frais afférents.

La faisabilité technique

L'analyse de la faisabilité technique a également été conduite en fonction de l'intégration physique et urbaine de la structure proposée par le projet.

Dans les tronçons prévus en voie souterraine, le projet ne soulève pas d'enjeux techniques compte tenu de la qualité du roc en sous-sol. De même, les passages sous la rivière des Prairies ne présentent pas non plus d'enjeux majeurs sur le plan technique.

Les enjeux techniques touchent particulièrement les passages depuis la voie souterraine à une structure aérienne, nécessitant la construction de trémies de quelque 400 mètres de longueur. La structure aérienne est, pour sa part, une structure bétonnée d'une hauteur de 16 mètres, montée sur des piles à une distance de 50 mètres entre chacune d'elles. Les stations aériennes atteindraient conséquemment une hauteur de plus de 20 mètres.

L'aménagement et la construction d'une telle structure présente plusieurs défis dans les secteurs de Mercier-Ouest et de Mercier-Est, comme le démontrent les résultats des analyses. Compte tenu de ces défis, le groupe de travail recommande que ce tronçon du PSE dans Mercier soit en voie souterraine.

De même, l'aménagement de la structure aérienne dans l'axe de la rue Sherbrooke Est, soulève plusieurs défis techniques, que ce soit le croisement d'un râtelier d'oléoducs et de gazoducs, le rabaissement de la structure pour passer sous une ligne de transport électrique de haute tension ou l'extension éventuelle vers Charlemagne qui nécessiterait le passage au-dessus de deux viaducs ferroviaires, en plus des enjeux environnementaux de la traversée de la rivière des Prairies.

L'intégration urbaine

En plus des défis techniques majeurs soulevés par une infrastructure aérienne dans l'axe de la rue Sherbrooke Est, celle-ci pose un défi très important d'insertion urbaine harmonieuse.

Il ressort de l'analyse que les structures aériennes de transport collectif, qui sont des infrastructures lourdes de transport associées à des voies ferroviaires ou autoroutières surélevées, présentent de grands défis d'intégration lorsqu'elles sont situées dans des milieux urbains résidentiels ou commerciaux, compte tenu, entre autres, de leurs structures bétonnées de caractère industriel et de leur gabarit élevé en comparaison du gabarit des immeubles adjacents. En plus de l'impact visuel, il faut ajouter les impacts sonores et vibratoires de ces infrastructures dans le milieu avoisinant et sur la qualité de vie des résidents.

L'implantation d'une infrastructure surélevée de transport collectif ne permet donc pas une insertion urbaine harmonieuse et apparaît comme une option qui ne devrait pas être

privilegiée dans un contexte urbain. Le groupe de travail ne retient donc pas cette option et recommande d'aménager l'antenne est en voie souterraine sur tout son parcours.

L'optimisation de la ligne exo5

Compte tenu des coûts substantiels anticipés pour l'optimisation du service de la ligne exo5 et des gains d'achalandage limités, le groupe de travail ne recommande pas ces interventions.

L'arrimage au métro

L'analyse menée par la STM confirme que la capacité disponible de la ligne verte du métro est suffisante pour soutenir la croissance de l'achalandage d'ici 2050, incluant celle du PSE. De même, le scénario d'une double connexion du PSE à la ligne verte du métro, aux stations Assomption et Honoré-Beaugrand, favoriserait un meilleur équilibre des charges des usagers dans ces stations.

L'estimation ajustée des coûts

Rappelons que l'estimation des coûts a été établie selon les indications de la Directive sur la gestion des projets majeurs d'infrastructure publique et en fonction de la méthodologie présentée à l'annexe 2.

Compte tenu des constats du groupe de travail, il est recommandé d'implanter le PSE en voie souterraine sur tout son parcours. Conséquemment, les coûts estimés des scénarios doivent être revus en tenant compte que toutes les stations du PSE proposé seraient souterraines. Une station souterraine représente un coût plus élevé de l'ordre de 300 millions de dollars en comparaison d'une station aérienne.

Ainsi, les coûts des scénarios 1.2 ou 1.3 sur 21,5 km, d'abord estimés à 22,8 milliards de dollars, seraient plutôt de l'ordre de 24,3 milliards de dollars pour tenir compte de l'enfouissement de cinq stations d'abord envisagées comme aériennes, ce qui inclut une majoration de 95 % pour la gestion des risques, les frais de financement, l'inflation et autres frais afférents.

De même, les coûts estimés de la combinaison des scénarios 1.2 ou 1.3, 2.1, 2.2 et 3.1 sur 34 km, desservant l'est de Montréal, Laval et Charlemagne, d'abord estimés à 33,8 milliards de dollars, seraient de l'ordre de 35,9 milliards de dollars, tenant compte de l'enfouissement de sept stations d'abord envisagées comme aériennes, ce qui inclut une majoration de 95 % pour la gestion des risques, les frais de financement, l'inflation et autres frais afférents.

RECOMMANDATIONS

Compte tenu des résultats de ces analyses et des constats dressés, le groupe de travail formule les recommandations suivantes :

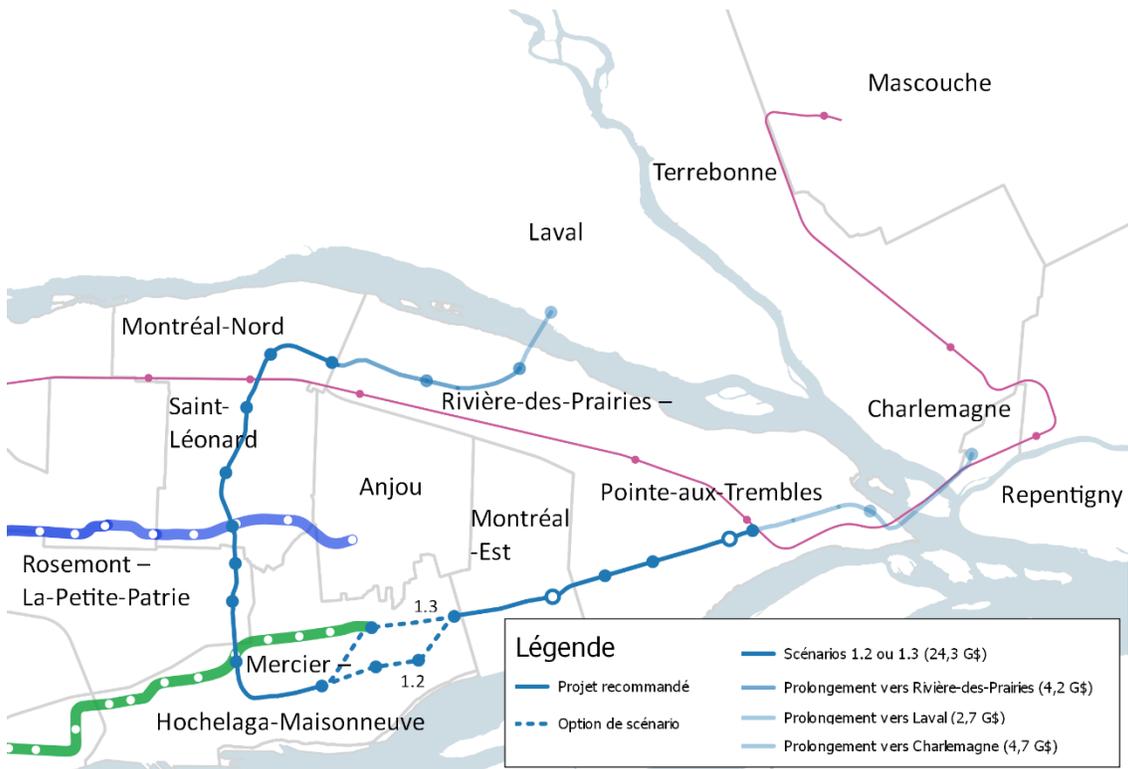
- 1. Considérer les scénarios 1.2 ou 1.3 combinés aux scénarios 2.1, 2.2 et 3.1 comme tracés à analyser plus en détail, compte tenu de leur performance en matière de mobilité (voir la Figure 57). Les scénarios 2.3, 2.4, 4.1 et 4.2 ne sont pas retenus pour le projet étudié, mais devraient faire l'objet d'analyses pour déterminer des options de desserte en transport collectif du secteur global à l'étude.*
- 2. L'implantation du métro léger automatisé sur rail devrait se faire en voie souterraine sur tout le parcours retenu.*

PROCHAINES ÉTAPES

Poursuivre les études et les analyses du tracé du projet proposé afin de:

- Évaluer les acquisitions immobilières associées au projet;*
- Évaluer les perspectives de développement économique et urbain à la suite de la réalisation du projet en vue d'en saisir les opportunités;*
- Optimiser le projet proposé en matière de coûts et d'atténuation des risques notamment en considérant les éléments suivants:*
 - Les phases de réalisation progressive du projet;*
 - Le mode de réalisation du projet;*
 - Le raccordement du PSE au réseau existant de transport collectif.*
- Déterminer le mode de collaboration des parties prenantes et de participation publique.*

Figure 57. Tracé proposé du projet à évaluer, combinant les scénarios 1.2 ou 1.3, 2.1, 2.2 et 3.1



Annexes

- Annexe 1. Les analyses complémentaires de la mobilité
- Annexe 2. La méthodologie d'évaluation des coûts
- Annexe 3. L'analyse de l'intégration du mode de métro léger automatisé sur rail à l'infrastructure de la ligne exo5

Annexe 1. Les analyses complémentaires de la mobilité

En complément de l'analyse de mobilité des scénarios, exposée à la section 6, nous présentons dans cette annexe les graphiques relatifs aux analyses complémentaires effectuées sur l'achalandage, le transfert modal estimé et les charges maximales des antennes nord et est.

De plus, cette annexe fait état des résultats d'analyse de la charge maximale, estimée en fonction de la pointe du matin en 2036, des lignes verte et bleue du métro ainsi que de la ligne de train exo5.

L'approche méthodologique

La principale source de données est l'enquête origine-destination réalisée en 2018 par l'ARTM. L'analyse concerne uniquement les déplacements en période de pointe du matin, de 6 h 00 à 8 h 59; les données d'achalandage sont projetées à l'horizon de 2036.

Afin de projeter la demande en déplacement en transport collectif, un modèle d'élasticité entre la variation du produit intérieur brut (PIB) et l'achalandage du transport collectif est utilisé. Les données projetées prennent aussi en considération les prévisions de reprise de l'achalandage de l'ARTM par rapport à ce qu'il était en 2019, soit avant la pandémie de COVID-19.

De plus, la demande projetée n'inclut pas d'ensemencement, c'est-à-dire qu'elle ne tient pas compte de projets immobiliers qui pourraient être générés par l'implantation du projet.

Les hypothèses de simulation retenues pour l'évaluation du PSE sont les suivantes :

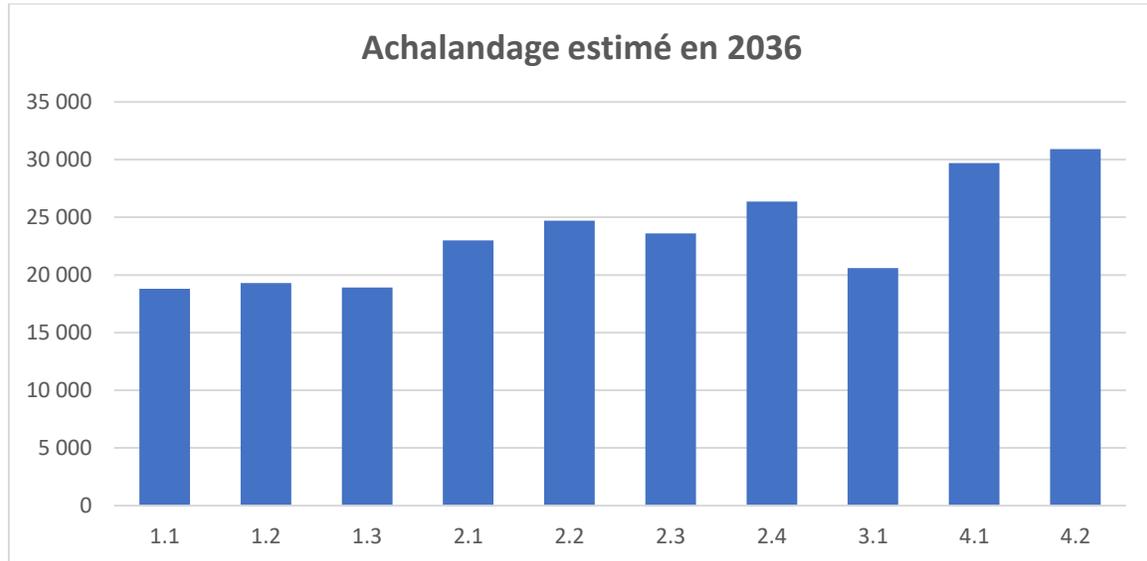
- La vitesse et l'intervalle de service sont améliorés sur la ligne verte;
- La localisation et la capacité des stationnements ainsi que le rabattement des services d'autobus sont optimisés;
- La vitesse retenue du PSE (moyenne de 40 km/h) provient de l'analyse de CDPQ Infra et de Solution + ;
- L'intervalle de service de 4 minutes a été établie par CDPQ Infra;
- À l'exception du scénario 1.1, deux départs sont ajoutés sur la ligne de train exo5.

Rappelons que l'objectif principal de cette analyse est de produire des résultats pour fins de comparaison des scénarios. Les prévisions sont préliminaires et sujettes à révision. Ces prévisions se situent dans un ordre de grandeur de plus ou moins 20 %.

L'achalandage et le nombre de passagers au kilomètre des scénarios

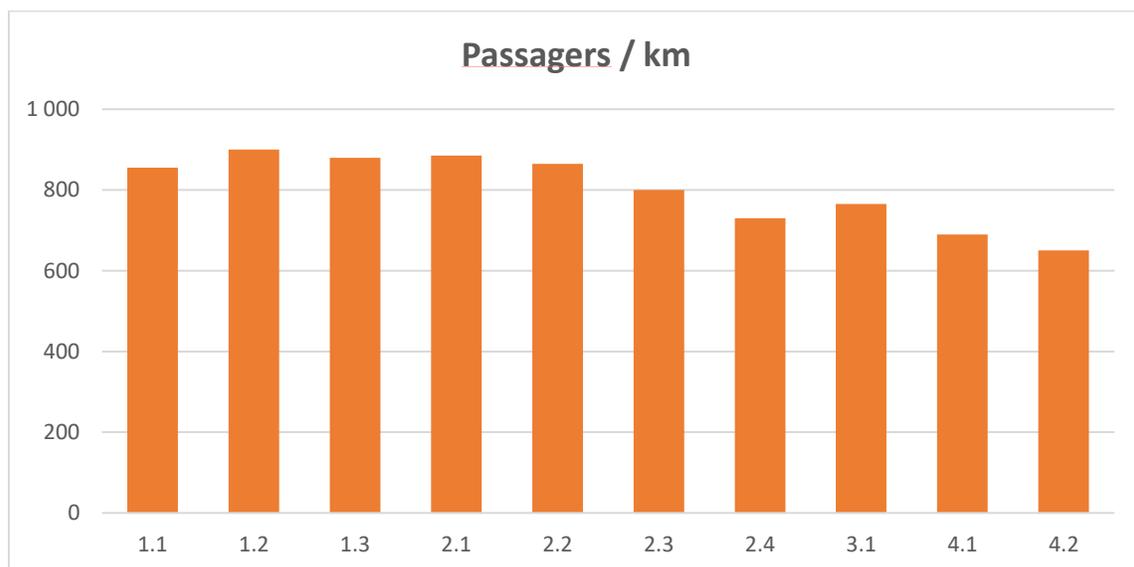
Les graphiques qui suivent illustrent l'achalandage des différents scénarios analysés et présentés à la section 6.2. La Figure 58 illustre le nombre estimé de passagers lors de la période de pointe du matin de 3 heures (entre 06 h et 08 h 59), en 2036, pour chacun des scénarios analysés.

Figure 58. L'achalandage des scénarios analysés, en période de pointe du matin (3 heures), en 2036



La Figure 59 indique le nombre estimé de passagers par kilomètre (pass/km) des dix scénarios. Ce nombre représente le résultat du rapport entre l'achalandage de pointe, sur 3 heures, et le nombre de kilomètres du scénario, en 2036.

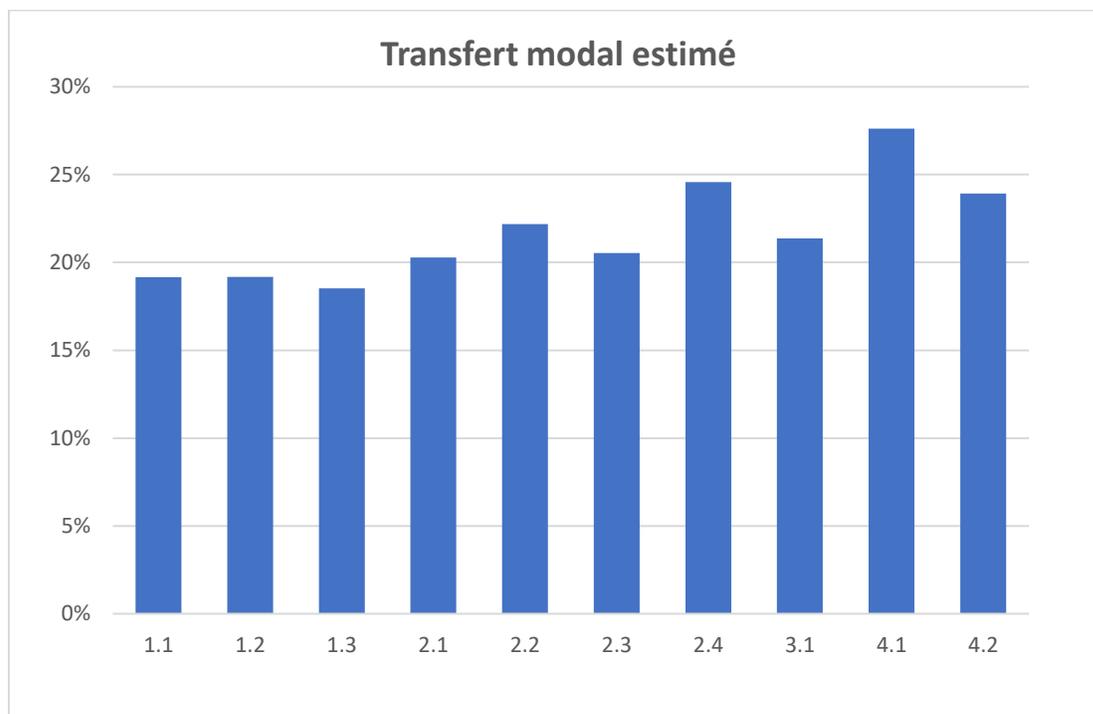
Figure 59. Le nombre estimé de passagers/kilomètre des scénarios analysés, en période de pointe du matin (3 heures), en 2036



Le transfert modal estimé

L'analyse du transfert modal évalue la proportion d'automobilistes qui opteraient pour l'usage du transport collectif en fonction de l'implantation du projet, selon les scénarios, en période de pointe du matin.

Figure 60. L'estimation du transfert modal de l'automobile vers le transport collectif, selon les scénarios, en période de pointe du matin (3 heures), en 2036

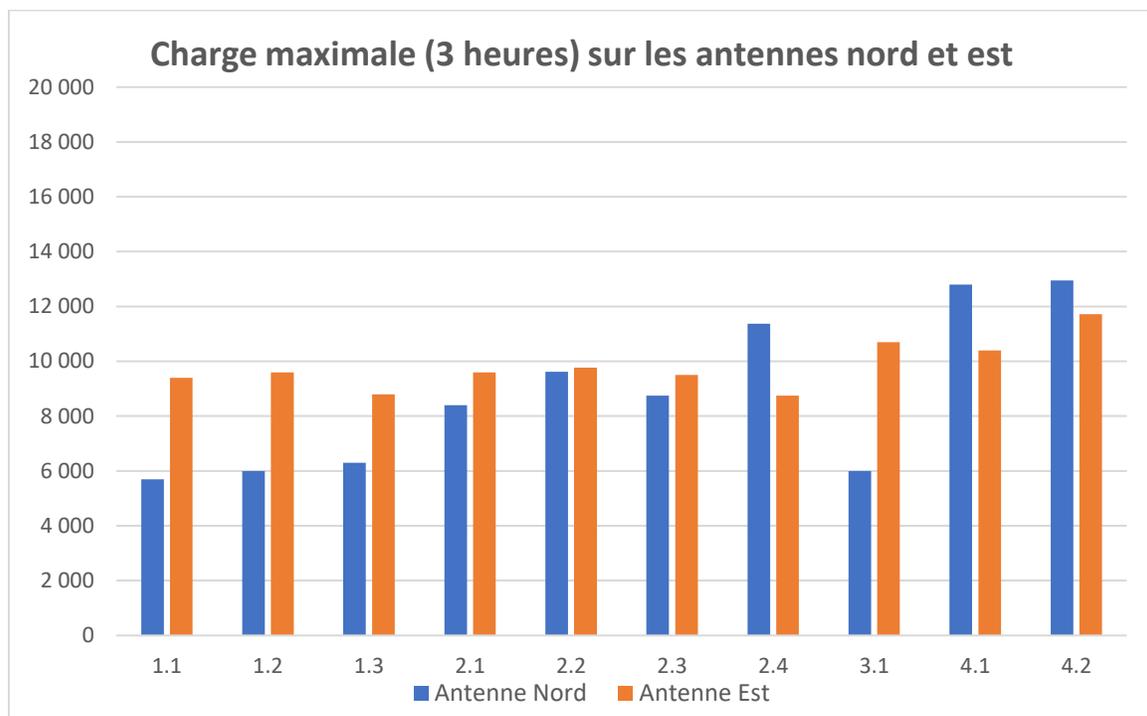


La charge maximale estimée des scénarios du PSE

La charge maximale d'un axe de transport collectif est désignée par le nombre de passagers sur le tronçon le plus achalandé durant la période de pointe (3 heures) dans une direction. La charge maximale peut aussi être désignée pour une heure, soit la charge maximale durant l'heure de pointe la plus achalandée; celle-ci correspond généralement à environ 50 % de la charge maximale de la période de pointe de trois heures.

L'évaluation de la charge maximale a été faite pour la période de pointe du matin, en 2036, pour l'ensemble des scénarios. De même, les effets d'achalandage des différents scénarios ont été reportés sur les lignes verte et bleue du métro ainsi que sur la ligne de train de banlieue exo5, afin d'en évaluer la charge maximale, selon ces scénarios.

Figure 61. La charge maximale des antennes nord et est, selon les scénarios analysés, en période de pointe (3 heures), en 2036



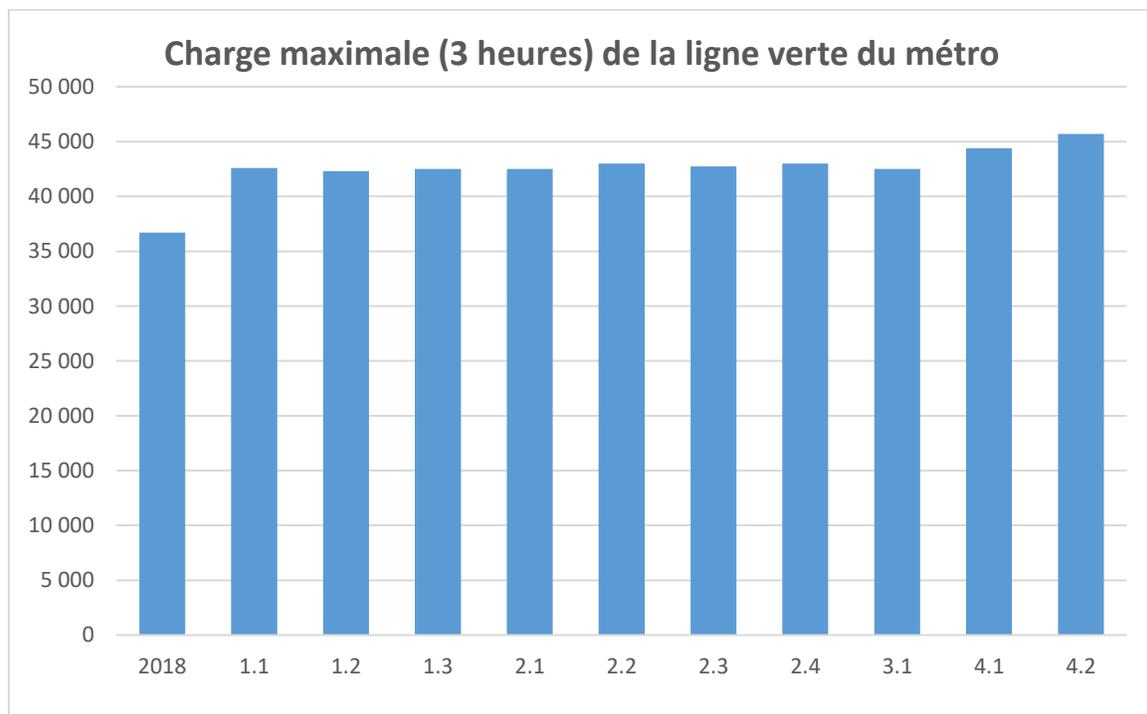
La charge maximale de la ligne verte du métro

La charge maximale de la période de pointe du matin (06 h - 08 h 59) sur la ligne verte du métro était estimée à environ 36 000 passagers, en 2018, soit une charge maximale d'environ 18 000 passagers pour l'heure de pointe.

Pour l'ensemble des scénarios, à l'exception des scénarios 4.1 et 4.2, l'implantation du PSE ferait augmenter la charge maximale d'environ 6 000 passagers durant la période de pointe du matin, soit une augmentation de 15 % par rapport à la situation prévalant en 2018.

Les scénarios 4.1 et 4.2, ceux proposant des prolongements vers Terrebonne et Mascouche, feraient accroître cette charge maximale de 8 000 passagers (scénario 4.1) ou de 9 000 passagers (scénario 4.2), soit une augmentation respective de 21 % et de 25 % par rapport à 2018.

Figure 62. La charge maximale estimée de la ligne verte du métro, selon les scénarios analysés, en période de pointe du matin (3 heures) en 2036

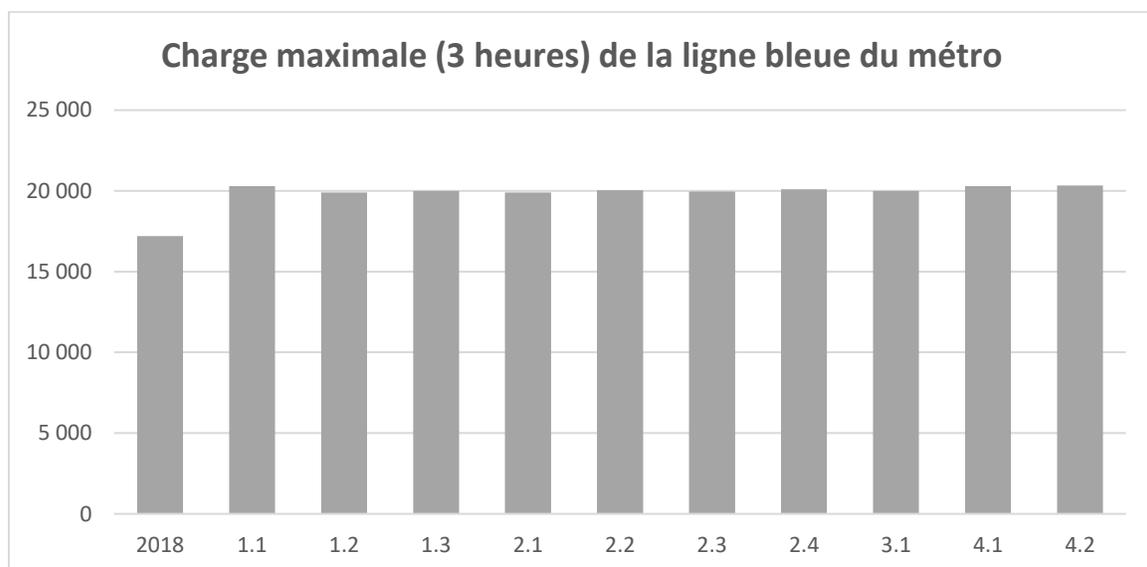


La charge maximale de la ligne bleue du métro

L'estimation de la charge maximale de la ligne bleue du métro tient compte de la mise en service du prolongement de la ligne bleue jusqu'à Anjou.

La charge maximale de la période de pointe du matin (06 h - 08 h 59) serait de l'ordre de 17 000 passagers, selon les hypothèses retenues. L'estimation de l'ensemble des scénarios du PSE indique une augmentation de 3 000 passagers, soit une charge maximale d'environ 20 000 passagers, ce qui équivaut à une augmentation de 18 % par rapport à la situation de 2018.

Figure 63. La charge maximale estimée de la ligne bleue du métro, selon les scénarios analysés, en période de pointe du matin (3 heures) en 2036.

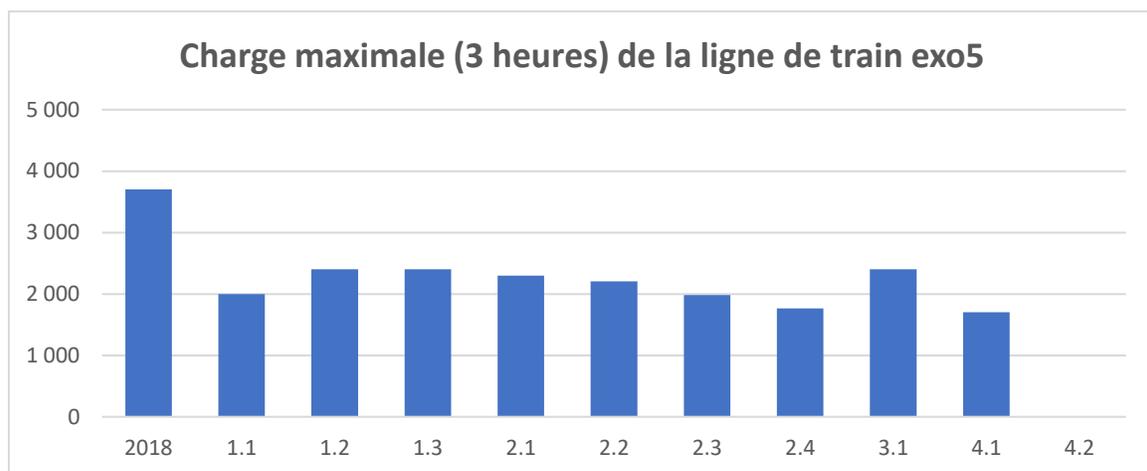


La charge maximale de la ligne de train de banlieue exo5

Comme nous le signalons à la section 6.5, il faut rappeler que la pandémie de COVID-19 a eu un impact sur la baisse de l'achalandage sur l'ensemble du réseau de transport collectif. Dans tous les scénarios évalués, l'achalandage de la ligne exo5, estimé à l'horizon de 2036, est moindre que celui observé en 2018.

L'estimation de l'achalandage de la ligne exo5 en pointe du matin, en 2036, dans le cadre des analyses des scénarios du PSE, inclut un ajout de deux départs sur la ligne de train, pour un total de sept en pointe du matin. Les résultats, illustrés dans la Figure 64, démontrent un accroissement ou un maintien de l'achalandage de la ligne dans les scénarios 1.2 à 2.3 et 3.1, avec l'ajout de deux départs, soit sept départs au total, en comparaison du scénario 1.1 estimé avec 5 départs. Cependant, les scénarios 2.4 et 4.1 ont un achalandage moindre, malgré l'ajout de deux départs. L'évaluation du scénario 4.2 a été faite en fonction de l'hypothèse que la ligne de train exo5 ne serait plus en service.

Figure 64. La charge maximale de la ligne de train de banlieue exo5, selon les scénarios analysés, en période de pointe du matin (3 heures) en 2036



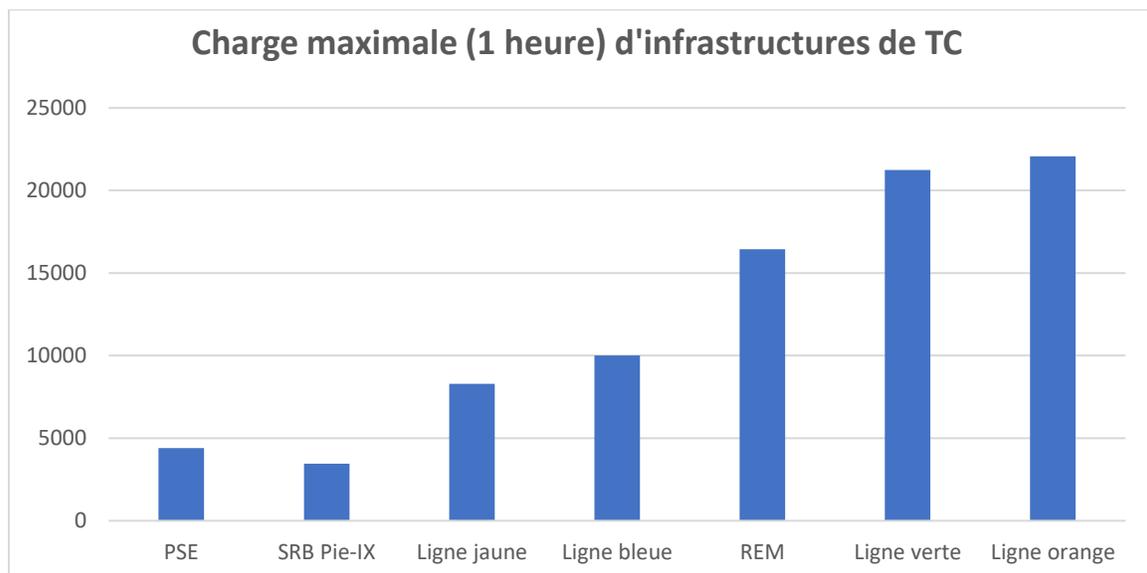
La charge maximale d'infrastructures de transport collectif dans la région métropolitaine

Rappelons que la charge maximale d'un axe de transport collectif peut être désignée par le nombre de passagers sur le tronçon le plus achalandé durant la période de pointe de 3 heures, tel qu'illustrée aux figures précédentes, ou pendant l'heure de pointe dans une direction.

La Figure 65 indique la charge maximale de l'heure de pointe d'infrastructures de transport collectif dans la région métropolitaine, à des fins de comparaison. Cette estimation de la charge maximale a été établie pour l'heure la plus achalandée pendant la période de pointe du matin (qui s'étale sur 3 heures), en évaluant la charge dans les deux directions de ces infrastructures. Les données illustrées représentent le nombre de passagers par heure et selon la direction la plus achalandée de l'infrastructure (PPHD).

La figure présente ainsi la charge maximale de l'heure de pointe, selon l'achalandage estimé en 2036, du PSE, du REM, du SRB Pie-IX et des quatre lignes du métro de Montréal. Dans le cas du PSE, les données présentent la situation du scénario 3.1 où la charge maximale se trouve dans l'antenne est, en direction ouest.

Figure 65. La charge maximale de l'heure de pointe d'infrastructures de transport collectif, dans la région métropolitaine de Montréal, en 2036



Annexe 2. La méthodologie d'évaluation des coûts

La méthodologie d'évaluation des coûts

L'analyse des coûts s'appuie sur des hypothèses et non sur des éléments de conception définis. Les coûts et les prix unitaires de référence ont été déterminés à partir des données disponibles de projets similaires et récents :

- REM (2016) – Estimation produite par Hatch ;
- Tunnel Mont-Royal (2018) – Estimation produite par Hatch ;
- Tramway de Québec (2020) – Estimation produite par STGM ;
- REM de l'Est (2022) – Estimation produite par AECOM-SYSTRA ;
- Metrolinx GO Transit Toronto (2022) – Estimation produite par Hatch.

La méthodologie et le choix de la classe d'estimation s'appuient sur les normes de l'*Association for the Advancement of Cost Engineering* (AACE), guide reconnu internationalement en matière d'évaluation des coûts. L'évaluation des coûts du PSE s'inscrit dans un contexte d'estimation de classe 10, selon les critères de l'AACE :

- La construction du projet sera terminée dans un horizon de 10 ans ou plus ;
- Le projet est exposé à des risques et des changements majeurs selon le contexte économique, politique, technologique, environnemental ou l'acceptabilité sociale, la disponibilité des ressources et de la main-d'œuvre ou de l'énergie ;
- Il s'agit d'un projet public d'envergure ;
- Le niveau de conception est encore préliminaire et la portée du projet est grandement susceptible de changer.

Voir à ce sujet, la sous-section sur les critères et les avantages de la classe 10 à la fin de cette annexe.

L'estimation des coûts du projet

L'estimation des coûts a été établie selon les indications de la Directive sur la gestion des projets majeurs d'infrastructure publique¹⁹. Les coûts évalués comprennent :

- Les coûts indirects ;
- La contingence d'estimation et de réalisation (classe 10) ;
- La provision pour risques (50 %) ;
- L'indexation et l'actualisation des prix (30 %) ;
- Les frais de financement (10 %) ;
- Les pertes fiscales (5 %).

Les coûts d'acquisition des terrains n'ont pas été intégrés puisque cette analyse est exclue du mandat confié au groupe de travail. Il en va de même pour les éventuelles redevances immobilières.

¹⁹https://www.tresor.gouv.qc.ca/fileadmin/PDF/infrastructures_publicques/directive_gestion_projets_majeurs.pdf

L'estimation des coûts a, dans un premier temps, évalué le scénario 2.2, soit un projet entre Saint-François de Laval et la gare de Pointe-aux-Trembles :

- Un tunnel de 23 km ;
- Une structure aérienne de 7 km ;
- 20 stations²⁰ (15 souterraines et 5 aériennes) ;
- Un garage de 4 voies à Laval ;
- Un centre d'entretien et d'exploitation (CEE) en surface à Montréal-Est.

Ensuite, l'estimation des coûts des autres scénarios a été établie sur la base des coûts unitaires de cette estimation du scénario 2.2, tels qu'ils apparaissent dans la présentation des dix scénarios à la section 6.1 de ce rapport.

En troisième lieu, compte tenu de l'analyse des enjeux techniques et d'intégration urbaine, le groupe de travail recommande d'implanter le projet en voie souterraine sur tout son parcours. L'estimation des coûts des tracés à analyser plus en détail a ainsi tenu compte de la différence des coûts de ces tracés en fonction de cinq stations souterraines, au lieu de cinq stations aériennes, dans les scénarios 1.2 et 1.3, ainsi que de deux autres stations souterraines, et non pas aériennes, dans le scénario 3.1.

La différence des coûts des stations aériennes et souterraines est de l'ordre de 300 millions de dollars supplémentaires pour la construction d'une station souterraine. Ces coûts supplémentaires ont donc été ajoutés dans l'estimation des scénarios recommandés en conclusion.

Les coûts et les prix unitaires

Les coûts et les prix unitaires se réfèrent à des modèles paramétriques, des coûts unitaires moyens et des cas semblables. L'indexation des coûts de référence a été réalisée à partir des indices des prix de la construction (IPCB) pour les secteurs industriels et commerciaux publiés par la Société québécoise des infrastructures du Québec (SQI). Les coûts sont présentés en dollars actualisés, en fonction d'un calendrier de réalisation s'échelonnant de 2023 à 2036.

Les coûts directs

Les coûts directs comprennent les coûts de tous les équipements et matériaux, ainsi que les coûts de main-d'œuvre. Les coûts d'acquisition des terrains ne sont pas inclus.

Les coûts indirects

Les coûts indirects comprennent les éléments qui sont nécessaires à l'achèvement du projet, mais qui ne sont pas directement liés aux coûts de construction. Ils comprennent les coûts indirects de l'entrepreneur ainsi que les coûts pour l'administration et le profit de celui-ci.

²⁰ Les stations potentielles de Montréal-Est et De La Rousselière ont été incluses dans l'évaluation des coûts du scénario 2.2.

Les coûts du propriétaire

Les coûts du propriétaire sont les coûts qui ne sont pas inclus dans l'estimation du contrat de l'entrepreneur, mais qui doivent être considérés dans l'estimation globale du projet. Sans s'y limiter, ces coûts peuvent inclure : l'ingénierie, la gestion de projet, le contrôle de qualité, la surveillance de chantier et l'administration du projet.

La contingence et son calcul

La contingence est une provision appliquée sur les coûts connus du projet afin de tenir compte de la variation probable des quantités qui ne peuvent être définies de façon précise en raison du niveau limité d'avancement de l'ingénierie. La contingence ne couvre pas les changements liés à la portée des travaux ou les exclusions au projet. La valeur de la contingence est déterminée à l'aide du programme @RISK de Palissade, qui est utilisé pour exécuter la simulation d'un modèle de risque statistique selon la technique de simulation Monte-Carlo. La contingence est considérée comme faisant partie des coûts de construction.

Le calcul de la contingence s'appuie, dans un premier temps, sur la détermination d'un intervalle de confiance pour chaque type d'ouvrage inclus dans le bordereau d'estimation. Cet intervalle de confiance correspond à la valeur minimale et maximale estimée pour chaque type d'ouvrage selon les variations de quantités possibles et compte tenu du niveau d'information disponible et de l'avancement limité de la conception. À cette étape du projet, il y a de nombreuses incertitudes qui ont des impacts sur l'appréciation des coûts. La contingence est donc évaluée à 48 %. Évidemment, plus le niveau de maturité du projet augmente (analyses, études, conception, intrants, etc.), plus les intervalles de confiance attribués à chaque type d'ouvrage se resserrent. On pourrait alors se permettre d'évaluer la contingence avec plus de certitude. Il est important de noter la différence entre contingence et provision pour risques. Cette dernière vise à couvrir les aléas du projet issus des risques connus et inconnus pouvant affecter le projet.

La provision pour risques

En vertu du mandat du groupe de travail, il n'était pas prévu, à cette étape d'évaluation du projet, d'établir une analyse quantitative des risques. Il a été plutôt convenu d'évaluer la provision pour risques et de l'inclure au coût de projet.

Notons que, généralement, la provision pour risque a tendance à être sous-évaluée, soit des valeurs générales de l'ordre de 10 à 20 %, qui apparaissent trop faibles pour ce type de projet dont les données sont encore imprécises sur plusieurs aspects : durée, envergure, complexité, coordination, technologies utilisées, contexte du milieu urbain, contraintes géotechniques, contraintes avec le milieu d'insertion existant, contexte politique et économique, etc.

L'évaluation de la provision pour risques s'est conséquemment appuyée sur les références historiques de l'ACE, détaillées dans le tableau suivant, *Cost Estimate Classification System – As Applied in Engineering, Procurement, and Construction for the Road and Rail Transportation Infrastructure Industries*.

Selon les références historiques de l'AACE, l'industrie des infrastructures de transport présente le niveau de risque le plus élevé, en comparaison de l'industrie du bâtiment par exemple, principalement en raison du fait que les travaux sont souvent réalisés sur de grandes distances ou surfaces, dans des milieux déjà construits avec des infrastructures déjà en place (égouts, aqueduc, routes) et des enjeux géotechniques.

L'évaluation des coûts du PSE s'inscrit dans un contexte d'estimation de classe 10, selon les critères de l'AACE présentés précédemment. Puisque le niveau de précision des estimations de classe 10 n'est pas encadré par les barèmes standards des 5 classes d'estimation, la classe 5 est, dans ce cas-ci, utilisée comme référence. L'attention doit être portée sur la colonne 5 du tableau qui représente la variation probable des coûts réels par rapport à l'estimation des coûts (notion de risques et d'opportunités) établie à partir des références historiques de l'AACE et ce, après l'application de la contingence.

De façon générale, pour une estimation de Classe 5, l'intervalle de précision se situe entre - 50 % et + 100 %. La plage de précision « négative » (- 20 % à - 50 %) représente la notion d'opportunité. La plage de précision « positive » (+ 30 % à + 100 %) représente la notion de risque.

L'industrie des infrastructures de transport est très vaste et regroupe plusieurs types de projets, du plus simple au plus complexe. Conséquemment, la notion de précision probable doit être interprétée selon le contexte de chaque projet lorsqu'on cherche à « quantifier » le risque au préalable. Dans le cas présent, la nature et la complexité du projet à réaliser font en sorte que la notion de risque est la plus appropriée. En d'autres termes, la nature et la complexité du projet représentent, pour chaque mètre ou kilomètre de tracé construit, une « addition » de risques et de contraintes probables, et non pas d'opportunités.

Dans ce contexte, il est proposé de s'appuyer sur une valeur de provision de risque de 50 % en se basant sur les références historiques de l'AACE. Des estimations subséquentes de coûts, réalisées à des moments clés au fur et à mesure de l'avancement du projet (analyses, conception, études, précision des méthodes de travail et des échéanciers), ainsi qu'une analyse quantitative des risques permettraient de raffiner le niveau de précision et la valeur appropriée de la provision de risque.

ESTIMATE CLASS	Primary Characteristic	Secondary Characteristic		
	MATURITY LEVEL OF PROJECT DEFINITION DELIVERABLES Expressed as % of complete definition	END USAGE Typical purpose of estimate	METHODOLOGY Typical estimating method	EXPECTED ACCURACY RANGE Typical variation in low and high ranges at an 80% confidence interval
Class 5	0% to 2%	Concept screening	Cost/length factors, parametric models, judgment, or analogy	L: -20% to -50% H: +30% to +100%
Class 4	1% to 15%	Study or feasibility	Cost/length, factored or parametric models	L: -15% to -30% H: +20% to +50%
Class 3	10% to 40%	Budget authorization or control	Semi-detailed unit costs with assembly level line items	L: -10% to -20% H: +10% to +30%
Class 2	30% to 75%	Control or bid/tender	Detailed unit cost with forced detailed take-off	L: -5% to -15% H: +5% to +20%
Class 1	65% to 100%	Check estimate or bid/tender	Detailed unit cost with detailed take-off	L: -3% to -10% H: +3% to +15%

Table 1 – Cost Estimate Classification Matrix for the Road and Rail Transportation Infrastructure Industries

Les critères de l’AACE justifiant le choix d’une estimation de classe 10, ainsi que ses avantages.

Rappelons les critères de l’AACE pour déterminer une évaluation de classe 10 :

- La construction du projet sera terminée dans un horizon de 10 ans ou plus ;
- Le projet est exposé à des risques et des changements majeurs selon le contexte économique, politique, technologique, environnemental ou l’acceptabilité sociale, la disponibilité des ressources et de la main-d’œuvre ou de l’énergie ;
- Il s’agit d’un projet public d’envergure ;
- Le niveau de conception est encore préliminaire et la portée du projet est grandement susceptible de changer.

Les méthodes de calcul des prix unitaires moyens de la classe 10 sont semblables à celles d’un contexte de classe 5 ; cependant, la classe 10 permet de mieux communiquer la probabilité de changement de la nature et de la portée du projet. Cette probabilité de changement a un impact important sur la probabilité de discordance entre les premières estimations de coûts et les coûts finaux du projet.

L’AACE explique que les principaux facteurs qui caractérisent les projets qui correspondent à des évaluations de classe 10 font en sorte qu’il y ait de fortes chances que le projet final ait peu de ressemblance avec les premiers concepts étudiés et que les possibilités de changement sont très élevées, notamment en ce qui concerne des projets publics de grande envergure, réalisés sur une longue période (+/- 10 ans). La vision à long terme, en début de projet, ne peut tout simplement pas avoir la même clarté que les solutions finales qui seront retenues.

L’AACE explique que pour toutes les raisons énumérées ci-dessus, ce type de projet d’envergure dans le secteur public tombe de façon générale en dehors des barèmes et des références historiques établies pour les classes d’estimation 1 à 5. Conséquemment, les critères d’évaluation de la classe 10 permettent de mieux communiquer cette réalité aux différentes parties prenantes, souvent principalement préoccupées par l’échéance et le coût du projet, et qui ont aussi tendance à considérer les premières estimations de coûts réalisés à cette étape comme étant définitives, alors qu’elles évaluent des hypothèses avec une marge élevée de probabilité de changement. Bref, la classe 10 permet de sensibiliser et de communiquer aux parties prenantes la probabilité de changement des estimations de coûts au fur et à mesure que le projet évolue et se précise et, du même coup, permet d’influencer la façon dont les communications seront gérées dans les contextes politiques et publics.

Les frais de financement

Conformément aux directives gouvernementales, le projet doit assumer une partie des frais de financement et de les inscrire aux coûts du projet. Une évaluation détaillée de ces frais de financement sera effectuée à une étape ultérieure. Pour les besoins de l’évaluation actuelle, les frais de financement ont été établis de manière paramétrique à 10 % des coûts totaux.

Les pertes fiscales

Les organismes publics sont en mesure de récupérer la totalité de la TPS payée dans le cadre d'un projet. Ils sont également en mesure de récupérer 50 % de la TVQ. L'autre portion de 50 % de la TVQ doit être comptabilisée dans les coûts du projet, conformément aux directives gouvernementales.

Annexe 3. L'analyse de l'intégration du mode de métro léger automatisé sur rail à l'infrastructure de la ligne exo5

La ligne de train de banlieue exo 5 – Mascouche est une ligne traditionnelle de trains de passagers de type train lourd, ce qui lui permet de partager les voies ferrées avec des trains de marchandises.

L'emprise ferroviaire entre les gares de Mascouche et de Repentigny est sous la propriété d'exo. CN possède l'emprise ferroviaire entre les gares de Repentigny et d'Ahuntsic. Cette ligne est un amalgame de voies doubles et de voies simples. Ainsi, le tronçon Mascouche – Pointe-aux-Trembles est une voie simple sur la grande majorité du tracé. À l'heure actuelle, le service comprend cinq départs en pointe du matin depuis Mascouche vers Montréal.

Le train lourd, utilisé par CN, CP et exo, est un système de concise lourde (locomotive et voitures), mu au diesel, permettant le transport de marchandises sur une longue distance, avec une grande distance de freinage, vu la longueur des convois. Les trains de passagers lourds d'exo, mus au diesel également, utilisent ces voies et sont compatibles puisqu'ils respectent les normes de sécurité en cas d'accident, selon les règlements du Bureau des Transports du Canada.

Le métro léger automatisé sur rail proposé par CDPQ Infra est un système de voitures automotrices légères alimentées électriquement par caténaires, permettant une opération avec de nombreux arrêts, pour un service rapide et fréquent.

Dans la perspective d'un prolongement de l'antenne est depuis Pointe-aux-Trembles vers Mascouche par un mode léger automatisé sur rail, exo confirme que la cohabitation d'un train lourd et du métro léger est impossible sur les voies du CN, si l'implantation est envisagée au niveau du sol. Outre les normes ferroviaires, les voies ferrées actuelles croisent plusieurs rues avec des passages à niveau, ce qui est incompatible avec la conduite automatisée prévue pour le métro léger proposé.

Il pourrait être possible d'utiliser l'emprise sous la propriété d'exo, entre les gares de Mascouche et de Terrebonne, pour un mode de métro léger. Cependant, cela n'est pas possible en surface entre Terrebonne et Pointe-aux-Trembles, puisqu'il s'agit de l'emprise ferroviaire du CN utilisée aussi pour les trains de marchandises (l'emprise du CN débute un peu avant la gare de Repentigny). Dans ce tronçon, entre Terrebonne et Pointe-aux-Trembles, l'utilisation d'un mode de métro léger automatisé ne pourrait donc se faire que sur une structure aérienne.

De même, d'autres enjeux réglementaires et techniques empêcheraient la cohabitation des deux modes dans l'emprise du CN si le métro léger était en surface, comme :

- L'impossibilité d'une opération simultanée si les modes ne sont pas compatibles ;
- La nécessité d'un système de contrôle commun des trains (actuellement sous contrôle du CN) ;
- L'impossibilité de franchir des passages à niveau avec le mode métro léger ;

- La cohabitation nécessiterait l'implantation d'une voie double sur une grande partie du parcours, ce qui est impossible dans plusieurs segments existants de l'emprise ;
- La contrainte (non désirée du CN) d'implanter et d'entretenir un réseau électrique avec caténares (ce qui nécessiterait la formation de la main-d'œuvre du CN entre autres), sans compter la hauteur des caténares qui peut causer des difficultés de gabarit et d'ajustement aux infrastructures existantes comme les passages sous des viaducs.

