

Tramway de Québec et Lévis Étude de faisabilité

Lot 3 :
Développement | Déplacements | Réseaux |
Rapport technique

LIVRABLE 3.4 : RAPPORT TECHNIQUE
DU MANDAT 3

RAPPORT FINAL - FÉVRIER 2015

Le consortium



setec

Étude de faisabilité du tramway de Québec et Lévis

Rapport technique du mandat 3 – Livrable 3.4

N/Réf. : 60272877

Version finale – 24 février 2015

Réserves et Limites

Le rapport ci-joint (le « Rapport ») a été préparé par le Consortium Cima + / AECOM / SETEC (« Consultant ») pour le bénéfice du client (« Client ») conformément à l'entente entre le Consultant et le Client, y compris l'étendue détaillée des services (le « Contrat »).

Les informations, données, recommandations et conclusions contenues dans le Rapport (collectivement, les « Informations ») :

- sont soumises à la portée des services, à l'échéancier et aux autres contraintes et limites contenues au Contrat ainsi qu'aux réserves et limites formulées dans le Rapport (les « Limites »);
- représentent le jugement professionnel du Consultant à la lumière des Limites et des standards de l'industrie pour la préparation de rapports similaires;
- peuvent être basées sur des informations fournies au Consultant qui n'ont pas été vérifiées de façon indépendante;
- n'ont pas été mises à jour depuis la date d'émission du Rapport et leur exactitude est limitée à la période de temps et aux circonstances dans lesquelles elles ont été collectées, traitées, produites ou émises;
- doivent être lues comme un tout et par conséquent, aucune section du Rapport ne devrait être lue hors de ce contexte;
- ont été préparées pour les fins précises décrites dans le Rapport et le Contrat;
- dans le cas de conditions souterraines, environnementales ou géotechniques, peuvent être basées sur des tests limités et sur l'hypothèse que de telles conditions sont uniformes et ne varient pas géographiquement ou dans le temps.

Le Consultant est en droit de se fier sur les informations qui lui ont été fournies et d'en présumer l'exactitude et l'exhaustivité et n'a pas l'obligation de mettre à jour ces informations. Le Consultant n'accepte aucune responsabilité pour les événements ou les circonstances qui pourraient être survenus depuis la date à laquelle le Rapport a été préparé et, dans le cas de conditions souterraines, environnementales ou géotechniques, n'est pas responsable de toute variation dans de telles conditions, que ce soit géographiquement ou dans le temps.

Le Consultant convient que le Rapport représente son jugement professionnel tel que décrit ci-dessus et que l'Information a été préparée dans le but spécifique et pour l'utilisation décrite dans le Rapport et le Contrat, mais ne fait aucune autre représentation ou garantie de quelque nature que ce soit, expresse ou implicite, en ce qui concerne le Rapport, les Informations ou toute partie de ceux-ci.

Sans limiter de quelque façon la généralité de ce qui précède, toute estimation ou opinion fournie par le Consultant concernant les coûts et l'échéancier de travaux de construction représentent le jugement professionnel du Consultant à la lumière de son expérience et de la connaissance et des informations dont il dispose au moment de la préparation du Rapport. N'ayant aucun contrôle sur le marché, les conditions économiques, le prix de la main d'œuvre, du matériel et des équipements de construction ou les procédures d'appel d'offres, le Consultant, ses administrateurs, dirigeants et employés ne sont en mesure de faire aucune représentation ou garantie de quelque nature que ce soit, expresse ou implicite, quant à l'exactitude de ces estimations et opinions ou quant à l'écart possible entre celles-ci et les coûts et échéanciers de construction réels, et n'acceptent aucune responsabilité pour toute perte ou dommage découlant ou lié de quelque façon à celles-ci. Toute personne se fiant sur ces estimations ou opinions le fait à ses propres risques.

À moins que, (1) le Consultant et le Client n'en conviennent autrement par écrit; (2) ce soit requis en vertu de d'une loi ou d'un règlement; ou (3) ce soit utilisé par un organisme gouvernemental révisant une demande de permis ou d'approbation, seul le Client est en droit de se fier ou d'utiliser le Rapport et les Informations.

Le Consultant n'accepte et n'assume aucune responsabilité de quelque nature que ce soit envers toute partie, autre que le Client, qui pourrait avoir accès au Rapport ou à l'Information et l'utiliser, s'y fier ou prendre des décisions qui en découlent, à moins que cette dernière ait obtenu l'autorisation écrite préalable du Consultant par rapport à un tel usage (« Usage non conforme »). Tout dommage, blessure ou perte découlant d'un Usage non conforme du Rapport ou des Informations sera aux propres risques de la partie faisant un tel usage.

Ces Réserves et Limites font partie intégrante du Rapport et toute utilisation du Rapport est sujette à ces Réserves et Limites.

Signatures

Rapport préparé par : Frédéric Lamarche, ing., MBA (AECOM)
Patrick Bteich, ingénieur (SETEC)
Didier Revillon, ingénieur (SETEC)

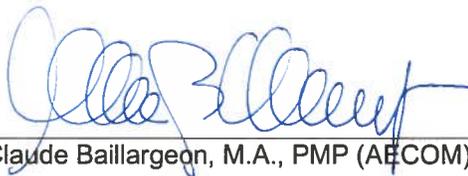
Rapport vérifié par :



Frédéric Lamarche, ing., MBA (AECOM)

Le 24 février 2015

**Rapport approuvé
par :**



Claude Baillargeon, M.A., PMP (AECOM)

Le 24 février 2015

Table des matières

1	Contexte et objectifs du mandat 3	1
2	Prévision/localisation des développements.....	3
2.1	Croissance régionale globale	3
2.2	Modèle de localisation des développements	4
2.3	Enseignements des cas comparables	4
2.4	Le cas particulier du boulevard Charest.....	5
2.5	Potentiels de développement.....	7
2.6	Résultats de localisation	9
3	Prévision de déplacements.....	11
3.1	Méthodologie de prévision.....	11
3.2	Construction du modèle multimodal et calage	12
3.3	Prévision de la demande au fil de l'eau	14
3.4	Scénarios étudiés à l'horizon 2041	16
3.5	Résultats de choix modal dans les scénarios avec et sans tramway	21
3.6	Achalandage en transports collectifs dans les scénarios avec et sans tramway.....	28
3.7	Résultats des variantes	32
3.8	Résultats des affectations routières	34
3.9	Conclusions	34

Liste des tableaux

Tableau 2-1	Résultats de la prévision de croissance globale de la population, des ménages et des emplois....	4
Tableau 2-2	Évolution entre 2011 et 2041 de la répartition des logements et des emplois sur le territoire d'étude (avec tramway)	9
Tableau 2-3	Localisation de la croissance des emplois et des logements d'ici 2041 sur les territoires de Québec et de Lévis.....	10
Tableau 3-1	Évolutions démographiques par classe d'âge – Scénario au fil de l'eau	15
Tableau 3-2	Déplacements journaliers par classe d'âge – Scénario au fil de l'eau	15
Tableau 3-3	Déplacements journaliers par mode – scénario au fil de l'eau.....	16
Tableau 3-4	Répartitions du modèle de choix modal – Horizon 2041 sans tramway	22
Tableau 3-5	Répartitions du modèle de choix modal – Horizon 2041 avec tramway	23
Tableau 3-6	Missions du schéma d'exploitation projeté.....	30
Tableau 3-7	Résultats globaux de l'affectation routière – 2041, réseau sans tramway et avec tramway.....	34

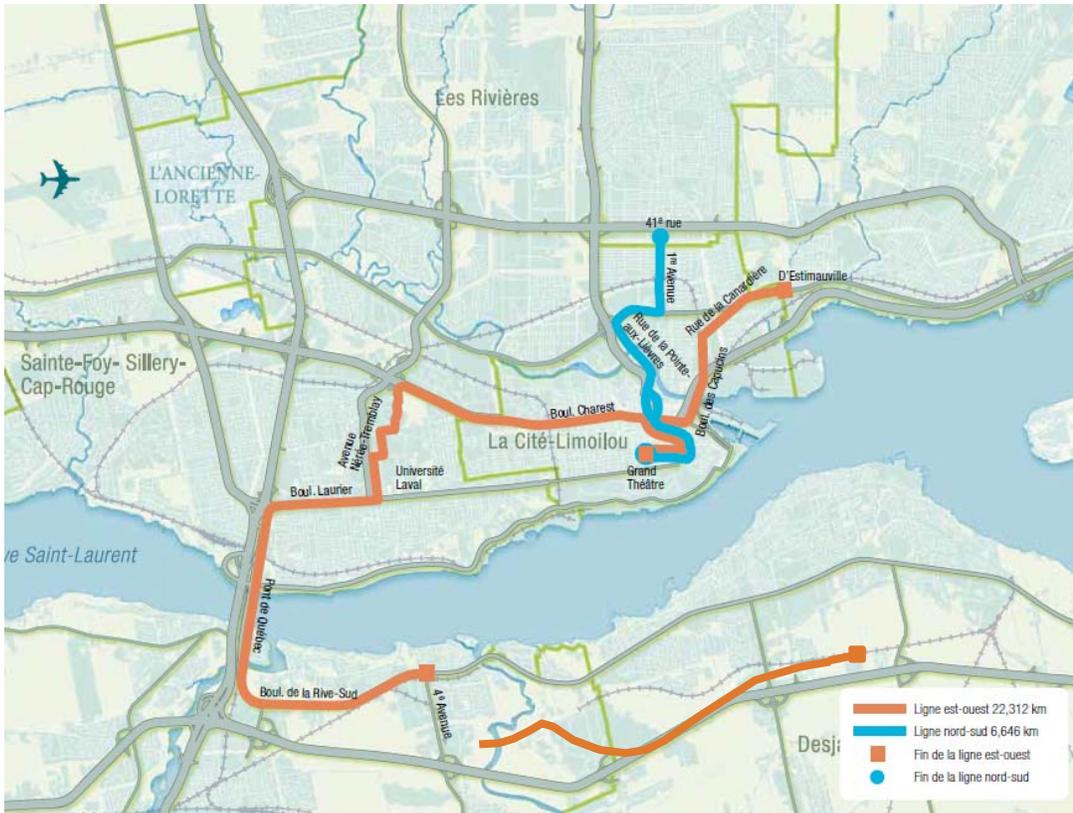
Liste des figures

Figure 1-1	Réseau de tramway pris en compte dans l'étude	1
Figure 1-2	Territoire d'étude.....	2
Figure 2-1	Modèles de prévision de population et d'emploi	3
Figure 2-2	Vue en coupe de l'axe Charest entre Semple et St-Sacrement.....	6
Figure 2-3	Vue en plan de l'axe Charest entre Semple et St-Sacrement.....	6
Figure 2-4	Vue en coupe de l'axe Charest entre St-Sacrement et Verdun	7
Figure 2-5	Localisation des potentiels de logements – Horizon 2041 sans tramway.....	8
Figure 2-6	Localisation des potentiels d'emploi – Horizon 2041 sans tramway	8
Figure 3-1	Démarche générale de prévision de la demande de transport	12
Figure 3-2	Logigramme de modélisation multimodale.....	12
Figure 3-3	Logigramme de prévision d'achalandage.....	14
Figure 3-4	Lignes de tramway étudiées.....	17
Figure 3-5	Tramway : Schéma d'exploitation.....	19
Figure 3-6	Évolution des parts modales entre 2011 et 2041 (fil de l'eau)	21
Figure 3-7	Demande journalière en transport collectif dans les scénarios retenus.....	23
Figure 3-8	Évolution du partage modal : jour et pointe du matin	24
Figure 3-9	Flux journalier deux sens en transport collectif et part modale – situation 2041 sans tramway/avec tramway	26
Figure 3-10	Flux à la pointe du matin en transport collectif et part modale – situation 2041 sans tramway/avec tramway	27
Figure 3-11	Évolution de l'achalandage TC et du taux de correspondance.....	28
Figure 3-12	Représentation schématique du flux journalier empruntant le tramway	29
Figure 3-13	Serpent de charge et réserve de capacité – Horizon 2041 – ligne Nord-Sud.....	31
Figure 3-14	Serpent de charge et réserve de capacité – Horizon 2041 – ligne Est-Ouest	31
Figure 3-15	Comparaison des variantes en ce qui a trait à l'achalandage, aux déplacements et aux taux de correspondances	32
Figure 3-16	Comparaison des variantes en termes d'efficacité commerciale (montées/véh.km).....	33
Figure 3-17	Comparaison des variantes en termes d'efficacité commerciale (montées/véh.h).....	33

1 Contexte et objectifs du mandat 3

Le projet de tramway à Québec et Lévis a pour objectif général de consolider et de développer le territoire urbain par l'implantation de deux lignes de tramway. La première ligne suivra une trajectoire est-ouest de 30,9 km et la seconde une trajectoire nord-sud de 6,9 km. Ces deux lignes sont illustrées à la figure suivante.

Figure 1-1 Réseau de tramway pris en compte dans l'étude



L'étude de faisabilité du tramway de Québec et Lévis porte sur la faisabilité et les impacts de la mise en place de ce tramway dans les deux corridors considérés.

L'étude de faisabilité du tramway a été divisée en cinq mandats. Chacun correspond à une partie distincte de l'étude et fait appel à une expertise spécifique. Pour des fins d'appel d'offres et d'adjudication de contrat, il a été décidé de regrouper ces mandats en trois lots :

- le lot 1 qui comprend le mandat 1 (faisabilité technique);
- le lot 2 qui comprend le mandat 2 (modes de financement et de réalisation);
- le lot 3 qui comprend les mandats 3, 4 et 5 (développement/déplacements/réseaux, impacts du tramway et rapport final).

Le présent rapport technique présente la synthèse des résultats des analyses réalisées dans le cadre du mandat 3 (Déplacement/déplacements/réseaux) et regroupe les résultats des livrables suivants : 3.1 – Prévisions et localisation du développement et 3.2 – Calcul et affectation de la demande en transport.

Le but du mandat 3 est de connaître les impacts du tramway sur le développement et l'aménagement, la localisation des activités, la demande en déplacement, l'usage des divers modes de transport dont le tramway et

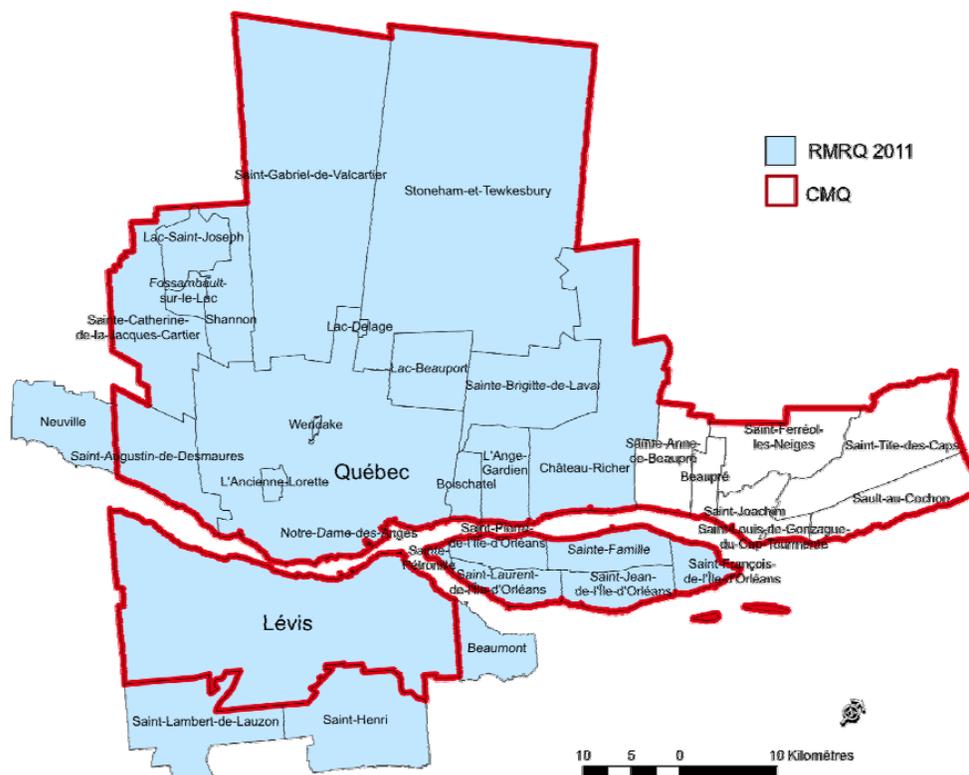
l'automobile. Les résultats du mandat 3 servent aussi à l'analyse financière et à l'analyse avantages/coûts. Les principales activités requises à cette fin sont les suivantes :

- définir des scénarios de croissance de la population, des ménages et de l'emploi pour 2041;
- localiser les potentiels de développement dans le territoire d'étude;
- définir pour 2041 des scénarios de localisation de l'activité avec ou sans tramway;
- définir la demande en déplacement par mode pour chacun de ces scénarios;
- concevoir, pour chaque scénario, les réseaux de transport en commun requis;
- faire l'affectation de cette demande sur les réseaux pour chacun des scénarios;
- comparer chaque scénario 2041 avec l'année de référence 2011 pour les principaux paramètres de développement, d'urbanisme et de transport.

En cours de réalisation de l'étude, d'autres modes de transport comparables au tramway ont été intégrés aux analyses du lot 1, pour réaliser le projet de réseau structurant de transport en commun, soit l'implantation d'un Système Rapide par Bus (SRB). En ce sens, compte-tenu que les autres modes pris en compte pour réaliser un réseau structurant de transport en commun en site propre suivent les mêmes critères d'insertion et de performance, les effets sur la localisation de la croissance et sur l'achalandage du transport en commun sont comparables à ceux estimés pour le mode tramway. Dans le cadre de l'étude de faisabilité, les options SRB ont été soumises à l'analyse financière et économique, en raison de la différence dans les coûts d'immobilisation de chacune des options.

Le territoire de référence utilisé pour les fins des prévisions du développement est présenté à la figure ci-après. Il résulte de la combinaison de la région métropolitaine de recensement de Québec (RMR-Québec) et de la Communauté métropolitaine de Québec (CMQ).

Figure 1-2 Territoire d'étude



2 Prévision/localisation des développements

La présente partie résume la démarche utilisée et les résultats obtenus pour réaliser les prévisions de la population, des ménages et des emplois, et pour spatialiser ces potentiels de développement sur le territoire pris en compte.

Ces prévisions et la localisation de la croissance ont requis les activités suivantes :

- la définition de différents scénarios de croissance de la population, des ménages et des emplois, en validant les équilibres entre ces trois variables;
- la spatialisation des potentiels de développement sur le territoire touché;
- la définition des scénarios de localisation avec ou sans tramway pour deux périodes, de 2011 à 2026 et de 2027 à 2041, la première correspondant à la période sans tramway et, la seconde, à la période suivant la mise en service du tramway.

2.1 Croissance régionale globale

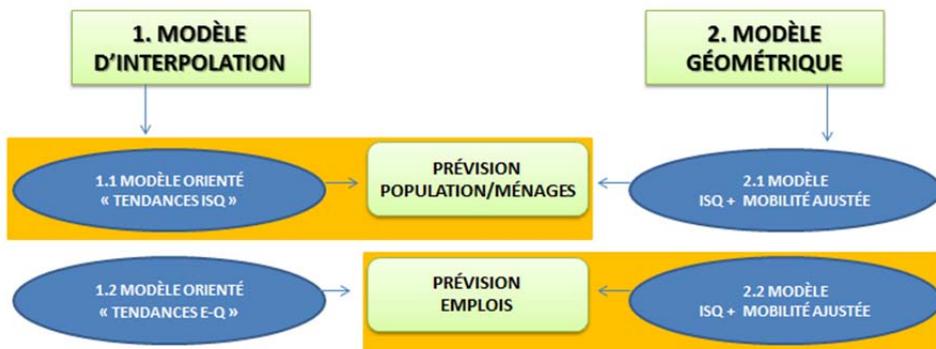
Deux modèles de prévision de la population, des ménages et des emplois ont été développés et utilisés. Le premier, dénommé modèle d'interpolation, est tendanciel. Il prévoit l'accroissement de la population, des ménages et des emplois à partir des projections de l'Institut de la statistique du Québec (ISQ) et d'Emploi-Québec (E-Q) qu'il complète jusqu'en 2041.

Le second est un modèle dénommé géométrique. Il apporte une correction aux prévisions tendanciennes par l'intégration de déterminants socio-économiques au niveau des régions métropolitaines de recensement (RMR) du Québec. Il intègre la notion d'attractivité des RMR en comparant la prévision de l'évolution d'une vingtaine de variables socio-économiques entre sept RMR du Québec, le tout permettant de quantifier l'effet de mobilité et d'attractivité entre les régions.

Pour chaque modèle, deux prévisions ont été réalisées, une forte et une faible, générant ainsi **quatre scénarios de prévisions**. L'analyse des résultats a mené à privilégier le choix préalable d'une prévision d'emplois, issue de la modélisation géométrique, et à rechercher ensuite la prévision de population qui soit adaptée à la prévision d'emplois en vérifiant l'équilibre population/emplois. L'analyse de cet équilibre a conduit à un ajustement à la hausse de la population de 25 000 personnes supplémentaires sur un horizon de 30 ans par l'apport d'immigrants additionnels.

Ces deux modèles sont présentés à la figure suivante.

Figure 2-1 Modèles de prévision de population et d'emploi



Note : La modélisation retenue pour chaque prévision est surlignée en jaune.

Les résultats de la prévision de croissance globale de la population, des ménages et des emplois sur le territoire de référence sur 30 ans résultant du scénario choisi sont présentés au tableau suivant.

Tableau 2-1 Résultats de la prévision de croissance globale de la population, des ménages et des emplois

	Population	Ménages	Emplois
En 2011	777 800	350 500	423 800
En 2041	977 400	448 100	484 100
Croissance entre 2011 et 2041	199 600	97 600	60 300
	25,7 %	27,8 %	14,2 %
Taux annuel de croissance			
De 2011 à 2041	0,8 %	0,8 %	0,4 %

2.2 Modèle de localisation des développements

Un modèle détaillé de localisation géographique et temporelle de la demande en logements (liée à la population et aux ménages) et en espaces commerciaux (liée aux emplois) au niveau parcellaire a été conçu pour localiser les prévisions de population, ménages et emplois. Cette modélisation s'est basée sur l'analyse détaillée de caractéristiques pour plus de 238 000 unités d'évaluation existantes.

Cette localisation s'est faite en estimant statistiquement les priorités de développement des parcelles, en estimant pour chacune d'elles 21 variables de contraintes, de localisation, de caractéristiques socio-économiques ainsi qu'une variable tramway.

Une variable de localisation spécifique à la présence d'un tramway a en effet été ajoutée afin de permettre une localisation différente à l'horizon 2041, selon les deux scénarios, avec ou sans tramway. Cette variable, dont le poids ne peut être calibré en fonction des affectations actuelles sur le territoire, a fait l'objet de tests de sensibilité et un poids relatif a été retenu en fonction de son effet de concentration dans le corridor du tramway, en tenant compte des enseignements tirés de l'analyse de cas comparables.

La démarche a ensuite identifié les parcelles susceptibles d'accueillir un développement en habitations et en emplois dans le futur. La localisation des potentiels s'est appuyée en grande partie sur les données des villes de Québec et de Lévis mais des potentiels de redéveloppement qui n'avaient pas été identifiés par les villes ont été ajoutés, afin d'y affecter une croissance par la suite.

2.3 Enseignements des cas comparables

Les cas comparables de tramways implantés dans d'autres villes ont permis d'éclairer l'analyse concernant les effets du tramway sur la croissance régionale de Québec et sur la localisation de la croissance à l'intérieur de l'agglomération.

L'analyse des cas recensés de Minneapolis, de Portland (Oregon), de Calgary, de Bordeaux et de Nantes permet de conclure que l'implantation d'un tramway à Québec est susceptible de générer des impacts sur le développement économique et sur la croissance urbaine. Cependant, la nature et le niveau de ces impacts dépendront beaucoup des conditions qui seront mises en place dans la région, notamment par le biais des outils de planification urbaine et des stratégies de développement et de requalification de l'espace public aux abords du tracé du tramway.

L'attractivité réelle du tramway et, conséquemment, les impacts urbains qui en découleront seront directement liés au niveau d'interventionnisme qui sera mis de l'avant par les autorités publiques et au degré d'intégration des

interventions et stratégies mises en avant. En ce sens, les conditions gagnantes qui permettront de maximiser les retombées économiques et urbaines du projet sont :

- Créer un leadership politique fort et une volonté d'interventionnisme public en matière de développement urbain en :
 - Favorisant la mise en place d'outils de planification, d'un cadre normatif et de stratégies financières soutenant le développement et la densification urbaine autour des stations de tramway;
 - Améliorant la qualité de l'espace public et des réseaux de transport actif autour des stations;
 - Encourageant le développement résidentiel de haute densité et le développement d'activités du secteur tertiaire le long du corridor du tramway;
 - Sélectionnant judicieusement les secteurs à densifier et en mettant en place une stratégie de communication et de participation citoyenne efficace.
- Favoriser un design du projet de tramway (tracé, interface, etc.) permettant de maximiser le développement urbain aux abords des stations;
- Créer un contexte économique favorable à la densification résidentielle et économique aux abords des stations.

Ces dernières permettront de favoriser l'attraction des activités économiques et résidentielles aux abords du tramway et contribueront à l'atteinte des objectifs de densification visés dans le Plan de mobilité durable de la Ville de Québec.

Il est difficile d'affirmer que le tramway, à lui seul, générera de la croissance économique et un développement urbain additionnels dans la région. Ceci étant, pour les fins de l'étude, aucune croissance spécifiquement due au tramway n'a été tenue en compte.

En revanche, la localisation de la croissance sur le territoire sera influencée par le passage du tramway, principalement en ce qui a trait aux emplois tertiaires et aux logements de forte densité. Quoique la quantification de cet impact reste un exercice difficile, l'effet tramway a été tenu en compte dans la localisation de la population et des emplois.

En effet, l'ensemble des cas analysés indique que, si certaines conditions sont présentes, le tramway est susceptible de contribuer à structurer l'urbanisation en attirant une part significative de la croissance urbaine, tant résidentielle qu'économique.

Dans le cas de villes comparables, on peut observer que le tramway pourrait concentrer entre 15 % et 25 % de la croissance des logements de forte densité et des emplois dans le corridor d'influence directe du tramway (400 mètres dans le cas de Nantes). Cette zone d'influence a été établie, pour les fins de la localisation de la croissance, à une distance de 300 mètres à vol d'oiseau autour du tracé, ce qui, compte tenu des trames de rues et des distances inter-stations, correspond à environ 400 mètres de distance moyenne de marche des stations.

2.4 Le cas particulier du boulevard Charest

Le développement du secteur Charest, entre les rues Verdun et Nérée-Tremblay, est une considération importante ayant mené au choix du tracé retenu dans le cadre du Plan de mobilité durable de la Ville de Québec. Ce corridor a donc été analysé plus en détail dans l'étude. Plusieurs scénarios de développement ont été envisagés et un scénario correspondant à une mutation a été retenu, ceci afin d'atteindre des densités d'activité humaine cohérentes avec le passage d'un tramway.

Ce scénario privilégie la requalification des abords du corridor, principalement entre les axes Semple et Verdun. Cette requalification passe par l'implantation, principalement en front de Charest, d'entreprises plus performantes en matière de densité d'emploi (espaces à bureau), de commerces de proximité et de spécialité (transformation vers un boulevard urbain d'ambiance) et de logements dans une optique de mixité des usages. La mise en valeur des liens avec le quartier Saint-Sauveur à l'est, ainsi qu'avec le quartier Saint-Sacrement en haut du coteau Sainte-Geneviève est privilégiée afin de retisser le secteur au sein de son environnement urbain.

Le boulevard Charest serait donc reconfiguré en fonction d'un objectif de développement d'un boulevard urbain, avec une zone de transition entre ses caractéristiques autoroutières, à l'ouest de l'axe Semple, et sa texture urbaine dense, à l'est de Saint-Sacrement. Cette zone de transition, comprise entre Semple et Saint-Sacrement, considère, à l'ultime, l'élimination des voies de service actuelles, afin de permettre un développement plus dynamique autour du boulevard, tout en tenant compte du fait que le développement en boulevard urbain dans cette zone sera probablement plus lointain dans le temps que celui situé plus à l'est. L'insertion du tramway au centre de l'axe est considérée comme nécessaire jusqu'à Semple afin de desservir le plus efficacement possible le secteur. Cette reconfiguration est illustrée aux figures qui suivent.

Figure 2-2 Vue en coupe de l'axe Charest entre Semple et St-Sacrement

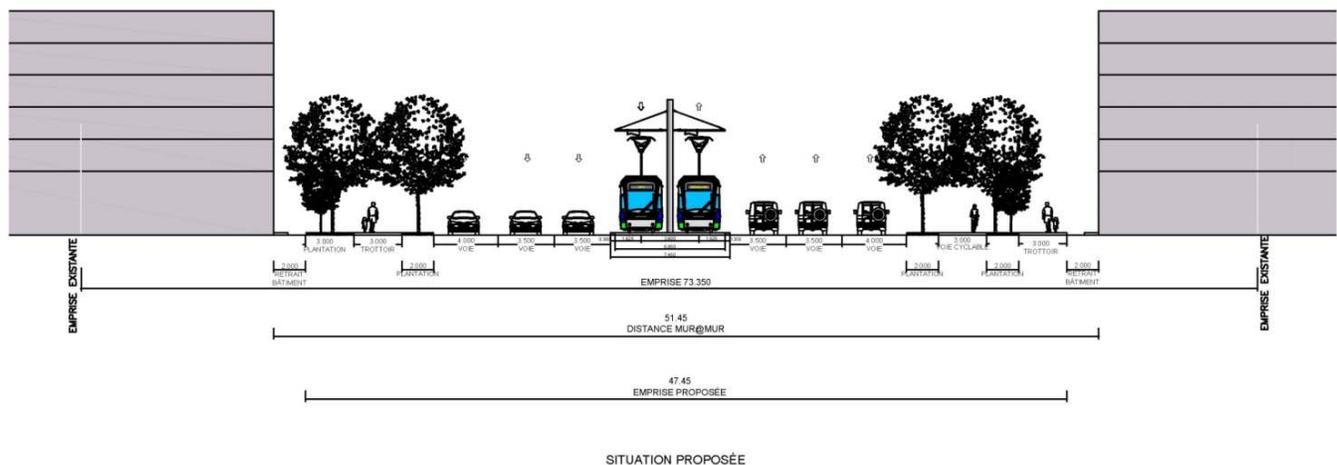


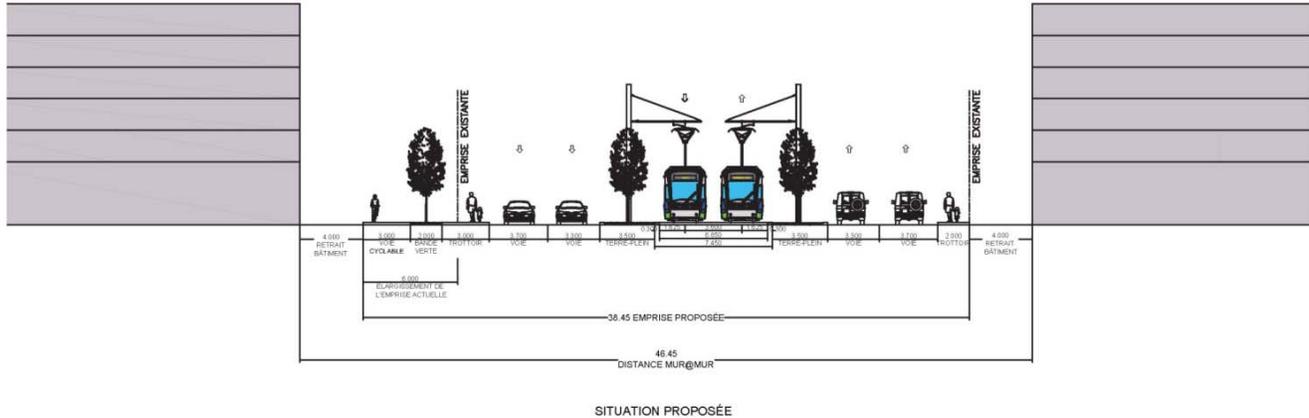
Figure 2-3 Vue en plan de l'axe Charest entre Semple et St-Sacrement



Le tronçon de l'axe Charest situé entre l'avenue Saint-Sacrement et l'avenue Verdun possède quant à lui déjà la configuration d'un boulevard. Son emprise, plus étroite que celle du tronçon situé plus à l'ouest, amène au

maintien d'une insertion axiale du tramway et de deux voies de circulation dans chaque sens, laissant deux mètres disponibles pour l'aménagement de trottoirs de chaque côté de la chaussée. Les bâtiments devront être implantés en prévoyant la possibilité d'aménager, au besoin, une partie des cours avant de manière à répondre aux besoins des piétons. Ceci est illustré ci-après.

Figure 2-4 Vue en coupe de l'axe Charest entre St-Sacrement et Verdun



L'implantation de bâtiments d'au plus 6 étages permettra un encadrement de la rue plus soutenu que sur le tronçon plus à l'ouest, en raison de l'emprise plus étroite de la voie publique. Tout comme pour le tronçon plus à l'ouest, l'aménagement d'espaces publics à proximité des points d'accès au tramway permettra d'articuler les installations de transport collectif aux aménagements et usages riverains, y compris ceux situés en haut du coteau Sainte-Geneviève.

2.5 Potentiels de développement

L'identification des potentiels de développement en logements et emplois a constitué un préalable à la démarche de localisation de la croissance. Les zones de développement identifiées par les villes de Québec et Lévis ont d'abord été évaluées. La démarche de modélisation a aussi inclus l'ajout de parcelles diffuses supplémentaires, considérées comme développables au vu de l'analyse de leurs caractéristiques issues notamment du rôle foncier, à Québec, Lévis ainsi que dans les autres municipalités du territoire d'étude. Les potentiels ont été catégorisés en fonction de quatre types : habitations de faible, moyenne et forte densités, et emplois.

Les potentiels, dans le cas sans tramway, sont représentés aux figures suivantes, en fonction de leur typologie et de leur localisation dans le corridor du tramway. Les potentiels évalués dans l'étude de faisabilité confirment les résultats des analyses menées dans le cadre de l'élaboration du Plan de mobilité durable.

Figure 2-5 Localisation des potentiels de logements – Horizon 2041 sans tramway

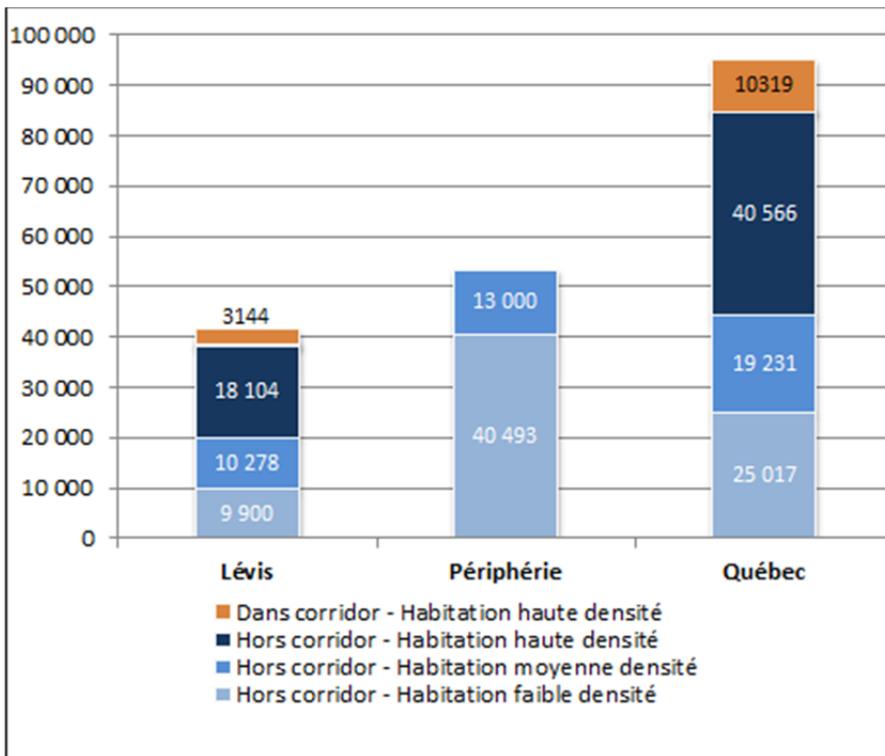
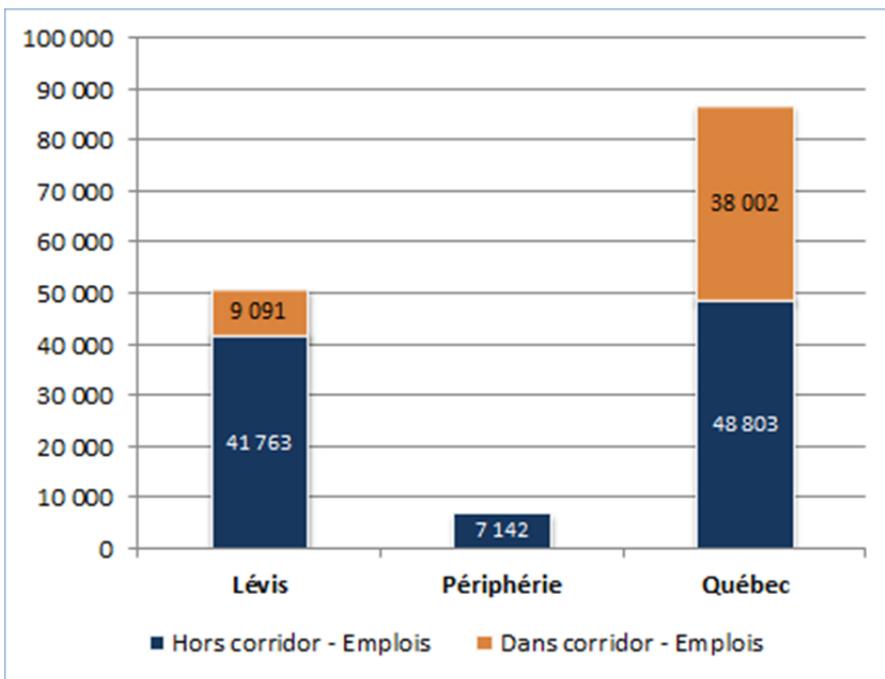


Figure 2-6 Localisation des potentiels d'emploi – Horizon 2041 sans tramway



La prédominance des potentiels localisés en dehors du corridor du tramway est significative, puisque seulement 7,2 % des potentiels logements et 32,5 % des potentiels emplois sont dans le corridor des lignes.

Le secteur Charest a aussi fait l'objet d'une évaluation de potentiel, dans le cadre d'une analyse spécifique, et en fonction du scénario préférentiel de développement. Ces potentiels sont très significatifs puisqu'ils représentent 24 178 emplois et 6 650 logements supplémentaires dans ce seul secteur. Ces potentiels ne sont considérés que dans le scénario qui inclut le tramway. En l'absence de tramway, le potentiel du secteur Charest est de l'ordre de 7 500 emplois et 450 logements nouveaux.

2.6 Résultats de localisation

Le tableau suivant présente les principaux chiffres de localisation dans le cas avec tramway.

Tableau 2-2 Évolution entre 2011 et 2041 de la répartition des logements et des emplois sur le territoire d'étude (avec tramway)

	Logements (+ 97 600)			
	2011		2041	
	Nombre	%	Nombre	%
Québec	261 200	75	327 200	73
Lévis	63 000	18	83 800	19
Périphérie	26 300	7	37 100	8
Total	350 500	100	448 100	100
	Emplois (+ 60 300)			
	2011		2041	
	Nombre	%	Nombre	%
Québec	339 500	80	382 620	79
Lévis	61 600	15	75 540	16
Périphérie	22 700	5	25 940	5
Total	423 800	100	484 100	100

Les résultats du modèle de localisation ont mis en évidence les faits saillants suivants :

- La grande majorité des potentiels réalisés sont ceux identifiés par les villes. Les potentiels additionnels identifiés par le modèle sont relativement minoritaires, sauf en périphérie où les seuls potentiels identifiés sont ceux du modèle.
- La croissance en population et en emplois est plus forte avant la mise en service du tramway, soit avant 2026, que dans la période consécutive à l'implantation du tramway (2026 à 2041).
- L'analyse démontre que l'évolution économique et résidentielle prévue d'ici 2041 ne modifiera pas l'équilibre actuel entre l'agglomération de Québec, la ville de Lévis et la périphérie. En effet, près des trois quarts des logements continueront à se trouver sur le territoire de l'agglomération de Québec, près de 20 % sur celui de la ville de Lévis et 8 % à l'extérieur de ces deux territoires. Il en est de même pour l'emploi : l'agglomération de Québec continuera à accueillir près de 80 % des emplois, la ville de Lévis 16 % et la périphérie 5 %. Elle montre aussi que l'implantation du réseau structurant de transport en commun ne changera pas significativement cet équilibre.

Comme pour les potentiels identifiés, les développements sont également situés majoritairement en dehors du corridor. Un effet de concentration du développement causé par le tramway est cependant notable. Cet effet de concentration du développement dans le corridor du tramway comporte deux volets principaux :

- Le tramway maintient un niveau de concentration dans le corridor analogue à celui constaté avant sa mise en service, alors que sans tramway la croissance long terme aurait eu tendance à se situer en dehors du corridor.
- Il concentre le développement dans le corridor Charest. Cet effet n'a finalement que peu d'impacts négatifs sur d'autres zones de développement de la ville de Québec, car ces zones se sont beaucoup développées avant la mise en service du tramway. On doit ici plutôt évoquer des ralentissements de croissance dans certaines zones en concurrence avec le secteur Charest à plus long terme et non une réelle décroissance de ces zones. Il est d'ailleurs considéré réaliste que le corridor Charest soit particulièrement représenté dans la croissance après la mise en service du tramway, puisque c'est le secteur dont le développement est logiquement le plus tributaire de sa desserte par le nouveau réseau structurant.

Une analyse plus fine de la localisation des développements a été effectuée en faisant varier la largeur du corridor d'influence du réseau selon deux scénarios, soit un corridor immédiat de 300 mètres de part et d'autre du réseau et un corridor de 800 mètres, dit « d'accessibilité », souvent utilisé pour les réseaux de transport en commun à haute fréquence.

Le tableau suivant présente la répartition de la croissance selon le corridor considéré.

Tableau 2-3 Localisation de la croissance des emplois et des logements d'ici 2041 sur les territoires de Québec et de Lévis

Croissance d'ici 2041	Corridor immédiat (300 m) de part et d'autre du tracé		Corridor d'accessibilité (800 m) de part et d'autres du tracé	
Emplois (+ 60 300)	19 220	32 %	28 400	47 %
Logements Haute densité (+ 30 825)	10 950	36 %	12 140	39 %

En 2041, si le réseau structurant est implanté, 32 % des 60 300 nouveaux emplois et 36 % des 30 825 nouveaux logements à haute densité¹ se seront localisés à l'intérieur de son corridor immédiat, soit sur une distance de 300 m de part et d'autre de son tracé. Si l'on considère le corridor élargi de 800 m, ces proportions montent respectivement à 47 % et 39 %². Cela confirme la capacité du réseau structurant à orienter la croissance vers les secteurs visés par les villes de Québec et de Lévis pour l'accueillir.

La croissance du corridor Charest est globalement de l'ordre de 3 650 logements et de 7 450 emplois à l'horizon 2041, soit 55 % et 31 % des potentiels localisés dans ce corridor.

¹ Parmi les 97 600 nouveaux logements à localiser d'ici l'horizon de l'étude, le tiers seront de haute densité.

² Les barrières physiques, comme les autoroutes, les cours d'eau et les falaises ont été prises en compte dans l'exercice d'affectation de la croissance à l'intérieur de ces corridors. De plus, l'affectation du développement résidentiel dans le corridor ne comprend que des logements de haute densité.

3 Prévision de déplacements

Le territoire de référence utilisé pour les activités du livrable 3.2 correspond au territoire de l'enquête OD 2011. L'horizon de prévision couvert par ce livrable correspond à l'année 2041 (dans le cas des prévisions de la demande de déplacement au fil de l'eau³, des résultats sont également présentés pour 2026). Pour l'analyse avantages-coûts ultérieure, des éléments d'achalandage pour l'année 2026 ont également été fournis dans la suite de l'étude.

La présente partie résume la méthodologie utilisée et les résultats obtenus pour réaliser les prévisions de déplacements par mode à l'horizon 2041 pour les situations avec et sans tramway.

Ces prévisions ont requis les activités suivantes :

- la construction du modèle multimodal (réseau routier sous EMME et réseau TC sous TransCAD) et son calage⁴ pour l'année 2011 (situation de calage ou actuelle);
- la prévision de la demande au fil de l'eau et la répartition modale;
- les prévisions de la demande à l'horizon 2041 avec tramway et sans tramway.

Les analyses et résultats portant principalement sur :

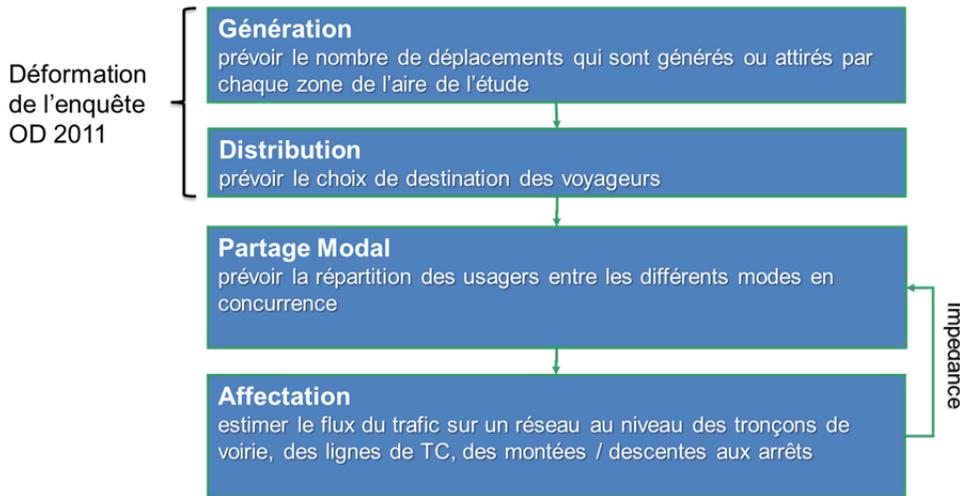
- l'évolution de la répartition modale des déplacements;
- l'achalandage des différentes lignes de transports collectifs et notamment des deux lignes de tramway;
- l'évolution des conditions de circulation routière.

3.1 Méthodologie de prévision

La méthodologie utilisée est une méthodologie classique de modélisation à 4 étapes adaptées aux données disponibles et aux pratiques en vigueur au Québec. La figure ci-après en rappelle la démarche.

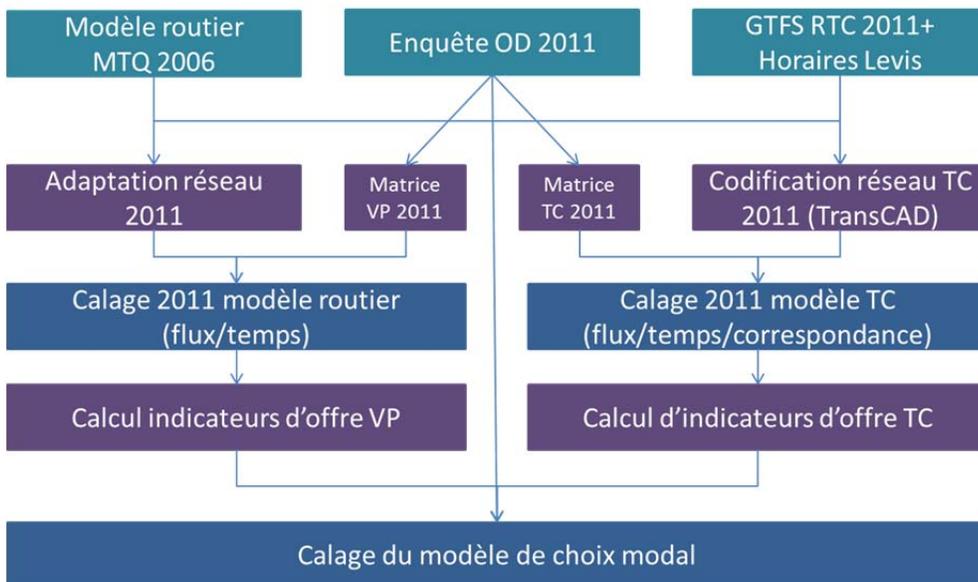
³ La méthode de prévision de la demande dite « au fil de l'eau » s'appuie sur la déformation de l'enquête OD de 2011, selon les évolutions des paramètres sociodémographiques sans faire évoluer l'offre TC.

⁴ Le « calage » est la procédure de calibration du modèle, consistant à s'assurer que les résultats d'un modèle à l'horizon actuel correspondent de manière optimale aux données réelles collectées. Les données utilisées pour le calage d'un modèle sont en général des comptages en différents points du réseau et des temps de parcours sur des trajets particuliers.

Figure 3-1 Démarche générale de prévision de la demande de transport


3.2 Construction du modèle multimodal et calage

La mise au point du modèle multimodal de déplacements et du calage sont présentées dans le logigramme ci-après.

Figure 3-2 Logigramme de modélisation multimodale


Le modèle routier du MTQ au format EMME calé pour l'année 2006 et les données de base telles que les comptages routiers envoyées par les différents partenaires du projet (Ville de Québec, Ville de Lévis, DCNAT et DCA du MTQ), les données détaillant les différentes lignes de transports collectifs du RTC pour 2011 au format GTFS (General Transit Feed Specification), les fiches horaires, les parcours des lignes, les données d'achalandages, l'enquête OD 2011 dans sa version 1.0 ainsi que le sondage mobilité Université Laval

permettent de réaliser la codification des réseaux de transport 2011, sous EMME pour la partie routière (cf. logigramme ci-après) et sous TransCAD pour la partie transports collectifs.

Le modèle routier est calé en débit sur une sélection de tronçons et en temps de parcours sur une sélection de parcours par heure pour les périodes comprises entre 06:00 et 09:00 et entre 15:00 et 18:00. On vérifie ainsi qu'il reproduit correctement les conditions de circulation de l'année de base pour périodes de pointe du matin et du soir.

Le modèle de transports collectifs est calé en débit au niveau de regroupement de lignes et sur les lignes les plus importantes (une comparaison des achalandages issus des comptages RTC aux résultats de l'enquête OD a été réalisée pour déterminer le degré de fiabilité de l'enquête et de réaliser des ajustements le cas échéant). Il est calé également en temps de parcours sur les lignes de terminus à terminus. Enfin, il est calé pour reproduire le taux de correspondance de l'année de base. On vérifie ainsi qu'il reproduit bien les pratiques de déplacements de l'année de base des utilisateurs de transports collectifs pour la période de pointe du matin (entre 06:30 et 09:00), pour la période hors pointe pendant la journée (entre 09:00 et 15:30) et pour la période de pointe du soir (entre 15:30 et 18:00).

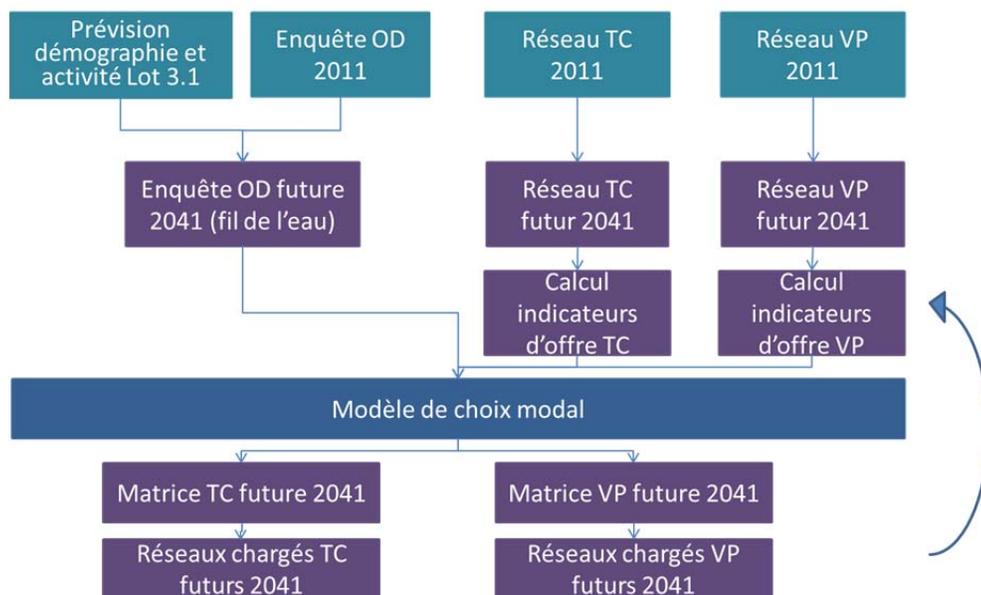
Le modèle de choix modal a été calé à l'aide de l'enquête OD 2011, utilisée de manière désagrégée au niveau de chaque déplacement. Il a pour but de prendre en compte les modifications d'offre des différents modes en concurrence et notamment l'offre nouvelle permise par le tramway. Cela nécessite de caler un modèle de répartition modale qui met en relation les indicateurs d'offre des différents modes et le comportement modal des personnes qui se déplacent.

Le choix modal comprend donc les alternatives suivantes :

- MAP : Marche à pied et vélo. Les modes actifs sont autorisés pour les déplacements dont la distance est inférieure à un certain seuil. Le seuil est fixé par analyse de l'enquête OD 2011 pour couvrir 90 % des déplacements réalisés par ces modes, les déplacements restants étant considérés comme des exceptions. Le seuil est de 4km car il faut prendre en compte les déplacements à vélo.
- VPC : Conducteur d'un véhicule particulier. Le mode est disponible uniquement si l'individu possède le permis de conduire.
- VPP : Passager d'un véhicule particulier.
- TC : Transport en commun. Le mode est disponible uniquement si une offre en transport en commun existe pour le déplacement considéré.

Les principales variables influençant le choix modal sont les paramètres d'offre de transport routière, les paramètres d'offre en transport en commun, la distance sur le réseau viaire pour les modes actifs et les conditions de stationnement.

L'utilisation du modèle pour réaliser les prévisions d'achalandage est décrite dans le logigramme suivant.

Figure 3-3 Logigramme de prévision d'achalandage


3.3 Prévision de la demande au fil de l'eau

La méthode de prévision de la demande au fil de l'eau s'appuie sur la déformation de l'enquête OD de 2011 selon les évolutions des paramètres sociodémographiques, sans faire évoluer l'offre TC.

Les prévisions de la demande doivent être effectuées à l'échelle du zonage du modèle de trafic afin d'être utilisées pour les prévisions de fréquentation. Les horizons d'études sont 2026 et 2041.

Le livrable 3.1 : Prévisions et localisation du développement fournit des hypothèses de localisation des populations et des emplois ainsi que les évolutions démographiques par âge, sexe et localisation. Le périmètre de l'enquête OD est légèrement plus étendu que le périmètre du livrable 3.1.

Le rapport de prévisions de la demande en transport urbain des personnes pour l'agglomération de Québec (datée de septembre 2011) ainsi que la note technique concernant le statut d'activité et la motorisation (datée de mars 2013), documents produits et transmis par le MTQ, ont été étudiés et utilisés.

Le travail a été réalisé en 3 étapes selon une méthodologie analogue dans son principe à celle mise en œuvre par le MTQ :

- **Étape 1 – ensemencement de ménage** dans les zones non développées actuellement et qui verront leur population croître dans le futur.
- **Étape 2 – Prise en compte des évolutions de population, de statut d'activité et de motorisation** en appliquant aux individus des facteurs d'évolutions par âge, sexe et localisation résidentielle.
- **Étape 3 – redistribution des destinations des déplacements à motif Travail** : modification des boucles de déplacement passant par le travail puis application de l'algorithme de Furness pour garder constant le nombre de déplacements.

Les principaux faits saillants de cette analyse sont les suivants :

- On observe une croissance des déplacements par mode qui s'explique largement par la croissance démographique par classe d'âge et notamment par le vieillissement de la population, même si les jeunes voient

leur nombre renforcé également. On retrouve également bien la croissance des emplois dans la croissance des déplacements pour motif travail. L'effet d'augmentation de la motorisation des femmes à statut travailleur est également un facteur important de la croissance des déplacements automobiles. Le nombre de déplacements croît cependant moins rapidement que la population, puisque la mobilité des personnes les plus âgées est relativement faible.

Tableau 3-1 Évolutions démographiques par classe d'âge – Scénario au fil de l'eau

	Population		Ecart 2041 / 2011	
	2011	2041	valeur	%
0-19 ans	170 287	210 976	40 689	23.9%
20-34 ans	166 790	175 387	8 596	5.2%
35-54 ans	224 779	246 852	22 074	9.8%
55-64 ans	114 993	128 184	13 192	11.5%
65 ans et +	130 396	261 608	131 212	100.6%
Total	807 245	1 023 008	215 763	26.7%

Note : la population totale est plus grande que celle estimée dans le livrable 3.1 en raison du territoire de l'Enquête O-D 2011 qui est plus grand que celui d'étude (fusion de la RMR de Québec et de la CMQ) car il inclut les municipalités supplémentaires suivantes : Pont-Rouge, Donnacona, Saint-Antoine-de-Tilly, Saint-Apollinaire, Saint-Charles-de-Bellechasse, Saint-Michel-de-Bellechasse, Saint-Vallier.

Tableau 3-2 Déplacements journaliers par classe d'âge – Scénario au fil de l'eau

	Déplacements (24 h)		Ecart 2041 / 2011		Nb dép. / pers. 2041
	2011	2041	valeur	%	
0-19 ans	310 933	400 533	89 600	28.8%	1.90
20-34 ans	440 182	460 089	19 907	4.5%	2.62
35-54 ans	626 044	686 122	60 078	9.6%	2.78
55-64 ans	270 994	300 691	29 697	11.0%	2.35
65 ans et +	243 145	458 734	215 588	88.7%	1.75
Total	1 891 297	2 306 168	414 871	21.9%	2.25

- L'évolution au fil de l'eau, c'est-à-dire sans évolution de l'offre de transport est défavorable aux transports collectifs et aux modes actifs dont la part de marché perd 1.3 points, comme montré au tableau suivant (dernière colonne).

Tableau 3-3 Déplacements journaliers par mode – scénario au fil de l'eau**a. Avec flux intrazonaux**

	Déplacements (24h)				Écarts 2041 / 2011		
	2011	Part des déplacements (2011)	2041	Part des déplacements (2041)	Valeur	% de croissance	variation des parts de déplacements
AUTO_C	1 193 649	63.1%	1 456 655	63.2%	263 006	22.0%	0.1%
AUTO_P	274 747	14.5%	352 047	15.3%	77 300	28.1%	0.7%
AUTRE	91 139	4.8%	123 000	5.3%	31 861	35.0%	0.5%
MAP+VELO	182 507	9.6%	207 400	9.0%	24 893	13.6%	-0.7%
TCU	149 255	7.9%	167 066	7.2%	17 811	11.9%	-0.6%
Total	1 891 297	100.0%	2 306 168	100.0%	414 871	21.9%	0.0%

Note : les résultats de ce tableau diffèrent de ceux présentés dans la partie 3.5 car ils incluent les flux intrazonaux⁵, qui sont calculés lors des étapes de prévision de la demande et de choix modal mais qui ne peuvent être affectés par la suite sur les réseaux TC et VP.

b. Sans flux intrazonaux

	Déplacements (24h)				Écarts 2041 / 2011		
	2011	Part des déplacements (2011)	2041	Part des déplacements (2041)	Valeur	% de croissance	variation des parts de déplacements
AUTO_C	1 124 338	64.3%	1 368 316	64.3%	243 978	21.7%	0.1%
AUTO_P	255 499	14.6%	325 943	15.3%	70 444	27.6%	0.7%
AUTRE	81 862	4.7%	110 740	5.2%	28 877	35.3%	0.5%
MAP+VELO	139 419	8.0%	155 458	7.3%	16 039	11.5%	-0.7%
TCU	148 692	8.5%	166 508	7.8%	17 816	12.0%	-0.7%
Total	1 749 811	100.0%	2 126 965	100.0%	377 154	21.6%	0.0%
Total hors "autre"	1 667 949		2 016 225		348 276		

3.4 Scénarios étudiés à l'horizon 2041

Les scénarios étudiés à l'horizon 2041 dans le cadre du livrable 3.2 : Calcul et affectation de la demande en transport sont au nombre de deux : un scénario futur avec tramway et un scénario futur sans tramway.

Plusieurs variantes ont été étudiées pour chaque scénario. Les composantes des variantes ont été déclinées par thème :

- Offres en transports collectifs :
 - Intégration du tramway;
 - Restructuration du réseau;
 - Bonification de l'offre : cette bonification a été effectuée en tenant compte des contraintes actuelles en matière d'opérabilité des services et notamment au niveau de la Colline parlementaire où le nombre de services en période de pointe est limité à ce qui peut être observé actuellement;

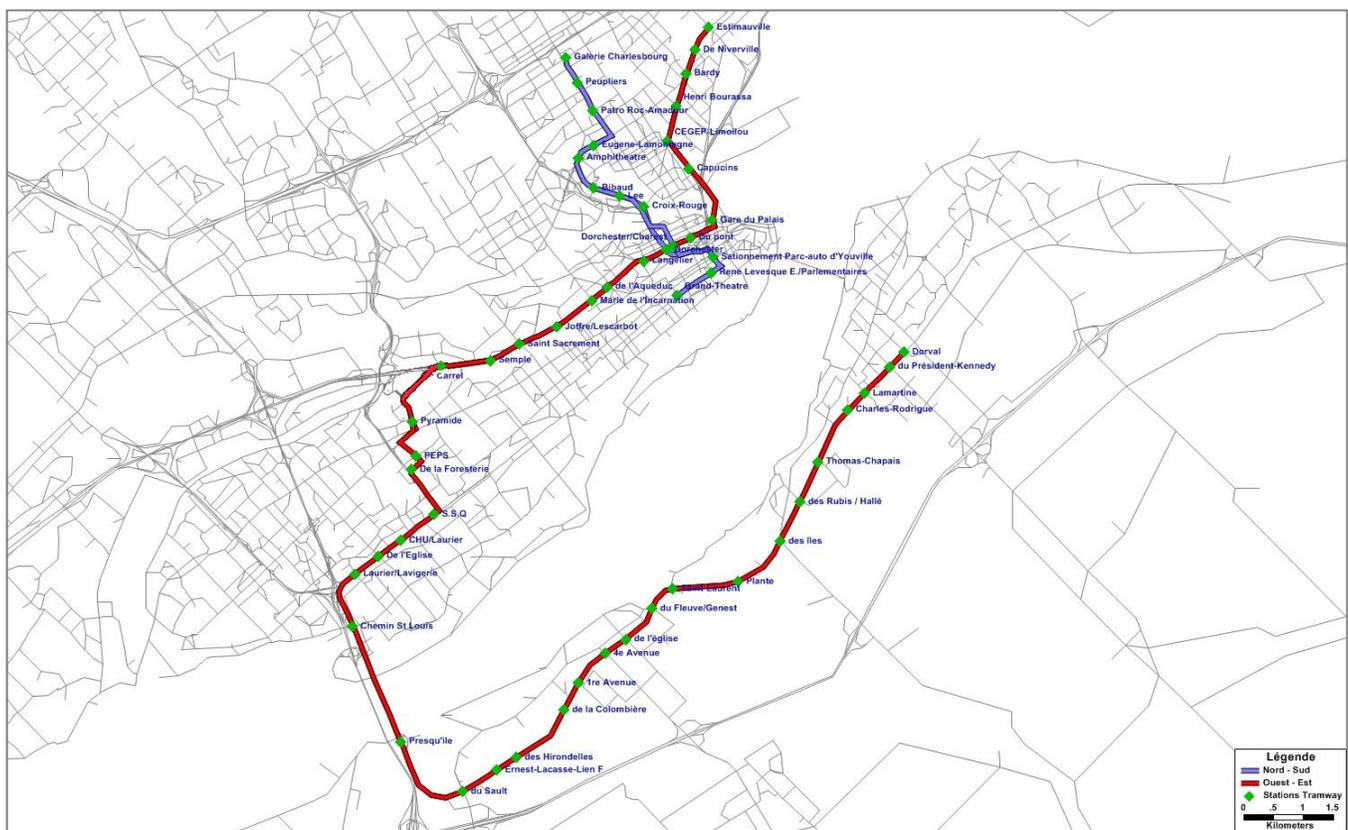
⁵ Les flux « intrazonaux » sont les flux internes à une zone de modélisation donnée. Les flux de l'enquête OD ne sont pas agrégés par zones. Lors du transfert des données de l'enquête OD dans un modèle, des zones sont créées selon un découpage géographique, ce qui a pour résultat qu'une part des déplacements de l'enquête OD deviennent internes aux zones de modélisation, ou « intrazonaux ».

- Réflexion sur l'emplacement des parcs de stationnement incitatifs (arrimage aux lignes principales et aux pôles en périphérie) et sur leur capacité;
- Impact du stationnement :
 - Analyse de l'impact de la contrainte de stationnement sur le choix modal;
 - Classification qualitative des zones en situation de calage et future, en fonction de leur proximité du tramway et du développement urbain prévu;
- Évolution de l'offre routière :
 - Intégration des projets routiers;
 - Prise en compte des impacts liés au tramway notamment au niveau du Pont de Québec;
 - Évolution de la congestion.

Toutes les variantes présentées dans ce rapport ont été modélisées avec un renforcement des services vers les pôles de Sainte-Foy, Saint-Roch et Lebourgneuf.

Les tracés des lignes de tramway sont représentés dans les figures des pages suivantes. De légères différences peuvent subsister entre le tracé issu du modèle TransCAD et le tracé issu du Lot 1. Elles sont minimes et dues au fait que le réseau routier modélisé dans TransCAD ne prend pas en compte toutes les voiries de dessertes. Toutefois, elles n'ont aucun effet sur les résultats du choix modal et de la fréquentation des TC.

Figure 3-4 Lignes de tramway étudiées



Par la suite et par souci de lisibilité, les résultats détaillés d'une variante par scénario seront présentés. Une analyse comparative des différentes variantes est présentée dans la partie 3.7. Cette analyse reprend les indicateurs clés. Les résultats du choix modal, le fonctionnement des lignes ainsi que les pratiques de mobilité

variant peu entre les variantes au niveau de l'aire d'étude, l'ensemble des résultats détaillés n'a pas été produit (notamment serpents de charge, matrices de choix modal, évolution du choix modal, etc.).

Les variantes qui font l'objet d'une analyse approfondie sont la variante 7 (avec tramway) et la variante 1 (sans tramway). Le choix de présenter ces deux variantes ne présume pas d'un choix final.

Le réseau projeté pour le scénario futur 2041 sans tramway est basé sur le réseau actuel en ce qui concerne la partie RTC et sur un réseau projeté en 2014 en ce qui concerne la partie STLévis (les analyses ayant été effectuées fin 2013).

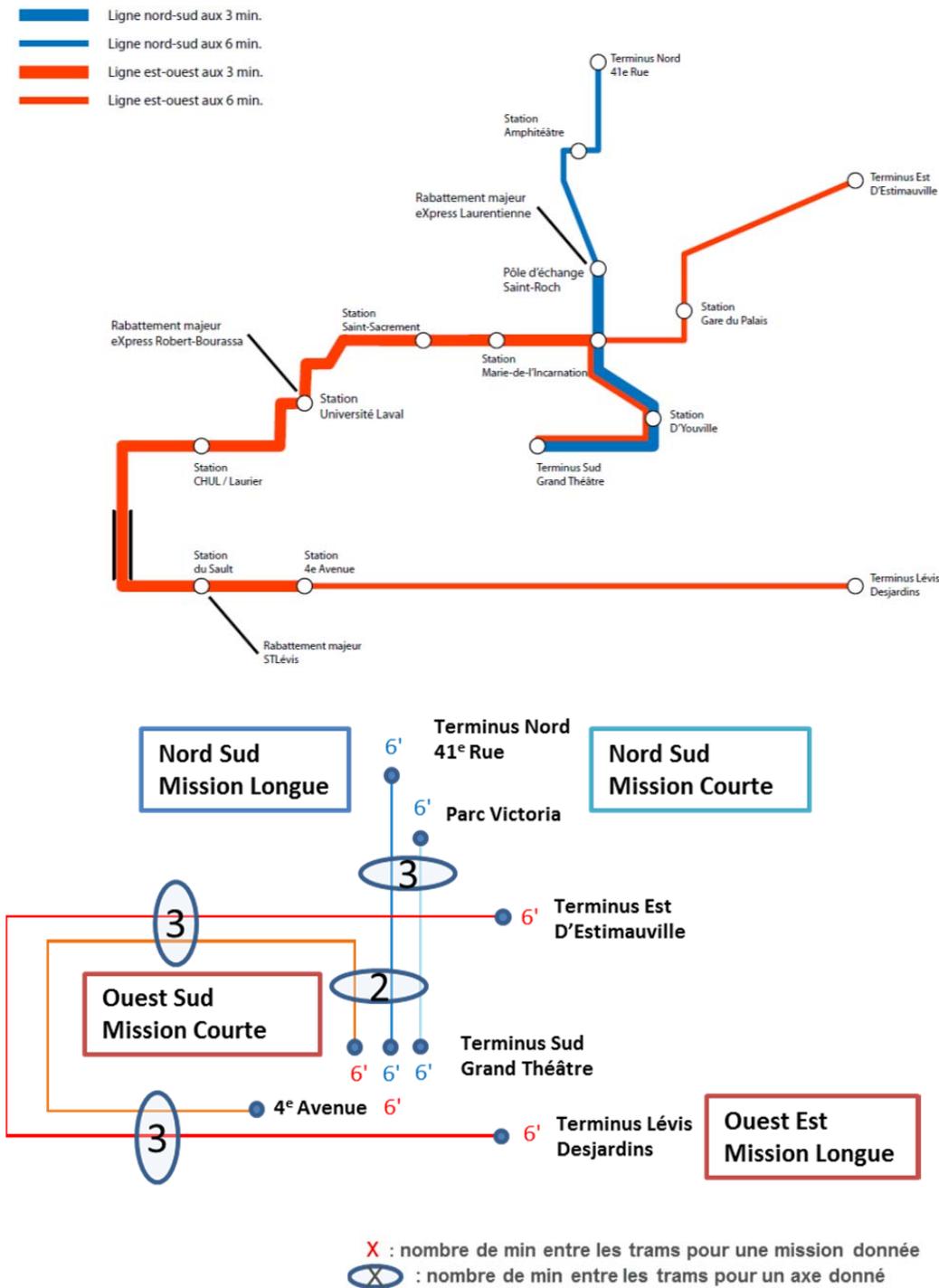
Les principales évolutions côté RTC sont la création de deux nouvelles lignes Métrobus, la mise en service de deux nouvelles voies réservées pour les eXpress, la création des eXpress 500 et le renforcement des services Express et leBus, notamment les lignes desservant le pôle des Galeries de la Capitale. Côté STLévis, il faut noter la nette amélioration de la fréquence des lignes structurantes Lévisiennes et des lignes régulières.

La variante du scénario futur avec tramway présentée est dénommée « variante 7 » dans plusieurs analyses comparatives subséquentes. Les principales évolutions par rapport au scénario sans tramway sont la restructuration des lignes Métrobus en rabattement sur le tramway pour éviter les superpositions des services, la suppression des Lévisiens L2 et L3, la restructuration du Lévisien L1 en rabattement sur le tramway (le tramway est la seule ligne TC qui réalise la connexion inter-rives), le rabattement des eXpress au niveau des principaux pôles d'échanges (Sainte-Foy et Pôle Saint-Roch), la suppression des eXpress 500, la suppression des services leBus en doublons avec le tramway et l'amélioration des rabattements leBus vers le terminus d'Estimauville et la Place Jacques-Cartier

Une attention particulière a été apportée aux pôles d'échanges le long du tracé du tramway pour prendre en compte la facilité des correspondances.

Les figures ci-après décrivent d'une manière synthétique le schéma d'exploitation du tramway. La particularité de ce schéma est d'offrir une desserte directe depuis la station 4^e Avenue (rive sud) vers la colline parlementaire.

Figure 3-5 Tramway : Schéma d'exploitation



La politique de stationnement est une des clés permettant d'influencer le report modal dans les projets de transport collectif et les plans de déplacements urbains. C'est bien sûr le cas du Plan de Mobilité Durable de la Ville de Québec.

Trois grands types de modifications du stationnement par rapport à la situation 2011 sont envisagés :

- Pour les zones où le stationnement est déjà contraint en 2011, la contrainte peut s'accroître en relation avec les accroissements d'emplois ou de population attendus.
- Pour les nouvelles zones de développement urbain important, les règles d'urbanisme (limitation du nombre de places de stationnement par logement notamment) tendent à réduire le recours au véhicule individuel. Les zones touchées par les PPU (Programme particulier d'urbanisation) et les éco-quartiers sont caractérisés comme des zones à forte contrainte de stationnement.
- Le long du tracé du tramway, on peut supposer que les zones sont susceptibles de voir diminuer l'offre de stationnement (notamment celle sur rue), ce qui pourrait engendrer un renforcement des contraintes de stationnement. De plus ces zones gagneront en fréquentation du fait des développements des emplois et des logements; elles sont donc caractérisées en zone de stationnement à plus ou moins forte contrainte selon la densité et l'ampleur des développements urbains.

Le stationnement incitatif est un levier majeur dans le transfert modal et dans la politique de déplacement. En situation de calage, le périmètre d'étude comptait près de 1 300 cases de stationnements incitatifs.

La taille des Parc-o-Bus (POB) varie entre une dizaine de cases pour les plus petits et 300 pour le POB d'Estimauville.

Les POB sont arrimés aux lignes structurantes (Métrobus et Lévisiens) et aux principales lignes régulières et eXpress.

L'achalandage induit des POB n'est pas inclus dans sa totalité dans nos estimations d'achalandage en raison du manque de données d'entrées résultant de la faible ampleur actuelle du phénomène dans la région de Québec et du manque d'enquêtes OD au niveau des parcs actuels.

Dans le cadre du mandat 3, une analyse comparative (« benchmark ») avec des agglomérations françaises ayant des réseaux tramway et des POB associés a été réalisée.

L'analyse des éléments précédents permet d'établir une proposition pour l'implantation d'un POB au niveau de la 41e Rue / 1^{ère} Avenue.

La STLévis envisage une forte évolution du nombre de cases de stationnement à l'horizon 2015 Rive – Sud. L'objectif est de plus de 3 000 cases.

Hormis le POB Desneiges, les principaux parcs envisagés ne se trouvent pas le long du tramway. L'augmentation de la capacité du POB Desneiges et la création d'un deuxième POB sur le Boulevard de la Rive Sud seraient recommandées à la mise en service du tramway. Ces POB permettront une amélioration de la desserte inter-rives.

Deux scénarios d'offre routière future ont été étudiés, un scénario sans tramway et un scénario avec tramway.

- Le réseau futur sans tramway correspond au réseau routier 2011 modifié suite à l'ajout de quelques projets dont les principales caractéristiques géométriques ont été fournies par les différents partenaires du projet.
- Le réseau futur avec tramway comprend toutes les modifications pour le réseau sans tramway ainsi que la prise en compte des impacts circulation liés à la mise en œuvre du tramway issus du rapport du livrable 1.2 – Technologie et Insertion du consortium ROCHE, SNC-LAVALIN et Egis Rail.

Un changement d'heure de certains usagers a été pris en compte dans le modèle de report modal sous forme d'une pénalité pour remédier au fait que le modèle routier n'est pas configuré pour limiter les débits (mais plutôt pour appliquer des temps croissants, mais bornés, en fonction des débits), la demande étant écoulee par les liens, même si leur capacité est dépassée. Dans la réalité, les capacités physiques des liens ne pouvant être

dépassées, un étalement de la période de pointe sera en fait observable avec des usagers qui devront changer leur heure de départ.

Enfin, compte tenu des changements d'heure de départ de certains usagers, déduits des sursaturations de certains tronçons, il a été considéré que les temps de parcours de l'heure la plus chargée pour chaque période pouvaient être appliqués à toute la période de pointe pour généraliser les conditions de circulation de l'heure centrale. Un tel genre d'hypothèse, plutôt simplificatrice, est nécessaire car la modélisation ne permet pas de modifier sélectivement les heures de départ des usagers d'une heure de pointe à une autre. Cette hypothèse est cependant considérée comme réaliste et sans effet exagéré sur le transfert modal, qui a une sensibilité modérée aux temps de parcours.

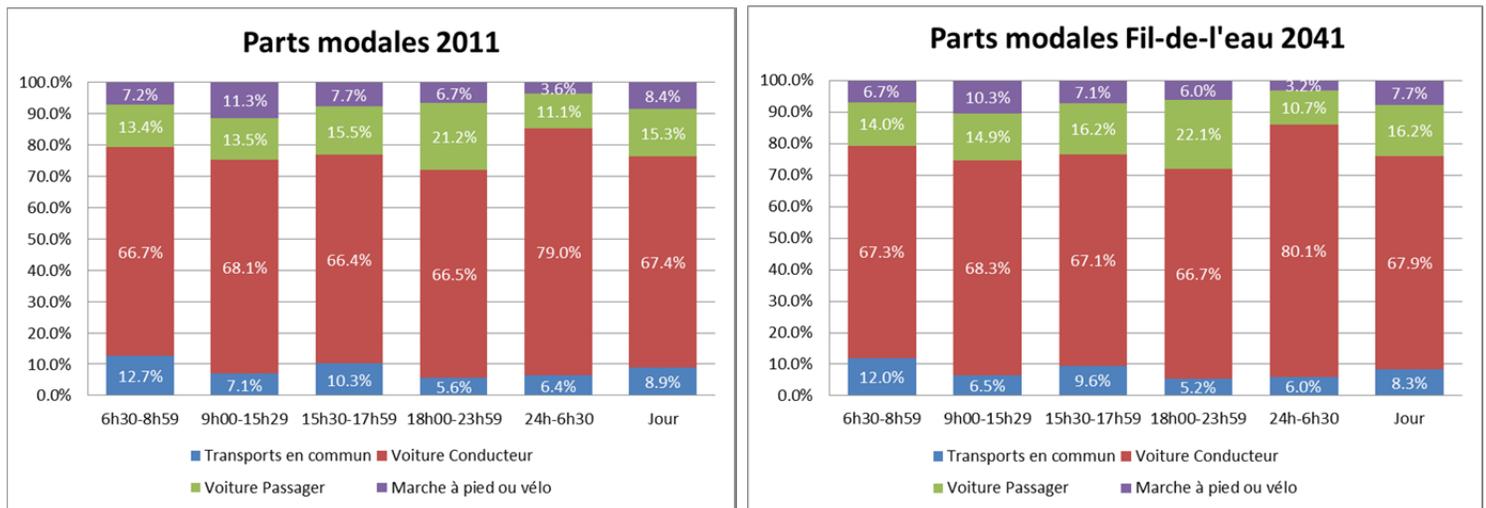
Un bouclage des temps de parcours routiers a été réalisé pour prendre en compte l'évolution à la baisse des temps de parcours routiers entre la situation au fil de l'eau et les situations avec ou sans tramway suite au report modal des déplacements autos-conducteur vers les transports collectifs.

3.5 Résultats de choix modal dans les scénarios avec et sans tramway

L'évolution de la répartition modale entre 2011 et 2041 a d'abord été modélisée pour un scénario appelé « au fil de l'eau », c'est-à-dire selon les évolutions des paramètres sociodémographiques sans modification significative de l'offre de transport ou de stationnement. Comme l'illustre la Figure 3-6, selon ce scénario, les parts modales des transports collectifs et actifs journaliers diminuent entre 2011 et 2041 : de 8,9 % à 8,3 % dans le premier cas et de 8,4 % à 7,7 % dans le second. L'évolution démographique, marquée par le vieillissement de la population, explique cette érosion, les personnes âgées se déplaçant moins en transport en commun et en transport actif.

Il est à noter que les figures et tableaux suivants font état de la part de marché du transport en commun pour l'ensemble du territoire d'étude, qui va bien au-delà du territoire de desserte des sociétés de transport de l'agglomération de Québec (RTC) et de la Ville de Lévis (STLévis).

Figure 3-6 Évolution des parts modales entre 2011 et 2041 (fil de l'eau)



Note : les parts de marché des modes, incluant la part modale TC, ont été calculées dans l'ensemble de l'étude sur la base des déplacements motorisés et des déplacements marche et vélo, en excluant les déplacements « Autres motorisés » (principalement les autobus scolaires, les taxis et le transport adapté).

La prise en compte des offres futures (TC, routières et stationnement) dans le modèle de choix modal donne les répartitions modales suivantes pour les scénarios sans tramway et avec tramway.

Tableau 3-4 Répartitions du modèle de choix modal – Horizon 2041 sans tramway

SITUATION 2041 SANS TRAMWAY	Transports collectifs	Auto Conducteur	Auto Passager	Marche à pied et vélo	Total hors " autres modes "	Autres Modes
6h30-8h59	62 064	279 744	57 374	29 848	429 030	47 155
9h00-15h29	46 901	429 114	94 296	65 567	635 878	26 123
15h30-17h59	62 569	350 333	84 166	40 301	537 369	34 665
18h00-23h59	20 798	232 137	77 278	20 571	350 784	2 168
0h00-6h30	4 609	51 197	7 013	2 108	64 927	544
Jour	196 941	1 342 525	320 127	158 395	2 017 988	110 655
Différence/Fil de l'eau	31 282	-30 456	-5 851	5 025	0	
Part modale	9,8 %	66,5 %	15,9 %	7,8 %		

Note : les totaux de ce tableau diffèrent de ceux présentés dans la partie 3.3 car ils n'incluent pas les flux intrazonaux, qui sont calculés lors des étapes de prévision de la demande mais ne peuvent être affectés sur les réseaux TC et VP lors du calcul de transfert modal. Par ailleurs, le total journalier de 2 017 988 de la situation sans tramway diffère légèrement de celui de la situation avec tramway (2 016 225), pour des raisons techniques de calcul (la différence est de 0, 1 %).

Tableau 3-5 Répartitions du modèle de choix modal – Horizon 2041 avec tramway

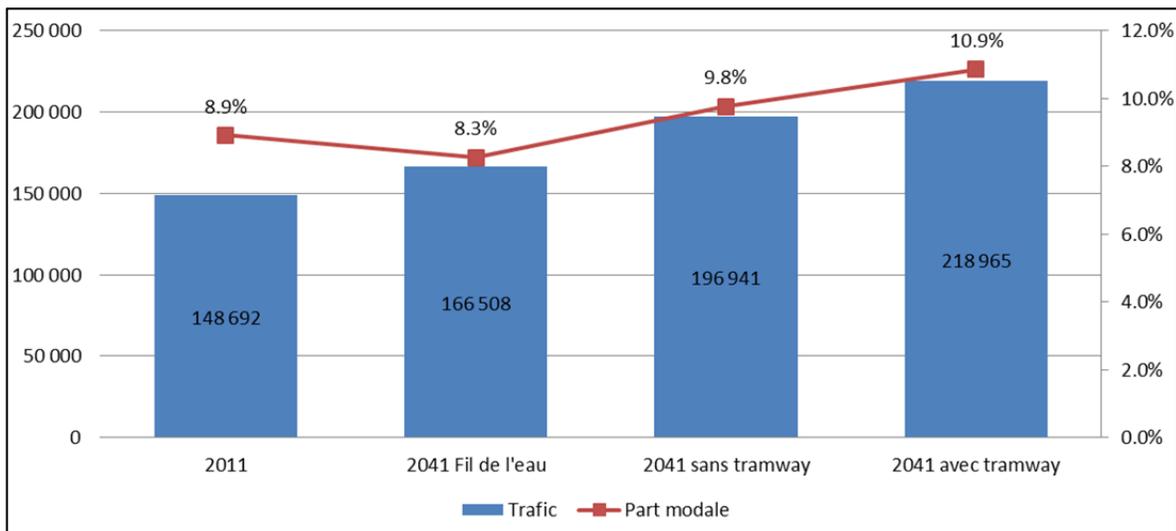
SITUATION 2041 AVEC TRAMWAY	Transports collectifs	Auto Conducteur	Auto Passager	Marche à pied et vélo	Total hors " autres modes "	Autres Modes
6h30-8h59	67 977	273 692	57 014	30 117	428 800	47 212
9h00-15h29	52 202	421 086	93 943	68 018	635 249	26 136
15h30-17h59	69 254	343 244	83 698	41 062	537 258	34 686
18h00-23h59	24 306	228 129	76 356	21 308	350 099	2 168
0h00-6h30	5 226	50 444	6 981	2 168	64 819	537
Jour	218 965	1 316 595	317 992	162 673	2 016 225	110 740
Différence/Fil de l'eau	52 457	-51 721	-7 951	7 215	0	
Part modale	10,9 %	65,3 %	15,8 %	8,1 %		

Note : les résultats de ce tableau n'incluent pas les flux intrazonaux, qui sont calculés lors des étapes de prévision de la demande mais ne peuvent être affectés sur les réseaux TC et VP lors du calcul de transfert modal.

Les modifications d'offre conduisent à une augmentation des déplacements en transports collectifs, de 18 % entre le fil de l'eau et la situation sans tramway, et de 32 % entre le fil de l'eau et la situation avec tramway. La part modale augmente : elle passe à 9,8 % en situation sans tramway et à 10,9 % en situation avec tramway, compensant la perte liée au vieillissement de la population observée d'ici à 2041. Au final, les déplacements en transport collectif augmentent de plus de 70 000 entre 2011 et 2041 (avec tramway), soit une croissance de plus de 47 %.

L'évolution de la demande journalière et de la part modale en transports collectifs est présentée à la figure suivante.

Figure 3-7 Demande journalière en transport collectif dans les scénarios retenus

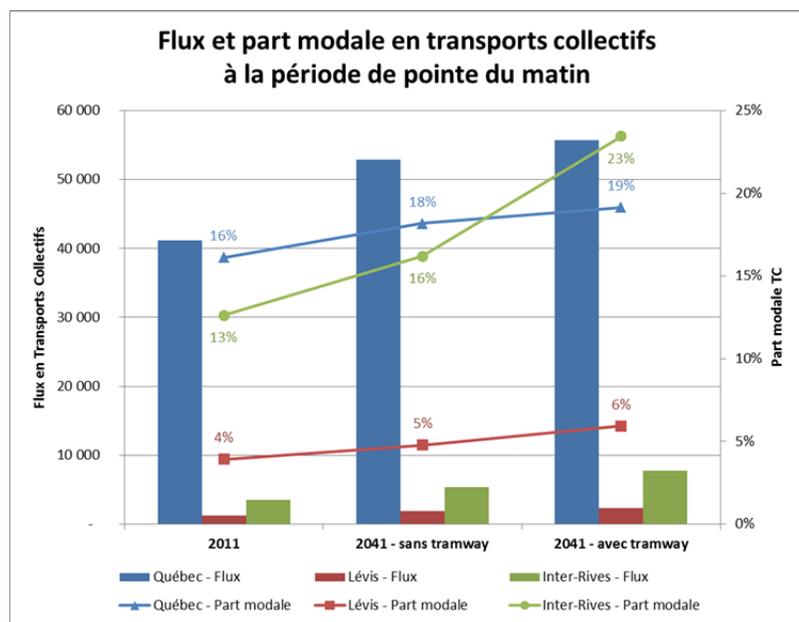
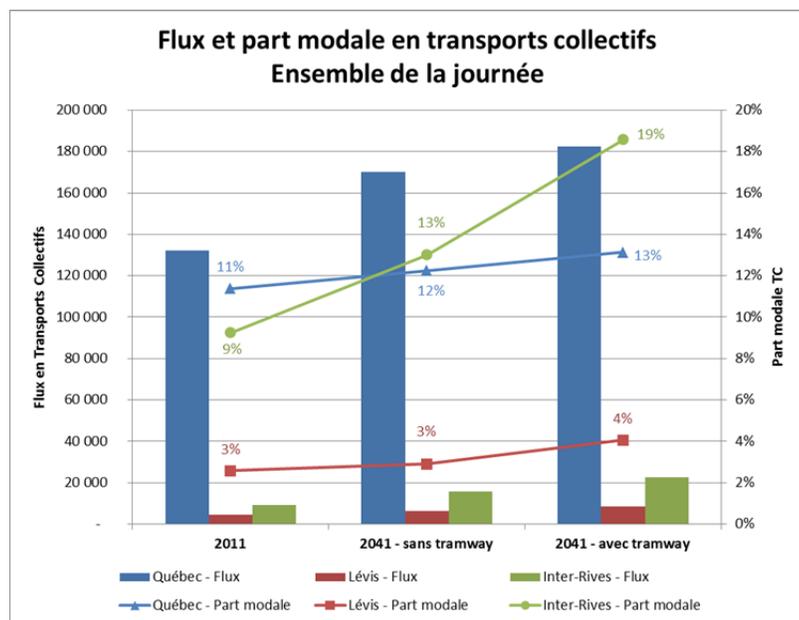


Note : volumes TC et parts modales calculés hors flux intrazonaux et hors « autres modes »

Les graphiques ci-après montrent l'évolution des trafics TC et de la part modale en situation de calage, future avec et sans tramway pour les agglomérations de Québec, Lévis et les flux inter-rives, pour la journée ou la pointe du matin. En termes de volume, le flux interne à Québec est très largement prépondérant. Pour les flux

internes aux agglomérations, on peut noter une progression de la part modale. La part modale des flux inter-rives évolue quant à elle très fortement : de 9 à 19 % sur la journée et de 13 à 23 % en pointe du matin.

Figure 3-8 Évolution du partage modal : jour et pointe du matin



Par rapport à la situation au fil de l'eau, les trafics en transports collectifs augmentent de 18 % en situation sans tramway et de 32 % en situation avec tramway. Cette évolution est comparable avec ce qui a été observé dans de nombreuses villes de France (Nantes, Grenoble, Rouen, Montpellier, Strasbourg, Orléans) où l'impact moyen est estimé à +33 % (minimum +20 %, maximum +47 %). Par rapport à l'estimation faite dans le cas de Québec, les comparaisons sur les agglomérations françaises intègrent, pour la situation avant tramway, les dégradations d'offre TC liées aux travaux du tramway.

Dans les graphiques suivants, on cherche à représenter de manière visuelle la matrice des déplacements en transports collectifs. La matrice est présentée avec des disques dont la surface est proportionnelle au flux, l'étiquette montre la part modale et la couleur l'évolution par rapport à la situation de calage. Les flux journaliers sont représentés sous forme de flux dans les deux sens alors que les flux à la période de pointe du matin sont détaillés par sens, car ils sont très dissymétriques.

Ces graphiques appellent quelques commentaires :

- Les volumes les plus importants sont situés au sein de l'agglomération de Québec, les flux inter-rives restent significatifs, mais les flux internes à Lévis sont faibles à l'échelle de l'analyse.
- Certaines parts modales sont élevées, comme les échanges avec la colline parlementaire, pour lesquels la part modale est de 25 à 30 % sur l'ensemble de la journée.
- En situation sans tramway, les croissances de part TC sont le plus souvent inférieures à 50 %.
- En situation avec tramway, les croissances sont beaucoup plus élevées : les relations avec Lévis voient leur trafic au moins augmenté de moitié. Les parts modales des relations avec la colline parlementaire évoluent moins en proportion mais elles sont tout de même supérieures à 30 %.
- A la période de pointe du matin, on peut observer que les parts modales dans le centre de Québec sont très élevées en situation sans tramway, avec des parts de l'ordre de 40 % comme entre Saint-Roch et la colline parlementaire, ou de 46 % de Saint-Roch vers Sainte-Foy ou encore de 36 % de Québec vers la colline parlementaire.
- Ces parts modales sont encore augmentées en situation avec tramway : 44 % entre Saint-Roch et la colline parlementaire, 50 % de Saint-Roch vers Sainte-Foy, 38 % de Québec vers la colline parlementaire.
- Certaines parts modales d'un niveau initial moins élevé sont plus que doublées en situation avec tramway, et en particulier les échanges Lévis – Québec.
- La part modale des échanges de Lévis Centre vers Sainte-Foy est alors de 37 %, elle est de 49 % vers la colline parlementaire. Pour les autres zones de Lévis, elle est de 37 % vers Sainte-Foy et de 36 % vers la colline parlementaire.

Figure 3-9 Flux journalier deux sens en transport collectif et part modale – situation 2041 sans tramway/avec tramway

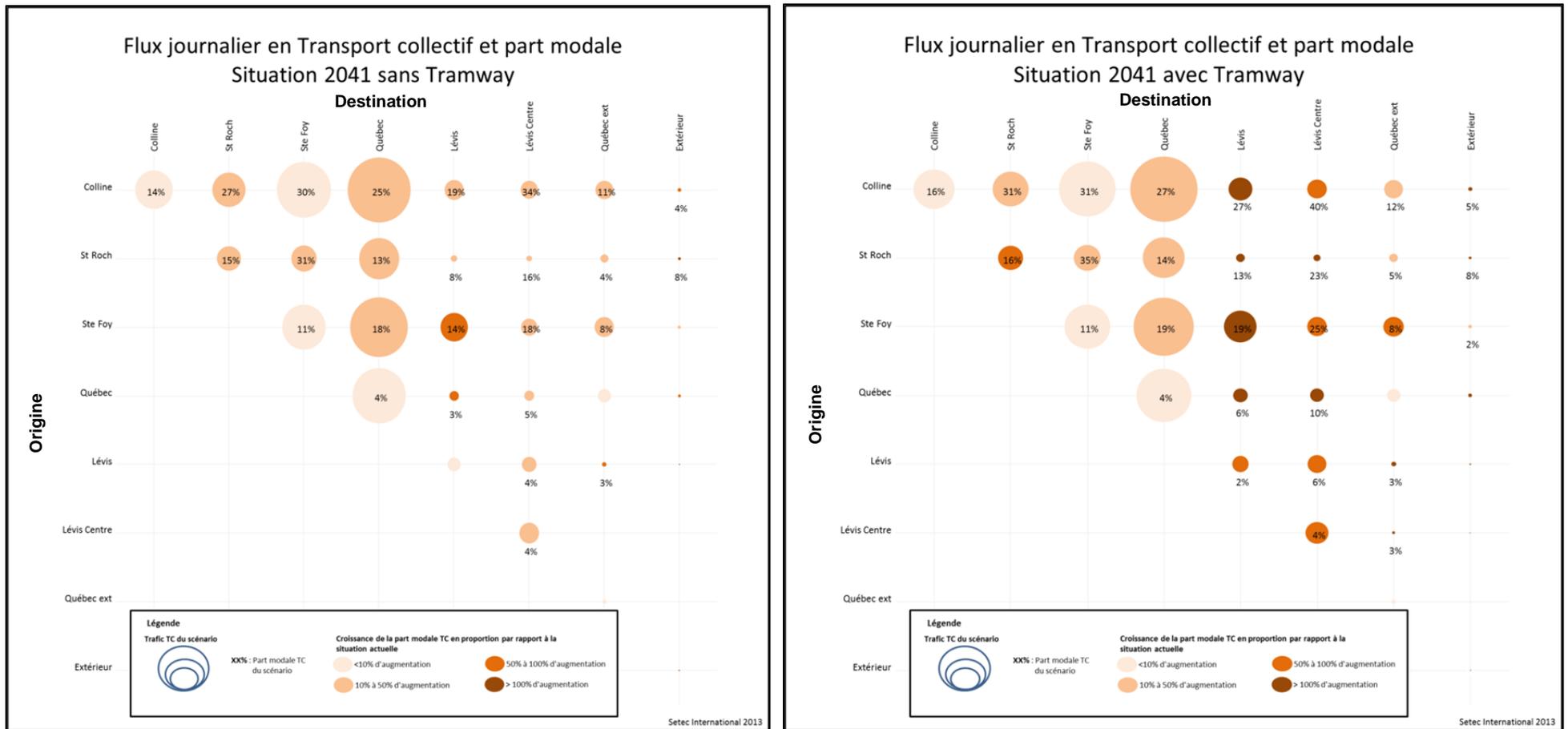
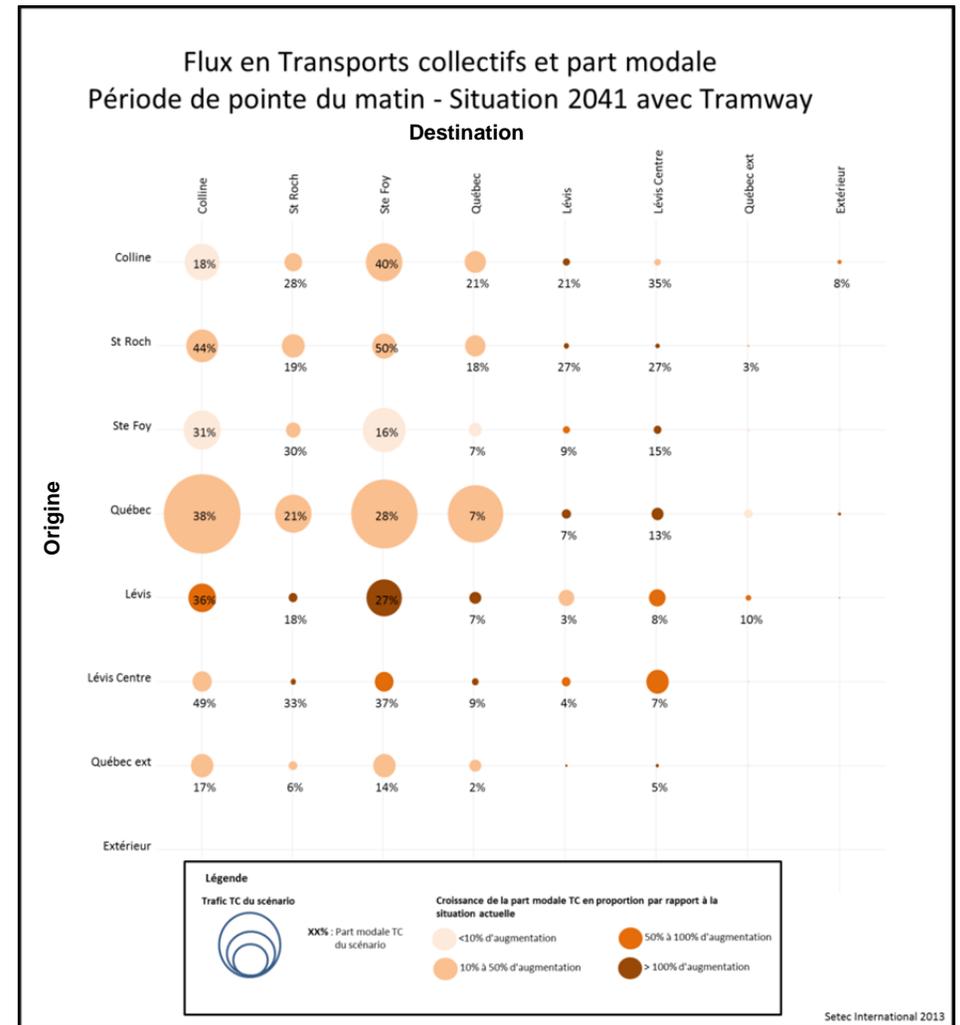
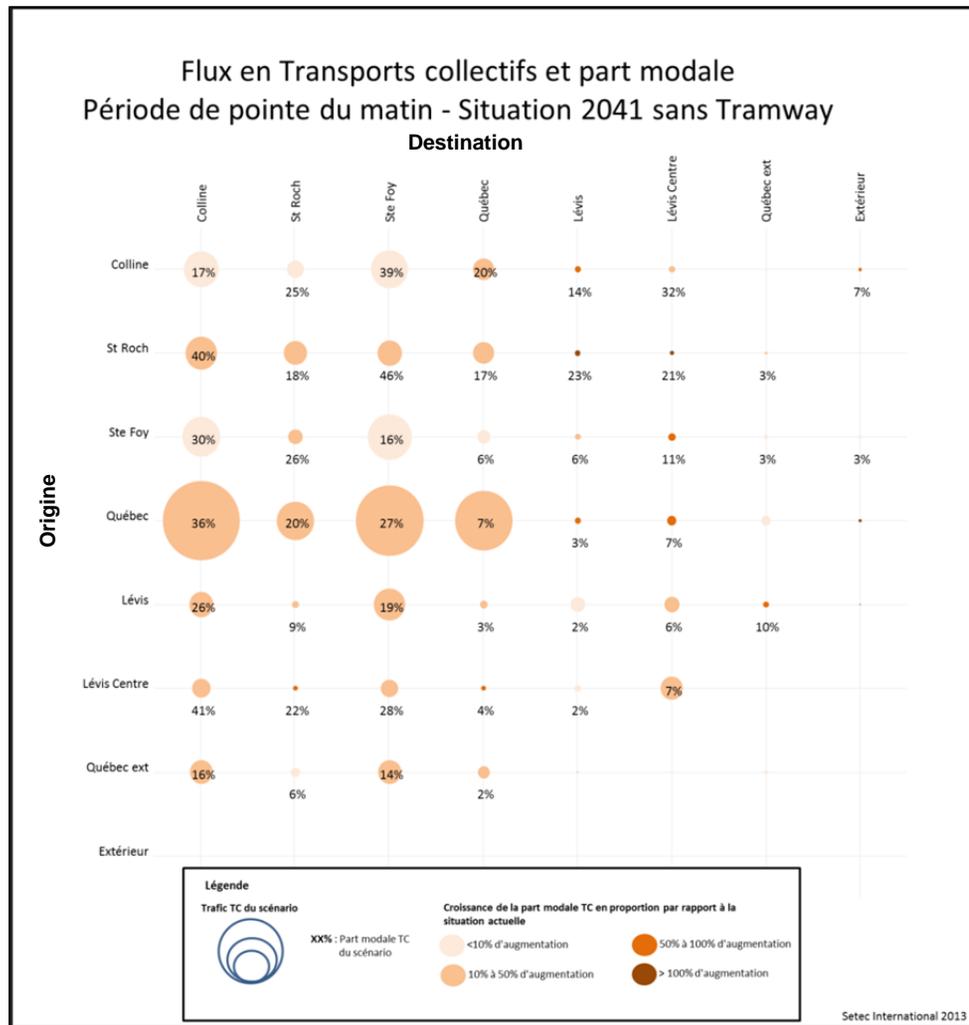


Figure 3-10 Flux à la pointe du matin en transport collectif et part modale – situation 2041 sans tramway/avec tramway



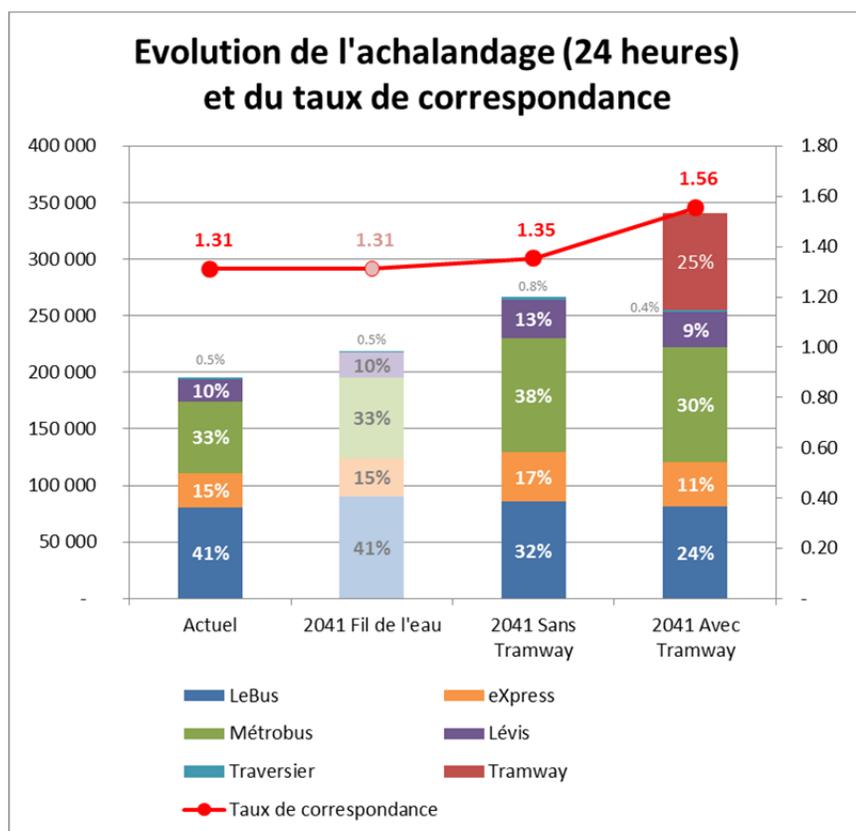
3.6 Achalandage en transports collectifs dans les scénarios avec et sans tramway

Les résultats d'achalandages du système de transports collectifs, la répartition par type de ligne et le taux de correspondance global sont présentés dans la figure ci-après. La situation au fil de l'eau est ajoutée au graphique car elle permet de visualiser l'effet d'augmentation de la demande globale d'ici à 2041 hors effets d'offre de transport.

En situation sans tramway, la structure globale de répartition de l'achalandage entre les missions est conservée comme aujourd'hui, tout comme le taux de correspondance global. On peut noter un report apparent des LeBus vers les Métrobus, lié en grande partie à la transformation des Bus 7 et 87 en MétroBus. On peut aussi noter la croissance des flux lévisiens suite à l'amélioration de l'offre prévue.

En situation avec tramway, les flux des différents modes bus sont proches de ceux de la situation sans tramway, le trafic supplémentaire est pratiquement équivalent à celui du tramway.

Figure 3-11 Évolution de l'achalandage TC et du taux de correspondance

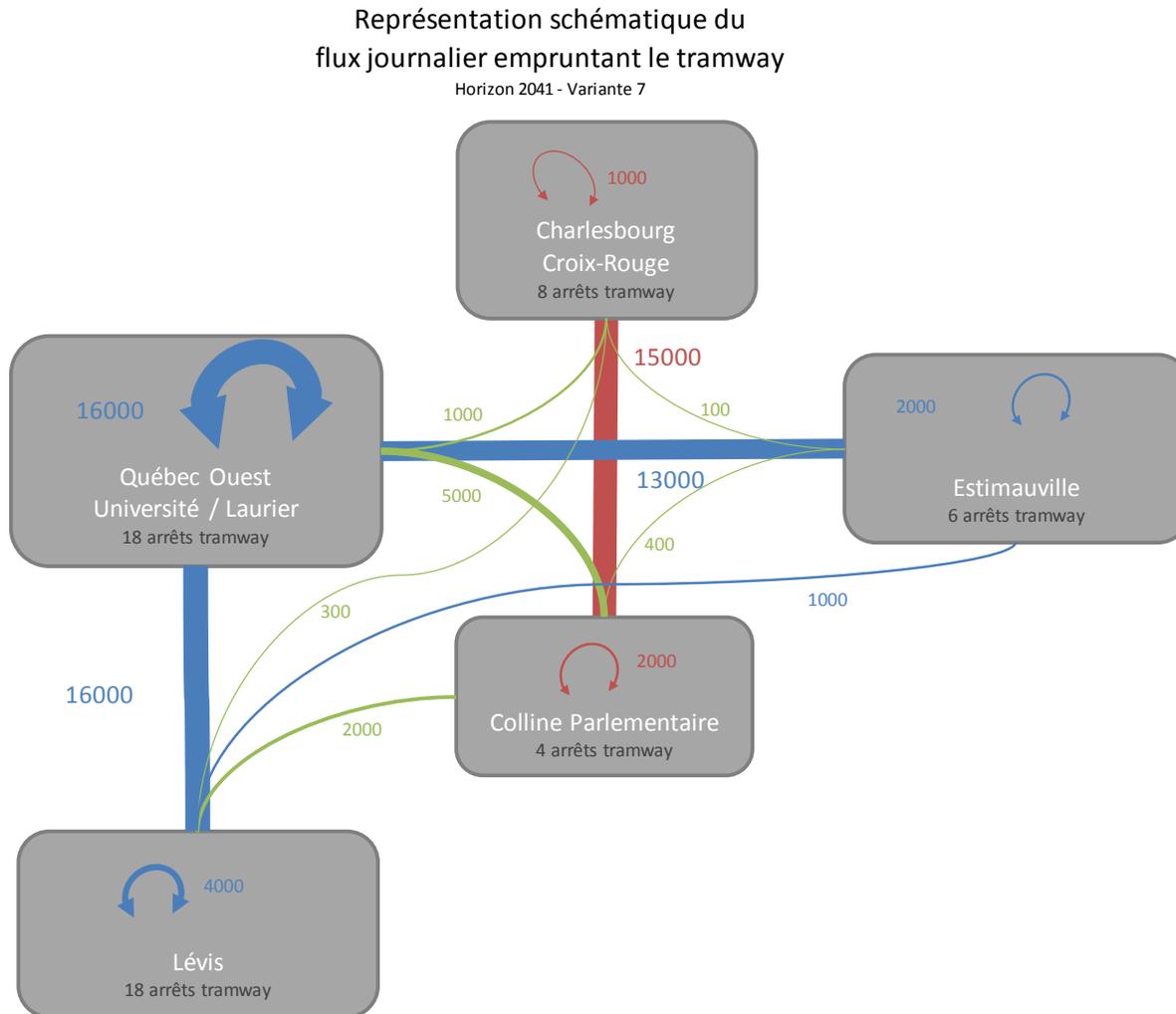


A l'horizon 2041, le taux de correspondance passe de 1,35 sans tramway à 1,56 avec tramway : en effet, les lignes sont organisées en rabattement sur le tramway et le taux de correspondance augmente fortement. Il est relativement élevé, mais reste inférieur à celui constaté par exemple à Lyon (1,65 en 2008) ou Marseille (1,58).

La répartition des flux sur le tramway par branche et entre grandes zones est présentée dans la figure suivante. On y observe que le flux montant à Lévis et descendant dans la zone de Québec Ouest (entre la tête des Ponts et Dorchester) ou l'inverse est de 16 000 voyageurs jour. Le flux empruntant le Pont de Québec peut

être calculé à partir de ce schéma comme le flux entre Lévis d'une part et l'ensemble des 4 autres ensembles, soit 19 300 voyageurs jour.

Figure 3-12 Représentation schématique du flux journalier empruntant le tramway



Notes :

Les flux représentés dans les matrices des figures 3-9 et 3-10 sont des flux en transports collectifs tous modes (Tramway, Métrobus, eXpress, leBus, Lévisiens, etc.), tandis que les flux représentés dans la figure 3-12 sont des flux uniquement tramway. En d'autres termes, la figure 3-12 est une représentation graphique de la matrice origine-destination des voyageurs empruntant les lignes de tramways par grands secteurs.

- Les cases grises représentent les grands secteurs.
- Les flèches qui se trouvent à l'intérieur des cases grises représentent les flux intra-secteurs (par exemple, 2 000 voyages par jour dans le secteur « Colline Parlementaire »). Les flèches entre les cases grises représentent les flux inter-secteurs (par exemple, 15 000 voyages par jour entre la « Colline Parlementaire » et « Charlesbourg/Croix-Rouge » ou 1 000 voyages par jour entre « Lévis » et « Estimaerville »).

Les principaux enseignements de ce schéma sont les suivants :

- Le flux le plus important correspond aux déplacements entre Lévis et l'ensemble compris entre la tête des Ponts et Dorchester à égalité avec le flux à l'intérieur du secteur compris entre la tête des Ponts et Dorchester.

- Ajouté aux autres flux vers ou depuis Lévis, la traversée du Pont compte environ 20 000 déplacements sur le tramway.
- Trois autres flux sont ensuite d'un même ordre de grandeur :
 - L'échange Nord – Sud autour de Dorchester (15 000 déplacements jour);
 - L'échange Est – Ouest autour de Dorchester (13 000 déplacements jour);
 - Les échanges internes à l'ensemble tête des Ponts – Dorchester (16 000 déplacements jour);
- Les autres échanges sont de moindre importance, de 1000 à 2000 voyageurs par jour sauf pour le mouvement Ouest – Sud avec 5 000 voyageurs.

La répartition entre les missions du schéma d'exploitation est présentée au tableau suivant.

Tableau 3-6 Missions du schéma d'exploitation projeté

	Intervalle	Nombre d'arrêts desservis	Jour (PPM + HPJ + PPS)	Pointe du matin	Hors pointe Jour	Pointe du Soir
Tram Nord Sud	6 min	12	12 300	5 600	2 500	4 200
Tram Est Ouest	6 min	42	39 300	14 800	9 800	14 700
Tram Nord Sud Courte	6 min	5	4 600	1 700	900	2 000
Tram Ouest Sud Courte	6 min	26	17 900	6 900	4 200	6 700
Total			74 100	29 000	17 400	27 700

L'exploitation des serpents de charge ci-après permet de démontrer la bonne adéquation entre la demande et la capacité offerte.

Pour la ligne Nord-Sud, avec du matériel roulant de 43 m et d'une capacité de 260 passagers, on obtient une réserve de capacité, de l'ordre de 23 % à 33 % selon les sections. Toutefois, pour des questions d'adéquation de l'offre par rapport à la demande, il est possible de réduire l'intervalle de service sur le tronçon compris entre les stations Croix-Rouge et Grand Théâtre à 4 minutes en heures de pointe (partie sud) et l'intervalle sur le tronçon compris entre Croix-Rouge et Galerie Charlesbourg à 8 minutes en heure de pointe (partie nord). Le passage d'un intervalle de service aux 3 min – 6 min – à un intervalle de service aux 4 min – 8 min – aura très peu d'impact sur l'achalandage de la ligne mais affectera la réserve de capacité qui passera à 10 % sur la partie sud de la ligne et à moins de 5 % sur la partie nord de la ligne.

Pour la ligne Est-Ouest, un matériel de 43 m est également nécessaire avec une réserve de capacité plus réduite, de l'ordre de 15 %. Au niveau du franchissement du Saint-Laurent, les estimations montrent que les flux TC en situation avec tramway ne pourraient pas être satisfaits avec un mode moins capacitaire que le tramway de 43 m.

La réserve de capacité présentée est en fonction d'un intervalle de service aux 3 minutes. Cet intervalle correspond à la limite opérationnelle du système dans l'objectif de respecter le principe de priorité absolue aux feux de circulation.

Figure 3-13 Serpent de charge et réserve de capacité – Horizon 2041 – ligne Nord-Sud

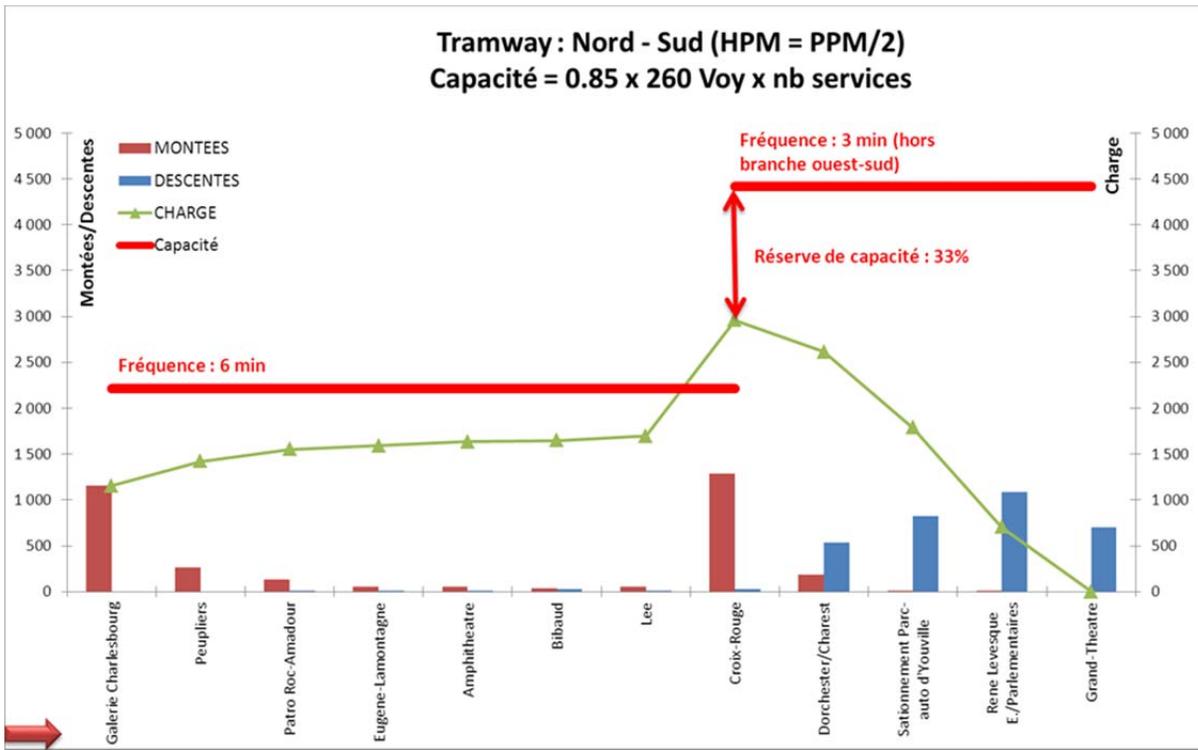
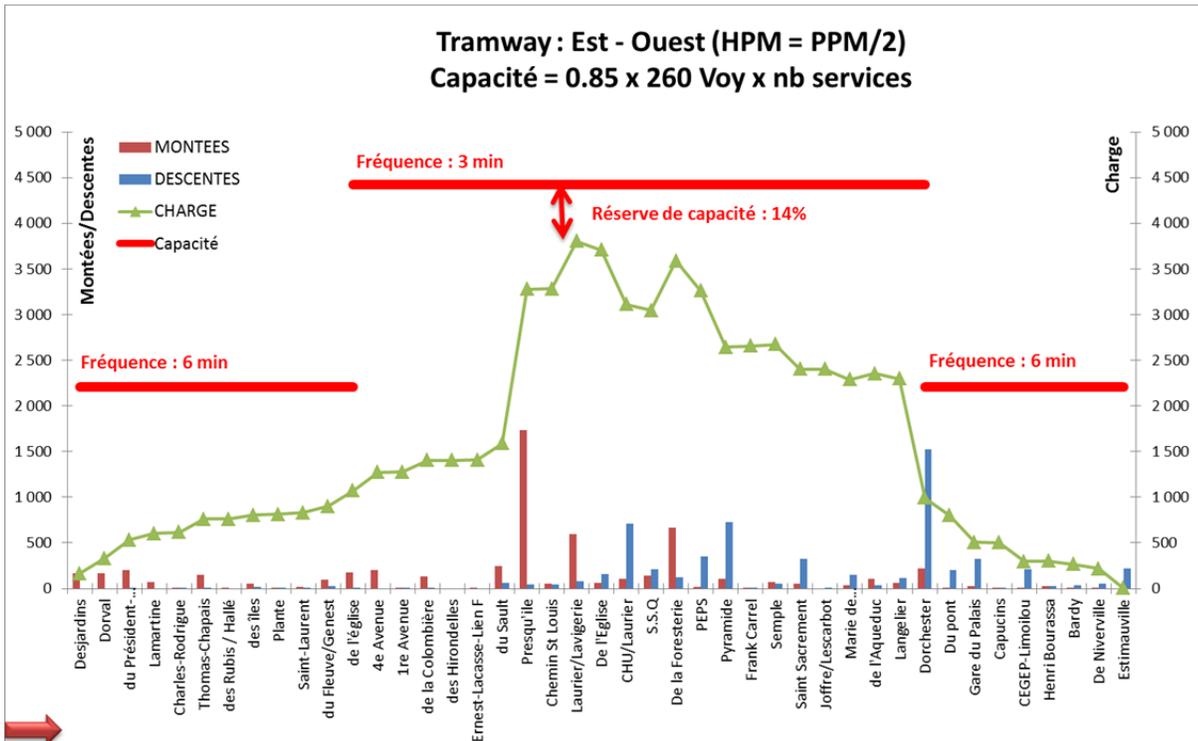


Figure 3-14 Serpent de charge et réserve de capacité – Horizon 2041 – ligne Est-Ouest

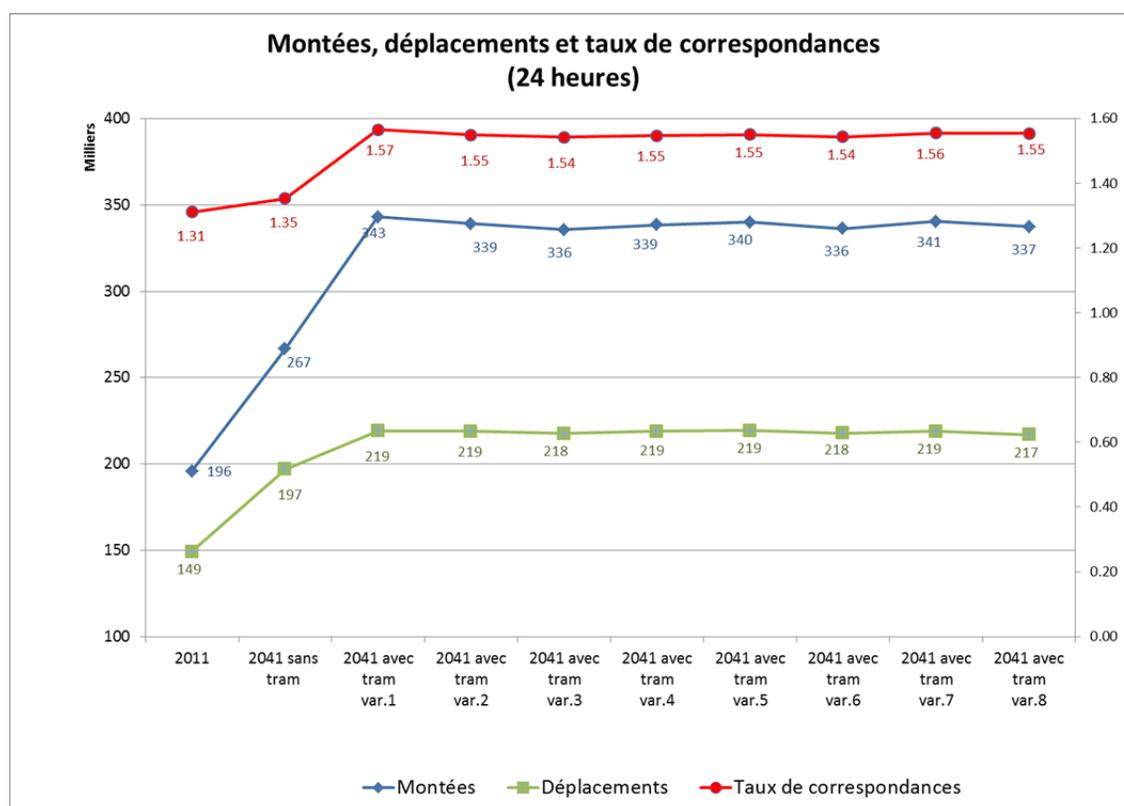


3.7 Résultats des variantes

Les analyses des différentes variantes considérées montrent que le scénario sans tramway nécessite une production en véh.km plus importante que les scénarios avec tramway. Par rapport à la situation 2011, la situation sans tramway en 2041 voit sa production augmenter de 43 % alors que pour les scénarios avec tramway, cette augmentation est de l'ordre de 26 %. Ces augmentations ramenées en taux de croissance annuel moyen correspondent respectivement à 1,2 % et 0,8 % par an ce qui est comparable aux augmentations observées ces dernières années.

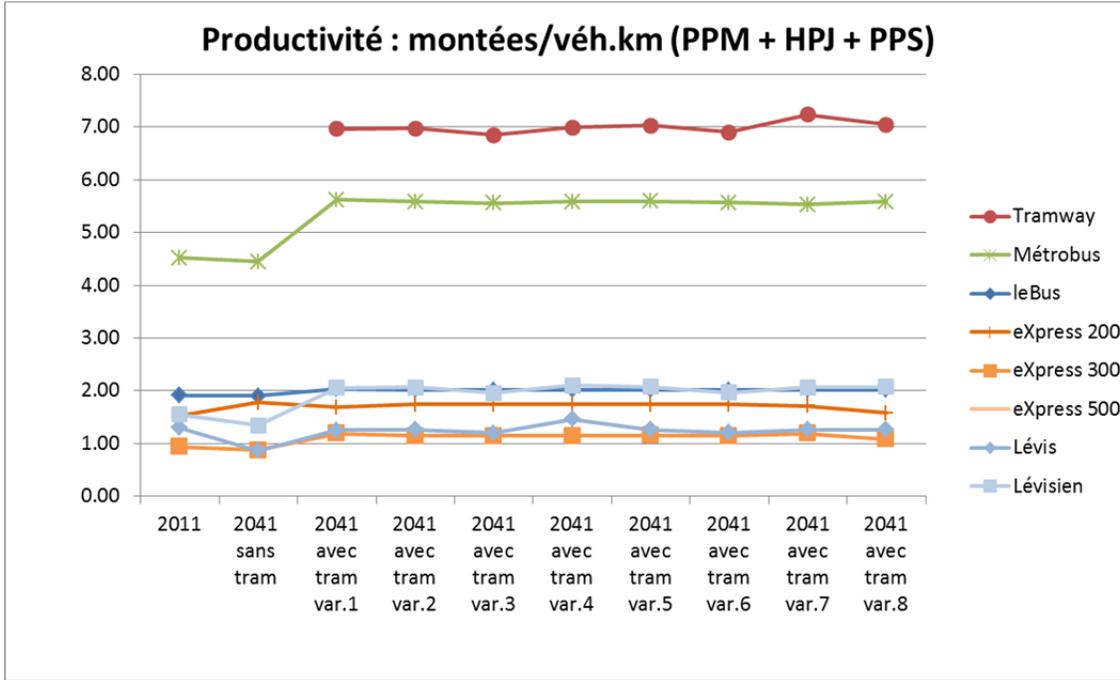
Les principaux résultats des différentes variantes sont présentés dans les graphiques suivants.

Figure 3-15 Comparaison des variantes en ce qui a trait à l'achalandage, aux déplacements et aux taux de correspondances



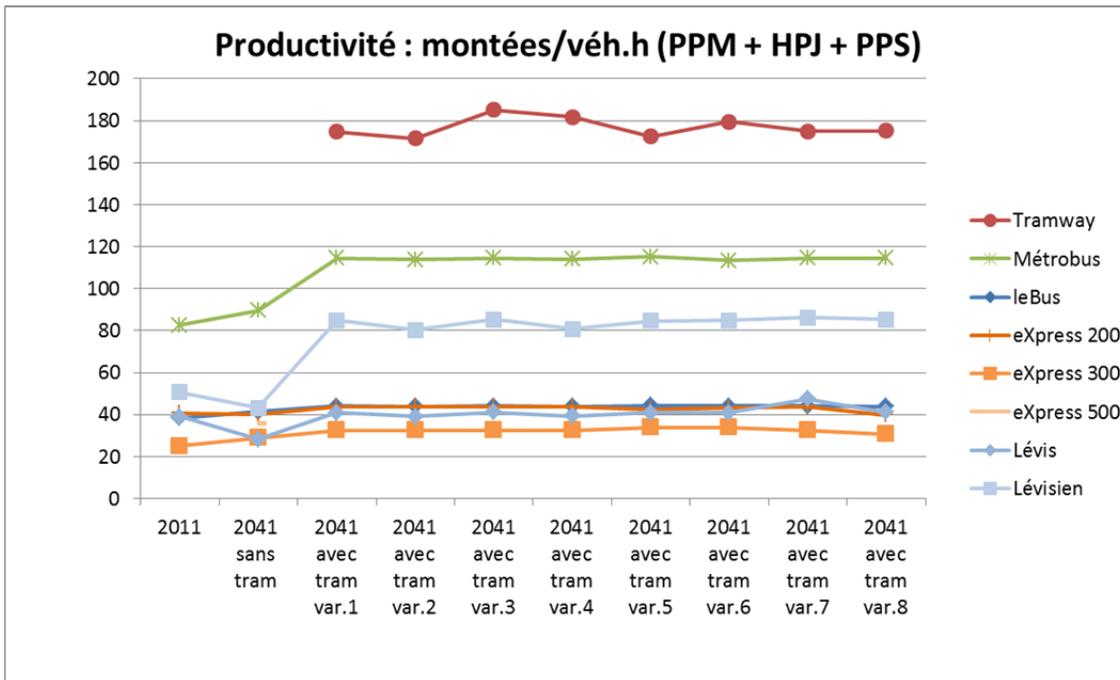
En ce qui a trait à l'achalandage, les nombres de déplacements TC dans les scénarios avec tramway sont assez nettement supérieurs à ceux de 2011 ou de la situation sans tramway.

Figure 3-16 Comparaison des variantes en termes d'efficacité commerciale (montées/véh.km)



Il en résulte une meilleure efficacité commerciale des scénarios avec tramway qui permettent également de renforcer la productivité des autres composantes du réseau et notamment des Métrobus et des Lévisiens.

Figure 3-17 Comparaison des variantes en termes d'efficacité commerciale (montées/véh.h)



3.8 Résultats des affectations routières

L'augmentation générale de débits et temps de parcours des déplacements en automobile est un indicateur intéressant à comparer entre les différents scénarios. Le tableau ci-après présente les résultats globaux de l'affectation routière en 2041 pour les heures de pointe du réseau sans tramway et avec tramway.

Les résultats démontrent une croissance importante du nombre de déplacements entre 2011 et 2041. Cette situation se reflète sur la vitesse moyenne d'un déplacement sur le réseau alors qu'une diminution de plus de 10 % est remarquée pour les deux heures de pointe. La comparaison entre le scénario sans tramway et celui avec tramway permet cependant d'observer une baisse du nombre de déplacements autos-conducteurs en présence du tramway, puisque celui-ci diminue la part modale auto-conducteur et, du même coup, le nombre de déplacements autos. Par conséquent, les vitesses de déplacements sont globalement un peu plus élevées.

Tableau 3-7 Résultats globaux de l'affectation routière – 2041, réseau sans tramway et avec tramway

	Réseau sans tramway		Réseau avec tramway	
	7h-8h	16h-17h	7h-8h	16h-17h
Distance moyenne (km)	25,6	25,7	25,7	25,7
Temps moyen (min)	32,6	33,6	32,4	33,3
Vitesse moyenne (km/h)	47,1	45,9	47,6	46,3
Nombre de déplacements	171 395	203 806	166 799	198 612
Évolution Déplacements vs 2011	+ 13,8 %	+ 18,0 %	+ 10,7 %	+ 15,0 %
Évolution Vitesse vs 2011	- 10,1 %	- 14,0 %	- 9,2 %	- 13,3 %
Évolution Déplacements vs 2041 sans tramway			- 2,7 %	- 2,5 %
Évolution Vitesse vs 2041 sans tramway			+ 1,1 %	+ 0,9 %

Note : les résultats du tableau sont relatifs à un scénario de deux voies sur le pont de Québec. Le scénario à trois voies permet toutefois de conserver des temps de déplacement équivalents à l'échelle régionale dans le modèle macroscopique routier.

L'exercice de bilan des déplacements pour chacun des scénarios 2041 permet de démontrer que le modèle macroscopique minimise quelque peu les effets de congestion sur les deux ponts. En effet, malgré l'ajout de pénalités pour simuler un changement d'heure de départ de la plupart des usagers ainsi que la considération de l'étalement de la pointe dans les conditions de circulation, le transfert modal résultant n'est pas suffisant pour empêcher une saturation des ponts sur les deux périodes de pointe. Il est donc probable que les déplacements TC estimés pour ce scénario puissent en réalité être plus élevés.

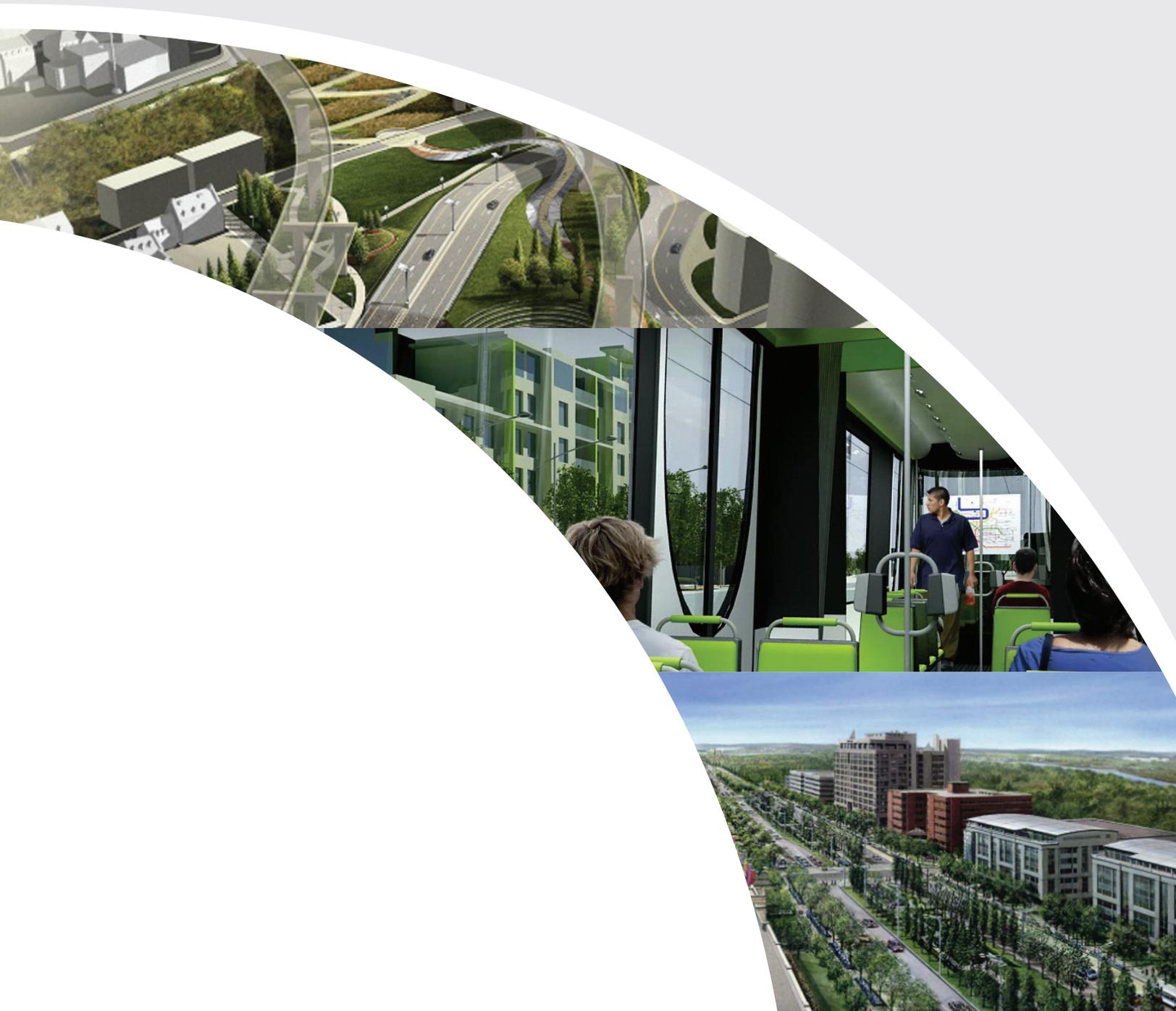
3.9 Conclusions

Les différentes activités déployées dans le livrable 3.2 : Calcul et affectation de la demande en transport ont permis de développer dans un temps relativement court un modèle multimodal de prévisions des déplacements pour l'agglomération de Québec. Ce modèle a utilisé de manière intensive l'ensemble des données disponibles et notamment l'enquête OD 2011, que ce soit pour la prévision de la demande au fil de l'eau ou pour l'analyse du

choix modal. Cet outil reproduit de manière satisfaisante les comportements modaux et les pratiques de déplacement observées pour l'année de base 2011.

Ce modèle a ensuite été mis en œuvre à l'horizon 2041 sur un scénario sans tramway et un scénario avec tramway. L'analyse des différentes prévisions permet d'aboutir aux conclusions suivantes :

- Les évolutions sociodémographiques à long terme ne sont pas favorables à l'utilisation des transports collectifs. Par rapport à 2011, elles conduisent en situation au fil de l'eau, c'est-à-dire sans modification des offres de transports, à une érosion de la part modale des transports collectifs et des modes actifs. Les causes principales en sont notamment une mobilité individuelle en baisse liée au vieillissement de la population et un développement de la motorisation pour les femmes de statut travailleur.
- Le développement de l'offre de transports collectifs et la mise en service du tramway permettent cependant de regagner le terrain perdu et d'augmenter la part des transports collectifs.
- En situation avec tramway, les gains d'achalandage prévus par le livrable 3.2 : Calcul et affectation de la demande en transport (de l'ordre de +32 % par rapport à la situation au fil de l'eau) sont tout à fait comparables avec ce qui a pu être observé en France dans des agglomérations où le tramway a été un succès. Compte tenu de son achalandage, le tramway constitue à l'horizon 2041 une composante majeure du réseau de transports collectifs de l'agglomération.
- Par rapport au scénario sans tramway, la mise en service du tramway permet de renforcer la part modale des transports collectifs de près de 22 000 déplacements quotidiens soit plus de 11 %. De plus, la mise en service du tramway permet de renforcer nettement la performance de l'ensemble du réseau de transports collectifs.
- Le tramway est donc un bon outil du Plan de Mobilité Durable mais ce ne peut être l'unique instrument d'un changement profond des pratiques de mobilité. Il permet sur un certain nombre de relations – déplacements inter-rives notamment – de doubler la part modale des transports collectifs. Sur d'autres relations où la part modale est déjà élevée, le doublement n'est pas véritablement envisageable, même en développant très significativement l'offre. D'autres leviers existent comme la mise d'une politique urbaine nettement plus volontariste que le scénario qui a été envisagé en matière de limitation de l'offre de stationnement.
- Au niveau du franchissement du Saint-Laurent en transport en commun, les résultats de la modélisation démontrent que la demande générée par le transfert modal est satisfaite par la capacité du tramway au-delà de 2041. En situation sans tramway, malgré une attractivité moindre du service de transport en commun, l'impact sur les liens inter-rives des développements urbains prévus par les villes de Québec et de Lévis de part et d'autres du fleuve font que les autobus articulés actuellement utilisés ne suffiront pas à la demande, malgré un intervalle de 3 minute dans l'horizon de l'étude.
- L'analyse des parcs de stationnement incitatifs est également un thème très difficile à aborder par la modélisation dans le cas de Québec car les pratiques actuelles sont assez limitées et l'échantillonnage de l'enquête 2011 insuffisant. L'analyse par cas comparables semble ici plus adaptée. Les principales recommandations qui en découlent sont la nécessité d'avoir une offre comprise entre 3 000 à 4 000 cases à terme. Cette offre sera développée sur les deux rives, non seulement autour des terminus des lignes de tramways, mais autour des terminus des lignes structurantes (Métrobus, Lévisiens et principales lignes leBus et eXpress). Enfin, la totalité des trafics associée à ces parcs n'est pas intégrée aux estimations, notamment pour des zones que la mise en service de parcs de stationnement incitatifs permettrait de connecter au réseau de transports collectifs.



Le consortium



4700, boulevard, Wilfrid-Hamel, Québec (Québec) G1P 2J9
T : 418.871.2444 | F : 418.871.5868
www.aecom.com

