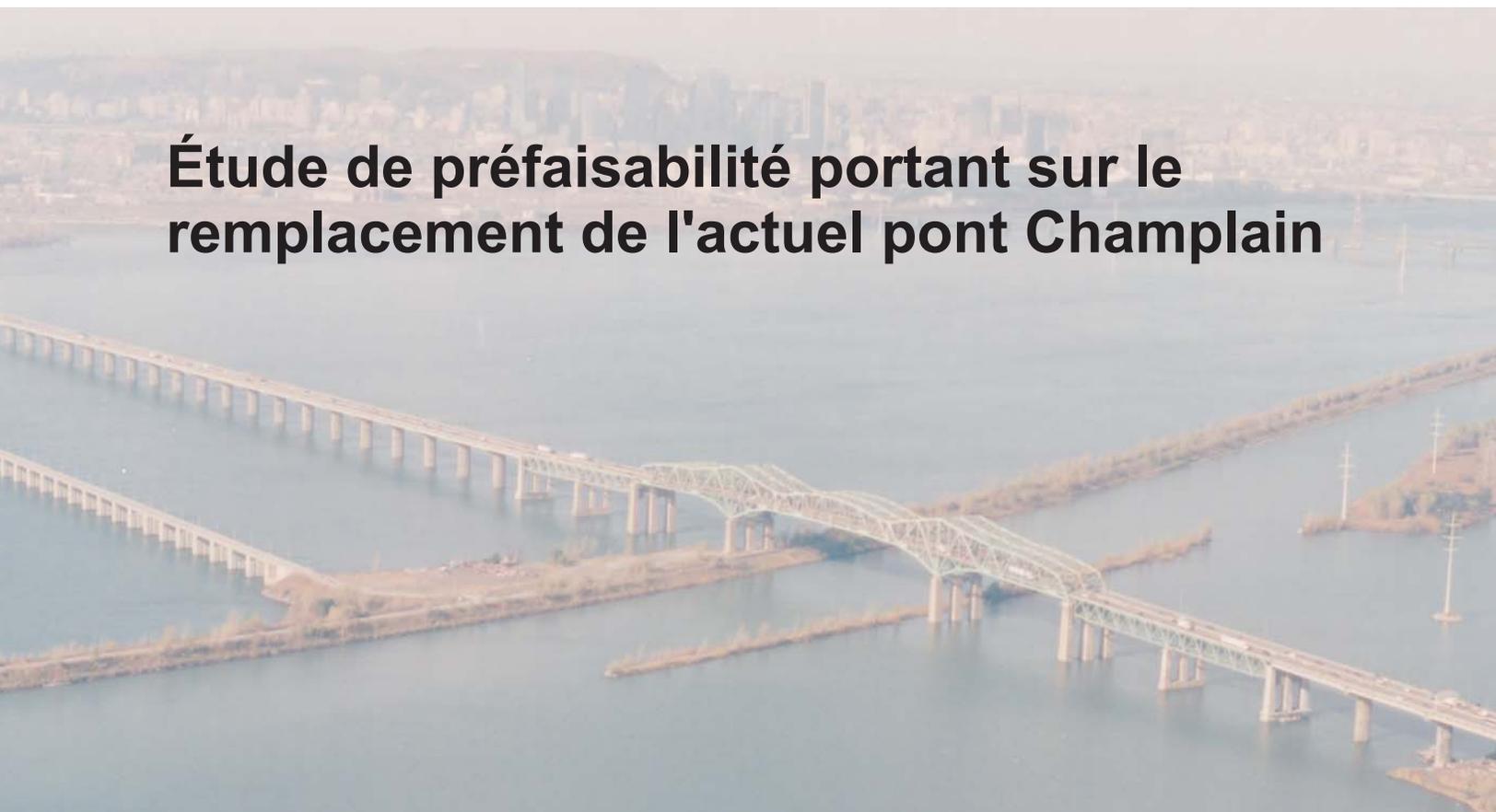




Étude de pré faisabilité portant sur le remplacement de l'actuel pont Champlain



Rapport sectoriel no 3 La géométrie et la voirie

Contrat PJCCI No 61100

Révision 01 | Mars 2011



Les Ponts Jacques Cartier et Champlain Incorporée
The Jacques Cartier and Champlain Bridges Incorporated

Canada

Transports
Québec 



Les Ponts Jacques Cartier et Champlain Incorporée
The Jacques Cartier and Champlain Bridges Incorporated
Canada



Étude de pré faisabilité portant sur le remplacement de l'actuel pont Champlain

Rapport sectoriel no 3 La géométrie et la voirie

Mars 2011

CONSORTIUM BCDE



DESSAU



CONSORTIUM BCDE



CIMA

DESSAU

egis

Ministère
des Transports

Québec



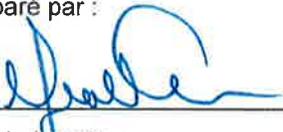
Les Ponts Jacques-Cartier et Champlain Incorporee
The Jacques-Cartier and Champlain Bridges Incorporated
Canada

Les Ponts Jacques-Cartier et Champlain Incorporee
Ministère des Transports du Québec

Étude de pré faisabilité portant sur le remplacement de l'actuel pont Champlain

Rapport sectoriel no 3
La géométrie et la voirie
Mars 2011

Préparé par :



Gérald Lavoie, ing.
No membre : 33329

Vérifié par :



Jean-Claude Therrien, ing.
No de membre OIQ : 16880
Chargé de projet

Consortium BCDE
1060, rue University, bureau 600
Montréal (Québec) Canada H3B 4V3
Téléphone : 514.281.1010
Télécopieur : 514.281.1060

CT 61100

ÉTUDE DE PRÉFAISABILITÉ PORTANT SUR LE REMPLACEMENT DE L'ACTUEL PONT CHAMPLAIN
03 LA GÉOMÉTRIE ET LA VOIRIE

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE EXÉCUTIF – GÉOMÉTRIE ET VOIRIE	1
EXECUTIVE SUMMARY– GEOMETRY AND ROADWAY	3
INTRODUCTION	5
1 CONDITIONS ACTUELLES	5
2 PARAMÈTRES DE CONCEPTION PROPOSÉS	7
2.1 VITESSE DE CONCEPTION RETENUE.....	7
2.2 PROFIL EN TRAVERS	7
2.3 BRETELLES D'ENTRÉE ET DE SORTIE	8
3 AMÉNAGEMENT PROPOSÉ	8
3.1 TRACÉ EN PLAN.....	9
3.2 BRETELLES D'ENTRÉE ET DE SORTIE	9
3.3 PROFIL EN LONG.....	10
4 ÉVALUATION DES IMPACTS	11
4.1 IMPACTS SUR LES INFRASTRUCTURES EXISTANTES.....	11
4.2 IMPACTS SUR LA VITESSE DES VÉHICULES LOURDS.....	12
4.3 IMPACTS SUR LE REHAUSSEMENT DU PROFIL EN LONG	14
4.4 IMPACTS SUR LES ACQUISITIONS.....	15
4.5 IMPACTS SUR LES SERVICES ET UTILITÉS PUBLICS	15
4.6 IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT	16
5 MAINTIEN DE LA CIRCULATION	16
5.1.1 <i>Phasage</i>	17
5.1.2 <i>Caractéristiques - Approche Ouest</i>	17
5.1.3 <i>Caractéristiques - Approche Est</i>	18
5.1.3.1 Secteur de la route 132.....	18
5.1.3.2 Secteur des bretelles d'accès de la route 132	18
5.1.3.3 Secteur Est – Raccordement à l'A-10 existante.....	18
6 ESTIMATION DES COÛTS	19
7 CONCLUSION	21
8 ÉTUDES COMPLÉMENTAIRES	22
ANNEXE 1	20
ANNEXE 2	21
ANNEXE 3	22

TABLE DES MATIÈRES

ANNEXE 4 23

Tableau

Tableau 6.1 : Estimation des coûts d’immobilisation 20

Figures

Figure 1.1: Profil en long actuel du pont Champlain 6
Figure 4.1: Vitesse théorique d’un camion (sans congestion) – Conditions existantes 13
Figure 4.2: Vitesse théorique d’un camion (sans congestion) - tablier de 4 m d’épaisseur 13
Figure 4.3: Vitesse théorique d’un camion (sans congestion) - tablier de 8 m d’épaisseur 14

Propriété et confidentialité

« Ce document d'ingénierie est l'œuvre du consortium BCDE et est protégé par la loi. Ce rapport est destiné exclusivement aux fins qui y sont mentionnées. Toute reproduction ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite de Les Ponts Jacques Cartier et Champlain Incorporée et du ministère des Transports du Québec. »

REGISTRE DES RÉVISIONS ET ÉMISSIONS		
No de révision	Date	Description de la modification et/ou de l'émission
00	2011-02-21	Émission - Rapport final
01	2011-03-31	Émission - Rapport final – Variantes SLR et SRB

SOMMAIRE EXÉCUTIF – GÉOMÉTRIE ET VOIRIE

Dans le cadre de l'étude de préfaisabilité portant sur le remplacement de l'actuel pont Champlain, le volet Géométrie et Voirie a été réalisé en tenant compte des différentes contraintes tout en visant à améliorer les conditions de circulation actuelles. Ainsi, pour élaborer les concepts et obtenir la solution la plus adaptée, les éléments suivants ont fait l'objet d'analyses : vitesse de conception, profils en travers, bretelles d'entrée et de sortie, tracé en plan et profil en long.

Ces concepts ont été ébauchés de manière à minimiser les impacts sur le milieu récepteur. Les principaux impacts identifiés sont : l'acquisition de parcelles de terrain sur l'île des Sœurs, le déplacement d'une ligne à haute tension d'Hydro-Québec ainsi que certains impacts visuels et sonores pour le secteur résidentiel situé dans le quadrant nord-est de l'échangeur A-10/R-132 consécutifs à un rapprochement d'environ 60 mètres de l'autoroute 10 (distance réduite de 220 à 160 mètres) et d'un rehaussement du profil en long du pont relativement important au-dessus de la R-132 (de 4 à 8 mètres, selon le type de structure retenu pour la traversée de la Voie Maritime).

Les paramètres de conception qui ont mené à une solution qui assurera des conditions de circulation optimales et sécuritaires ont été établis de façon à épouser le plus possible le comportement des conducteurs. Les critères de conception au niveau de la vitesse ont été établis de façon à remédier aux problèmes actuels reliés à la vitesse. En effet, la vitesse de conception utilisée pour l'aménagement proposé est de 100 km/h. De plus, afin d'améliorer la sécurité et la fluidité en cas d'incidents, un accotement de 1,3 mètres à gauche et une bande d'arrêt d'urgence de 3,0 mètres à droite sont proposés dans le profil en travers. L'implantation d'une voie réservée aux autobus est également prévue en site propre et celle-ci est dimensionnée de façon à permettre la mise en place éventuelle d'un SLR. Outre la solution de base développée de façon détaillée selon un profil en travers type comportant 3 voies par direction, un profil en travers ayant 4 voies par direction a été élaboré pour fins de comparaison de coûts uniquement. Finalement, il est proposé d'allonger les voies de décélération et d'accélération des bretelles de sortie et d'entrée à l'approche sud du pont dans le but d'améliorer les conditions de circulation à ces endroits soumis à une pente relativement prononcée.

En ce qui concerne le maintien de la circulation lors des travaux de construction du pont et de ses approches, il a été imaginé en trois phases et s'avère relativement conventionnel, permettant les travaux aux deux approches simultanément.

Les coûts des travaux de voirie associés au nouveau pont sont évalués à 67,4 M\$ en dollars de 2010. Ceux-ci incluent une contingence de 25 %, dictée par le niveau de précision à ce stade des études.

En plus de l'étude portant sur le remplacement de l'actuel pont Champlain, un complément à cette étude a été réalisé dont l'objectif était d'évaluer la faisabilité technique pour la mise en place d'un Système Léger sur Rail (SLR) ou d'un Service Rapide par Bus (SRB) qui assurerait le lien entre l'île des Sœurs et l'île de Montréal,

Les analyses effectuées ont permis d'élaborer une variante SLR et une variante SRB et de démontrer leurs faisabilités pour un coût variant entre 54 et 57 M\$, tout en tenant compte des différents projets prévus dans le secteur, tels que l'étude portant sur le remplacement de l'actuel pont Champlain et l'étude d'avant-projet pour l'implantation du SLR dans l'axe de l'autoroute 10/Centre-ville de Montréal de l'AMT (2004).

EXECUTIVE SUMMARY – GEOMETRY AND ROADWAY

As part of the prefeasibility study for the replacement of the existing Champlain Bridge, the Geometry and Roadway segment was prepared taking various constraints into account with a view to improving existing traffic conditions. Thus, to develop concepts and obtain the best adapted solution, the following elements were analyzed: design speeds, cross sections, entrance and exit ramps, horizontal and vertical alignments.

These concepts have been approached in a way to minimize impacts on the host environment. The main impacts identified were: the acquisition of parcels of land on Nun's Island, shifting one Hydro-Québec high-voltage line and some visual and sound impacts on the residential sector located in the northeast quadrant of the A-10/R-132 interchange, as a result of moving about 60 meters of Expressway 10 closer to existing housing (distance reduced from 220 to 160 meters) and a relatively large rise in the bridge vertical alignment over the R-132 (from 4 to 8 meters, depending on the structure type selected for the Seaway crossing).

The design parameters that resulted in a solution assuring optimum and safe traffic conditions were identified to match driver behaviour as close as possible. The design criteria for speed were established to remedy current problems related to speed. In fact, the design speed used for the proposed development is 100 km/h. Moreover, in order to improve safety and fluidity in case of incidents, a shoulder of 1.3 meters to the left and an emergency stopping area of 3.0 meters to the right of the cross section are proposed. Installation of a lane exclusively reserved for buses is planned, sized to allow the future installation of an LRT. In addition to the basic solution developed in detail for a standard cross section containing 3 lanes in each direction, a 4-lane typical cross section was drafted for cost comparisons only. Finally, it was proposed to extend the deceleration and acceleration lanes of the exit and entrance ramps of the south approach of the bridge in order to improve traffic conditions at these locations, which are subject to a relatively pronounced slope.

With respect to maintaining traffic during construction of the bridge and its approaches, it was considered as occurring in three phases and proves to be relatively conventional, allowing work to be done on both approaches simultaneously.

The cost of the roadwork associated with the new bridge is estimated at \$67.4 million in 2010 dollars. This amount includes a contingency of 25%, dictated by the degree of precision at this stage of the studies.

Further to the study on the replacement of the existing Champlain bridge, a complementary study was prepared with the purpose of evaluating the technical feasibility for setting a Light Rail Transit (LRT) or a Bus Rapid Transit (BRT) linking Nun's Island to the Island of Montreal. The outcome of the study shows the feasibility of both an LRT or BRT links at a cost varying between 54 and 57 M\$ this, considering the various projects in the surrounding area such as the study on the replacement of existing Champlain bridge and the preliminary study from AMT (2004) on the establishment of the LRT within the highway 10 / Downtown Montreal corridor.

INTRODUCTION

Le présent rapport sectoriel pour le volet géométrie et voirie a pour objectif de définir les caractéristiques géométriques de la solution à privilégier pour le remplacement de l'actuel pont Champlain, tant pour le pont (ou le tunnel) que pour ses approches, et d'en préciser les impacts sur le milieu d'insertion.

Dans le processus qui nous a permis d'élaborer cette solution, il a fallu définir les paramètres de conception géométrique que l'on devait retenir, et à cet effet, différentes considérations ont été prises en compte dans notre évaluation, à savoir :

- ▶ un gabarit pour la Voie Maritime du Saint-Laurent d'une largeur de 117,5 mètres (largeur perpendiculaire à la Voie Maritime) ayant un dégagement vertical de 37,5 mètres dont 2,0 mètres pour l'entretien et l'inspection du pont;
- ▶ la mise en place d'un espace permanent dédié au transport collectif (autobus ou SLR);
- ▶ l'incidence du profil en long sur la vitesse des véhicules lourds;
- ▶ l'impact sur le milieu d'insertion (acquisition, aspect visuel, ...);
- ▶ l'impact sur l'environnement (site archéologique, frayères,...);
- ▶ l'intégration des infrastructures existantes et projetées aux approches du pont;
- ▶ le maintien de la circulation lors des travaux.

En fonction de ces considérations, les paramètres de conception à établir devront assurer des conditions de circulation optimum, principalement pour ce qui est de l'aspect sécurité. Afin de répondre à cet objectif, le choix des différentes composantes du tracé et leur cohérence devront correspondre le plus possible aux comportements et aux attentes des différents usagers.

En plus des paramètres de conception géométriques proposés dans le présent rapport, certaines particularités propres à la solution tunnel sont présentées au rapport sectoriel no 5 pour la solution tunnel (partie B).

1 CONDITIONS ACTUELLES

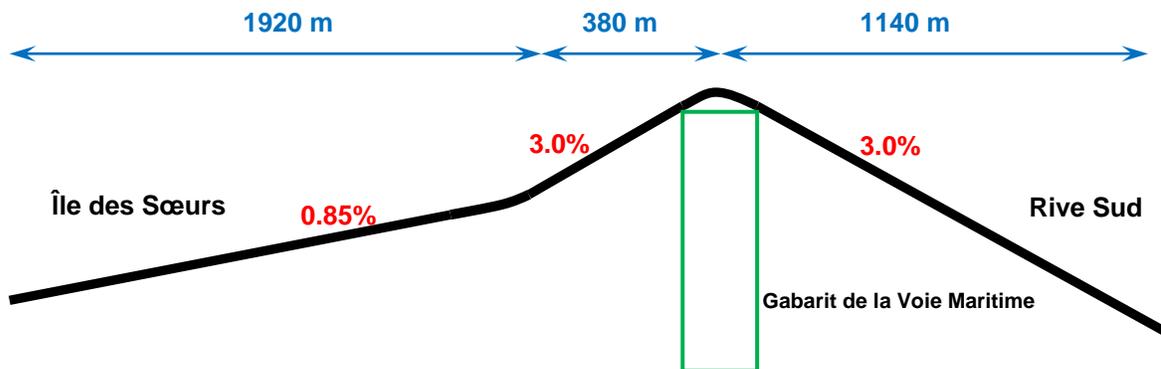
Le tablier du pont Champlain, dont la longueur est de 3 440 mètres de culée à culée, comporte présentement trois voies de circulation par direction et des accotements étroits avec un séparateur

médian dont la largeur totale varie entre 23,2 et 26,5 mètres. En période de pointe du matin et de l'après-midi, une voie réservée à contresens est opérationnelle du lundi au vendredi.

Le profil en long est composé de trois pentes successives. Tel que montré à la figure 1.1, on retrouve une pente ascendante de 3% sur près de 1 140 mètres en partant de la rive sud, soit jusqu'à la hauteur de la Voie Maritime du Saint-Laurent, suivie de deux pentes descendantes, soit une pente de 3% sur près de 380 mètres et une faible pente de 0,85% jusqu'à l'île des Sœurs. De plus, dans le secteur de la Voie Maritime, le dégagement vertical est de 36,6 mètres, alors que la courbe verticale saillante est d'une longueur de 117,5 mètres. Cette dernière donnée nous indique que la vitesse de conception du pont actuel dans ce secteur est de l'ordre de 65 km/h (K égale à 19,6), donc inférieure à la vitesse permise qui est de 70 km/h.

En ce qui a trait à la vitesse de conception de 70 km/h, le fait d'être dans un milieu éclairé, on peut considérer que la source d'information à détecter pour le conducteur est la hauteur du véhicule circulant en aval (1,30 mètres) plutôt que la hauteur des feux arrière du véhicule (0,38 mètre). Si l'on retient cette hypothèse, le profil en long du pont actuel dans le secteur de la Voie Maritime répond tout juste à la vitesse affichée de 70 km/h.

Figure 1.1: Profil en long actuel du pont Champlain



Finalement, les différentes bretelles d'entrée et de sortie se raccordant à l'autoroute dans les limites de la présente étude, tout particulièrement celles de la route 132/A-10 Ouest et A-10 Est/Route 132, ont des composantes géométriques qui ne permettent pas d'offrir des conditions de circulation optimales, principalement en ce qui a trait aux voies d'accélération et de décélération.

2 PARAMÈTRES DE CONCEPTION PROPOSÉS

Un des facteurs important à considérer lors de l'élaboration d'un projet routier est la vitesse de base ou vitesse de conception. La vitesse de conception choisie doit assurer une corrélation entre les différentes caractéristiques géométriques et devrait refléter, autant que cela se peut, le comportement des conducteurs.

2.1 VITESSE DE CONCEPTION RETENUE

Dans le présent cas, nous sommes en présence d'une infrastructure qui s'inscrit dans le réseau supérieur de la région métropolitaine et dont l'environnement est de type autoroutier. Dans ce contexte, il est raisonnable de penser que la vitesse à laquelle les usagers circuleront sera de 15 à 20 km/h plus élevée que la vitesse affichée qui sera possiblement maintenue à 70 km/h.

Il est à noter que la principale influence de la recommandation 1 se situe au niveau du profil en long dans le secteur de la voie maritime qui comporte actuellement une vitesse de conception de l'ordre de 65 km/h.

Recommandation 1 : Pour les besoins de la présente étude, BCDE recommande une vitesse de conception de 100 km/h. Afin de confirmer cette hypothèse, il serait souhaitable qu'une étude de vitesse soit effectuée à une phase ultérieure de la réalisation de ce projet pour déterminer les conditions réelles relatives à la vitesse de marche (vitesse moyenne ou au 85^e centile de tous les véhicules) sur le pont Champlain.

2.2 PROFIL EN TRAVERS

Les caractéristiques rattachées au profil en travers ont été définies en considérant la mise en place d'une voie réservée permanente pour autobus. Pour les autres éléments, comme le dimensionnement de ceux-ci influe généralement sur la sécurité et le confort des usagers, il est recommandé que la largeur des voies soit de 3,7 mètres, largeur de voie recommandée par le ministère des Transports du Québec (MTQ) et l'Association des transports du Canada (ATC) pour ce type de route, et de prévoir des accotements.

Afin de définir les caractéristiques optimales du profil en travers, un premier exercice a permis d'élaborer différents profils en travers (croquis 3.1 à 3.7) qui sont présentés à l'annexe 1. Ces profils comportent toujours deux tabliers, de même largeur ou pas, avec voies réservées aux autobus ou SLR et/ou possibilité d'ajout de capacité ou pas.

Les échanges avec les responsables de la conception du pont et leurs analyses préliminaires relatives à ces profils ont permis de conclure que les profils comportant des tabliers de largeurs

différentes imposaient des contraintes structurales, limitant ainsi le type de structure potentiel. Aussi, pour les profils en travers montrés sur les croquis 3.4 et 3.5, la mise en place du SLR dans une phase ultérieure n'est pas possible. Afin de pallier à ces inconvénients, il a été convenu que le profil en travers pour l'analyse détaillée dans la présente étude aurait des tabliers de même largeur permettant la mise en place d'une voie réservée pour autobus ou SLR et que ce profil, présenté sur le croquis 3.8 à l'annexe 1, comporterait 3 voies de 3,7 mètres par direction avec voies réservées aux autobus et des accotements de 1,3 mètres à gauche et de 3,0 mètres à droite. L'espace total pour l'implantation d'une voie réservée est de 6,5 mètres permettant ainsi la mise en place du SLR dans une phase ultérieure. Finalement, entre les voies de circulation et la voie réservée aux autobus, un séparateur de 1 050 mm est prévu pour l'installation des portiques de supersignalisation et du système de gestion des voies.

Aussi, un profil en travers ayant 4 voies de circulation par direction est proposé pour fins de comparaison. Le profil en travers de cette option est présenté sur le croquis 3.9 à l'annexe 1 et prévoit, en plus de l'espace de 6,5 mètres pour le transport collectif, 4 voies de 3,7 mètres et des accotements de 1,3 mètre à gauche et de 1,8 mètre à droite. Tel qu'indiqué sur le croquis 3.9, cette option requiert une surlargeur de 5,0 mètres par rapport à l'option à trois voies par direction.

Finalement, comme cette demande n'a été faite qu'au mois de juillet 2010, il est convenu que cette option ne sera pas étudiée au même niveau de détail que l'option à 3 voies et que la comparaison se veut davantage une appréciation du différentiel des coûts entre ces deux options.

2.3 BRETELLES D'ENTRÉE ET DE SORTIE

Afin d'améliorer les conditions de circulation, en dehors des périodes de pointe, dans les zones de raccordements des bretelles d'entrées et de sorties, il est proposé que la longueur de la voie de changement de vitesse (voies d'accélération et de décélération) soit augmentée lorsque possible. Cette voie devrait être suffisamment longue pour permettre au conducteur d'adapter sa vitesse à celle où il se destine de façon à ce que cette manœuvre se fasse le plus sécuritairement possible. Aussi, le fait d'accélérer et de décélérer dans la voie auxiliaire permet de moins perturber la circulation dans les voies principales.

3 AMÉNAGEMENT PROPOSÉ

Dans la recherche d'une solution pour l'aménagement du futur pont qui s'insérerait le plus convenablement possible dans le milieu actuel tout en minimisant les impacts, il a fallu tenir

compte de plusieurs paramètres et contraintes tant au niveau du tracé en plan qu'au niveau des profils en long.

En plus des explications fournies dans cette section concernant le tracé en plan et le profil en long, un plan en format 11"x17" présentant les différents éléments actuels et futurs du pont Champlain est présenté à l'annexe 2. Également, des plans en format 22"x34" sont aussi fournis.

3.1 TRACÉ EN PLAN

Pour l'emplacement du nouveau pont, il a été décidé de le positionner en aval (côté nord) du pont actuel. Cette décision est motivée principalement par le fait de minimiser l'impact du nouveau pont sur l'île des Sœurs. Actuellement, aucun bâtiment n'est construit à l'endroit du tracé envisagé pour le nouveau pont. Aussi, la construction du nouveau pont en aval du pont actuel pourrait fournir certains avantages lors de la construction comme l'ancrage des barges ou offrir une plus grande protection des ouvrages provisoires contre les glaces. Toutefois, l'axe choisi du futur pont sur la Rive-Sud occasionne un rapprochement de quelque 60 mètres (distance réduite de 220 à 160 mètres) de l'autoroute vers le secteur résidentiel localisé dans le quadrant nord-est de l'échangeur de l'autoroute 10 et de la route 132.

De façon générale, le nouveau pont est situé à une distance minimale de 10 mètres du pont actuel. L'espace libre suggéré entre les deux ponts est justifié par le fait d'offrir à l'entrepreneur une aire de travail suffisante lors de la démolition du pont actuel.

Le nouveau pont comporte des rayons de courbure d'un minimum de 5 000 mètres à chaque extrémité de façon à limiter la zone d'intervention aux approches du pont. Ce faisant, la distance entre le pont actuel et le nouveau, au droit des culées du pont existant, est d'au plus 3 mètres. Aussi, l'utilisation d'un rayon de courbure d'un minimum de 5 000 mètres permet de conserver un bombement normal sur la structure.

3.2 BRETelles D'ENTRÉE ET DE SORTIE

Tel que mentionné précédemment, les bretelles d'entrée et de sortie ont été réaménagées afin d'améliorer les conditions de circulation. Tel que montré sur le plan 61100-03 aux feuillets 05 et 06, du côté de l'île des Sœurs, les deux bretelles d'entrée successives en direction Est ont été réaménagées de façon à n'avoir qu'une seule entrée à l'autoroute, créant ainsi une zone de convergence entre les usagers provenant de l'autoroute Bonaventure et ceux de l'île des Sœurs avant de s'engager dans la voie d'accélération de l'A-10 Est. Cette dernière a été rallongée de

manière à permettre une meilleure insertion sur les voies principales de l'autoroute. Quant aux deux bretelles de sortie en direction Ouest sur l'île des Sœurs, les changements apportés aux voies de décélération sont mineurs.

Du côté de Brossard, les principales modifications ont trait à l'allongement de la voie d'accélération de la bretelle d'entrée de la route 132 vers l'A-10 Ouest et de la voie de décélération de la bretelle de sortie de l'A-10 Est vers la route 132. Les ajustements apportés à la configuration de ces bretelles sont montrés au plan 61100-03, feuillets 10 et 11.

3.3 PROFIL EN LONG

Pour l'élaboration du profil en long du nouveau pont, différents facteurs ont été pris en considération, à savoir :

- ▶ une vitesse de conception minimum de 100 km/h;
- ▶ une courbe circulaire d'au moins 8 000 m pour la traversée de la Voie Maritime pour des raisons liées aux méthodes de construction, recommandation formulée par les responsables de la conception du pont : «La courbure du profil en long au niveau de la Voie Maritime soulève les mêmes difficultés que celles que nous avons évoquées pour le lancement au-dessus du Saint-Laurent, ce qui signifie que nous pouvons les résoudre en donnant au rayon de courbure une valeur élevée (8 000 m ou plus)».
- ▶ des épaisseurs de tablier pour la traversée de la Voie Maritime d'au moins 4 mètres et d'au plus 8 mètres puisque le choix du type de structure pour cette traversée n'est pas arrêté et que cela répond aux différents types de structure qui sont analysés pour le nouveau pont Champlain;
- ▶ un gabarit dont la largeur perpendiculaire à la Voie Maritime est de 117,5 mètres et dont le dégagement vertical est de 37,5 mètres (35,5 mètres pour la Voie Maritime à laquelle s'ajoute une hauteur de 2,0 mètres pour l'inspection et l'entretien de la structure) par rapport à l'élévation 11,88 mètres (niveau des hautes eaux);
- ▶ un dégagement vertical d'au moins 5,0 mètres par rapport au réseau routier existant et projeté.

Entre les deux premiers facteurs, celui qui est le plus contraignant pour la conception du profil en long est l'obligation de prévoir une courbe circulaire de 8 000 mètres pour répondre à des contraintes de construction. Ce faisant, la vitesse de conception sera légèrement supérieure à 100 km/h.

Maintenant, il est important de souligner que la prise en compte des autres facteurs, sauf pour celui du dégagement vertical de 5,0 mètres, aura une influence marquée sur le rehaussement du profil en long dans le secteur de la Voie Maritime, tout particulièrement celui concernant le choix du type de structure pour la traversée de la Voie Maritime qui pourrait comporter un tablier de l'ordre de 8 mètres d'épaisseur.

Aussi, de façon à minimiser le plus possible l'impact de ce rehaussement, principalement du côté de la Rive-Sud, différentes variantes de profil ont été développées comportant des pentes de 3,0%-3,0% et 3,5%-3,5% de part et d'autre de la Voie Maritime, et ce, pour des tabliers de 4 et 8 mètres, soit :

- ▶ tablier de 4 m d'épaisseur avec des pentes de 3,0%;
- ▶ tablier de 4 m d'épaisseur avec des pentes de 3,5%;
- ▶ tablier de 8 m d'épaisseur avec des pentes de 3,0%;
- ▶ tablier de 8 m d'épaisseur avec des pentes de 3,5%.

Ces variantes sont présentées sur le plan 61100-03, feuillets 14 à 17.

4 ÉVALUATION DES IMPACTS

Remplacer un pont d'une telle envergure engendre des impacts sur plusieurs niveaux. Ainsi, la configuration de la nouvelle infrastructure a été étudiée et développée de manière à minimiser ces impacts tant sur le milieu d'insertion du nouveau pont que sur la fonctionnalité de cette infrastructure.

Ainsi, parmi les principaux impacts qui méritent d'être soulignés, on note ceux sur les infrastructures existantes, le rehaussement du profil en long, la vitesse des véhicules lourds, les acquisitions, les services et utilités publics et l'environnement.

4.1 IMPACTS SUR LES INFRASTRUCTURES EXISTANTES

Le tracé du nouveau pont a été réalisé de façon à conserver le plus possible les infrastructures existantes, que ce soit du côté de l'île des Sœurs ou du côté de la Rive-Sud. Toutefois, certains ajustements sont nécessaires pour permettre la reconstruction du nouveau pont.

Ainsi, du côté de l'île des Sœurs, le boulevard René-Lévesque doit être relocalisé puisqu'il se trouve présentement dans l'axe du tracé proposé, ce qui nécessite également des ajustements au carrefour giratoire. De plus, le déplacement du boulevard René-Lévesque implique une

modification mineure au niveau de la piste cyclable existante qui doit être ajustée en fonction de la nouvelle géométrie du boulevard.

Quant au secteur de la Rive-Sud, les bretelles d'entrée et de sortie liées au nouveau pont nécessitent quelques améliorations et ajustements afin d'offrir de meilleures conditions de circulation, tout particulièrement en ce qui a trait à l'aménagement des voies d'accélération et de décélération.

En résumé, on peut considérer que les impacts sur les infrastructures existantes sont mineurs en regard de l'envergure du projet.

4.2 IMPACTS SUR LA VITESSE DES VÉHICULES LOURDS

Comme le choix de la pente a une incidence directe sur la vitesse des véhicules lourds, en raison de la longueur de cette dernière sur l'approche Est du pont, une analyse théorique comparative entre les différentes variantes incluant la situation actuelle a été faite. En s'appuyant sur les normes et références du ministère des Transports du Québec (MTQ) et de l'Association des transports du Canada (ATC), plusieurs hypothèses ont été faites pour des conditions de circulation où il n'y a pas de congestion. Ainsi, pour notre analyse, les courbes de performance utilisées sont celles de l'ATC d'un véhicule lourd ayant un rapport masse/puissance de 180g/W développant une vitesse maximale de 95 km/h. Même si dans le secteur la vitesse affichée est de 70 km/h, il nous apparaît beaucoup plus réaliste d'utiliser une vitesse de 95 km/h, vitesse qui correspond davantage à ce que l'on peut observer sur ce type d'infrastructure autoroutière de la région métropolitaine.

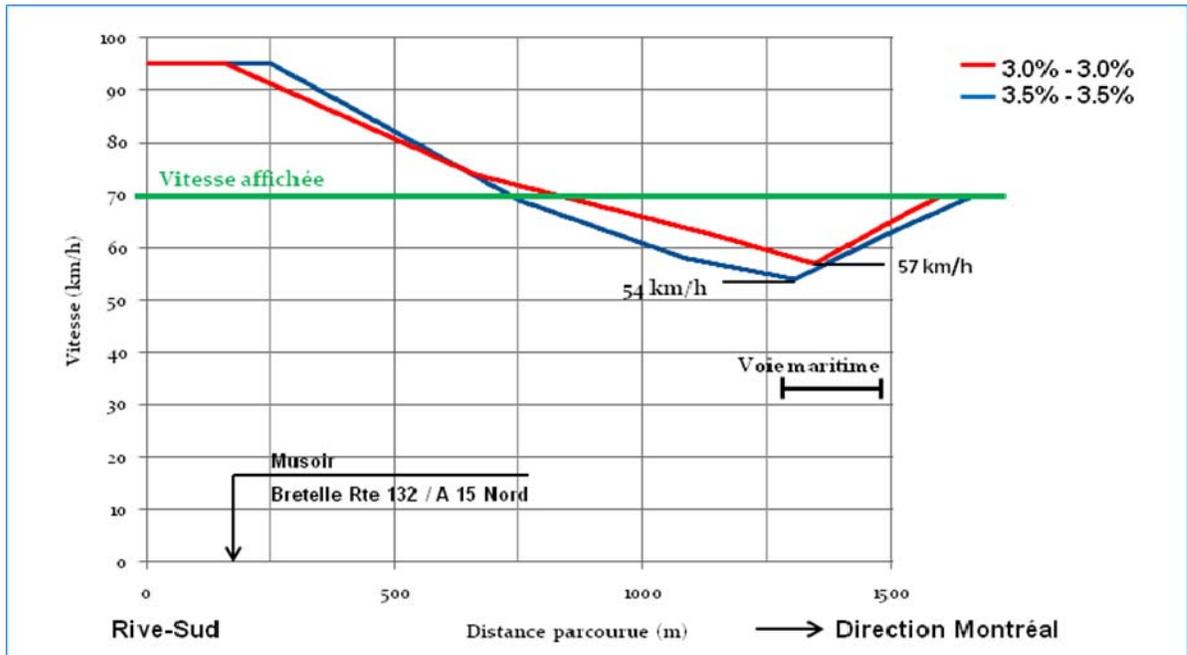
Ainsi, trois différents graphiques ont été développés afin de déterminer la vitesse la plus basse qu'un véhicule lourd pourrait atteindre selon le type de structure retenu (tablier de 4 mètres ou de 8 mètres) et selon le type de pente. La figure 4.1 présente la vitesse théorique d'un camion lourd dans les conditions existantes, alors que la figure 4.2 présente la vitesse théorique d'un camion dans le cas d'un tablier de 4 mètres d'épaisseur comportant des pentes de 3,0%-3,0% et 3,5%-3,5% de part et d'autre de la Voie Maritime. Finalement, la figure 4.3 présente la vitesse théorique d'un camion dans le cas d'un tablier de 8 mètres d'épaisseur comportant des pentes de 3,0%-3,0% et 3,5%-3,5% de part et d'autre de la Voie Maritime.

Les résultats de cette analyse montrent que les écarts sont relativement minimes entre une pente de 3.0% et 3.5%. Toutefois, si l'on avait utilisé comme hypothèse la vitesse affichée de 70 km/h, l'incidence aurait été plus importante. En effet, la vitesse des camions diminuerait pour atteindre approximativement une vitesse de 45 km/h.

Figure 4.1: Vitesse théorique d'un camion (sans congestion) – Conditions existantes



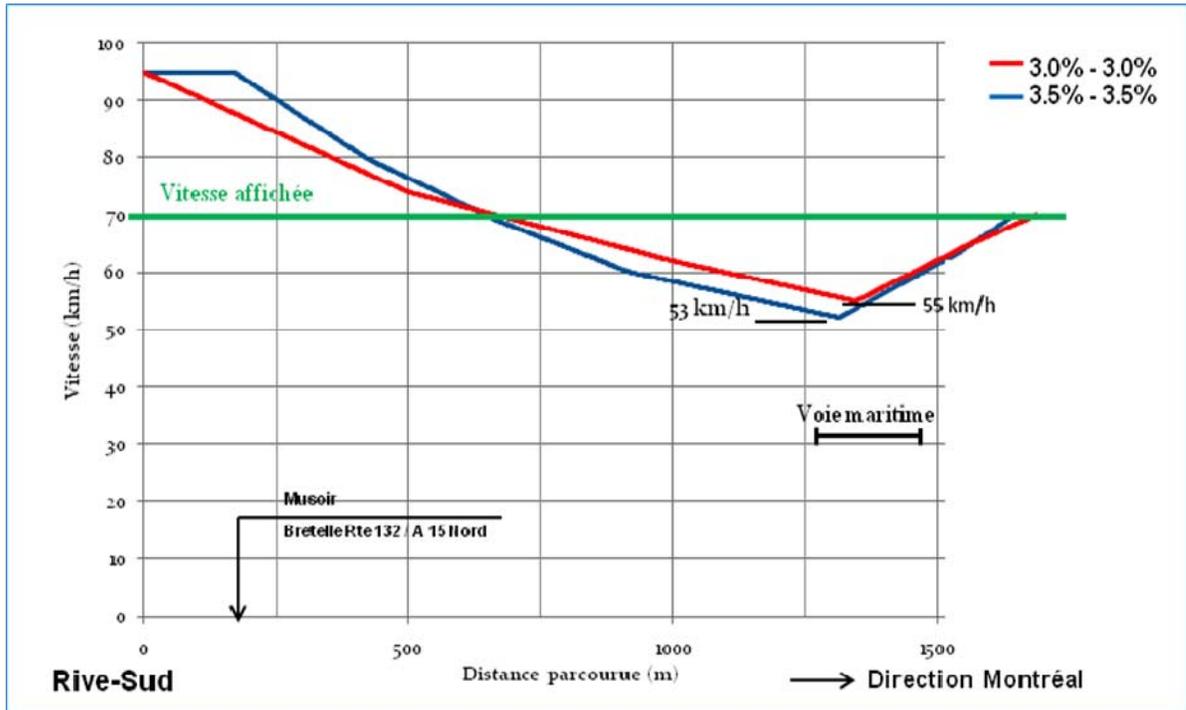
Figure 4.2: Vitesse théorique d'un camion (sans congestion) - tablier de 4 m d'épaisseur



CT 61100

ÉTUDE DE PRÉFAISABILITÉ PORTANT SUR LE REMPLACEMENT DE L'ACTUEL PONT CHAMPLAIN
03 LA GÉOMÉTRIE ET LA VOIRIE

Figure 4.3: Vitesse théorique d'un camion (sans congestion) - tablier de 8 m d'épaisseur



4.3 IMPACTS SUR LE REHAUSSEMENT DU PROFIL EN LONG

Tel que montré sur le plan 61100-03, feuillets 13 et 14, l'impact sur le rehaussement du profil est peu important à partir de l'île des Sœur jusqu'à l'approche de la Voie Maritime du Saint-Laurent parce que le profil en long proposé correspond presque à celui de l'autoroute 10 actuelle. Par la suite, l'impact sur le rehaussement est plus marqué pour la traversée de la Voie Maritime. L'effet combiné d'une courbe circulaire de 8 000 mètres, d'un dégagement vertical de 37,5 mètres (actuellement de 36,6 m) et d'une épaisseur de tablier qui pourrait varier entre 4 et 8 mètres, dépendant du type de structure, impose un rehaussement relativement important (voir feuillets 14 à 17 à l'annexe 2). En fait, un tablier de 8 mètres d'épaisseur, avec des pentes de 3,0% de part et d'autre de la Voie Maritime, implique un rehaussement non négligeable du profil en long (de l'ordre de 8 mètres) dans le secteur de la Voie Maritime et sur la Rive-Sud.

Recommandation 2 : Afin de minimiser les impacts du rehaussement du profil sur le raccordement à la Rive-Sud, il est recommandé que la pente du profil en long soit adaptée en fonction du type de structure retenu pour la traversée de la Voie Maritime. Dans le cas d'un tablier dont l'épaisseur est importante, la pente pourrait être légèrement augmentée puisque l'incidence sur la vitesse des véhicules lourds demeure limitée, alors que pour un tablier d'environ 4 mètres la pente pourrait demeurer à 3,0%.

4.4 IMPACTS SUR LES ACQUISITIONS

Afin d'apprécier l'impact au niveau des acquisitions, l'analyse a été faite selon les trois secteurs touchés par le projet, c'est-à-dire : l'île des Sœurs, le fleuve Saint-Laurent et la Rive-Sud.

Ainsi, du côté de l'île des Sœurs, les travaux se déroulent principalement du côté nord de l'autoroute. Le tracé proposé pour le nouveau pont, qui implique la relocalisation du boulevard René-Lévesque, nécessite l'acquisition de terrain. L'emprise à acquérir est illustrée sur le plan 61100-03, feuillet 06.

En ce qui concerne la traversée du fleuve Saint-Laurent, le nouveau tracé est à l'extérieur de l'emprise et de la servitude actuelle de PJCCI, tel qu'illustré sur le plan 61100-03, feuillets 07 à 09.

Quant à la Rive-Sud, l'axe du nouveau pont est positionné en partie sur des terrains appartenant au MTQ ou à la ville de Longueuil entre la rive et la route 132. Les feuillets 09 et 10 du plan 61100-03 illustrent ce secteur.

Recommandation 3 : BCDE recommande que PJCCI entame les procédures afin d'acquérir la parcelle de terrain sur l'île des Sœurs avant que le développement du secteur se concrétise, et ce, pour la solution ayant le plus d'impact, soit celle du tunnel qui requiert un peu plus de terrain que la solution pont.

4.5 IMPACTS SUR LES SERVICES ET UTILITÉS PUBLICS

Plusieurs services et utilités publics sont touchés par le remplacement du pont actuel. Ainsi, dans le secteur de l'île des Sœurs, la zone concernée est celle du boulevard René-Lévesque entre le carrefour giratoire et le pont Champlain actuel. Les services et les utilités publics sont :

- ▶ Égout sanitaire.
- ▶ Égout pluvial.
- ▶ Aqueduc.

- ▶ Câble téléphonique souterrain.
- ▶ Câble électrique souterrain.
- ▶ Gazoduc.
- ▶ Massif pour conduits électriques et téléphoniques souterrains.

Tous ces services et utilités publics sont situés sous la future culée du pont, ainsi que le remblai d'approche. Ils devront donc être déplacés le long de la nouvelle géométrie du boulevard René-Lévesque, tel qu'illustré sur le plan 61100-03, feuillet 06.

Pour ce qui est de la Rive-Sud, l'élément majeur implique le déplacement d'une partie de la ligne à haute tension de 315 kV d'Hydro-Québec qui est localisé juste au nord du pont actuel et en conflit avec le futur pont. Tel que montré sur les feuillets 9 et 10 du plan 61100-03, on doit déplacer au minimum deux pylônes de cette ligne.

4.6 IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT

Tout comme le pont actuel, le nouveau tracé du pont Champlain traverse trois zones de frayère. De plus, ce tracé traverse également une zone archéologique qui est localisée sur l'île des Sœurs. Ces différentes zones sont montrées sur le plan 61100-03, feuillets 6, 7, 8 et 9.

Sur la Rive-Sud, des impacts au niveau visuel et sonore sont à prévoir. Dans un premier temps, le tracé proposé du nouveau pont réduit la distance entre l'autoroute et le secteur résidentiel situé dans le quadrant nord de l'échangeur de l'A-10 et de la route 132 (de 220 à 160 mètres). Dans un deuxième temps, il y aura un rehaussement plus ou moins important du profil en long en fonction du type de structure retenu pour la traversée de la Voie Maritime.

5 MAINTIEN DE LA CIRCULATION

À cette étape, une analyse sommaire de maintien de la circulation a été réalisée. Selon le scénario retenu pour la reconstruction du pont Champlain, côté aval du pont existant, les principes de gestion de la circulation suivants ont été retenus comme prémisse de base à l'analyse, soit : le maintien de six voies de circulation en période de pointe, le maintien des largeurs de chaussées existantes afin de conserver la gestion de la voie réservée aux autobus et le maintien des accès aux réseaux municipal et autoroutier.

L'analyse préliminaire a permis d'établir qu'il est possible de respecter ces principes de maintien de circulation pour ce scénario. Il est important de souligner que ce type de maintien de circulation peut être considéré comme conventionnel et qu'il a été amplement éprouvé aux cours des dernières années.

5.1.1 Phasage

Afin d'exécuter l'ensemble des travaux de construction de la chaussée aux deux approches du nouveau pont, et ce, de façon simultanée, il est nécessaire de travailler en phase tant à l'approche Ouest (île des Sœurs) qu'à celle de l'Est (Brossard). Trois phases principales ont été déterminées et sont décrites comme suit :

- ▶ La phase préparatoire consiste à aménager les chemins de déviation temporaire et à mettre en place tous les éléments requis au maintien de circulation (marquage, signalisation de chantier et autres équipements).
- ▶ Suite à la mise en place de cette phase, la phase 1 des travaux permet, tel que montré sur les croquis 1, 2 et 3 de l'annexe 3, de réaliser la presque totalité de la chaussée aux approches du pont de façon à transférer la circulation sur cette chaussée et le nouveau pont lors de la phase 2 des travaux.
- ▶ Quant à la phase 2 proprement dite, elle permet, tel que montré sur les croquis 4, 5 et 6 de l'annexe 3, de compléter les travaux à l'approche Ouest relatifs au raccordement de la bretelle d'entrée de Bonaventure/île des Sœurs à la nouvelle chaussée de l'A-10, direction Est. Aussi, lors de cette phase, les travaux à l'approche Est du pont relatifs aux bretelles d'accès (sortie A-10 Est/route 132 et entrée route 132/A-10 Est) et à la chaussée de l'A-10 Est sont complétés. Finalement, lors de cette phase, les travaux de démantèlement des aménagements temporaires et la démolition des chaussées existantes sont réalisés, à l'exception de la partie requise pour la démolition du pont Champlain actuel.

5.1.2 Caractéristiques - Approche Ouest

Selon l'analyse préliminaire, il est possible d'exécuter les travaux en deux grandes phases à cette approche car on dispose d'une emprise suffisamment large pour faire l'aménagement de la chaussée temporaire permettant ainsi, la construction complète de la nouvelle chaussée à l'approche du futur pont Champlain. De même, comme la différence d'élévation entre la chaussée proposée et la chaussée existante est inférieure à 0,5 m, cela permet une grande flexibilité quant aux aménagements temporaires possibles.

Aussi, l'aménagement de bretelles d'accès temporaires à l'autoroute Bonaventure et à l'île des Sœurs est nécessaire afin de maintenir un lien en tout temps entre le réseau limitrophe et l'autoroute 10. Dans le secteur du boulevard René-Lévesque, la construction du futur pont Champlain au-dessus de ce boulevard impose une contrainte qui devra être prise en considération lors du choix de structure utilisée, le tout, afin de minimiser le nombre de fermetures complètes de ce lien municipal. La gestion de circulation de ce secteur va impliquer, entre autres, la fermeture complète de nuit du boulevard René-Lévesque, avec la mise en place de chemins de détour.

5.1.3 Caractéristiques - Approche Est

L'approche Est est similaire en matière de gestion de circulation à celle de l'Ouest. Toutefois, elle peut être divisée en trois secteurs qui ont tous des particularités spécifiques, ayant un impact sur le choix des configurations temporaires nécessaires au maintien de la circulation. Les trois secteurs se caractérisent comme suit :

5.1.3.1 Secteur de la route 132

Dans ce secteur, le futur pont chevauche la route 132 et les voies de desserte, ce qui impose une gestion de circulation impliquant la fermeture complète de nuit de la route 132 et/ou des voies de desserte lors de certaines activités de construction (mise en place des poutres, coffrage et bétonnage de la dalle). Ces fermetures complètes de la route 132 et/ou des voies de desserte nécessitent l'aménagement de voies rétrécies, l'aménagement de voies de déviation et des configurations de contresens.

5.1.3.2 Secteur des bretelles d'accès de la route 132

La caractéristique de ce secteur ayant le plus d'impact en matière de maintien de circulation est le dénivelé entre le profil existant et le profil proposé, qui s'avère très important. Ce dénivelé impose l'aménagement d'un mur de soutènement entre les voies de circulation et l'aire de travail.

Les principes retenus en matière de circulation dans ce secteur respectent ceux établis dans l'ensemble des autres secteurs.

5.1.3.3 Secteur Est – Raccordement à l'A-10 existante

La particularité de ce secteur est la superposition du profil proposé et de la chaussée existante. Malgré cette superposition, il est possible d'exécuter les travaux selon le même phasage que les autres secteurs, à l'exception près, que l'on dispose d'une marge de manœuvre moindre due à l'emprise plus étroite dans ce secteur.

Une analyse approfondie de la séquence des travaux serait indispensable dans les études subséquentes afin de minimiser les interventions temporaires sur le nouvel ouvrage.

Recommandation 4: Il est souhaitable que la fin des travaux de la phase 1 pour la construction de la chaussée aux approches coïncide avec la fin des travaux du pont de façon à permettre le transfert de la circulation sur le nouveau pont, et ainsi, compléter les travaux de chaussée de la phase 2.

6 ESTIMATION DES COÛTS

Cette section présente l'estimation des coûts d'immobilisation pour le volet géométrie et voirie. Dans le cadre d'une étude de préféabilité, il faut comprendre que les coûts estimés comprennent une marge d'incertitude liée au niveau de détail des aménagements proposés. Donc, à cette étape d'avancement du projet, un pourcentage de contingence de 25 % est considéré pour le coût des travaux (estimation de niveau D).

Afin de réaliser cette estimation, quelques hypothèses ont été développées et elles sont basées sur les plans d'aménagement no 61100-03 élaborés pour ce volet, de même que sur l'analyse de divers projets dans la région de Montréal pour essayer d'établir le prix des différents ouvrages. Il est à noter que cette estimation touche principalement les approches du pont, tant du côté de l'île des Sœurs que celle de la Rive-Sud.

Ainsi, pour le volet voirie quatre principaux éléments ont été considérés pour l'estimation des coûts, c'est-à-dire : la chaussée, l'éclairage, le système de transport intelligent (STI) et le maintien de la circulation. Il est à noter que l'éclairage et le système de transport intelligent (STI) englobe les approches du pont et le pont lui-même. Toutefois, le montant indiqué dans le tableau 7.1 pour STI ne comprend pas le bâtiment pour le centre de contrôle et les équipements pour la gestion des données.

Pour ce qui est de la chaussée, cet élément regroupe plusieurs ouvrages tels que les travaux de terrassement (déblai et remblai), le drainage, la structure de chaussée, les trottoirs et bordures, les glissières, la supersignalisation, l'aménagement paysager et la démolition des ouvrages existants aux approches du pont.

Pour le maintien de la circulation, un pourcentage de 25 % est appliqué sur le coût des travaux, avant contingence, en raison des besoins importants en matière de gestion de la circulation pour ce projet d'envergure (phases successives de travaux, mise en place de chemins de déviation et d'ouvrage de soutènement provisoire et échancier de réalisation sur plusieurs années).

Au coût des travaux, nous avons ajouté un montant de 10 M\$ pour le déplacement des réseaux (services et utilités publics) dont le principal élément est le déplacement d'une partie de la ligne à haute tension d'Hydro Québec sur la Rive-Sud. Afin d'établir le coût réel du déplacement des réseaux, des rencontres sont à prévoir avec les différents organismes concernés lors des étapes subséquentes de la réalisation du projet de remplacement de l'actuel pont Champlain.

En plus du montant pour le déplacement des réseaux, nous avons ajouté un montant de 3 M\$ pour l'acquisition du terrain sur l'île des Sœurs nécessaire à la réalisation du projet, montant qui devra être confirmé dans les étapes à venir par un évaluateur agréé.

Il est à noter que l'estimation des coûts d'immobilisation en \$₂₀₁₀ présentée dans le tableau 6.1 exclut les coûts relatifs aux honoraires professionnels et autres études connexes, de même que les taxes applicables.

Tableau 6.1 : Estimation des coûts d'immobilisation

OUVRAGES	COÛTS (M\$ ₂₀₁₀)
Chaussée	27,2
Éclairage	3,6
STI	4,0
Sous-total	34,8
Maintien de la circulation (25%)	8,7
Sous-total	43,5
Contingence (25%)	10,9
Total travaux	54,4
Déplacement des réseaux	10,0
Acquisition	3,0
Total	67,4

Également, suite à l'analyse comparative de coûts effectuée entre l'option où le profil en travers comporte 3 voies par direction et celle à 4 voies, il est possible de conclure que la différence de coûts entre ces options est négligeable. En effet, en direction Ouest, la 4^e voie sur l'A-10 débiterait avec l'entrée de la route 132 et se terminerait dans la sortie pour l'autoroute

Bonaventure, alors qu'en direction Est, la 4^e voie débiterait avec l'entrée de l'autoroute Bonaventure/île des Sœurs pour se perdre dans la sortie pour la route 132. Tel que montré sur les feuillets 6 et 10 du plan 61100-03, des voies d'accélération et de décélération sont déjà prévues aux approches du pont pour les bretelles mentionnées précédemment. En fait, il n'y aurait qu'un faible élargissement en direction Ouest sur l'île des Sœurs. Le rapport sectoriel no 4 «Pont» traite des coûts reliés à une 4^e voie sur la structure.

7 CONCLUSION

Le volet géométrie et voirie de la présente étude de pré faisabilité visant le remplacement de l'actuel pont Champlain a permis d'élaborer une solution respectant le gabarit de la Voie Maritime du Saint-Laurent (117,5 m de largeur et un dégagement de 37,5 m) et permettant d'offrir des conditions de circulation améliorées par l'ajout d'accotements et d'un espace en site propre dédié au transport collectif (autobus ou SLR), tout en minimisant les impacts sur le milieu d'insertion.

Malgré le fait que la vitesse affichée sera probablement de 70 km/h, l'aménagement proposé est basé sur une vitesse de conception de 100 km/h afin de correspondre davantage au comportement des usagers qui circuleront de 15 à 20 km/h au-dessus de la vitesse affichée.

L'ensemble des facteurs pris en considération en vue d'établir les différentes caractéristiques géométriques du tronçon de l'autoroute 10 ont fait ressortir que la principale influence sur l'aménagement proposé se situe au niveau du profil en long pour la traversée de la Voie Maritime. En effet, en fonction des paramètres retenus, on constate un rehaussement assez important pouvant varier entre 4 et 8 mètres dépendant du type de structure retenu pour la traversée de la Voie Maritime.

Quant aux autres impacts de la solution proposée, ils se situent principalement au niveau de l'acquisition nécessaire sur l'île des Sœurs, du déplacement de la ligne à haute tension d'Hydro-Québec ainsi qu'au niveau visuel et sonore pour le secteur résidentiel situé dans le quadrant nord-est de l'échangeur A-10/Rte 132 compte tenu d'un rapprochement d'environ 60 mètres de l'autoroute 10 (distance réduite de 220 à 160 mètres) et d'un rehaussement du profil en long du pont relativement important (de 4 à 8 mètres dépendant du type de structure retenu pour la traversée de la Voie Maritime).

8 ÉTUDES COMPLÉMENTAIRES

En plus de l'étude de pré faisabilité portant sur le remplacement de l'actuel pont Champlain, un complément d'étude dont l'objectif est d'évaluer la pré faisabilité d'un lien réservé au transport collectif qui permettrait de raccorder l'île des Sœurs à l'île de Montréal et ce, dans la continuité de l'aménagement qui serait prévu sur le nouveau pont Champlain, est joint à l'annexe 4. Afin d'assurer ce lien, les caractéristiques géométriques de l'autoroute sur l'île des Sœurs seront ajustées en fonction de la configuration projetée pour le remplacement des ponts Champlain et de l'île des Sœurs en vue de permettre l'implantation éventuel d'un lien pour le Système Léger sur Rail (SLR) ou pour un Service Rapide par Bus (SRB) jusqu'au centre-ville de Montréal.

Aussi, dans le processus de réalisation d'un projet routier tel que le remplacement du pont Champlain, diverses études préalables seront nécessaires pour établir les caractéristiques géométriques de la solution définitive et évaluer les différentes contraintes de réalisation.

Lors de la présente étude de pré faisabilité, l'analyse a été effectuée à partir de données provenant de différentes sources, tout particulièrement pour l'état des lieux. Pour pallier à cette difficulté, il est recommandé qu'un modèle numérique terrain, incluant un relevé bathymétrique, soit réalisé avant d'initier les activités relatives à la conception de l'avant-projet préliminaire.

Également, afin d'apprécier les problématiques reliés à la mise en place des remblais à l'approche du pont, une étude géotechnique déterminant la capacité portante du sol en place devrait être réalisée.

En ce qui a trait aux impacts de la solution proposée, il faudra documenter davantage celle concernant la nécessité d'acquérir une parcelle de terrain sur l'île des Sœurs en confiant un mandat d'étude à un évaluateur agréé pour en apprécier la valeur réelle. De même, une étude reliée au déplacement de la ligne à haute tension d'Hydro-Québec devra être confié pour déterminer les conditions et exigences du déplacement de cette ligne.

Finalement, tel que souligné dans le rapport sectoriel no 4 «Pont», il serait souhaitable qu'une réflexion soit faite pour essayer d'optimiser les éléments du profil en travers de façon à trouver le juste équilibre entre le niveau de sécurité souhaité et les coûts d'immobilisation, d'entretien et autres.



ANNEXE 1

Profils en travers (Croquis 3.1 à 3.9)

ANNEXE 2

Plan d'aménagement
(Cahier séparé – 18 feuillets)



ANNEXE 3

Maintien de la circulation

(Croquis 6.1 à 6.6)

ANNEXE 4

Étude de préféabilité

Variante SLR et SRB

(Rapport séparé)

