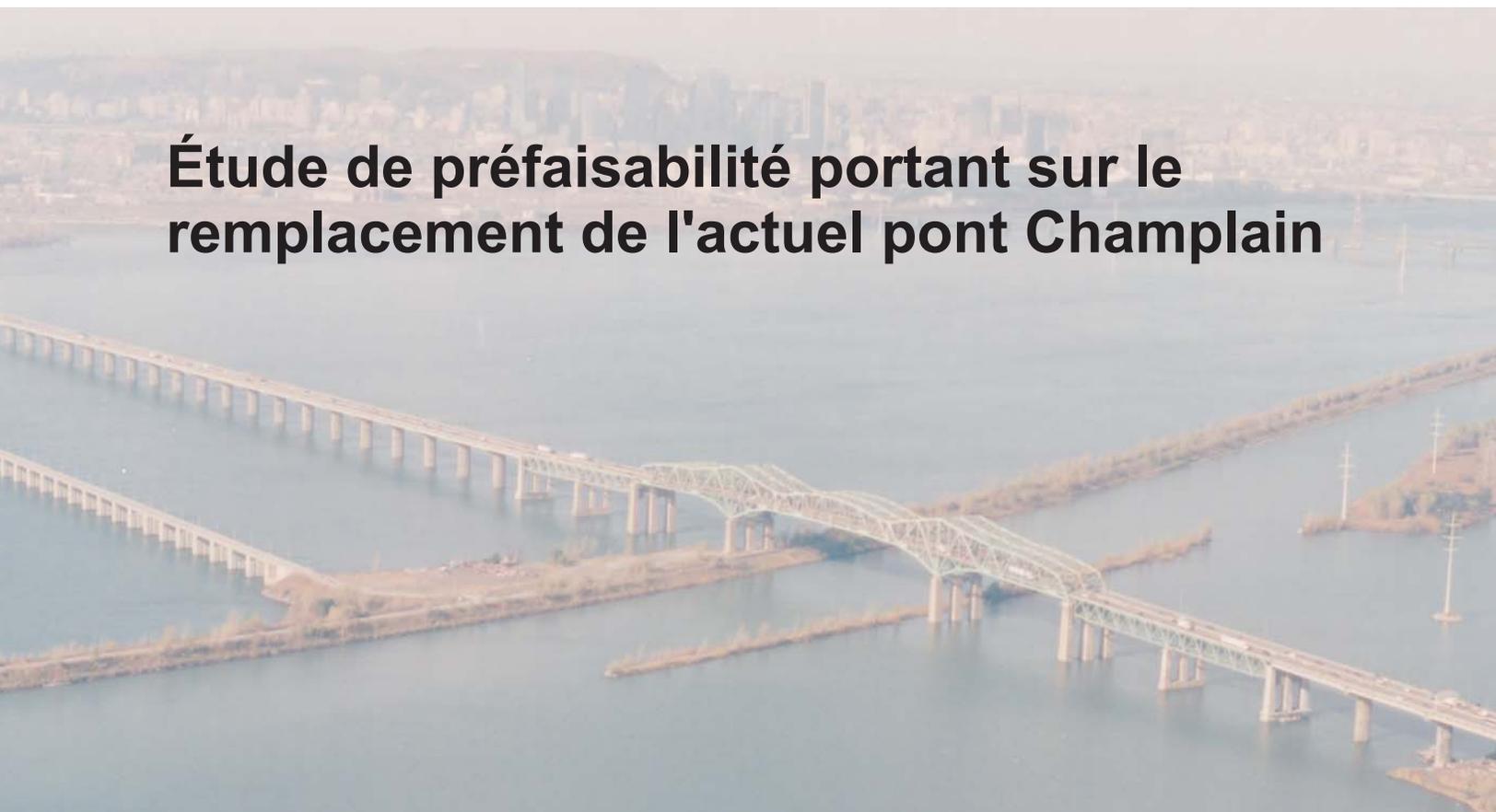




Étude de pré faisabilité portant sur le remplacement de l'actuel pont Champlain



Rapport synthèse

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 synthèse

Date : 2011-03-31

CONSORTIUM BCDE



DESSAU



Les Ponts Jacques Cartier et Champlain Incorporée
Ministère des Transports du Québec

Étude de préféabilité portant sur le remplacement de l'actuel pont Champlain

Rapport synthèse

Le 31 mars 2011

Préparé par :



Jean-Claude Therrien, ing., M.S.E., OIQ 016880

Chargé de projet

Consortium BCDE

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

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1 L'INTÉGRATION URBAINE	2
1.1 Objectifs	2
1.2 Revue des documents de planification régionale	2
1.2.1 <i>L'accroissement de la capacité du nouvel ouvrage de remplacement</i>	2
1.2.2 <i>La réalisation d'un corridor dédié au transport en commun</i>	3
1.3 Rencontre des planificateurs régionaux	4
1.4 Résultats de l'analyse documentaire et des rencontres	4
1.5 La consultation	5
2 LES BESOINS EN TRANSPORTS ET CIRCULATION	6
2.1 Caractéristiques actuelles de la circulation	6
2.2 Évaluation de la demande en déplacements	7
2.2.1 <i>La demande actuelle</i>	7
2.2.2 <i>La demande future</i>	8
2.3 Scénarios simulés à l'horizon 2026 et nombre de voies requises	9
2.4 Recommandations	11
3 LA GÉOMÉTRIE ET LA VOIRIE	13
3.1 Objectifs	13
3.2 Paramètres de conception	13
3.2.1 <i>Vitesse de conception</i>	13
3.2.2 <i>Profil en travers</i>	14
3.3 Aménagements proposés	16
3.3.1 <i>Tracé en plan</i>	16
3.3.2 <i>Profil en long</i>	17
3.4 transport collectif en site propre	17
3.5 Évaluation des impacts	19
3.5.1 <i>Sur les infrastructures existantes</i>	19
3.5.2 <i>Sur les acquisitions foncières</i>	20
3.5.3 <i>Sur les services et utilités publics</i>	20
3.5.4 <i>Sur l'environnement</i>	20
3.6 Maintien de la circulation	21
4 LES SOLUTIONS « PONT »	22
4.1 Élaboration des solutions	22
4.2 Analyse comparative	22
5 LES SOLUTIONS « TUNNEL »	26
5.1 Recensement des alternatives possibles	26
5.1.1 <i>Solutions tunnel foré</i>	26
5.1.2 <i>Solutions de tunnel sous-fluvial</i>	28

5.1.2.1	Construction par la méthode des caissons immergés	30
5.1.2.2	Méthode de construction « à sec » entre batardeaux	30
5.1.2.3	Impact environnemental.....	30
5.1.3	<i>Coûts et délais de construction</i>	31
5.1.4	<i>Tableau comparatif des solutions tunnels</i>	31
5.1.5	<i>Solution retenue</i>	33
5.2	Développement de la solution retenue	33
5.2.1	<i>Les éléments principaux</i>	33
5.2.1.1	Tracé en plan et profil en long	33
5.2.1.2	Ouvrages de raccordement et d'échanges	34
5.2.1.3	Section fonctionnelle.....	34
5.2.1.4	Structures de génie civil.....	34
5.2.1.5	Installations de ventilation.....	35
5.2.1.6	Équipements d'exploitation et de sécurité.....	35
5.2.1.7	Approche préliminaire des dispositions relatives à la sécurité et aux TMD.....	36
5.2.1.8	Méthodes de construction.....	36
5.2.1.9	Planning prévisionnel des travaux	37
5.2.1.10	Coûts de construction et d'exploitation	38
5.2.2	<i>Options</i>	38
5.3	Preconisations.....	38
6	L'AVENIR DES STRUCTURES EXISTANTES	40
6.1	L'estacade.....	40
6.2	Le pont Champlain actuel	40
6.2.1	<i>Son entretien</i>	40
6.2.2	<i>Sa résistance sismique</i>	40
6.2.3	<i>Sa démolition</i>	41
7	ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX	42
7.1	Démarche et méthodologie.....	42
7.2	Principales contraintes humaines et naturelles du site.....	42
7.3	Impacts appréhendés des options pont.....	43
7.4	Impacts appréhendés des options tunnel	43
7.5	Impacts appréhendés des options de démolition	46
7.6	Exigences légales, réglementaires et administratives	47
8	COÛTS D'IMMOBILISATION ET D'EXPLOITATION	48
9	CONSIDÉRATIONS FINANCIÈRES ET MODALITÉS DE RÉALISATION.....	51
9.1	L'usage du pont pour le passage d'utilités publiques	51
9.2	Les modes de réalisation du projet.....	51
9.3	Les échéanciers DU PROJET selon les modes de réalisation.....	54
9.4	Analyse des flux financiers	56
9.4.1	<i>Les flux financiers selon les modes de réalisation</i>	56

9.4.2	<i>Analyse de sensibilité</i>	59
9.4.2.1	Coût de construction	59
9.4.2.2	Les taux d'intérêt à court terme	59
9.4.2.3	Conclusion	60
9.5	Les retombées économiques du projet.....	60

Tableaux

Tableau 2-1	: Définition des niveaux de service.....	7
Tableau 2-2	: Nombre d'usagers dans la voie réservée du pont Champlain et sur ligne jaune du Métro.....	8
Tableau 2-3	: Résultats des simulations avec la demande 2026 – Période de pointe AM.....	10
Tableau 2-4	: Résultats des simulations avec la demande 2026 – Période de pointe PM.....	10
Tableau 4-1	: Analyse comparée des solutions « pont ».....	24
Tableau 5-1	: Analyse comparative multicritère des solutions « tunnel ».....	32
Tableau 7-1	: Tableau comparatif multicritères environnementaux entre les différentes solutions pont	44
Tableau 7-2	: Tableau comparatif multicritères environnementaux entre les différentes solutions tunnel	45
Tableau 7-3	: Tableau comparatif multicritères environnementaux entre les différentes solutions de démolition.....	46
Tableau 8-1	: Coûts d'immobilisation des solutions pont et tunnel.....	48
Tableau 8-2	: Coûts annuels d'entretien et exploitation d'un nouveau pont.....	49
Tableau 8-3	: Coûts annuels d'entretien et exploitation d'un tunnel.....	50

Figures

Figure 2-1	: Répartition des débits horaires pour un jour ouvrable moyen (juin 2004).....	6
Figure 3-1	: Profils en travers type pour 3 ou 4 voies + TCSP par direction.....	15
Figure 3-2	: Localisation du nouveau pont Champlain	16
Figure 3-3	: Tracé de la variante SLR	18
Figure 3-4	: Tracé de la variante SRB.....	19
Figure 5-1	: Profil en travers type, Variante A	27
Figure 5-2	: Profil en travers type, Variante B	27
Figure 5-3	: Profil en travers type des solutions sous-fluviales	29
Figure 5-4	: Comparaison des coûts de construction	31
Figure 9-1	: Échéancier global du projet selon les modes de réalisation	55

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	2011-02-24	Rapport final
01	2011-03-31	Rapport final révisé

INTRODUCTION

La société Les ponts Jacques Cartier et Champlain Incorporée (PJCCI) a procédé en mai 2009 à un appel public pan-canadien de candidatures pour la réalisation de son projet No 61100, soit une étude de préféabilité portant sur le remplacement de l'actuel pont Champlain.

En octobre de la même année, le consortium BCDE, composé des firmes de consultants BPR, CIMA+, DESSAU et EGIS s'est vu octroyé le mandat pour la réalisation de cette étude.

Vu la vétusté et l'état de l'actuel pont Champlain, PJCCI, en association avec le Ministère des Transports du Québec, et avec l'autorisation du gouvernement fédéral, a décidé d'examiner l'opportunité de remplacer le pont actuel par un ouvrage adapté aux besoins contemporains et futurs des nombreux types d'utilisateurs de la grande région montréalaise que sont les automobilistes, les camionneurs et les utilisateurs du transport en commun.

L'objet principal de l'étude de préféabilité était de valider l'opportunité de construire un nouvel ouvrage de remplacement et, par le fait même, de fournir aux décideurs l'ensemble des informations requises pour leur permettre de statuer sur l'opportunité de poursuivre le projet au-delà de ce stade préliminaire.

Le mandataire devait d'abord analyser diverses solutions de remplacement, que ce soit en pont ou en tunnel. Il devait en outre statuer sur l'avenir du pont actuel et de son estacade (originellement construit comme régulateur des glaces) qui existe juste en amont. Les conclusions de ses études devaient s'appuyer sur une exposition détaillée des besoins en transports (tous modes confondus) et en circulation.

Le présent rapport synthèse résume dans les pages qui suivent la démarche globale suivante :

- ▶ La nécessaire intégration urbaine du projet;
- ▶ Les besoins actuels et prévisibles en transports et en circulation;
- ▶ La géométrie du projet et la voirie terrestre;
- ▶ Les solutions structurales de type pont;
- ▶ Les solutions en tunnel;
- ▶ L'avenir du pont actuel et de l'estacade;
- ▶ Les aspects environnementaux;
- ▶ Les coûts d'immobilisation et d'exploitation;
- ▶ Les considérations socio-économiques et financières et les modalités de réalisation.

1 L'INTÉGRATION URBAINE

1.1 OBJECTIFS

Le volet Intégration urbaine de l'étude de préféabilité portant sur le remplacement de l'actuel pont Champlain poursuivait les principaux objectifs suivants :

- ▶ Identifier les principales orientations adoptées par les instances régionales et qui peuvent avoir une influence sur le remplacement du pont Champlain par un nouvel ouvrage (pont ou tunnel);
- ▶ À partir de ces orientations, identifier les composantes positives et les éléments de divergence potentiels face au projet;
- ▶ Proposer une approche permettant de minimiser l'opposition à un tel projet, de maximiser l'impact des partisans et de rassembler le plus grand nombre d'intervenants possible vers un but commun.

1.2 REVUE DES DOCUMENTS DE PLANIFICATION RÉGIONALE

BCDE a d'abord passé en revue un grand nombre de documents de planification produits au cours des dernières années et ayant trait, de près ou de loin, au pont Champlain et au pont de l'île des Sœurs.

De l'ensemble des études consultées, une vingtaine ont été retenues et ont fait l'objet d'un résumé de la planification régionale et des risques et opportunités associés en fonction de leur pertinence avec le projet de remplacement du pont Champlain.

Deux grands thèmes se dégagent de l'analyse de ces documents en regard avec le projet de remplacement du pont Champlain : le premier se rapporte à l'accroissement de la capacité du nouvel ouvrage et le second à la réalisation d'un corridor dédié au transport en commun.

1.2.1 L'accroissement de la capacité du nouvel ouvrage de remplacement

La grande majorité des études consultées tendent à démontrer que tout accroissement de la capacité du lien inter-rives irait à l'encontre des politiques que les différents niveaux de gouvernement veulent mettre en place au cours des prochaines années. À titre d'exemple :

- ▶ Le gouvernement du Québec s'est fixé pour objectif la réduction des gaz à effet de serre (GES) de 6 % sous le niveau de celui de 1990 à l'horizon 2012, et de 20 % à l'horizon 2020. Le secteur du transport routier représentait 33 % des émissions québécoises de GES en 2006¹. Les efforts

¹ Inventaire québécois des émissions GES en 2006 et leur évolution depuis 1990, MDDEP, 2008

pour la réduction de l'utilisation de l'automobile seront très importants au cours des prochaines années pour atteindre cet objectif, notamment dans la grande région métropolitaine de Montréal.

- ▶ Le plan de transport de la Ville de Montréal s'est fixé comme objectif de réduire de 15 % les déplacements automobiles à destination de Montréal durant la période de pointe par rapport aux déplacements anticipés en 2021.
- ▶ Le projet de la Société du Havre de réaménager l'autoroute Bonaventure en boulevard ne pourra se réaliser dans sa forme actuelle si la configuration du futur ouvrage encourageait un accroissement de l'usage de l'automobile dans cet axe. En effet, le réaménagement projeté de l'axe Bonaventure va en réduire la capacité, ce qui provoquera des files d'attente importantes.

1.2.2 La réalisation d'un corridor dédié au transport en commun

Un tel corridor dans l'axe du pont Champlain fait l'unanimité à une exception près², que ce soit par un mode guidé du type système léger sur rails (SLR) ou par l'aménagement de voies réservées pour autobus en site propre.

Le Réseau de transport de Longueuil (RTL) est très favorable à la réalisation immédiate d'un SLR dans l'axe A-10 / pont Champlain reliant la proche Rive-Sud ouest au centre-ville de Montréal, parce que seul celui-ci peut régler les problèmes de fiabilité et de sécurité de la voie réservée sur le pont, de la congestion routière aux approches de l'actuel terminus centre-ville et de l'engorgement de ce dernier durant la période de pointe du soir.

Le plan de transport de la Ville de Montréal favorise, dans le corridor Bonaventure, l'augmentation des déplacements en transport en commun par autobus à court terme, sans compromettre l'implantation d'un éventuel SLR.

Le développement du transport en commun dans l'axe du pont Champlain est une priorité pour la Société du Havre de Montréal et pour la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM).

Si la réalisation du SLR dans l'axe du pont Champlain est préconisée dans la majorité des autres études consultées, celles-ci ne prennent généralement pas position sur le moment de sa réalisation. Beaucoup d'organismes sont en attente du résultat de l'étude de PJCCI pour se positionner sur l'avenir d'un éventuel SLR.

² La Commission Nicolet (2003) ne recommandait pas un SLR, arguant sa faible attraction de nouvelles clientèles et son très faible impact pour régler les problèmes de congestion dans cet axe.

1.3 RENCONTRE DES PLANIFICATEURS RÉGIONAUX

Les représentants de BCDE ont rencontré une douzaine d'organismes de la région de Montréal, identifiés comme pouvant avoir une influence sur le projet de remplacement du pont Champlain. Ces rencontres, de nature informelle, avaient pour but, dans un premier temps, de présenter le scénario de base de remplacement du pont Champlain à l'étude et, dans un deuxième temps, de recueillir leurs préoccupations concernant ce projet et de percevoir leur vision à long terme.

Les organismes suivants ont été rencontrés :

- ▶ L'arrondissement de Verdun
- ▶ Le Port de Montréal
- ▶ L'arrondissement du Sud-Ouest
- ▶ La Ville de Brossard
- ▶ La Communauté métropolitaine de Montréal (CMM)
- ▶ L'Association des CIT (Conseils intermunicipaux de transport)
- ▶ La Ville de Longueuil et le Réseau de transport de Longueuil (RTL)
- ▶ La Société du Havre de Montréal
- ▶ Le Comité interrégional pour le transport des marchandises (CITM)
- ▶ L'Agence métropolitaine de transport (AMT)
- ▶ La Ville de Montréal
- ▶ Les Ponts Jacques Cartier et Champlain Incorporée (PJCCI)

1.4 RÉSULTATS DE L'ANALYSE DOCUMENTAIRE ET DES RENCONTRES

L'analyse des divers documents de planification, complétée par des rencontres avec les principaux organismes concernées, a permis de dresser la liste suivantes des constats et attentes :

- ▶ Le pont Champlain constitue un chaînon important dans le réseau routier supérieur de la région métropolitaine, tant pour les navetteurs que pour le grand transit. Il joue un rôle très important pour le camionnage et plus particulièrement pour le transport des matières dangereuses;
- ▶ En période de pointe, la voie réservée sur le pont Champlain assure le déplacement d'autant de personnes en transport en commun que les autres voies en voitures individuelles, et plus que la ligne jaune (Longueuil) du métro. Il joue donc un rôle majeur pour ces deux modes;
- ▶ La fiabilité et la permanence de la voie réservée constitue une préoccupation très importante pour plusieurs intervenants;
- ▶ À ce titre, l'implantation sur le nouvel ouvrage d'un mode de transport en commun à grande capacité (de type SLR) rallie pratiquement tout le monde;

- ▶ L'ajout de capacité au nouvel ouvrage constitue pour plusieurs une source d'inquiétude, en ce qui concerne l'atteinte des objectifs de réduction des gaz à effet de serre et de réduction du transfert modal vers le transport en commun;
- ▶ Si le nouvel ouvrage est un pont, l'aspect architectural de celui-ci sera important puisque le pont Champlain (ou son remplaçant) est perçu comme une entrée de ville majeure;
- ▶ L'exercice de « consultation hâtive » mené par BCDE a été très apprécié par les intervenants qui ont tous souhaité qu'il se poursuive tout au long du projet.

1.5 LA CONSULTATION

Le remplacement du pont Champlain ne pourra être accepté par la population s'il se réalise en vase clos. Il devra s'inscrire notamment dans le cadre du réaménagement de l'échangeur Turcot, de l'aménagement du boulevard Bonaventure et du développement du quartier Griffintown et faire l'objet d'une consultation formelle des autorités régionales et locales; il devra également prendre en considération les grandes orientations gouvernementales.

Tous les organismes qui ont été consultés ont grandement apprécié la démarche de consultation que PJCCI et le MTQ ont entreprise très tôt auprès d'eux afin de recueillir leurs préoccupations face à un projet d'une importance aussi majeure que le remplacement du pont Champlain. Ils sont persuadés que leur implication, aussi tôt dans le processus d'élaboration d'un projet de cette envergure, est un gage de succès s'il est poursuivi tout au long de sa conception. Ils participent tous, à leur façon, à la planification des transports dans la grande région de Montréal et ils seront tous touchés, de près ou de loin, par le remplacement du pont Champlain.

2 LES BESOINS EN TRANSPORTS ET CIRCULATION

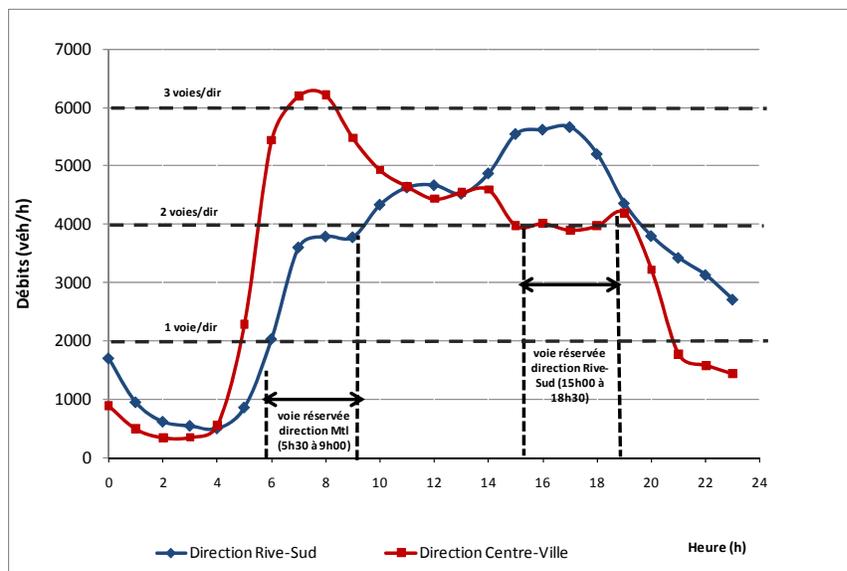
2.1 CARACTÉRISTIQUES ACTUELLES DE LA CIRCULATION

Avec ses quelque 57 millions de passages par année, le pont Champlain constitue le pont le plus achalandé au Canada.

En 2009, le débit journalier moyen sur ce pont était de 156 000 véhicules; parmi eux, environ 12 000 camions y circulaient, de même que 1900 autobus, dont 900 circulant en voie réservée durant les périodes de pointe du matin et du soir. Les débits les plus élevés sont observés durant la période estivale, alors que durant l'hiver une diminution sensible est observée. Sur une base hebdomadaire, le vendredi présente les débits les plus élevés, tandis que le samedi et le dimanche les débits sont les plus faibles.

Sur une base quotidienne, les débits horaires moyens dans chaque direction sont résumés dans la figure 2-1. On y remarquera d'abord qu'en période de pointe du matin (PPAM), les débits atteignent ou dépassent, sur plus de deux heures, la capacité théorique de 2000 véh./voie. On constate aussi que la présence de la voie réservée en périodes de pointe dans la direction inverse de la pointe impose une restriction importante à la circulation automobile, qui évolue au voisinage de la capacité des deux voies restantes pendant la majeure partie de ces deux périodes. On peut donc supposer que, pendant plus de 6 heures, un nombre important de véhicules sont détournés vers les autres ponts à cause de la présence de la voie réservée.

Figure 2-1 : Répartition des débits horaires pour un jour ouvrable moyen (juin 2004)



Avec un débit horaire de 6200 véhicules en direction de Montréal en pointe AM, le niveau de service (NS) est de «E» tel que défini au Tableau 2-1, avec une densité estimée à 24,7 véh/km/voie. La limite théorique entre les NS «E» et «F» est une densité de 28 véh/km/voie. Toutefois, on peut supposer que la densité réelle sur le pont est plus élevée que la densité calculée : en effet, étant donné la congestion récurrente sur les approches du pont aux heures de pointe, on peut estimer que ces dernières fonctionnent au NS «F». En direction inverse de la pointe PM, on note également que le NS est à la limite de «F» avec 4000 véh./h sur deux voies de circulation.

Tableau 2-1 : Définition des niveaux de service

NIVEAU DE SERVICE	DENSITÉ DE LA CIRCULATION véh / km / voie	DESCRIPTION
A	< 7	Écoulement libre. Niveau de confort et d'aisance de conduite excellent.
B	7 à 11	Écoulement stable. Niveau de confort et d'aisance de conduite très bon.
C	11 à 16	Fin de l'écoulement stable de faible densité. Niveau de confort et d'aisance de conduite acceptable.
D	16 à 22	Écoulement stable de haute densité. Importantes restrictions à la vitesse. Niveau de confort et d'aisance de conduite médiocre.
E	22 à 28	Écoulement instable. Capacité de l'élément routier atteinte. Vitesse basse et uniforme. Niveau de confort et d'aisance de conduite nul.
F	> 28	Écoulement forcé ou de congestion.

Sources : MTQ et Transportation Research Board, National Research Council, USA

2.2 ÉVALUATION DE LA DEMANDE EN DÉPLACEMENTS

2.2.1 La demande actuelle

En période de pointe du matin (PPAM)³, le centre-ville de Montréal et sa périphérie immédiate est la destination la plus importante des autos circulant sur le pont (32,6 %). Longueuil et Brossard comptent pour près de 50 % des origines des déplacements-autos; en ajoutant St-Jean-sur-Richelieu et Carignan-Chambly, on atteint presque 69 %.

En période de pointe de l'après-midi (PPPM), les usagers se dirigeant vers Montréal proviennent à 55 % de Longueuil et Brossard, et à 23 % de l'extérieur de la grande région de Montréal, tandis

³ Source : MTQ, Simulations 2006 sur la base de l'enquête origine-destination de 2003

que les usagers sortant de Montréal se dirigent vers Longueuil et Brossard dans une proportion de près de 50 %, mais seulement 10 % vers l'extérieur de ladite région.

Les déplacements faits en transport collectif (TC) sont au moins aussi élevés que ceux faits en automobile. La voie réservée, fonctionnant à contresens de la circulation de 5 h 30 à 9 h 30 et de 15 h 00 à 19 h 30, supporte un achalandage important, tant en termes d'autobus que d'usagers. Comme le démontre le Tableau 2-2, en pointe du matin, plus d'usagers empruntent la voie réservée du pont Champlain que la ligne jaune du métro. En 2010, en période de pointe du matin, c'est près de 20 000 usagers qui utilisent la voie réservée pour autobus sur le pont Champlain, ce qui représente une croissance de 16 % au cours des cinq dernières années. Les nouveaux programmes d'aide du gouvernement du Québec ont fortement encouragé les Autorités organisatrices de transport en commun (AOT) à augmenter leurs offres de service, ce qui attiré une nouvelle clientèle. La croissance future proviendra en grande partie du maintien et de l'amélioration de ces programmes.

Tableau 2-2 : Nombre d'usagers dans la voie réservée du pont Champlain et sur ligne jaune du Métro

MODE DE TRANSPORT	POINTE DU MATIN	24 HEURES
Ligne jaune du métro	16 000	54 000
Voie réservée pont Champlain	20 000	50 000

Sources : RTL et AMT

2.2.2 La demande future

En 2026⁴, avec la configuration actuelle du pont, il est prévu les changements suivants dans les habitudes de déplacements sur le pont Champlain :

- ▶ Augmentation de 4 % pour la période de 24 h,
- ▶ Augmentation de 16 % en PPAM et de 9 % en PPPM dans la direction mineure,
- ▶ Augmentation de 9 à 11 % entre les deux périodes de pointe,
- ▶ Aucun changement sensible en PPAM et en PPPM dans la direction majeure.

À ce stade-ci, il est difficile de se prononcer sur l'évolution de la demande au-delà de 2026. L'implantation d'un système de transport collectif en site propre (TCSP) tel un SLR pourrait

⁴ Source : MTQ, Simulations MOTREM03, année 2026

influencer grandement la demande future en déplacements dans l'axe du pont Champlain, de même que les choix modaux⁵.

2.3 SCÉNARIOS SIMULÉS À L'HORIZON 2026 ET NOMBRE DE VOIES REQUISES

Les scénarios suivants de configuration des voies de l'axe A-15/pont Champlain/A-10 ont fait l'objet de simulations à l'horizon 2026 :

- ▶ 0 : Configuration actuelle : pont (3 voies/dir. majeure⁶, 2 voies/dir. mineure) et A-15 (2 voies/dir.);
- ▶ A : 3 voies/direction sur pont, 2 voies/direction sur A-15;
- ▶ B : 3 voies/direction sur pont, 3 voies/direction sur A-15;
- ▶ C : 4 voies/direction sur pont, 2 voies/direction sur A-15;
- ▶ D : 4 voies/direction sur pont, 3 voies/direction sur A-15.

Les Tableaux 2-3 et 2-4 illustrent, pour chacun des scénarios et pour les périodes de pointe AM et PM respectivement, les débits à prévoir par direction en 2026 sur le pont et sur l'autoroute 15 entre l'île des Soeurs et l'échangeur Atwater, ce tronçon n'étant présentement qu'à 2 voies par direction, contrairement à tout le reste de cette autoroute.

Dans le **Scénario A**, soit lorsque trois voies par direction sont offertes sur le pont (i.e. l'élimination de la voie réservée) et que l'A-15 est maintenue à deux voies, c'est la demande en direction opposée à la pointe qui augmente beaucoup sur le pont (1900 véhicules en PPAM et 3100 véhicules en PPPM) et, dans une moindre mesure, sur l'A-15 (1000 véhicules en PPAM et 400 véhicules en PPPM). Ces résultats suggèrent un besoin de voies additionnelles dans le sens inverse de la pointe, surtout sur le pont.

Dans le **Scénario B**, avec l'A-15 et le pont Champlain à trois voies par direction, une augmentation à peu près uniforme est observée sur tous les tronçons (2 100 à 3 600 véhicules), sauf sur le pont en direction de la pointe, où l'augmentation est relativement faible (600 véhicules), puisque la configuration ne change pas.

Le fait d'ajouter une 4^e voie sur le pont Champlain tout en maintenant la configuration de l'A-15 à deux voies (**Scénario C**) entraîne une augmentation relativement importante de débit sur le pont

⁵ L'étude de 2004 par l'AMT prévoyait un accroissement de 30 % du nombre de passagers en transport collectif en 2016 avec la mise en service d'un SLR

⁶ Direction majeure = vers Montréal en AM, vers Rive-Sud en PM

en période de pointe du matin (2800 véhicules en direction de Montréal et 2300 en direction Rive-Sud) et encore plus importante en période de pointe de l'après-midi (4700 véhicules vers Montréal et 3700 véhicules vers la Rive-Sud). Sur l'A-15, l'augmentation est beaucoup plus faible (400 à 1200 véhicules), vu que la capacité demeure inchangée.

En ajoutant une 4^e voie sur le pont Champlain et une 3^e sur l'A-15 (**Scénario D**), les augmentations de la circulation versus le scénario 0 (actuel) sont très importantes, soit de 2300 à 3700 véh/h le matin, et de 4000 à 5300 véh/h l'après-midi, tant sur l'A-15 que sur le pont.

Tableau 2-3 : Résultats des simulations avec la demande 2026 – Période de pointe AM

DESCRIPTION DU SCÉNARIO	DÉBIT PONT (PPAM – TOUS VÉHICULES)				DÉBIT A-15 (PPAM – TOUS VÉHICULES)			
	DIR. MONTÉAL		DIR. RIVE-SUD		DIR. NORD		DIR. SUD	
	Veh/h	Augm.	Veh/h	Augm.	Veh/h	Augm.	Veh/h	Augm.
0 : géométrie actuelle	17 400	(base)	9 000	(base)	12 400	(base)	9 100	(base)
A : 3v pont - 2v A-15	17 600	+ 200	10 900	+ 1 900	12 400	0	10 100	+ 1 000
B : 3v pont - 3v A-15	18 000	+ 600	11 200	+ 2 200	15 300	+ 2 900	11 200	+ 2 100
C : 4v pont - 2v A-15	20 200	+ 2 800	11 300	+ 2 300	12 800	+ 400	10 300	+ 1 200
D : 4v pont – 3v A-15	20 600	+ 3 200	11 800	+ 2 800	16 100	+ 3 700	11 400	+ 2 300

Tableau 2-4 : Résultats des simulations avec la demande 2026 – Période de pointe PM

DESCRIPTION DU SCÉNARIO	DÉBIT PONT (PPPM – TOUS VÉHICULES)				DÉBIT A-15 (PPPM – TOUS VÉHICULES)			
	DIR. MONTÉAL		DIR. RIVE-SUD		DIR. NORD		DIR. SUD	
	Veh/h	Augm.	Veh/h	Augm.	Veh/h	Augm.	Veh/h	Augm.
0 : géométrie actuelle	11 900	(base)	19 800	(base)	10 900	(base)	12 200	(base)
A : 3v pont - 2v A-15	15 000	+ 3 100	19 900	+ 100	11 300	+ 400	12 200	0
B : 3v pont - 3v A-15	15 400	+ 3 500	20 400	+ 600	14 300	+ 3 400	15 800	+ 3 600
C : 4v pont - 2v A-15	16 600	+ 4 700	23 500	+ 3 700	11 500	+ 600	12 700	+ 500
D : 4v pont – 3v A-15	17 200	+ 5 300	23 800	+ 4 000	14 300	+ 4 000	16 800	+ 4 600

L'analyse des niveaux de service (NS) des différents scénarios montre que le fait d'ajouter une 4^e voie sur le pont (Scénarios C et D) apporterait peu de bénéfice en termes de niveaux de service sur l'axe autoroutier Champlain – A-15, car à la PPPM et incidemment à l'heure de pointe de l'après-midi, le NS demeure à «F» sur le pont et il passe de «E» à «F» sur l'A-15 en direction sud. Nonobstant la dégradation du NS, il faut souligner que ces scénarios apportent une importante augmentation de capacité dans l'axe du pont Champlain. Cette augmentation de la capacité consécutive à une 4^e voie sur le pont Champlain a des effets significatifs sur les autres traversées

du fleuve que sont les ponts Honoré-Mercier, Victoria et Jacques-Cartier, le pont-tunnel Louis-H.-La Fontaine ainsi que le futur pont de l'autoroute 30. En effet, des simulations préliminaires faites au MTQ montrent des réductions relativement importantes du volume de circulation sur ces ponts. Si à première vue cela semble un avantage pour les autres traversées du fleuve, il faut rappeler que ces simulations sont préliminaires et ne prennent pas en compte les effets de congestion et de files d'attente que ces nouveaux afflux de circulation sur le pont Champlain pourraient occasionner sur l'A-15, l'A-10, la route 132 ou l'autoroute (ou boulevard?) Bonaventure.

2.4 RECOMMANDATIONS

L'analyse des résultats des simulations démontre que le Scénario C, soit une configuration du pont Champlain à quatre voies par direction et de l'A-15 à deux voies par direction, n'est pas une solution à retenir. Si le pont était aménagé à 4 voies par direction, il serait primordial que l'A-15 soit élargie à trois voies par direction.

L'ajout d'une quatrième voie par direction sur le pont Champlain permettrait évidemment un débit plus important sur celui-ci. Toutefois, selon la demande simulée pour la PPM de 2026, cette quatrième voie ne permettrait pas d'améliorer les conditions de circulation sur cet axe autoroutier: en effet, que le pont soit à trois ou à quatre voies, le niveau de service demeurerait à «F», tout en entraînant des transferts non négligeables de la circulation depuis les autres ponts vers le pont Champlain. L'analyse détaillée de ces transferts débordant le cadre de la présente étude, leurs impacts -- positifs ou négatifs -- n'ont donc pas été évalués.

Il est difficile de conclure quant à l'opportunité d'une quatrième voie sur le pont Champlain, car l'analyse des niveaux de service a été réalisée essentiellement dans le corridor du pont. Pour ce faire, une analyse plus étendue que le seul corridor du pont Champlain devrait être réalisée, en quantifiant et évaluant les impacts sur les autres traversées du fleuve.

Des largeurs additionnelles de chaussées du futur ouvrage de remplacement devraient être réservées soit pour du transport en commun en site propre ou pour l'insertion de bandes d'arrêt d'urgence (BAU), ou les deux. En effet, la récurrence des incidents sur le pont Champlain et sur l'autoroute Bonaventure (en moyenne 6 par jour), ajoutée aux interventions d'entretien du pont, fait en sorte que l'impact de ces accrocs sur la capacité du pont doit être réduit au minimum.

Bien qu'une certaine réflexion ait été effectuée concernant l'insertion d'une voie réservée au covoiturage et/ou aux camions, la portée de la présente étude n'a pas permis à BCDE de se prononcer d'une façon définitive sur cette question. En effet, les bienfaits de telles voies pour camions ou pour le covoiturage ne se font généralement sentir que lorsqu'elles sont disponibles sur de longues distances et entre des nœuds routiers (échangeurs) majeurs, et lorsqu'elles mènent leurs usagers à des destinations précises et importantes; la présente étude, à toutes fins pratiques limitée au pont Champlain et à ses approches immédiates, ne pouvait pas s'attaquer adéquatement à une telle analyse d'envergure métropolitaine. En outre, serait-il logique,

stratégiquement et économiquement parlant, d'aménager à grands frais une voie réservée au covoiturage en parallèle à un mode de transport collectif en site propre très performant et encore plus coûteux? Quant aux camions, BCDE est d'avis que la solution réside d'abord dans l'élimination de la congestion récurrente actuelle et l'amélioration de la fluidité sur le pont, ces deux objectifs étant fort probablement atteints par l'élimination de la voie réservée à contresens actuelle et l'aménagement de bandes d'arrêt d'urgence sur le pont, et par l'ajout d'une troisième voie dans chaque direction sur l'A-15 entre l'île des Sœurs et l'échangeur Atwater, assurant ainsi une continuité de trois voies par direction le long de cette autoroute sur toute sa longueur dans l'île de Montréal .Cet ajout de voies deviendra d'ailleurs une absolue nécessité advenant la transformation annoncée de l'autoroute Bonaventure en boulevard sur la majeure partie de son tracé.

3 LA GÉOMÉTRIE ET LA VOIRIE

3.1 OBJECTIFS

Le volet *Géométrie et Voirie* a pour objectif de définir les caractéristiques géométriques, les éléments routiers et les coûts de la ou des solution(s) 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 d'élaboration des pistes de solution, on devait d'abord définir les paramètres de conception géométrique à retenir. À cet effet, différentes considérations ont été prises en compte :

- ▶ Pour les solutions pont, un gabarit pour la voie maritime du Saint-Laurent d'une largeur de 117,5 m ayant un dégagement vertical de 35,5 m plus 2 m pour les besoins d'entretien et d'inspection du pont;
- ▶ Un espace en site propre dédié au transport collectif dans les deux directions (autobus ou SLR);
- ▶ L'incidence du profil en long sur la vitesse des véhicules lourds;
- ▶ Des conditions de circulation optimales et sécuritaires;
- ▶ L'impact d'insertion des aménagements terrestres proposés sur le milieu (acquisition, aspect visuel, bruit);
- ▶ L'impact sur l'environnement (site archéologique, frayères);
- ▶ L'intégration des infrastructures existantes et projetées aux approches du pont ou du tunnel;
- ▶ Le maintien de la circulation lors des travaux.

3.2 PARAMÈTRES DE CONCEPTION

3.2.1 Vitesse de conception

La présente infrastructure de transport routier s'inscrit dans le réseau supérieur de la région métropolitaine, essentiellement 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 de plus que la vitesse affichée, qui est et sera encore fort probablement de 70 km/h.

Pour les besoins de la présente étude, BCDE recommande une vitesse de conception de 100 km/h. Il serait souhaitable qu'une étude de vitesse soit effectuée à une phase ultérieure pour valider cette recommandation.

L'influence la plus marquée de cette recommandation se fera sentir au niveau de la courbe verticale au-dessus de la voie maritime, qui correspond présentement à une vitesse de 65 km/h.

3.2.2 Profil en travers

Un premier élément à déterminer dans l'élaboration d'un profil en travers type d'une infrastructure routière est la largeur des voies de circulation. Vu qu'il s'agit ici d'un segment autoroutier exigeant une vitesse de conception de 100 km/h, les normes du ministère des Transports du Québec, de même que celles de l'Association des transports du Canada, recommandent une largeur de 3,7 m par voie.

Ensuite, les normes modernes recommandent dorénavant la présence d'un accotement à droite – ou bande d'arrêt d'urgence – de 3,0 m sur les ponts autoroutiers longs. À gauche, la norme optimale pour des autoroutes de 3 voies par direction est de 3,0 m; cependant un minimum de 1,3 m est recommandé en milieu urbain, ce qui correspond à ce qui existe majoritairement sur le réseau autoroutier de la région de Montréal.

Quant à l'espace requis pour l'implantation de voies réservées pour autobus en site propre, celle-ci doit être d'une largeur d'au moins 6,5 m par direction si ces voies sont séparées l'une de l'autre. Pour un couloir unique où la circulation exclusive des autobus se fait dans les deux directions, une largeur de l'ordre de 9 m serait suffisante. Ces deux dimensions minimales sont aussi plus qu'acceptables pour l'aménagement éventuel d'un système léger sur rails (SLR)⁷.

À cause de la largeur totale requise dans chaque direction, les ingénieurs de ponts ont indiqué qu'un tablier unique serait beaucoup trop large et que chaque direction devra faire l'objet d'un tablier séparé ayant la même largeur, avec un espace suffisant entre les deux pour les besoins d'inspection et d'entretien.

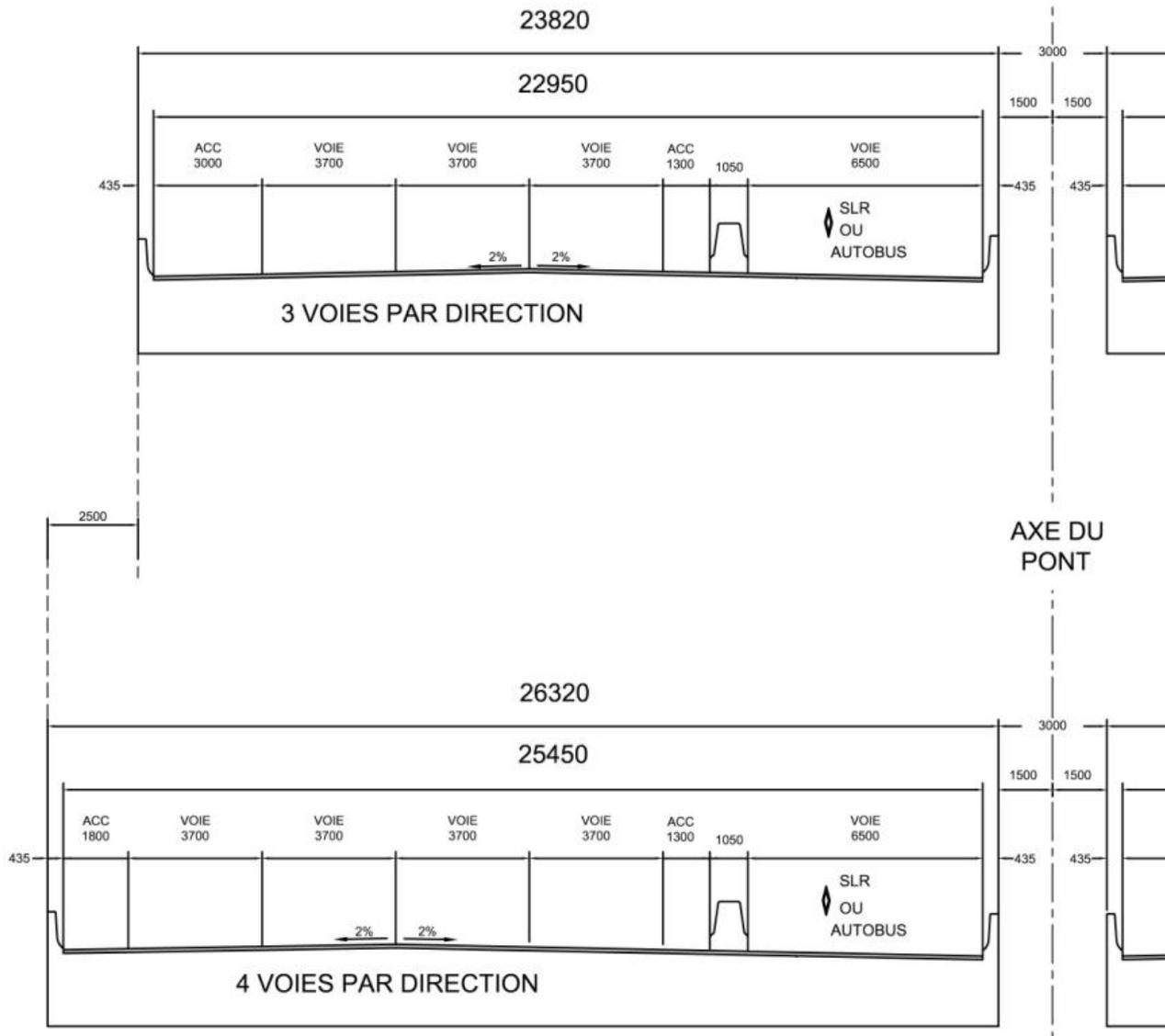
La figure 3-1 illustre d'abord en partie du haut le profil en travers recommandé pour un aménagement à 3 voies ordinaires de circulation par direction plus une voie en site propre pour le transport en commun (TCSP), tel que suggéré au chapitre 3 pour les besoins de circulation. Entre les voies de circulation banales et la voie TC, un séparateur assez large (1050 mm) est prévu pour les supports d'éclairage et de signalisation. L'ensemble résulte en un tablier de 23,82 m pour chacune des deux directions; il est intéressant de souligner ici que chacun de ces tabliers sera plus large que le pont actuel au complet (23,20 m).

Un profil en travers prévoyant 4 voies par direction a aussi été préparé (voir Figure 4-1, partie du bas) pour fins d'analyse comparée des coûts d'une telle option : ce profil en travers prévoit dans chaque direction, en plus de l'espace de 6,5 m pour le TCSP, 4 voies de 3,7 m et des accotements

⁷ Des études ultérieures pour l'insertion d'un SLR pourraient, après analyse des besoins pour déneigement et évacuation d'urgence des passagers, recommander une largeur inférieure.

de 1,8 m à droite et de 1,3 m à gauche, pour un total incluant séparateur et parapets de 26,32 m. Cette option représente donc, pour chacun des deux tabliers, un élargissement de 2,5 m par rapport à l'option à 3 voies.

Figure 3-1 : Profils en travers type pour 3 ou 4 voies + TCSP par direction



3.3 AMÉNAGEMENTS PROPOSÉS

3.3.1 Tracé en plan

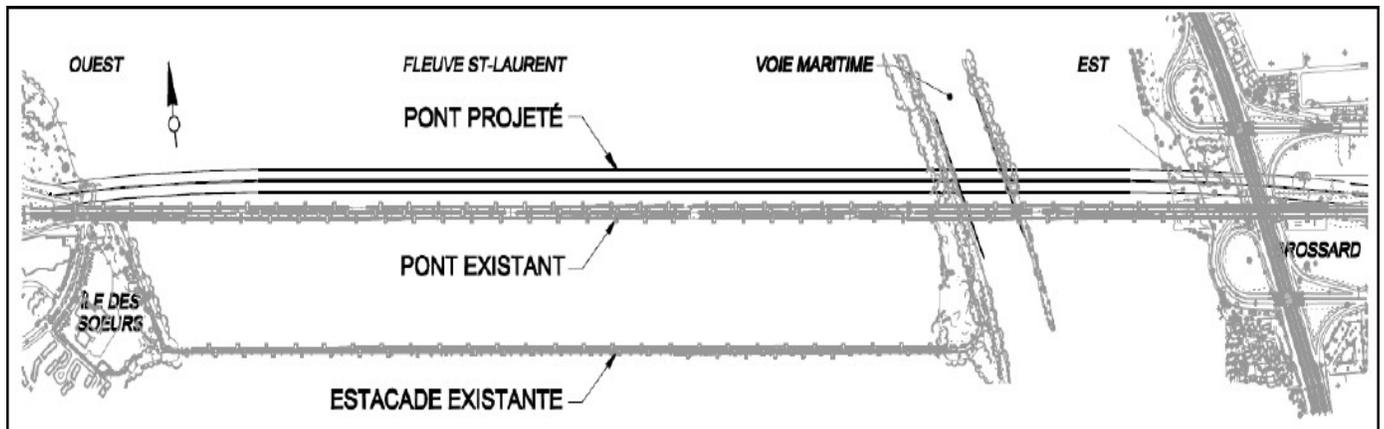
L'axe du nouveau pont – et potentiellement aussi pour une option en tunnel – est recommandé en aval du pont actuel pour les raisons suivantes :

- ▶ Minimiser les impacts du nouveau tracé sur l'île des Sœurs;
- ▶ Faciliter les installations temporaires durant la construction (stabilisation et/ou ancrage des ouvrages temporaires et des barges sur les piliers existants en amont);
- ▶ Offrir une protection des ouvrages temporaires contre les glaces.

Le nouveau pont serait situé à une distance minimale de 10 mètres du pont actuel, afin de permettre une aire de travail suffisante lors de la démolition du pont actuel.

Des rayons de courbure de 5000 m minimum seraient insérés à chaque extrémité de façon à limiter la zone d'intervention aux approches du pont et à assurer un dégagement d'environ 3 m au droit des culées du pont existant. Aussi, l'utilisation de rayons de courbure de 5000 m ou plus permet de conserver un bombement normal tant sur la structure que sur les approches. La Figure 3-2 illustre schématiquement le tracé proposé.

Figure 3-2 : Localisation du nouveau pont Champlain



3.3.2 Profil en long

Outre la vitesse de conception établie à 100 km/h et le gabarit à respecter au-dessus de la voie maritime, les ingénieurs en ponts ont exprimé le besoin d'avoir une courbe circulaire (et non l'habituelle parabolique) de 8000 m pour faciliter un éventuel lançage de sections de pont. Également, ils ont demandé de prévoir des variantes de profil en long pour des épaisseurs de tabliers de 4 et 8 m au-dessus du gabarit de la voie maritime.

La courbure de 8000 m s'avère offrir une visibilité d'arrêt satisfaisante jusqu'à une vitesse légèrement supérieure à 100 km/h. Quant à l'influence de la pente sur la perte de vitesse des véhicules lourds, les analyses ont démontré d'une part qu'il n'y avait pas lieu de diminuer la pente existante de 3,0 %, et d'autre part qu'il n'y aurait pas d'effet négatif important à l'augmenter jusqu'à 3,5 %.

3.4 TRANSPORT COLLECTIF EN SITE PROPRE

L'aménagement de chaussées séparées dédiées exclusivement au transport collectif (TCSP) sur le pont Champlain – que ce soit un système léger sur rails (SLR) ou un service rapide par bus (SRB) – implique que ces infrastructures soient aussi prolongées et/ou raccordées à des aménagements similaires aux deux extrémités du pont.

Sur la Rive-Sud, une chaussée bidirectionnelle pour autobus en site propre existe déjà dans le terre-plein central de l'autoroute 10, lequel aménagement pourrait facilement être adapté pour un éventuel SLR, tel que prévu dans l'étude de l'AMT de 2004. Son raccordement depuis le voisinage du viaduc de la rue Provencher jusqu'aux voies TCSP du nouveau pont, aussi prévues au centre de celui-ci, est des plus simples et a été prévu dans les analyses et estimations de la présente étude.

Du côté de Montréal cependant, de tels raccordements sont moins évidents puisqu'aucune infrastructure de cette nature n'existe encore. Deux variantes ont été analysées relativement en détails, selon qu'un SLR ou un SRB serait envisagé.

Les Figures 3-3 et 3-4 illustrent sommairement ces variantes. La variante SLR comporterait d'abord une station au centre de l'autoroute 15 sur l'île des Sœurs et rejoindrait ensuite le tracé proposé par l'AMT en 2004 en traversant le bras du Saint-Laurent entre l'île des Sœurs et l'île de Montréal. Il est à noter que cette variante a l'avantage de pouvoir être utilisée dans une première étape par les autobus, comme pour le pont Champlain, moyennant certains ajustements très mineurs.

La variante SRB, quant à elle, resterait au centre de l'autoroute 15 jusqu'à l'ouest du pont de l'île des Sœurs, pour ensuite rejoindre l'autoroute Bonaventure actuelle en passant sous la chaussée nord de l'A-15, éliminant ainsi le feu de circulation actuel. Des voies d'accès depuis et vers le

boulevard René-Lévesque permettraient aux autobus de la STM d'emprunter ces voies dédiées pour la desserte de l'île des Sœurs. Comme cette solution ne peut répondre dans le futur aux besoins d'un hypothétique passage au SLR, il faut considérer cette variante comme une solution de longue durée.

Le coût de la variante SLR, entre la culée ouest du futur pont Champlain et son raccordement sur l'île de Montréal, est estimé à environ 55 M\$₂₀₁₀ (excluant la station, le terminus et le stationnement, de même que les honoraires professionnels et les taxes). Celui de la variante SRB pour la partie de l'ouvrage dédiée au transport collectif entre les deux mêmes limites est évalué entre 63 M\$ et 66 M\$ (avec les mêmes exclusions le cas échéant), dépendant du type de structure qui sera retenu pour la reconstruction du pont de l'île des Sœurs; les montants estimatifs pour la variante SRB incluent une provision de 9 M\$ pour l'enlèvement et le remplacement d'environ 100 000 m³ de sols contaminés sur l'île de Montréal.

Figure 3-3 : Tracé de la variante SLR

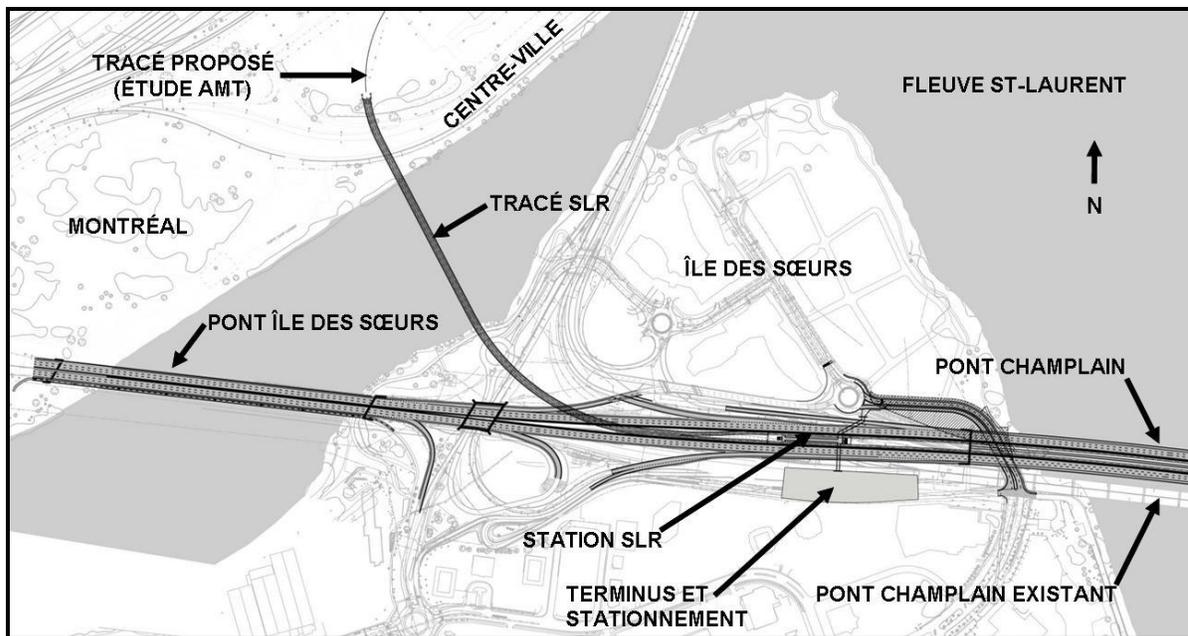
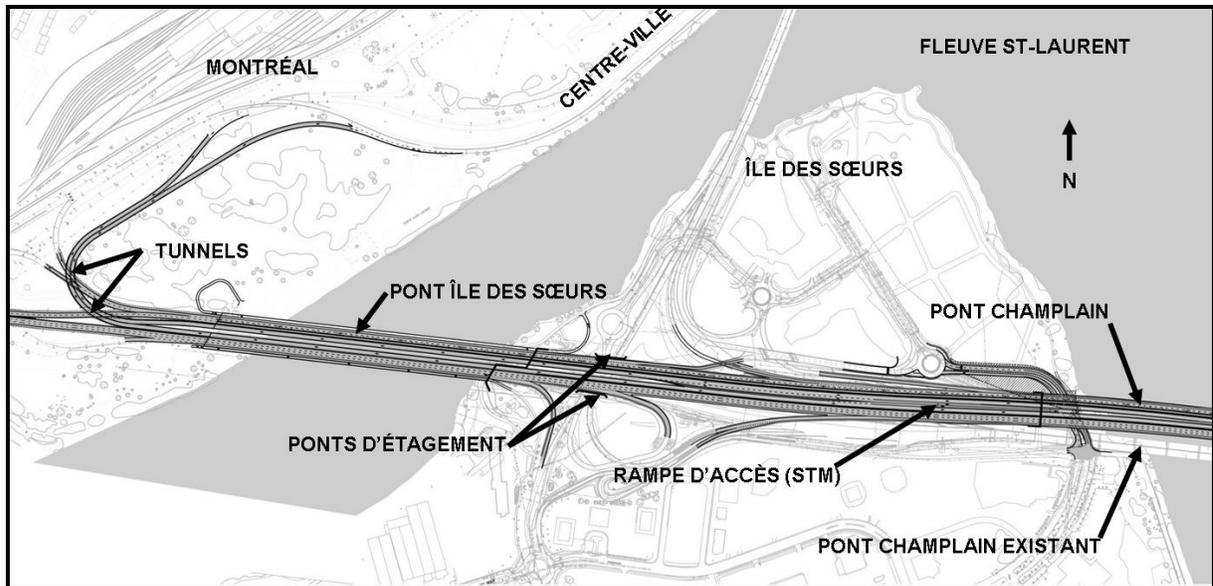


Figure 3-4 : Tracé de la variante SRB



3.5 ÉVALUATION DES IMPACTS

3.5.1 Sur les infrastructures existantes

Le tracé du nouveau pont a été conçu de façon à conserver le plus possible les infrastructures existantes. Toutefois, certains ajustements, de natures relativement mineures vu l'envergure du présent projet, sont nécessaires :

- ▶ Sur l'île des Sœurs :
 - Relocalisation du boulevard René-Lévesque sur environ 300 m,
 - Ajustement d'un carrefour giratoire,
 - Déplacement de la piste cyclable sur 80 m.
- ▶ Sur la Rive-Sud :
 - Les bretelles de sortie et d'entrée de/vers le nouveau pont nécessiteront quelques améliorations et ajustements, surtout au niveau des courbes d'insertion et des voies d'accélération et de décélération.

3.5.2 Sur les acquisitions foncières

Du côté de l'île des Sœurs, les travaux se dérouleront essentiellement du côté nord de l'autoroute; la relocalisation du boulevard René-Lévesque nécessite l'acquisition d'environ 8000 m² de terrain non encore construit.

Pour la traversée du fleuve Saint-Laurent, le nouveau tracé est évidemment à l'extérieur de l'emprise ou servitude actuelle de PJCCI; ceci ne devrait cependant pas poser de problème majeur.

Enfin, sur la Rive-Sud, les travaux prendront place entièrement sur des terrains publics, soit du MTQ (emprises de l'échangeur de la 132 ou de l'autoroute 10), ou soit de la Ville de Longueuil (entre la rive et la route 132).

3.5.3 Sur les services et utilités publics

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 touchés (égout sanitaire, égout pluvial, aqueduc, câbles téléphoniques et électriques souterrains, gazoduc, massif pour conduits électriques et téléphoniques souterrains) sont situés sous la future culée du pont, ainsi que sous le remblai d'approche. Ils devront donc être déplacés le long de la nouvelle géométrie du boulevard René-Lévesque.

Pour ce qui est de la Rive-Sud, l'élément majeur concerne le déplacement d'une portion d'environ 650 m de la ligne à haute tension à 315 kV d'Hydro-Québec longeant le côté nord de l'approche au pont Champlain; plus précisément, ce déplacement implique de déplacer 2 pylônes latéralement d'environ 25 m vers le nord.

3.5.4 Sur l'environnement

Tout comme le pont actuel, le nouveau tracé du pont Champlain traverse trois zones de frayères. De plus ce tracé traverse également une zone archéologique qui est localisée sur l'Îles des Sœurs.

Sur la Rive-Sud, de légers impacts au niveau visuel et du bruit résulteront d'un rapprochement⁸ de quelque 60 m de l'autoroute vers les habitations localisées au nord-est de l'échangeur de la route 132 et d'un rehaussement d'environ 4 m de l'autoroute au-dessus de la 132.

⁸ Distance réduite de 220 à 160 m entre la plus proche maison et l'étagement A-15/R-132.

3.6 MAINTIEN DE LA CIRCULATION

À cette étape, une analyse sommaire de maintien de la circulation durant la construction a été réalisée et 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 périodes de pointe, le maintien des largeurs de chaussée existantes afin de conserver la gestion de la voie réservée aux autobus, et le maintien des accès aux réseaux municipal et autoroutier. L'analyse a permis d'établir qu'il est possible de respecter ces principes lors de la construction du nouvel ouvrage de remplacement du pont actuel; ce type de maintien de circulation est assez conventionnel et il a été amplement éprouvé aux cours des dernières années.

4 LES SOLUTIONS « PONT »

4.1 ÉLABORATION DES SOLUTIONS

Les solutions globales proposées pour le remplacement du pont Champlain actuel par un nouveau pont sont le résultat d'un travail d'intégration des solutions possibles pour chaque tronçon de l'ouvrage, soit le franchissement de la voie maritime et le franchissement du fleuve. Le franchissement de la voie maritime doit tenir compte de contraintes de calendrier très restrictives de construction et de contraintes d'exploitation qui ne sont pas encore complètement définies; il nécessite une travée d'au moins 200 m et dont le dégagement vertical est d'au moins 37,50 m. Quant aux travées pour le franchissement du fleuve, leur longueur optimale a été établie à 80 m, soit près de 50 % supérieure aux travées types existantes (53,75 m), éliminant ainsi une pile sur trois..

Les méthodes de construction ont été un facteur déterminant dans l'élaboration des concepts de structure. Les méthodes envisagées pour le franchissement de la voie maritime sont les suivantes :

- ▶ Le hissage de la travée centrale, en un seul ou en plusieurs segments;
- ▶ Le lancement de l'ossature;
- ▶ La construction par encorbellements successifs.

Pour le franchissement du fleuve, les méthodes de construction envisagées sont :

- ▶ Le montage avec une poutre de lancement;
- ▶ Le lancement de l'ossature;
- ▶ Le montage à la grue.

Les analyses préliminaires de BCDE ont abouti à la proposition de 5 solutions pour la réalisation d'un nouveau pont Champlain, soit :

- ▶ Pont monocaisson en béton précontraint;
- ▶ Pont composite acier-béton;
- ▶ Pont à ossature mixte (tablier en béton reposant sur une structure en acier);
- ▶ Pont à ossature mixte avec des piles en V sur chaque rive de la voie maritime;
- ▶ Pont à haubans, en ossature mixte.

4.2 ANALYSE COMPARATIVE

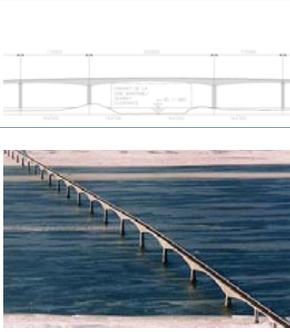
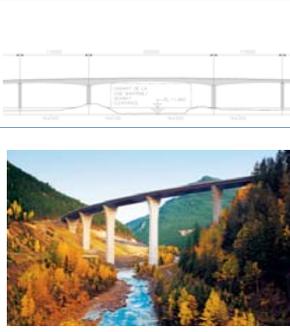
Le Tableau 4-1 présente les principaux avantages et inconvénients de chacune des 5 solutions proposées. On trouvera en annexe 1 des vues en élévation et en coupe de ces solutions.

À ce stade d'étude de pré faisabilité, il a été jugé trop réducteur et peu judicieux de réduire le nombre de solutions. En effet, dans un contexte de contraintes aussi complexes et parfois encore mal définies, il serait prématuré d'écarter des options intéressantes sans les avoir analysées plus en détail en avant-projet. Les questions encore ouvertes concernent en particulier la construction au-dessus de la voie maritime : les autorités de la Corporation de la Voie maritime du Saint-Laurent (CGVMSL) n'ont pas encore pris position face aux questions qui leur ont été posées en mars 2010 concernant la possibilité d'alléger la condition très restrictive de travailler au-dessus de la voie uniquement durant la période hivernale de fermeture de la voie, soit du 1^{er} janvier au 15 février.

Outre les études normalement requises pour la suite d'un projet de cette envergure (géotechnique, bathymétrie, hydraulique, impact environnemental et modèle terrain), il faudra également faire des études particulières dont :

- ▶ Étude de risque pour la Voie Maritime concernant les travaux de construction au-dessus du canal;
- ▶ Étude des surcharges (routières et SLR) applicables pour un pont de cette longueur..

Tableau 4-1 : Analyse comparée des solutions « pont »

CRITÈRES	MONOCAISSON EN BÉTON	COMPOSITE	OSSATURE MIXTE	OSSATURE MIXTE AVEC PILES EN V	À HAUBANS
Image*					
Longueur / Largeur	Longueur totale = ±3 500 m. Travée de la Voie maritime = ± 200 m. Travées courantes = ± 80 m. Largeur totale = 2 tabliers de 23,82 m.				
Description - Voie maritime	Monocaisson en béton précontraint coulé en place et construit par encorbellements successifs.	Combinaison béton et acier : partie centrale de la travée principale en acier encadrée par des travées en béton.	En ossature mixte.	En ossature mixte avec des piles en V.	Pont à haubans en ossature mixte avec un seul pylône.
Description - Travées courantes	Monocaisson en béton préfabriqué.	En béton préfabriqué ou en ossature mixte	En ossature mixte.	En ossature mixte.	En ossature mixte.
Contraintes de construction	Courtes périodes répétitives de travaux au-dessus de la Voie maritime.	Fermeture de la voie maritime pendant le hissage de la travée principale	Courtes périodes répétitives de travaux au-dessus de la Voie maritime (bétonnage de la dalle).	Courtes périodes répétitives de travaux au-dessus de la Voie maritime (bétonnage de la dalle). Si la travée principale est hissée, fermeture de la voie maritime pendant cette opération.	Courtes périodes répétitives de travaux au-dessus de la Voie maritime (bétonnage de la dalle). Fermeture de la voie maritime pendant le hissage des tronçons de la travée principale
Coût direct de construction	830 M\$	895 M\$	775 M\$ bipoutres 910 M\$ caissons	910 M\$	910 M\$

CRITÈRES	MONOCAISSON EN BÉTON	COMPOSITE	OSSATURE MIXTE	OSSATURE MIXTE AVEC PILES EN V	À HAUBANS
Coût d'exploitation et entretien	Problématiques différentes mais solutions globalement équivalentes				
Délai de construction	Solutions équivalentes à ce stade des études.				
Impacts environnementaux	Impacts minimales : le nombre de piles est diminué par rapport à l'existant				
Esthétique/ Impact Visuel	Solution de base	Solution de base	Solution de base	Solution signature	Solution signature
Approches	Approche Est : impact visuel et sonore du fait du déplacement du tracé en direction Nord, à proximité du secteur résidentiel, et du rehaussement plus ou moins prononcé du profil en long.				
Avantages	Moindre variabilité du prix du béton. Amélioration de la qualité due à la préfabrication.	Tablier léger, charges réduites sur fondations pour les travées courantes.	Tablier léger, charges réduites sur fondations	Tablier léger, charges réduites sur fondations. Travée principale plus courte permettant le lançage d'un seul côté. Bon effet visuel.	Tablier léger, charges réduites sur fondations. Bon effet visuel.
Inconvénients	Section monolithique rendant les réparations lourdes très complexes.	Liaison entre partie métallique et partie en béton.	Lançage des deux côtés requis	Construction complexe des piles en V	Construction complexe des haubans

5 LES SOLUTIONS « TUNNEL »

Le présent sous-volet de l'étude de préféabilité était destiné à mieux cerner la problématique d'un remplacement du pont Champlain par un tunnel.

Le volet « tunnel » s'est déroulé en deux étapes successives :

La partie A, *Recensement des alternatives possibles*, a fait la comparaison entre les différentes alternatives de remplacement du pont Champlain actuel par une infrastructure en tunnel. Une solution a été retenue à la suite de cette analyse.

La partie B, *Développement de la solution retenue*, a permis une analyse plus détaillée de cette solution.

5.1 RECENSEMENT DES ALTERNATIVES POSSIBLES

Lors de cette première partie de l'étude, quatre solutions ont été examinées :

- ▶ Deux solutions de tunnels forés,
- ▶ Une solution de tunnel sous-fluvial à faible profondeur comportant deux méthodes possibles de construction.

5.1.1 Solutions tunnel foré

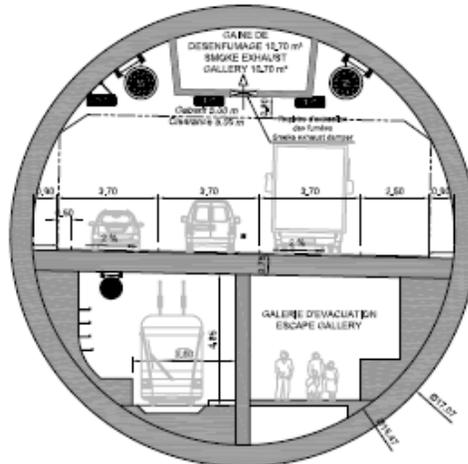
Les solutions du tunnel foré, à cause de leur importante profondeur sous le lit du fleuve, ne permettent pas de rétablir les échanges sur l'île des Sœurs non plus qu'avec l'autoroute Bonaventure et la route 132. Les raccordements en extrémité de tunnel sont très complexes et ont un impact très important sur le foncier et de nombreux bâtiments devront être acquis et démolis. La maîtrise foncière constitue un risque important de coût et de délai.

La construction d'une station souterraine pour le TCSP sur l'île des Sœurs est possible l'accès étant alors assuré par un puits et des ascenseurs et / ou des escaliers roulants

Les deux solutions sont réalisées au tunnelier :

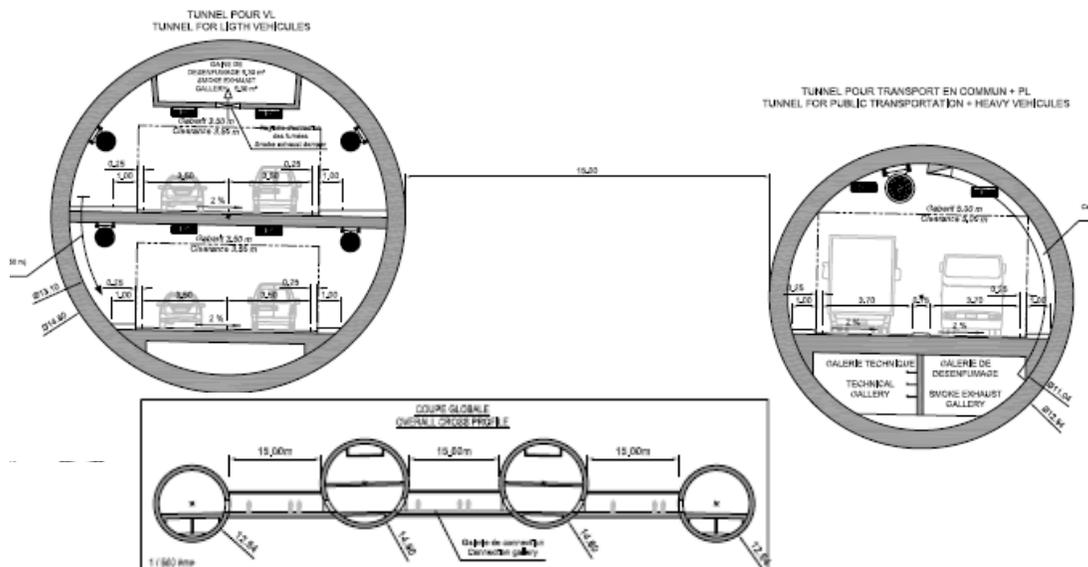
- ▶ La variante A comporte deux tubes forés de l'ordre de 17 m de diamètre, et deux niveaux superposés. Dans chaque tube le niveau supérieur est dédié aux trois voies du trafic routier, alors que le niveau inférieur est dédié à une voie pour le TCSP et une galerie d'évacuation des usagers, (voir figure ci-contre). L'évacuation des usagers est assuré par des toboggans reliant le niveau supérieur vers la galerie d'évacuation La dimension du tunnelier est voisine de la limite des technologies actuelles.

Figure 5-1 : Profil en travers type, Variante A



- ▶ La variante B comporte quatre tubes forés, reliés par des galeries, qui permettent l'évacuation d'un tube vers l'autre. Dans chaque sens de circulation :
 - Un tube de 14,60 m de diamètre, dédié au passage des véhicules légers sur quatre voies réparties sur deux niveaux,
 - Un tube de 12,64 m de diamètre dédié au passage des véhicules lourds et des TCSP sur rail ou sur pneus.

Figure 5-2: Profil en travers type, Variante B



La ventilation sanitaire des tunnels est assurée par une ventilation longitudinale avec des accélérateurs en plafond. L'air est puisé sur chacune des têtes ainsi que par un puits situé sur l'île des Sœurs.

En cas d'incendie les fumées sont aspirées par l'intermédiaire de trappes motorisées télécommandées, puis par une gaine d'extraction située selon le cas en voûte ou sous la zone de circulation. Les fumées sont rejetées aux têtes du tunnel, ou sur l'île des Sœurs par l'intermédiaire d'une usine de ventilation sur chacun des sites et de petites cheminées assurant la diffusion.

L'évacuation des usagers en cas d'incendie est assurée :

- ▶ Pour la variante A : i) par des toboggans assurant la communication entre la chaussée et la galerie d'évacuation – ii) par des liaisons directes à niveau vers la galerie d'évacuation, à travers des portes coupe-feu pour les usagers du TCSP. L'évacuation est ensuite assurée en direction des têtes de tunnel ou par un accès spécifique situé dans le puits de l'île de Sœurs,
- ▶ Pour la variante B : l'évacuation entre le niveau supérieur et le niveau inférieur du tube réservé au trafic des véhicules légers (VL) est assuré par des toboggans. L'évacuation entre le niveau inférieur de ce tube VL, et le tube TCSP et PL (poids lourds) et vice –versa est assuré par des galeries de jonction entre tube. L'évacuation est ensuite assurée par un tube sain mis hors circulation, soit en direction des têtes de tunnel, soit en direction du puits de l'île de Sœurs.

5.1.2 Solutions de tunnel sous-fluvial

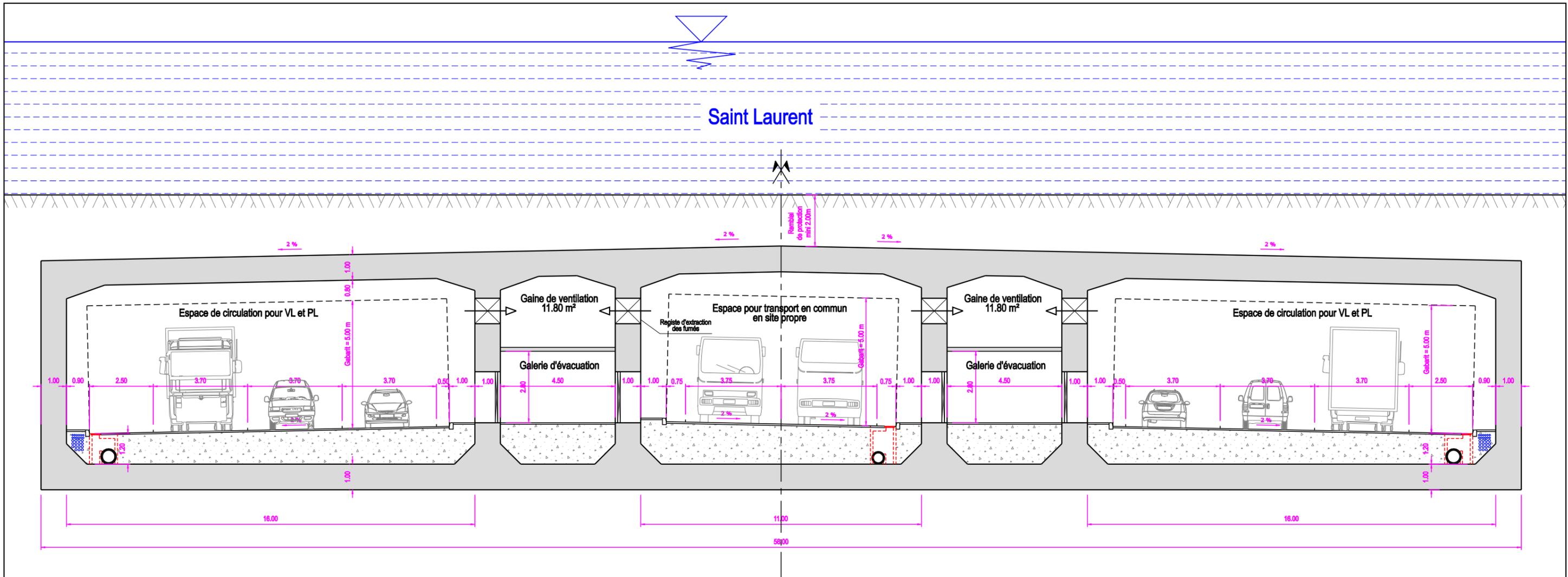
La solution de tunnel à faible profondeur, construit soit par immersion de caissons préfabriqués soit par des méthodes traditionnelles à sec dans une enceinte protégée par un batardeau, permet de maintenir la totalité des échanges et dessertes existants sur les berges ainsi que sur l'île des Sœurs.

Le profil en travers type est identique pour les deux solutions. Il comporte (voir la Figure 6-3) :

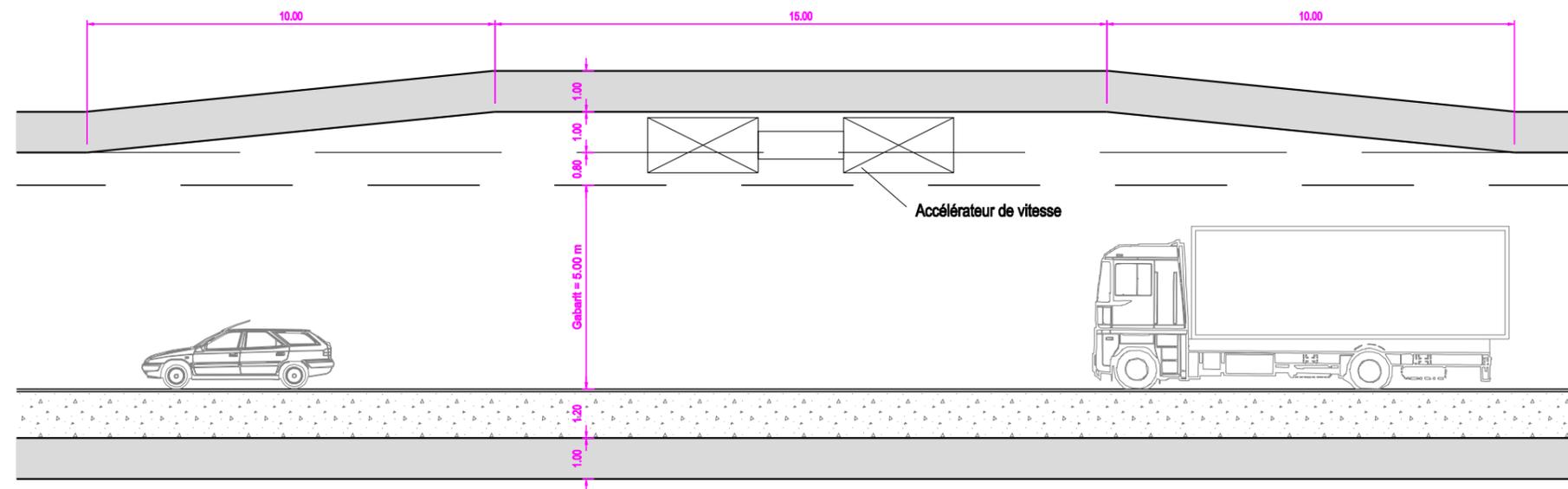
- ▶ Deux sous-espaces dédiés aux transports routiers avec 3 voies de circulation pour chaque sens de circulation,
- ▶ Un sous espace avec deux voies de circulation (une dans chaque sens) pour les TCSP,
- ▶ Deux galeries d'évacuation des usagers en cas d'incendie.

La ventilation sanitaire est assurée par un système de ventilation longitudinale avec des accélérateurs placés en plafond. L'extraction des fumées en cas d'incendie est assurée par l'intermédiaire de trappes motorisées télécommandées et deux gaines d'extraction placées au-dessus des galeries d'évacuation.

L'évacuation des usagers routiers ou de ceux du TCSP est assurée par les deux galeries d'évacuation et des portes coupe feu espacées de 100 m et assurant l'accès.



Niche localisée au plafond au droit des accélérateurs



IND.	0	21/01/01	Edition du document	VB	VB	BF
			MODIFICATION	Conçu	Etabli	Vérifié

5.1.2.1 Construction par la méthode des caissons immergés

La méthode de construction par caissons immergés consiste à :

- ▶ Pré-fabriquer des tronçons de tunnel de l'ordre de 100 m de longueur dans une darse (cale sèche),
- ▶ Immerger la cale de façon à permettre aux éléments préfabriqués de flotter,
- ▶ Les transporter par flottage sur leur lieu de mise en œuvre, puis les immerger par ballastage dans une fouille et sur des plots de fondations réalisés préalablement.

Les caractéristiques du lit du Saint-Laurent, et notamment le faible tirant d'eau, imposent de disposer d'une cale sèche au voisinage immédiat de l'ouvrage et de bénéficier de la fouille pour avoir le tirant d'eau indispensable pour le transport des éléments.

En raison de l'importance de l'espace nécessaire et des besoins d'accès, cette darse ne peut être réalisée que dans le prolongement de la pointe nord de l'île des Sœurs en empiétant dans le lit du Saint-Laurent. Or, cette zone est très sensible du point de vue écologique, et la construction d'une telle darse conduirait à la destruction de cet écosystème terrestre et aquatique.

5.1.2.2 Méthode de construction « à sec » entre batardeaux

La méthode de construction « à sec » in situ à l'intérieur d'une enceinte protégée par des batardeaux présente beaucoup moins d'impact sur l'environnement. Cet impact peut être de plus minimisé de par la flexibilité du chantier par rapport aux périodes annuelles sensibles, ainsi que par les durées très réduites des travaux maritimes. L'ensemble des accès au site des travaux peuvent se faire par voie terrestre en utilisant le tronçon de tunnel déjà construit. Cette solution a un impact assez faible sur l'écoulement du Saint-Laurent. Les dispositions envisagées à l'heure actuelle conduisent à construire des batardeaux d'une longueur égale à 10% de la largeur du lit entre l'île des Sœurs et la digue de la voie maritime.

Le franchissement de la voie maritime en rive droite ne peut être réalisé qu'en utilisant la méthode de construction en tunnel immergé compte tenu de la durée très courte des périodes annuelles de fermeture au trafic maritime. Trois périodes hivernales sont nécessaires pour réaliser les travaux.

5.1.2.3 Impact environnemental

La méthode de construction avec des batardeaux est moins pénalisante pour l'environnement que la méthode du tunnel immergé. Cela provient essentiellement de :

- ▶ la suppression de la darse de l'île des Sœurs, et de la destruction du milieu aquatique qu'elle entraînait dans une zone sensible,
- ▶ de la réduction très importante des travaux maritimes, et notamment des terrassements sous l'eau. Les matériaux sont extraits à sec dans des conditions d'exploitation industrielle. Ceci permet d'éviter la pollution de l'eau par les matériaux fins en suspension. L'excédent des matériaux de déblais extraits à sec peuvent être transportés à l'extérieur du chantier sans risques de salissures des itinéraires utilisés.

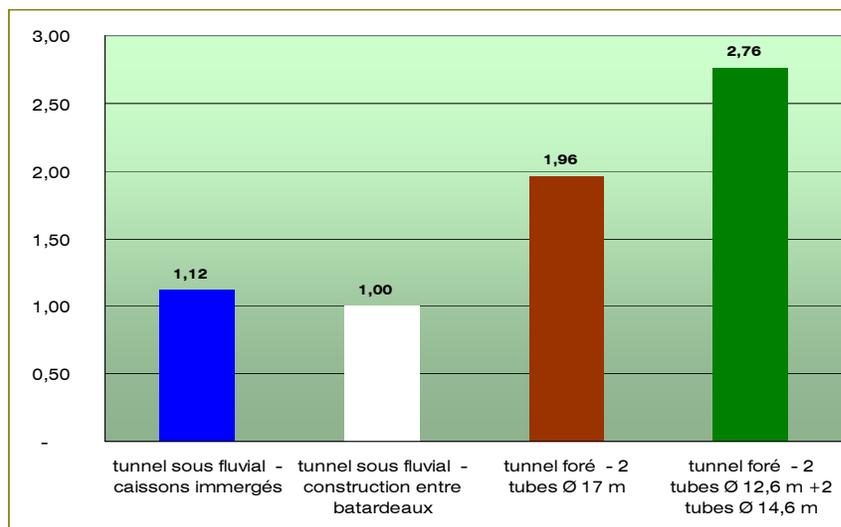
5.1.3 Coûts et délais de construction

Les délais de construction n'ont pas été examinés en détail lors de cette première étape. Les délais de construction pour les solutions de tunnel foré au tunnelier sont les plus longs compte tenu des délais de construction des machines, puis ensuite de leur réutilisation d'un tube sur l'autre.

Les coûts de construction varient d'une façon très importante d'une solution à l'autre. Les solutions de tunnel foré sont pénalisées par la longueur des ouvrages et l'impact très importants dans les zones de raccordement. La solution tunnel immergée est pénalisée par l'importance de la darse de l'île des Sœurs et le volume des travaux maritimes, notamment des terrassements sous l'eau.

Le graphique ci-contre représente les coûts relatifs des quatre solutions, la solution du tunnel sous-fluvial construit entre batardeaux étant prise comme base de référence.

Figure 5-4 : Comparaison des coûts de construction



5.1.4 Tableau comparatif des solutions tunnels

Le tableau 5-1 ci-après récapitule les principaux critères comparatifs des quatre solutions analysées. La notation de chacune des solutions est représentée par un « code couleurs » dont la définition est la suivante :

vert = favorable **jaune** = peu favorable **rouge** = défavorable **noir** = très défavorable

Ce tableau fait ressortir l'avantage de la solution du tunnel à faible profondeur construit entre batardeaux. Une coupe type de cette solution a été présentée à la Figure 5-3. Les montants figurant dans ce tableau sont exprimés en millions de dollars hors taxes. Ils ne comprennent pas :

- de « contingence » (provision financière de l'ordre de 25 % à ce stade des études),

- ▶ les études complémentaires spécifiques : investigations de sol, essais de laboratoire, relevés topographiques et bathymétriques, études des glaces, enquêtes et études sur le transport des matières dangereuses, études environnementales détaillées,
- ▶ le contrôle des matériaux,
- ▶ les fouilles archéologiques,
- ▶ les compensations environnementales.

Tableau 5-1 : Analyse comparative multicritère des solutions « tunnel »

CRITÈRES	SOUS FLUVIAL, CAISSONS IMMERGÉS	SOUS FLUVIAL, ENTRE BATARDEAUX	FORÉ, 2 TUBES	FORÉ 4 TUBES
Longueur	3730 m tunnel + tranchées couvertes	3730 m tunnel + tranchées couvertes	6960 m tunnel + tranchées couvertes	6960 m tunnel + tranchées couvertes
Nombre de voies	2 x 3 + 2 TCSP – aménagement possible 4 ^{ème} voie	2 x 3 + 2 TCSP- aménagement possible 4 ^{ème} voie	2 x 3 + 2 x 1 SLR – quatrième voie impossible	2 x 4 auto + 2 x 1 camion + 2 x 1 bus ou SLR
Fonctions échanges et raccordements	Tous raccordements et échanges existants assurés	Tous raccordements et échanges existants assurés	Pas de raccordement R-132, Ile des Sœurs, Bonaventure	Pas de raccordement R-132, Iles des Sœurs, Bonaventure
Impact foncier et habitat	Pas d'impact	Pas d'impact	Fort impact dans zones de raccordement	Très fort impact dans zones de raccordement
Impact hydraulique	Impact faible – travaux sous l'eau	Impact modéré dû auxatardeaux	aucun	Aucun
Impact / milieu aquatique	Très fort : risque de pollution de l'eau – frayères au droit de la darse	Modéré : réalisation desatardeaux et fondations	aucun	aucun
Coûts directs de construction	1 540 M\$	1 370 M\$	2 680 M\$	3 780 M\$
Complexité technique de construction	Méthode éprouvée, déjà utilisée à L.-H.-La Fontaine – concurrence limitée	Batardeaux en rivière	2 tubes de grande longueur – diamètre à la limite de la technologie TBM	4 tubes + Complexité des raccordements
Coûts d'exploitation	Moyens : Ensemble monobloc de longueur moyenne	Moyens : Ensemble monobloc de longueur moyenne	Élevés : 2 gros tubes indépendants et très longs	Très élevés : 4 tubes indépendants et très longs
Impact et déviations pendant les travaux	Déviations locales limitées de faible durée	Déviations locales limitées de faible durée	Déviations de longue durée dans les zones de raccordement	Déviations de très longue durée dans les zones de raccordement
Déplacements de réseaux	Pas de réseaux majeurs recensés	Pas de réseaux majeurs recensés	Réseaux majeurs en rive gauche	Réseaux majeurs en rive gauche

CRITÈRES	SOUS FLUVIAL, CAISSONS IMMERGÉS	SOUS FLUVIAL, ENTRE BATARDEAUX	FORÉ, 2 TUBES	FORÉ 4 TUBES
Acceptabilité	Impact de la darse et des terrassements en rivière	Pas d'impact majeur	Nombreuses expropriations – Échanges impossibles avec île des Soeurs, Bonaventure et R-132	nombreuses expropriations – Échanges impossibles avec île des Soeurs, Bonaventure et R-132
Appréciation globale	Peu favorable	Favorable	Défavorable	Très défavorable

5.1.5 Solution retenue

A la suite de cette première partie d'études, il a été décidé de retenir la solution de tunnel sous-fluvial construite à sec entre batardeaux.

Cette solution permet de rétablir tous les raccordements et échanges existants en rive droite du Saint-Laurent ainsi que sur l'île des Soeurs. C'est la solution la plus économique, et la moins intrusive du point de vue environnemental et développement durable. Sa méthode de construction est assez flexible et permet une bonne adaptation aux différentes contraintes notamment climatiques, environnementales, ainsi qu'à celles qui résultent de l'exploitation de la voie maritime.

5.2 DÉVELOPPEMENT DE LA SOLUTION RETENUE

Cette deuxième partie de l'étude a porté sur l'analyse plus détaillée des éléments principaux de la solution retenue de 2 x 3 voies de circulation + 2 voies pour le TCSP. Un profil en travers type de cette solution a été présenté précédemment à la Figure 5-3.

Parallèlement à ces analyses, deux autres options ont aussi été considérées et évaluées : une option comportant une plateforme à 2 x 4 voies au lieu de 2 x 3 voies, et une autre offrant une plateforme à 2 x 3 voies sans TCSP..

5.2.1 Les éléments principaux

5.2.1.1 Tracé en plan et profil en long

Les dispositions de l'analyse préliminaire ont été confirmées, affinées et améliorées.

- ▶ Le tunnel est toujours situé à l'aval du pont Champlain.
- ▶ Le tracé a été légèrement décalé afin d'améliorer la géométrie, d'optimiser les raccordements, et de mieux prendre en compte les méthodes de construction, et la place nécessaire à l'évolution des engins de travaux maritimes pour la construction et les déplacements des batardeaux,
- ▶ Le profil en long a été optimisé avec un triple objectif de :
 - réduction des pentes - amélioration de la capacité de l'ouvrage – optimisation des coûts d'exploitation,

- optimisation des coûts de construction,
- meilleure prise en compte des méthodes de construction notamment pour la traversée de la voie maritime.

La longueur du tunnel est de 3610 m. Il est prolongé par une trémie de 120 m en rive droite, et une trémie de 100 m sur l'île des Sœurs.

5.2.1.2 *Ouvrages de raccordement et d'échanges*

Les raccordements autoroutiers à l'ouest et à l'est, ainsi que le remodelage des échangeurs sur les deux rives du Saint Laurent ont été analysés, les implantations et les profils en long étudiés.

La faisabilité de ces raccordements et échanges, dans des conditions similaires à celles qui existent à ce jour, sont confirmées, moyennant les adaptations nécessaires. En rive droite :

- ▶ Le rayon de la bretelle d'entrée d'A 132 vers le tunnel a été réduit à 58 m,
- ▶ En corolaire, le rayon de la bretelle de sortie du tunnel vers l'A 132 a été augmenté à 108 m.

Tous les mouvements et échanges actuels sont conservés dans l'aménagement définitif et sont maintenus en exploitation pendant toute la durée des travaux, à l'exception de la coupure d'une durée très limitée de la bretelle d'entrée de l'île des Sœurs vers le tunnel, ainsi que de la bretelle de sortie du tunnel vers l'A 132. Les travaux correspondants ne peuvent être en effet achevés qu'après la mise en service du tunnel. Des déviations peuvent toutefois être mises en place sans difficulté majeure.

5.2.1.3 *Section fonctionnelle*

La section fonctionnelle est inchangée, mise à part les deux galeries d'évacuation qu'il a été nécessaire de porter à 5,25 m (au lieu de 4,50 m) afin de dégager la section transversale nécessaire aux gaines de désenfumage (voir Figure 5-3).

Cette modification résulte du pré-dimensionnement des installations de ventilation, et notamment de l'optimisation des pertes de charges aérauliques.

5.2.1.4 *Structures de génie civil*

Le dimensionnement de la structure de génie civil est confirmé pour la section typique de l'ouvrage, avec une épaisseur de 1,00 m de béton précontraint.

Une structure renforcée a été créée pour les secteurs de plus forte couverture, au droit de la voie maritime, des digues, ainsi qu'au droit des batardeaux provisoires. L'épaisseur des dalles, ainsi que celle des voiles extérieurs est portée à 1,50 m.

La structure est précontrainte longitudinalement (dalle inférieure – dalle supérieure – voiles extérieurs), transversalement (dalle inférieure - dalle supérieure) et verticalement (voiles extérieurs).

L'intrados des espaces de circulation, ainsi que celui des gaines de ventilation est revêtu d'une protection thermique destinée à protéger la structure en béton précontraint lors d'un incendie. Cette protection d'une épaisseur décimétrique n'a pas été dimensionnée de façon précise à ce niveau d'étude préliminaire, car il est nécessaire de procéder à des simulations en 3 D de différents scénarios d'incendie, afin de déterminer la température auxquels les intrados de structure sont exposés, et la durée de cette exposition.

5.2.1.5 Installations de ventilation

Les installations de ventilation ont été pré-dimensionnées pour les conditions de ventilation sanitaire, ainsi que pour un incendie avec une puissance de 50 MW. Le scénario d'un incendie de 200 MW a également été examiné.

Les concepts de l'étude initiale sont confirmés. L'installation de ventilation comporte :

- ▶ des accélérateurs en plafond (logés dans des bossages) pour assurer la ventilation courante des espaces de circulation, et pour manager le confinement des fumées en cas d'incendie,
- ▶ deux gaines de désenfumage dotées de trois ventilateurs d'extraction installés dans les usines implantées sur chacune des deux têtes. Ces trois ventilateurs sont communs aux deux gaines : deux ventilateurs en fonctionnement et un en secours. Le rejet des fumées se fait par une cheminée implantée sur chacune des deux têtes de tunnel,
- ▶ deux ventilateurs (un sur chaque tête) pour insuffler de l'air frais dans la galerie d'évacuation, et la mettre en légère surpression pour éviter la pénétration des fumées lors de l'ouverture des portes des issues de secours par les usagers quittant le tunnel lors d'un incendie.

5.2.1.6 Équipements d'exploitation et de sécurité

Les équipements d'exploitation et de sécurité sont décrits et partiellement pré-dimensionnés, notamment pour permettre la définition des schémas fonctionnels des locaux techniques et des bâtiments de tête de tunnel.

Une usine de ventilation et des locaux techniques comportant les stations électriques, locaux MT, BT et courants faibles sont implantés sur chacune des deux têtes.

Ce bâtiment est complété sur la tête île des Sœurs par un poste de contrôle et de supervision, ainsi que par un centre d'entretien de maintenance et d'intervention.

5.2.1.7 *Approche préliminaire des dispositions relatives à la sécurité et aux TMD*

Les conditions relatives à la sécurité ont été analysées de façon plus détaillée pour la solution « tunnel », et les dispositions relatives aux équipements de sécurité, aux évacuations et à l'accès des services d'intervention sont confirmées. Il convient de garder à l'esprit que la solution « pont » ainsi que les tronçons à l'air libre en amont et en aval des ouvrages ne sont pas exempts de risques liés au transport des matières dangereuses (TMD). Un accident important de TMD peut dans certains cas être plus critique à l'air libre qu'en tunnel, où la ventilation permet en effet de maîtriser la propagation des fumées toxiques, et d'en protéger les usagers situés au voisinage.

La problématique du transit des TMD a été approfondie sur les bases des informations contenues dans le rapport sur la circulation des TMD dans la Montérégie. Le trafic des TMD est assez faible et plus ou moins réparti entre les différents franchissements, en fonction des produits transportés, leurs origines et destinations. Cette analyse laisse entrevoir des solutions possibles, compatibles avec le transit en tunnel, et le niveau de sécurité requis. Ces solutions sont basées sur :

- ▶ une meilleure répartition des flux selon les types de produits transportés,
- ▶ des restrictions de trafic,
- ▶ une réglementation des TMD dans le tunnel, associé au flux horaire du trafic et à la période de la journée.

Un scénario d'incendie de 200 MW a été analysé : il laisse apparaître des risques très limités et maîtrisables, dans la mesure où cet incendie intervient en dehors des périodes de fort trafic.

Cette analyse préliminaire et limitée TMD nécessitera d'être approfondie si cette solution est retenue; cela requerra la réalisation d'une enquête plus élargie, une modélisation 3D de l'incendie de 200 MW en tunnel, l'analyse des origines et destinations par nature de produits transportés, le recensement des itinéraires alternatifs potentiels et des risques auxquels ces itinéraires pourraient être soumis en cas de transfert d'une partie du trafic TMD

5.2.1.8 *Méthodes de construction*

Les concepts des méthodes de construction présentés dans l'étude préliminaire ont été analysés en détail, les phasages de construction sont précisés, et les ouvrages provisoires tels les batardeaux ont été pré-dimensionnés.

Trois modes de construction sont mis en œuvre :

- ▶ Un mode traditionnel pour les ouvrages à terre ferme,
- ▶ Une construction à sec à l'intérieur d'une enceinte protégée par des batardeaux pour la traversée fluviale sous le Saint Laurent.
 - Ces batardeaux sont constitués par des caissons métalliques flottables, immergés en place par lestage avec du sable, sur leur lieu de mise en œuvre. Les dispositions d'étanchéité, de

stabilité, de flottabilité, de démontage et de transfert ont fait l'objet d'une étude approfondie et son présentées dans le rapport

- La flexibilité des méthodes proposées et de leur mise en œuvre, l'absence de terrassements en rivière, permettent également de satisfaire aux contraintes environnementales,
- Tous les travaux sont réalisés à sec à l'intérieur de l'enceinte, et tous les transports sont assurés par voie terrestre en utilisant le tronçon de tunnel déjà construit, remis en eau sous le lit du Saint Laurent.
- La dimension des batardeaux a été limitée à 410 m à défaut de disposer d'une étude hydraulique détaillée. Cette dimension, qui a un poids sensible sur le délai d'exécution, devra être optimisée et, le cas échéant, modulée selon les saisons (risques de crues et occurrence) à la suite de l'étude hydraulique détaillée.
- ▶ Un mode mixte d'exécution pour la traversée de la voie maritime et du plan d'eau jointif :
 - Le plan d'eau jointif est traversé par la méthode de construction entre batardeaux,
 - Le tronçon de tunnel sous la voie maritime, d'une longueur de 305 m est construit en utilisant la technique des caissons préfabriqués immergés. La fouille sous la voie maritime est réalisée sous l'eau pendant les périodes annuelles d'arrêt de la navigation avec des moyens mécaniques (dragage des terrains meubles, extraction à la fraise des schistes). Les caissons sont construits à sec dans une cale sèche aménagée en réutilisant l'enceinte de batardeau mise en œuvre pour construire le tronçon de tunnel sous le plan d'eau jointif. Cette disposition, qui limite l'impact du chantier sur l'environnement, conduit à adopter des dispositions particulières : (i) réduction à 102 m de la longueur de chacun des 3 caissons – (ii) adjonction de flotteurs pour permettre le transport de ces éléments compte tenu du tirant d'eau réduit à 9,0 m du fait de la présence du tronçon de tunnel construit au préalable en place,
 - Les méthodes proposées sont très flexibles, peu intrusives et pourraient en partie être réalisées pendant les plages journalières de faible trafic maritime.

5.2.1.9 *Planning prévisionnel des travaux*

Le planning prévisionnel des travaux fait ressortir un délai de 59 mois à compter du début de la période de préparation. Ce planning prend en compte les interruptions hivernales, les contraintes environnementales de suspension des travaux en rivière, ainsi que de la période d'interdiction de travaux dans l'emprise de la voie maritime.

Ce délai est susceptible d'être optimisé dans la mesure où la longueur des batardeaux pourrait être augmentée, et où un certain nombre de travaux non intrusifs et compatibles avec le trafic maritime et sa sécurité pourraient être réalisés en dehors de la période de fermeture de la voie maritime à la navigation.

5.2.1.10 Coûts de construction et d'exploitation

Le montant prévisionnel des travaux de construction s'élève à 1.907 M\$ hors taxes valeur 2010. Ce montant comporte une provision financière (ou contingence) de 25%, les frais d'acquisitions foncières et de déplacement des services d'utilités publiques, ainsi que les frais de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre, les études complémentaires visées au § 5.3 ci-dessous, les prestations de suivi des travaux et de contrôle des matériaux, ainsi que les indemnités environnementales.

Les frais d'exploitation sont à dissocier en :

- ▶ frais annuels d'exploitation et de maintenance courante estimés à 7.920 k\$ HT valeur 2010,
- ▶ frais d'entretien majeur, qui interviennent à compter de la dixième année après la mise en service de l'ouvrage, hors constitution du stock de pièces de rechange, qui intervient la première année. La constitution initiale de ce stock, ainsi que sa mise à jour sont prises en compte au titre des grosses réparations. Il en est de même pour les travaux de remise à niveau des installations à la fin de la période d'analyse financière.

5.2.2 Options

Une option concernant un tunnel à 2 x 4 voies routières et 2 voies pour le TCSP a été analysée. Elle se traduit par un surcoût d'investissement de 48,5 M\$ HT valeur 2010, et des coûts d'exploitation annuelle de l'ordre de 5 % plus élevés.

L'option d'un tunnel à 2 x 3 voies sans TCSP a également été analysée. L'économie sur les coûts de construction est estimée à 257 M\$.

Le passage des TMD se traduirait par un surcoût très marginal d'investissement de l'ordre 1 %.

La présence en tête Ouest du tunnel d'un centre d'intervention pour les pompiers et une dotation en matériel spécifique à la lutte contre un incendie en tunnel est vraisemblablement indispensable, avec ou sans passage des TMD. Les investissements correspondants ne peuvent pas être évalués à ce niveau d'études. Ils ne pourront l'être qu'après avoir réalisé l'étude de risques et de dangers, qui permettra également d'analyser les ressources et moyens nécessaires pour la lutte contre un incendie, avec et sans transit des TMD.

5.3 PRECONISATIONS

La présente étude de préféabilité a été établie sur la base des informations disponibles à l'heure actuelle. Ces informations sont parfois insuffisantes pour la réalisation des études détaillées, mais ceci ne remet pas en cause la faisabilité de la solution tunnel construite entre batardeaux.

Les principales informations complémentaires pour le développement d'une solution tunnel sont présentées dans le rapport sectoriel n° 05. Elles concernent notamment :

- ▶ Le recensement des services d'utilités publiques et les conditions de déplacement de quelques pylônes de la ligne HT sur la rive droite du Saint-Laurent,
- ▶ Les plans topographiques détaillés de la zone d'études, et bathymétrie détaillée du fond lit du Saint Laurent,
- ▶ Les études hydrauliques détaillées, et les études des transports des glaces,
- ▶ Études géotechniques : sondages de reconnaissance – essais in situ et de laboratoire,
- ▶ Enquête sur le transport des matières dangereuses – études de sécurité et de dangers – itinéraires alternatifs. A défaut de norme canadienne pour cette nature d'études, il est préconisé un mode de réalisation de ces études sur la base des procédures et réglementations des pays européens qui sont les plus en avance dans ce domaine,
- ▶ Analyse détaillée des conditions de navigation dans la voie maritime, et de la possibilité de réalisation de travaux (d'impact limité et très flexibles) pendant les périodes de faible trafic.

6 L'AVENIR DES STRUCTURES EXISTANTES

6.1 L'ESTACADE

La qualité de l'Estacade, construite en 1965 juste en amont du pont Champlain, permettrait, malgré son « âge avancé », une utilisation pour le passage d'un train léger. L'Estacade, à quelques exceptions près, n'a jamais servi comme pont et son niveau de dégradation est relativement faible comparé à l'état des ouvrages d'art de cet âge dans la région de Montréal. Un investissement de l'ordre de 170 M\$ permettrait de transformer la structure existante en un pont pour un SLR traversant la voie maritime et rejoignant la rive sud. Il faudra considérer cependant, dans une telle éventualité, l'ampleur des travaux à effectuer qui seraient concomitants à ceux de l'ouvrage de remplacement de l'actuel pont Champlain. Il faudra aussi solutionner la problématique de la traversée de l'île des Sœurs et de l'aménagement d'une station à cet endroit, étant donné les aménagements récents et futurs et les modifications qui seront réalisées aux infrastructures routières entre le nouveau pont Champlain et le nouveau pont de l'île des Sœurs. Il faudra également tenir compte du vieillissement de la structure de l'Estacade; les études réalisées jusqu'à présent datent de 1999 et de 2004 et elles ne reflètent pas nécessairement l'état de la structure d'aujourd'hui ni de celle qui sera considérée au moment de la réalisation de travaux.

6.2 LE PONT CHAMPLAIN ACTUEL

6.2.1 Son entretien

Quant à la structure du pont Champlain actuel, le Consortium a analysé les coûts impliqués pour son entretien afin de faire une extrapolation basée sur les résultats d'analyse et les prévisions budgétaires établies auparavant par PJCCI. Des dépenses annuelles progressant de 18 à 25 M\$ au cours des dix prochaines années seraient nécessaires afin de prolonger sa vie, sans pour autant rehausser son niveau de performance sismique et réhabiliter son tablier. Les travaux d'entretien seront de plus en plus étendus et complexes et nécessiteront des fermetures de voies de plus en plus longues, entraînant ainsi des inconvénients de plus en plus importants aux usagers.

6.2.2 Sa résistance sismique

La superstructure de béton du pont Champlain actuel, qui représente près de 80 % de la longueur totale du pont, a cette particularité que les semelles supérieures des poutres font partie du tablier. La détérioration du tablier se traduit alors par une détérioration des semelles des poutres. La réhabilitation du tablier, une intervention quasiment incontournable après tant d'années de service, impliquerait une reconstruction complète de toutes les travées.

Une analyse a démontré un manque substantiel de résistance sismique des piles, même en ne tenant pas compte de leur degré de détérioration. L'évaluation d'une option utilisant ses piles pour

porter un nouveau tablier moins lourd pour un SLR, réalisé en acier et de largeur réduite, a aussi révélé un manque substantiel de résistance sismique.

6.2.3 Sa démolition

La démolition d'un ouvrage d'art comme celui du pont Champlain actuel constitue un défi unique, non seulement à Montréal mais également au Québec et ailleurs au Canada. Le scénario de démolition et les coûts associés présentés dans le rapport résultent de recherches faites sur internet et de calculs effectués pour traduire les activités de démolition en délais et en coûts. La démolition consisterait essentiellement en un démantèlement successif des travées, en tenant principalement compte de l'exploitation de la voie maritime, des restrictions environnementales et de la période hivernale.

La méthode de démolition est basée sur le principe de sciage des travées et des piles en béton avec l'aide de câbles diamantés, et un démontage des travées entières en acier, suivi d'un démantèlement en éléments simples. La démolition des travées en béton se ferait à l'aide de fermes de lancement appuyées sur les piles; les blocs sciés seraient transportés par barges vers un site sur la jetée longeant la voie maritime. Deux fronts de travaux sont envisagés pour réaliser la démolition des structures en béton. Pour la section en acier, le démontage se ferait à partir du tablier et les travées entières seraient descendues sur des barges pour poursuivre le démantèlement à l'extérieur de la Voie maritime. On a évalué que la durée des travaux de démolition s'échelonnerait sur une période de presque trois ans. Le coût global de démolition est estimé à environ 155 M\$. La possibilité d'une démolition par explosion a été examinée; cependant, le Consortium est d'avis que cette méthode n'est pas applicable compte tenu principalement des restrictions environnementales.

La méthode de démolition a été revue et discutée avec des experts de la firme EXCOTECH, experts chevronnés dans le domaine de construction

7 ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX

7.1 DÉMARCHE ET MÉTHODOLOGIE

L'identification des aspects environnementaux repose entièrement sur une revue de la littérature disponible auprès de PJCCI, du MTQ, des organisations gouvernementales et de centres de documentation publics, ainsi que sur certaines entrevues téléphoniques réalisées en 2010. Une demande d'information a également été faite auprès du Centre de données du patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) pour laquelle des documents ont été obtenus en mars 2010. Aucune prise de données n'a été réalisée sur le terrain.

7.2 PRINCIPALES CONTRAINTES HUMAINES ET NATURELLES DU SITE

L'existence de deux sites archéologiques sur la pointe nord de l'île des Sœurs à proximité du tracé des options tunnel et pont constitue la première contrainte majeure. Bien que les sites ne soient pas classés au sens de la Loi sur les biens culturels, ils bénéficient d'un statut de protection de la part du ministère des Affaires culturelles, des Communications et de la Condition féminine (MACCCF) et de la Ville de Montréal. Mais plus encore, ce site revêt une importance spirituelle pour la communauté Mohawk de Khanawake depuis que les restes d'un enfant y ont été exhumés à l'occasion des dernières fouilles archéologiques. Toute construction prévue au-dessus de ce site devra possiblement faire l'objet d'entente avec le MACCCF, la Ville de Montréal et la communauté Mohawk.

La seconde contrainte environnementale majeure est la protection requise d'herbiers aquatiques qui constituent des sites de frai pour quelques espèces de poisson. Ces milieux sensibles se trouvent sur le tracé des options tunnel et pont à la hauteur de l'île des Sœurs et de la voie maritime (canal et bassin). Toute destruction d'une partie de ces habitats nécessitera la mise en œuvre de mesure de compensation environnementale. De plus, les travaux en eau font l'objet de périodes de restriction associées à la fréquentation des eaux du fleuve et de la voie maritime par des espèces de poissons lors d'étapes sensibles de leur cycle reproductif : restriction du 20 décembre au 31 juillet.

La troisième contrainte environnementale d'importance est la proximité du pont Champlain actuel du refuge d'oiseaux migrateurs de l'île de la Cuvée. Or, le tracé des options tunnel et pont traverse le refuge en question et nécessitera des autorisations environnementales fédérale et provinciale, puisque le dérangement des espèces sensibles qui fréquentent le refuge est interdit du 1^{er} avril au 31 octobre.

La dernière contrainte majeure est l'existence de secteurs résidentiels importants sur l'île des Sœurs, sur l'île de Montréal (arrondissement sud-ouest) et en rive sud. Les deux derniers secteurs

sont particulièrement sensibles aux options de tunnel foré puisque que ces options y requièrent des travaux importants (risques de nuisances) et des expropriations. Les secteurs résidentiels actuel et en développement de l'île des Sœurs sont quant à eux plus sensibles aux options tunnel sous-fluvial et pont puisque de nouvelles structures y seront construites et un trafic important est à prévoir sur le chantier.

Aux contraintes majeures d'ajoute une contrainte secondaire qui devra faire l'objet d'une attention lors des prochaines étapes du projet. En effet, les informations obtenues du Centre Saint-Laurent d'Environnement Canada indiquent une contamination des sédiments au-dessus des seuils environnementaux néfastes dans la voie maritime à la hauteur du pont Champlain (canal et bassin). La planification des travaux devra prévoir la mise à jour de ces données et une gestion environnementale de toute contamination confirmée.

7.3 IMPACTS APPRÉHENDÉS DES OPTIONS PONT

Les options pont ont été mises à l'épreuve de contraintes environnementales identifiées et l'analyse révèle que les solutions sont comparables. En effet, les tracés et culées considérés sont identiques, et le nombre de piles est similaire. Seule la localisation des piles diffère selon les solutions envisagées. Ainsi, pour fins d'analyse, les solutions pont ont été regroupées en deux familles, soit les solutions à piles alignées et les solutions à piles décalées. Le tableau 7-1 présente le sommaire de cette analyse. Cette analyse révèle que les solutions pont en général représentent peu d'impacts, hormis la problématique des sites archéologiques. Les coûts de compensation environnementale pour pertes d'habitats du poisson seraient relativement faibles (estimations à moins de 1 M\$). Les solutions à piles décalées seraient légèrement plus favorables que les solutions à piles alignées, surtout pour les milieux naturels sensibles.

7.4 IMPACTS APPRÉHENDÉS DES OPTIONS TUNNEL

Les options tunnel ont été à leur tour mises à l'épreuve de contraintes environnementales identifiées. Le tableau 7-2 présente le sommaire de cette analyse. Pour les solutions sous-fluviales à faible profondeur, l'option 1 réfère à la méthode de construction à sec dans des batardeaux tandis que l'option 2 réfère à la méthode de construction au moyen de caissons immergés. De façon absolue, les solutions de tunnel foré limitent pratiquement tout impact sur les milieux naturels sensibles et sur les sites archéologiques. À contrario, ces solutions représentent les plus forts impacts sur les milieux humains sensibles du fait des expropriations requises et des nuisances pouvant être produites. Pour les solutions sous-fluviales à faible profondeur, l'analyse révèle que celle faisant appel à la méthode de construction à sec dans des batardeaux comporte moins d'impacts environnementaux, surtout sur les milieux naturels sensibles. Malgré cet avantage, des destructions temporaires et permanentes d'habitats du poisson sont appréhendés et les coûts de compensation environnementale sont estimés à 30 M\$. Comme pour les options pont, la présence de sites archéologiques posera un défi d'importance pour un tunnel sous-fluvial.

Tableau 7-1 : Tableau comparatif multicritères environnementaux entre les différentes solutions pont

CRITÈRES	PONT À PILES ALIGNÉES	PONT À PILES DÉCALÉES
Zones de contamination	Excavation dans des sédiments pouvant être contaminés si fondations superficielles.	Excavation dans des sédiments pouvant être contaminés si fondations superficielles.
Caractérisation environnementale requise avant les travaux.		
Milieux naturels sensibles	Destruction permanente de zones de frai et d'herbiers aquatiques au niveau de 10 piles (environ 200 m); destruction temporaire de zones de frai et d'herbiers aquatiques dans les batardeaux pour la construction de leur fondation superficielle (environ 2 100 m); destruction permanente d'habitat du poisson au niveau de 60 piles et destruction temporaire d'habitat du poisson dans les batardeaux dans les batardeaux pour la construction de leur fondation superficielle.	Destruction permanente de zones de frai et d'herbiers aquatiques au niveau de 6 piles (environ 120 m); destruction temporaire de zones de frai et d'herbiers aquatiques dans les batardeaux pour la construction de leur fondation superficielle (environ 1 400 m); destruction permanente d'habitat du poisson au niveau de 62 piles et destruction temporaire d'habitat du poisson dans les batardeaux dans les batardeaux pour la construction de leur fondation superficielle.
Milieux humains sensibles	Impact visuel et nuisances sonores durant la phase de construction proche en zones résidentielles.	Impact visuel et nuisances sonores durant la phase de construction proche en zones résidentielles.
Sites archéologiques	Le tracé choisi prévoit la construction de culées directement au droit des deux sites archéologiques nécessitant une protection.	Le tracé choisi prévoit la construction de culées directement au droit des deux sites archéologiques nécessitant une protection.
Démolition	S. O.	S. O.
Gestion des produits d'excavation	S. O.	S. O.
Période de restriction de travaux en eaux (20 décembre au 31 juillet).	La mise en place de batardeaux permet un travail « hors eau » donc de travailler lors de la période de restriction.	La mise en place de batardeaux permet un travail « hors eau » donc de travailler lors de la période de restriction.
Période de restriction du dérangement dans le refuge d'oiseaux migrateurs (1 ^{er} avril au 31 octobre)	Les travaux à la hauteur du refuge devront être planifiés hors de la période de restriction ou en faisant usage de mesure de mitigation.	Les travaux à la hauteur du refuge devront être planifiés hors de la période de restriction ou en faisant usage de mesure de mitigation.
Mesures de mitigation	Mesures de mitigation. : perte temporaire et permanent d'habitat du poisson, Coût = environ 832 000 \$	Mesures de mitigation. : perte temporaire et permanent d'habitat du poisson, Coût = environ 743 000 \$

Tableau 7-2 : Tableau comparatif multicritères environnementaux entre les différentes solutions tunnel

CRITÈRES	TUNNEL FORÉ	TUNNEL SOUS-FLUVIAL
Zones de contamination	Aucune excavation dans des sédiments pouvant être contaminés. Mais le tracé traverse un secteur à fort potentiel de contamination en rive gauche.	Options 1 et 2 : Aucune excavation en zone fortement contaminée en rive gauche. Mais excavations majeures dans sédiments potentiellement contaminés.
Caractérisation environnementale requise avant les travaux.		
Milieus naturels sensibles	Aucun milieu sensible perturbé et aucune restriction d'opération saisonnière.	Option 1 : Destruction d'une zone de frai et d'un herbier aquatique dans le batardeau de préfabrication en rive droite (±5 ha); destruction d'habitat du poisson dans les batardeaux dans le fleuve et destruction partielle d'une zone de frai et d'un habitat d'une espèce vulnérable sur l'île des Sœurs (±1 ha). Mais possibilité d'isoler le site de travaux du fleuve par batardeau, limitant la dispersion de polluant. Option 2 : Destruction d'une zone de frai et d'un herbier aquatique dans le batardeau de préfabrication en rive droite (±5 ha); destruction totale d'une zone de frai et d'un habitat d'une espèce vulnérable sur l'île des Sœurs (±15 ha); destruction d'habitat du poisson dans la fouille et risque de dispersion de polluants par utilisation de moyens maritimes pour la création de la fouille.
Milieus humains sensibles	Réduction des impacts visuels et des nuisances sur l'île des Sœurs. Mais expropriations importantes requises en phase construction, nuisances importantes en phase construction, aucune signature architecturale et perte d'une vue panoramique sur Montréal et le fleuve à partir du pont.	Options 1 et 2 : Réduction des impacts visuels. Mais aucune signature architecturale et perte d'une vue panoramique sur Montréal et le fleuve à partir du pont et nuisances importantes en phase construction sur l'île des Sœurs.
Sites archéologiques	Aucun impact.	Options 1 et 2 : Le tracé choisi prévoit une excavation directement au droit des deux sites archéologiques nécessitant une protection.
Démolition	S. O.	S. O.
Gestion des produits d'excavation	Quantités importantes de résidus à gérer avec transit important de matériel et d'équipements lourds en zones résidentielles.	Options 1 et 2 : Quantités importantes de résidus à gérer. Même si possibilité de réutilisation de certains matériaux pour lester le tunnel et recréer le lit du fleuve.
Période de restriction de travaux en eaux	Aucun impact	Option 1 : La mise en place de batardeaux permet un travail « hors

CRITÈRES	TUNNEL FORÉ	TUNNEL SOUS-FLUVIAL
(20 décembre au 31 juillet).		eau » donc de travailler lors de la période de restriction. Option 2 : L'utilisation de moyens maritimes pour la création de la fouille sera impossible lors de la période de restriction.
Période de restriction du dérangement dans le refuge d'oiseaux migrateurs (1 ^{er} avril au 31 octobre)	Aucun impact	Options 1 et 2 : Les travaux à la hauteur du refuge devront être planifiés hors de la période de restriction ou en faisant usage de mesure de mitigation.
Mesures de compensation environnementale	Aucune	Importantes compensations requises : perte temporaire d'habitat du poisson sur une superficie d'environ 60 ha. Coût = environ 30M\$

7.5 IMPACTS APPRÉHENDÉS DES OPTIONS DE DÉMOLITION

Deux options de démolition ont été considérées et étudiées, soit l'option par explosion contrôlée et l'option par déconstruction. L'analyse des impacts appréhendés révèle que l'option par explosion contrôlée est à défavoriser en raison des impacts majeurs sur les habitats sensibles que sont les herbiers et les frayères. L'approche par déconstruction est à favoriser car elle présente peu de risques environnementaux mis à part les mesures de mitigation qui devront être mises en œuvre lors des travaux pour limiter le dérangement au refuge d'oiseaux migrateurs. Le tableau 7-3 ci-dessous présente le sommaire de cette analyse.

Tableau 7-3 : Tableau comparatif multicritères environnementaux entre les différentes solutions de démolition

CRITÈRES	EXPLOSION CONTRÔLÉE	DÉCONSTRUCTION
Zones de contamination	Quantités importantes de sédiments contaminés remués.	Aucun impact.
Milieux naturels sensibles	Destruction des zones de frai et d'herbiers aquatiques trouvés sous le pont actuel.	Possibilité de destruction temporaire de zone de frai et d'herbier aquatique sous les barges de transport.
Milieux humains sensibles	Impact limité sur la navigation.	Aucun impact.
Sites archéologiques	Aucun impact.	Aucun impact.
Gestion des produits d'excavation/rebuts	Production de pollution diffuse et récupération plus difficile des matériaux et débris. Quantités importantes de résidus à gérer avec transit important de matériel lourd en zones résidentielles. Mais	Quantités importantes de résidus à gérer avec transit important de matériel lourd en zones résidentielles. Mais possibilité de recyclage des

CRITÈRES	EXPLOSION CONTRÔLÉE	DÉCONSTRUCTION
	possibilité transport par la voie fluviale et possibilité de recyclage des matériaux.	matériaux.
Période de restriction de travaux en eaux (20 décembre au 31 juillet).	Impossibilité lors de la période de restriction.	L'utilisation de barges n'est pas considérée comme des travaux en eau. Limiter l'installation/déplacement de barges fixes lors de la période de restriction du 20 décembre au 31 juillet.
Période de restriction du dérangement dans le refuge d'oiseaux migrateurs (1 ^{er} avril au 31 octobre)	Impossibilité lors de la période de restriction.	Les travaux à la hauteur du refuge devront être planifiés hors de la période de restriction ou en faisant usage de mesure de mitigation.
Mesures de mitigation	Nécessité de la mise en place de mesures de mitigation importantes pour maîtriser les pollutions diffuses.	Mesures de mitigation requises pour limiter les dérangements au refuge d'oiseaux migrateurs.

7.6 EXIGENCES LÉGALES, RÉGLEMENTAIRES ET ADMINISTRATIVES

Une dernière contrainte à intégrer à la planification du projet comme tel, est l'obligation de réaliser une étude d'impact environnemental devant répondre aux exigences fédérales et provinciales en la matière, ainsi que l'obtention de diverses autorisations auprès de Pêches et Océans Canada, Transports Canada, le ministères du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP) et du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF). Si la plupart des autorisations environnementales sont généralement obtenues quelques temps avant les travaux alors que les plans et devis définitifs et les méthodes de travail sont connus, l'étude d'impact environnemental doit être réalisée tôt dans le processus de planification puisqu'elle implique la tenue d'audiences publiques. Il est généralement admis qu'un tel processus prend 24 mois à réaliser et PJCCI devrait prévoir un budget de l'ordre de 2 M\$ pour réaliser l'étude d'impact environnemental à proprement parler et pour la tenue des audiences publiques.

8 COÛTS D'IMMOBILISATION ET D'EXPLOITATION

Le Tableau 8-1 résume les coûts préliminaires d'immobilisation requis pour réaliser le projet; la solution pont à haubans et la solution en tunnel sous-fluvial construit entre batardeaux sont ici utilisés à titre d'exemple. Si la solution tunnel choisie s'impose d'elle-même, comme en fait foi la recommandation du chapitre 6, celle en pont l'est uniquement à titre d'exemple, les 5 solutions analysées au chapitre 5 ayant des coûts de construction semblables à 10 % près.

Tableau 8-1 : Coûts d'immobilisation des solutions pont et tunnel

ITEMS	OPTION PONT ¹	OPTION TUNNEL ²
	M\$ ₂₀₁₀	M\$ ₂₀₁₀
Études d'avant-projet (préliminaire et définitive)	10,5	13,2
Études complémentaires ³	4,7	8,8
Études environnementales	2,0	2,0
Acquisitions foncières	3,0	4,0
Plans et devis	30,0	19,8
Surveillance (ou Contrôle des travaux)	69,0	33,0
Contrôle des matériaux	19,0	11,6
Maîtrise d'ouvrage	14,0	21,2
Travaux de génie civil, pont ou tunnel	910,0	1 382,9
Travaux de génie civil, approches	34,0	44,4
Équipements d'exploitation	9,5	142,3
Maintien de la circulation durant travaux	10,9	28,7
Déplacement des services/utilités publics	10,0	10,0
Mesures de compensation environnementale	0,9	30,0
Démolition du pont actuel (Honoraires et travaux)	155,0	155,0
TOTAL	1 282	1 907

1: Pont à haubans

2: Tunnel sous-fluvial, construit entre batardeaux

3: Comprennent les études de circulation, de transport de matières dangereuses, de topographie, de géotechnique, d'hydraulique et de glaces, et des fouilles archéologiques

Ces coûts estimatifs de niveau D, comprenant une marge d'erreur de 20 à 30 %, ne comprennent pas les éléments suivants :

- ▶ Les aménagements spéciaux et les équipements fixes associés à un SLR (système léger sur rail) ou à un SRB (service rapide par bus) sur le pont;
- ▶ L'aménagement des infrastructures de TCSP (SLR ou SRB) entre la limite ouest du futur ouvrage de remplacement du pont Champlain et leur raccordement au réseau sur l'île de Montréal;
- ▶ L'aménagement d'une piste cyclable;
- ▶ La réfection ou la démolition de l'estacade;
- ▶ Les modifications ou le remplacement du pont de l'île des Sœurs;
- ▶ Les bâtiments potentiellement requis pour un centre de contrôle ou pour l'entretien;
- ▶ La réfection et l'élargissement de l'autoroute 15 entre le pont de l'île des Sœurs et l'échangeur Atwater.

Les Tableaux 8-2 et 8-3, quant à eux, font part d'une estimation très préliminaire des coûts annuels d'entretien et d'exploitation d'un pont et d'un tunnel respectivement, exprimés en dollars 2010. On constate que ces coûts sont deux fois plus importants dans la cas d'une solution tunnel.

Tableau 8-2 : Coûts annuels d'entretien et exploitation d'un nouveau pont

ITEMS	INTERVALLE DES INTERVENTIONS, Années	COÛT MOYEN ANNUEL, k\$ ₂₀₁₀
Frais d'exploitation et entretien courant	1	3 780
STI - équipements	15	333
Éclairage et super signalisation	25	220
Remplacement de l'enrobé	8	1 803
Remplacement de la membrane	16	952
Remplacement de joints de dilatation	25	262
Remplacement d'appareils d'appuis	25	539
Coût total moyen annuel sur une base de 35 ans, en k\$ de 2010		7 889

Tableau 8-3 : Coûts annuels d'entretien et exploitation d'un tunnel

ITEMS	INTERVALLE DES INTERVENTIONS, Années	COÛT MOYEN ANNUEL, k\$ ₂₀₁₀
Frais d'exploitation	1	4 020
Entretien courant	1	3 900
Remplacement de l'enrobé bitumineux aux approches	8	229
Remplacement de l'enrobé bitumineux en tunnel	25	173
Alimentation électrique	25	1 577
Ventilation	25	626
Éclairage	20	165
Équipements de signalisation	12	223
Réseau incendie	20	16
Détection incendie en tunnel	12	55
GTC (gestion Technique Centralisée)	12	275
Vidéo surveillance en tunnel et aux têtes	12	492
Réseau d'appel d'urgence	12	138
Radiocommunications	12	346
Téléphonie	12	19
Métallerie	20	373
Équipements extérieurs aux entrées	15	190
Équipements tube TCSP	20	890
PC de supervision - informatique - équipements	12	1 113
Frais récurrents annuels	1	470
Coût total moyen annuel sur une base de 35 ans, en k\$ de 2010		15 289

9 CONSIDÉRATIONS FINANCIÈRES ET MODALITÉS DE RÉALISATION

Ce chapitre porte principalement sur les aspects financiers et la viabilité du projet, et sur les modalités possibles de réalisation. Il traite d'abord de la compensation à recevoir pour l'utilisation du pont Champlain pour fins de transport en commun en site exclusif ou pour le passage d'utilités publiques.

Il porte ensuite sur les différents modes possibles de réalisation, avec leurs avantages et leurs inconvénients, de même que sur les flux monétaires inhérents à chacun de ces modes. On y propose les grandes avenues de répartition des coûts entre les différents niveaux de gouvernement.

Enfin, le tout sera complété par une évaluation des retombées économiques générées par le projet selon le modèle intersectoriel de l'Institut de la statistique du Québec.

9.1 L'USAGE DU PONT POUR LE PASSAGE D'UTILITÉS PUBLIQUES

Les principes de base des ententes à conclure avec les services d'utilités publiques devront s'orienter autour des principes de base suivants :

- ▶ Les organismes de services d'utilités publiques doivent assurément assumer les coûts d'immobilisation et d'exploitation qu'elles occasionnent pour utiliser l'infrastructure, ce qui représente une source de revenus sur une longue période pour le propriétaire de l'ouvrage;
- ▶ Ces utilités publiques ne doivent jamais être une source d'interruption de la circulation sur le nouvel ouvrage à cause d'un quelconque bris d'équipement ou des travaux pour leur entretien;
- ▶ Ils ne doivent pas être une source de danger, en cas de bris, pour les usagers ou pour la structure du pont.

Actuellement, les loyers de ces services publics rapportent peu à PJCCI.

9.2 LES MODES DE RÉALISATION DU PROJET

Dans l'élaboration d'un projet, il est primordial de définir avec la plus grande des précisions possible les besoins et les contraintes (c'est la notion de « fixer le projet au départ »), et ce, quel que soit le mode de réalisation qui aura été choisi pour la construction de l'ouvrage. Toute modification au niveau de l'évaluation des besoins sera assurément une source de délais de livraison et de dépassements de coûts. Il faudra donc préparer un avant-projet définitif complet pour bien définir le projet et mettre en place un mécanisme qui gèrera ces modifications et qui en minimisera l'impact financier.

Il existe un grand nombre de modes de réalisation de projets publics qui peuvent être classés en fonction du degré de partage des risques entre le corps public et le secteur privé.

Aux fins de ce rapport, trois modes ont été analysés :

- ▶ traditionnel,
- ▶ design-construction,
- ▶ partenariat public-privé.

Les critères de comparaison qui ont été retenus sont :

- ▶ la flexibilité face aux modifications en cours de réalisation de projet,
- ▶ le respect de l'échéancier de réalisation,
- ▶ les risques de dépassement de coût,
- ▶ l'optimisation de la conception sur l'ensemble du cycle de vie du projet,
- ▶ le coût de financement du projet.

Le mode traditionnel est celui qui permet le mieux d'introduire des modifications au projet en cours de réalisation. Ces modifications entraînent généralement des retards et des variations de coût, mais de façon moins importante que pour les deux autres modes de réalisations puisque les risques liés au coût et à l'échéancier de réalisation demeurent sous la responsabilité du donneur d'ouvrage.

En design-construction ou en PPP, le prix soumis par l'entrepreneur est un prix ferme pour un livrable précis et qui a été obtenu au moyen d'un processus concurrentiel. Toute modification à ce livrable demandée après la signature du contrat devra être négociée en tenant compte des impacts sur l'échéancier et sur le déroulement du projet.

Les risques de dépassement de l'échéancier sont plus grands si le mode de réalisation traditionnel est retenu. Notamment parce que les différentes activités sont réalisées en séquence, chacune d'elles devant être terminée avant le début de la suivante et chacune d'elles étant financées par une enveloppe budgétaire annuelle. Le mode de gouvernance de l'organisme public peut également influencer le calendrier de réalisation. Dans ce mode de réalisation, tout retard dans une activité se répercute jusqu'à la réception définitive de l'ouvrage et vient influencer l'équilibre budgétaire de l'organisme.

Pour les modes design-construction et PPP, les paiements se font généralement lorsque l'ensemble des travaux a été complété et accepté par le donneur d'ouvrage. Cette forme de paiement sur livraison du bien incite le designer-constructeur ou le partenaire privé à terminer le plus rapidement possible le projet afin d'être payé et de réduire pour lui les frais de financement à court terme.

Les risques de dépassement de coût sont beaucoup plus circonscrits pour le donneur d'ouvrage si le mode de réalisation en PPP ou en design-construction est retenu. Pour ces deux modes, le coût de l'ouvrage sera déterminé à la signature du contrat et tout dépassement de coût sera généralement assumé par le partenaire.

En mode traditionnel, c'est généralement le donneur d'ouvrage qui assume les dépassements de coût. Il devra trouver le financement nécessaire pour l'assumer ou réduire l'ampleur du projet.

Le critère de l'optimisation de la conception sur l'ensemble du cycle de vie du projet favorise la réalisation du projet en mode PPP par rapport aux deux autres modes de réalisation.

En mode PPP, le partenaire sera responsable de l'entretien, de l'exploitation et de la réhabilitation pour une longue période, soit 25, 30 et même 35 années. Il tentera lors de la réalisation du projet de faire des choix qui maximiseront ses profits tout au long de son contrat de partenariat. Il favorisera une synergie entre les concepteurs et les entrepreneurs pour favoriser les innovations qui réduiront les coûts totaux du projet sur sa durée de vie. Compte tenu de cette longue période d'exploitation sous la responsabilité du partenaire privé, le donneur d'ouvrage peut lui permettre de s'écarter des méthodes traditionnelles et d'introduire des innovations technologiques à ses risques

En mode design-construction, le donneur d'ouvrage devra apporter une attention particulière pour que les critères de performance, durant la période de construction, soient respectés et il pourra choisir d'imposer certains critères techniques sur des éléments, surtout ceux qui auront un impact sur l'entretien et l'exploitation de l'équipement tout au long de son cycle de vie et sur la durée de vie de l'équipement.

En mode traditionnel, il peut arriver que pour demeurer à l'intérieur de son budget et de ses échéanciers le donneur d'ouvrage fasse des choix qui se répercuteront de façon défavorable sur les coûts d'entretien et d'exploitation tout au long du cycle de vie de l'ouvrage.

Le critère du coût de financement du projet favorise le mode de réalisation traditionnel. Les gouvernements, autant provincial que fédéral, ont la capacité d'emprunter sur les marchés, tant obligataire qu'à court terme, à des taux d'intérêt moindres que peut le faire le secteur privé.

En conclusion, il est difficile de déterminer le mode de réalisation idéal pour un projet de l'envergure de la reconstruction du pont Champlain. Des analyses approfondies de la valeur ajoutée permettent de mieux cerner les avantages et les inconvénients de chacun des modes et de faire un choix en fonction des besoins et contraintes du donneur d'ouvrage

Au Canada, une méthode de l'analyse de la valeur ajoutée a été élaborée dans trois provinces (Québec, Ontario et Colombie-Britannique) et sert à déterminer l'opportunité de réaliser le projet en mode traditionnel, en design-construction ou en partenariat public-privé. Ces méthodes permettent une analyse rigoureuse de chacun des projets.

BCDE recommande que PJCCI procède à ce type d'analyse de la valeur, même si elle n'est pas tenue de le faire.

Ces différents modes de réalisation de projet se distinguent principalement selon la part des risques que l'organisme public est prêt à prendre pour faire construire un équipement public ou offrir un service à la population. Ces risques sont analysés et répartis entre les principaux acteurs selon leur habileté à les gérer.

La prise de risques par l'entreprise privée a un prix qui sera inévitablement transféré à l'entreprise publique et s'ajoutera au coût de réalisation du projet. Le succès du projet repose en grande partie à bien identifier ces risques et déterminer si cela vaut la peine de les transférer au partenaire ou d'assumer ces risques.

9.3 LES ÉCHÉANCIERS DU PROJET SELON LES MODES DE RÉALISATION

Les échéanciers montrés à la Figure 9-1 ne contiennent que les grandes étapes du projet, en fonction des 3 modes de réalisation analysés.

Les durées des activités s'inspirent d'exemples récents de grands projets et ont fait l'objet de discussions à l'interne. Ces durées ne sont cependant pas définitives, et celles retenues *in fine* pourront s'écarter de façon importante de celles présentées ici.

Bien qu'il ne soit pas habituel de réaliser un dossier d'affaires pour le mode conventionnel, on a choisi d'en prévoir un à l'échéancier en toute cohérence avec la recommandation faite à ce sujet et en raison de l'importance de ce projet.

L'échéancier présenté ici ne cherche qu'à comparer les temps de réalisation pour les 3 modes analysés. Pour obtenir la durée complète du projet, il faudra ajouter un avant-projet préliminaire ainsi que le processus décisionnel autorisant l'initiation du projet.

9.4 ANALYSE DES FLUX FINANCIERS

9.4.1 Les flux financiers selon les modes de réalisation

À partir des estimations de coûts de réalisation, d'entretien et d'exploitation et de l'échéancier critique, les flux financiers ont été produits pour chacune des deux options; soit celle d'un pont ou celle d'un tunnel. Ils ont aussi été réalisés pour chacun des trois modes de réalisation soit : traditionnel, design-construction et partenariat public-privé.

Pour chacun des trois modes de réalisation, certaines hypothèses financières ont été posées, certaines s'appliquant à certains modes et pas à d'autres. Une analyse de sensibilité a aussi été réalisée pour mesurer l'impact des résultats obtenus suite aux modifications de certaines hypothèses financières.

Seuls les postes de dépenses d'immobilisation, d'exploitation et d'entretien ont été pris en compte dans l'analyse des flux financiers. Les revenus éventuels qui pourraient provenir d'un péage routier ou d'autres sources de revenus qui pourraient être générées par le nouvel ouvrage n'ont pas été considérés.

La situation financière actuelle rend difficiles les prévisions à long terme concernant les taux d'intérêt (à court et à long terme) tant pour les autorités gouvernementales que pour le secteur privé. Il en est de même pour le taux d'inflation à long terme et le taux d'actualisation.

La période choisie pour calculer la moyenne des taux d'intérêt, tant à long terme qu'à court terme, couvre une période d'activité économique relativement intense suivie d'une période de récession et de faible reprise. La période de juillet 2007 à juillet 2010 (avril 2010 pour les emprunts à long terme du gouvernement du Canada) a été retenue parce qu'elle comporte une période de taux d'intérêt en forte activité économique, soit les années 2007 et une partie de 2008, une période de récession en 2008 et 2009 et une reprise, mais de faibles activités économiques, en 2009 et 2010.

Pour chacun des trois modes de réalisation, toutes les dépenses ont été financées par des emprunts à court terme jusqu'à la mise en service du nouvel ouvrage. Le taux moyen à court terme du gouvernement canadien a été utilisé pour le mode traditionnel et le taux à court terme des entreprises privées a été retenu pour les modes design-construction et partenariat public-privé.

La somme totale des déboursés a été empruntée soit au taux à long terme du gouvernement canadien, si le mode traditionnel ou design-construction était retenu, ou au taux à long terme des sociétés canadiennes si le mode partenariat public-privé était retenu. La période d'amortissement de ces emprunts demeure la même quel que soit le mode, soit 35 ans après la mise en service de l'ouvrage.

Une valeur résiduelle de l'ouvrage a été estimée pour chacun des modes de réalisation et pour l'option pont ou l'option tunnel. L'amortissement linéaire, comme proposé par le MTQ dans le « Guide de l'analyse avantages-coûts des projets publics en transport », a été utilisé et la durée de vie de l'ouvrage a été estimée à 75 ans.

Les dépenses d'immobilisation et d'exploitation et d'entretien ont d'abord été estimées en dollars de 2010. Ces montants seront par contre réellement investis tout au long de la durée de vie du projet. Il est donc important de les corriger par un facteur d'inflation qui permettra de mieux refléter la réalité du moment où ils seront effectivement dépensés.

Il n'existe pas d'indice des prix spécifiquement conçu pour le secteur des travaux de génie civil en général et encore moins pour la construction d'un pont ou d'un tunnel. Dans un premier temps, le taux cible d'inflation de la Banque du Canada de 2 % a été retenu. Ce taux est celui qui permet de contrôler l'inflation au Canada.

Les coûts de réalisation des projets peuvent varier selon le mode de réalisation. Comme il a été mentionné dans les sections précédentes, le mode de réalisation design-construction et celui du partenariat public-privé peuvent permettre des économies de temps lors de la construction qui peuvent se traduire par des économies de coût.

Ce transfert de risque de l'organisme public vers le design-constructeur ou le partenaire a une valeur monétaire qui sera incluse dans les propositions que recevra l'organisme public si elle fait appel à ces modes de réalisation.

Pour l'analyse financière actuelle, un coût d'immobilisation identique, quel que soit le mode de réalisation, a d'abord été retenu. Une analyse de sensibilité permettra de mesurer l'impact d'une variation de ce coût selon le mode de réalisation.

L'actualisation est une méthode qui sert à ramener à une même base des flux financiers non directement comparables, car se produisant à des dates différentes. Cela permet non seulement de les comparer, mais également d'effectuer sur eux des opérations arithmétiques.

L'actualisation est fondée sur trois principes fondamentaux :

- ▶ L'inflation
- ▶ La préférence pour la jouissance immédiate
- ▶ L'aversion au risque

Le taux d'actualisation retenu dans le cadre de cette étude est celui présentement utilisé par le MTQ dans l'analyse de ses projets. Il représente grosso modo le taux de rendement net actuel de l'économie du Québec. Il est présentement estimé à 3,3 %. Une analyse de sensibilité sera réalisée pour mesurer la variation des résultats face à une fluctuation du taux d'actualisation.

L'ensemble des dépenses pour la réalisation du nouvel ouvrage a été emprunté à court terme jusqu'à sa mise en service. Le montant total a par la suite été refinancé par un emprunt à long terme sur une période de 35 ans. Les conditions d'emprunt sont propres à chacun des modes de réalisation.

La démolition du pont actuel débute dès l'ouverture du nouvel ouvrage et prend trois ans à se réaliser. Les montants relatifs à ces travaux ont été empruntés à court terme jusqu'à ce qu'ils soient complétés. Ils ont par la suite été empruntés à long terme et amortis sur une période de 10 ans.

Les dépenses d'entretien, tant courantes que périodiques, ont été inscrites l'année de leur réalisation et ont été indexées de même que les dépenses d'exploitation.

Une valeur résiduelle a été attribuée à l'ouvrage à la trente-cinquième année selon la méthode de l'amortissement linéaire.

La valeur actuelle des flux financiers pour l'option pont indique que la réalisation en mode traditionnel est celle qui engendre le moins de dépenses en dollars d'aujourd'hui, avec une valeur négative de (1759,84 M\$). Le mode design-construction a une valeur actuelle de (1799,41 M\$) et le mode partenariat public privé (2043,63 M\$).

Il faut noter que ces valeurs excluent celles associées aux risques. Une analyse plus poussée, qui sera réalisée dans le plan d'affaires, permettra de les évaluer et de les inclure dans l'analyse financière. L'ordonnancement des modes de réalisation pourrait alors changer.

La valeur actuelle des flux financiers pour l'option tunnel indique que la réalisation en mode traditionnel est celle qui engendre le moins de dépenses en dollars d'aujourd'hui avec une valeur négative de (2494,5 M\$). Le mode design-construction a une valeur actuelle de (2583,3M\$) et le mode partenariat public privé (3103,02 M\$).

Tout comme pour l'option pont, il faut noter que ces valeurs excluent celles associées aux risques. Une analyse plus poussée, qui sera réalisée dans le plan d'affaires, permettra de les évaluer et de les inclure dans l'analyse financière. L'ordonnancement des modes de réalisation pourrait alors changer.

9.4.2 Analyse de sensibilité

Une analyse de sensibilité a été réalisée pour l'option pont et pour l'option tunnel. Elle porte sur les indicateurs suivants :

- ▶ Les coûts d'immobilisation
- ▶ Les taux d'intérêt à long terme
- ▶ Les taux d'intérêt à court terme
- ▶ Le taux d'inflation
- ▶ Le taux d'actualisation

Cette analyse consiste à faire varier à la hausse ou à la baisse un des indicateurs ci-haut mentionnés tout en maintenant les autres inchangés pour un mode de réalisation à la fois et de vérifier si leur ordonnancement change.

9.4.2.1 Coût de construction

L'analyse de sensibilité des flux financiers révèle qu'une faible variation (environ 3 % pour l'option pont et 5 % pour le tunnel) des coûts de construction en mode design-construction par rapport aux deux autres modes de réalisation modifie les résultats obtenus.

Dans le cas du mode de réalisation en partenariat public-privé, il faut réduire le coût de construction d'un peu moins de 20 % pour l'option pont et 26 % pour l'option tunnel pour que le flux financier soit inférieur à celui du mode traditionnel.

Les coûts de construction sont donc très sensibles dans l'ordonnancement des modes de réalisation surtout pour le mode design-construction.

9.4.2.2 Les taux d'intérêt à court terme

La variation des taux d'intérêt à court terme peut avoir une influence sur les résultats obtenus pour l'option pont. Si le design-constructeur réussissait à obtenir un financement à court terme à moins de 2,5 % et que le gouvernement maintenait son taux à 1,9 %, ce mode (design-construction) deviendrait le plus avantageux par rapport aux deux autres.

Le taux d'intérêt à court terme n'est pas sensible aux variations pour l'option tunnel. Il faudrait que le design-constructeur obtienne un taux de moins de 1,8 % tandis que celui du gouvernement demeurerait stable à 1,9 % pour que ce mode ait un flux financier moindre que le mode traditionnel.

9.4.2.3 Conclusion

L'analyse des flux financiers, tant pour l'option pont que pour l'option tunnel, favorise le mode traditionnel, à ce stade-ci des études, par rapport aux deux autres modes de réalisation.

Les résultats obtenus sont sensibles aux variations des coûts de construction et au taux d'intérêt à court terme. Les variations des autres indicateurs n'influencent pas l'ordre des résultats obtenus.

Les résultats obtenus excluent les variations des coûts qui seraient associées aux risques. Une analyse plus poussée, qui sera réalisée dans le plan d'affaires, permettra de les évaluer et de les inclure dans l'analyse financière. L'ordonnement des modes de réalisation pourrait alors changer.

9.5 LES RETOMBÉES ÉCONOMIQUES DU PROJET

Une étude d'impact économique pour le Québec de dépenses d'immobilisation liée à la construction d'un pont et d'un tunnel au Québec a été réalisée avec l'aide du modèle intersectoriel de l'Institut de la statistique du Québec.

Ce modèle est un instrument qui permet de simuler et de traduire, en termes économiques, les effets de certains changements réels, anticipés ou hypothétiques relatifs à notre économie. Ces changements auxquels on se réfère sont constitués de divers projets impliquant des dépenses, soit d'immobilisation, soit de fonctionnement ou de consommation courante.

Les projets simulés à l'aide du modèle impliquent des déboursés ayant un impact sur l'économie en termes de production, revenus, emplois, importations, etc. Il permet de mesurer ces effets et de les classer selon que ceux-ci apparaissent dans les secteurs immédiatement touchés par les dépenses initiales (effets directs) ou selon qu'ils ont lieu dans les industries qui fournissent celles où ont lieu les premiers effets (effets indirects).

Dans un premier temps, une simulation pour l'option pont avec des dépenses d'immobilisation de 1,3 G\$ a été réalisée. Dans un deuxième temps, le même type de simulation a été effectué pour l'option tunnel avec des dépenses d'immobilisation de 1,9 G\$. Les résultats qui suivent proviennent du rapport produit par l'ISQ. Une version complète du rapport se trouve en annexe du présent document.

Les effets totaux de dépenses d'immobilisation de 1,3 G\$ liées à la construction d'un pont au Québec seraient :

- ▶ sur la main-d'œuvre de 9 662 salariés en années-personnes pour une masse salariale de 503,7 M\$;

- ▶ sur les entreprises individuelles de 918 travailleurs non salariés en années-personnes pour un revenu net de 39,1 M\$;
- ▶ sur la valeur ajoutée aux prix de base de 868,0 M\$.
- ▶ Les dépenses d'immobilisation de 1,3 G\$ pour l'option pont entraîneraient :
 - ▶ des revenus totaux pour le gouvernement du Québec de 61,7 M\$, dont 41,5 M\$ en impôts sur les salaires et traitements, 5,7 M\$ en taxe de vente (TVQ) et 14,5 M\$ en taxes spécifiques;
 - ▶ des revenus totaux pour le gouvernement fédéral de 39,7M\$, dont 32,5M\$ en impôts sur les salaires et traitements, 396 k\$ en taxe de vente (TPS) et 7M \$ en taxes et droits d'accise;
 - ▶ des revenus pour les parafiscalités québécoise et fédérale qui seraient respectivement de 100,1 M\$ et 13,2 M\$.

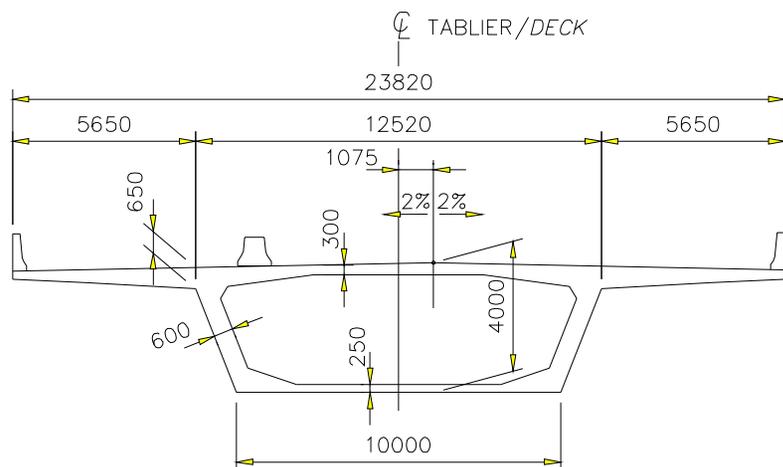
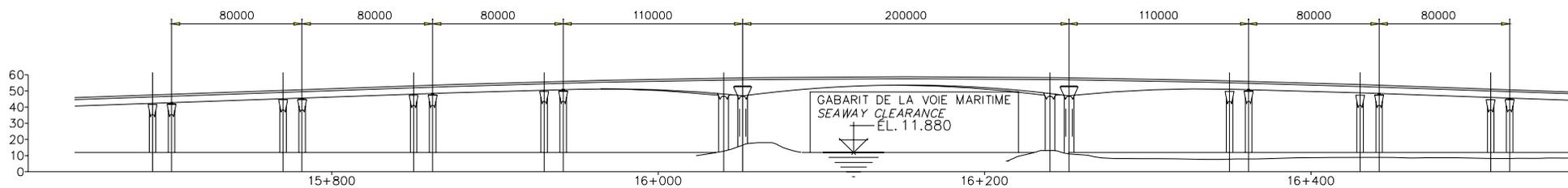
Les effets totaux de dépenses d'immobilisation de 1,9 G\$ liées à la construction d'un tunnel au Québec seraient :

- ▶ sur la main-d'œuvre de 14 353 salariés en années-personnes pour une masse salariale de 744,9 M\$;
- ▶ sur les entreprises individuelles de 1 229 travailleurs non salariés en années-personnes pour un revenu net de 57,0 M\$;
- ▶ sur la valeur ajoutée aux prix de base de 1 295,0 M\$.

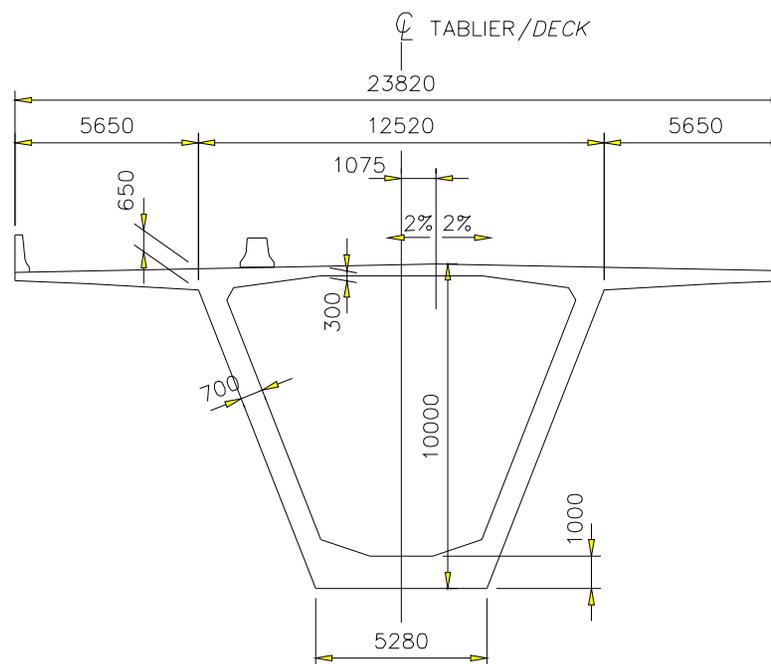
Les dépenses d'immobilisation de 1,9 G\$ pour l'option tunnel entraîneraient :

- ▶ des revenus totaux pour le gouvernement du Québec de 91,4 M\$, dont 61,0 M\$ en impôts sur les salaires et traitements, 8,5 M\$ en taxe de vente (TVQ) et 21,9 M\$ en taxes spécifiques;
- ▶ des revenus totaux pour le gouvernement fédéral de 58,9 M\$, dont 47,9 M\$ en impôts sur les salaires et traitements, 580 k\$ en taxe de vente (TPS) et 10,4 M\$ en taxes et droits d'accise;
- ▶ des revenus pour les parafiscalités québécoise et fédérale qui seraient respectivement de 149,8 M\$ et 19,5 M\$.

Annexe 1 **Élévations et coupes des 5 solutions « pont » (5 pages)**



COUPE/SECTION 1A-1
ECH./SCALE: 1:100

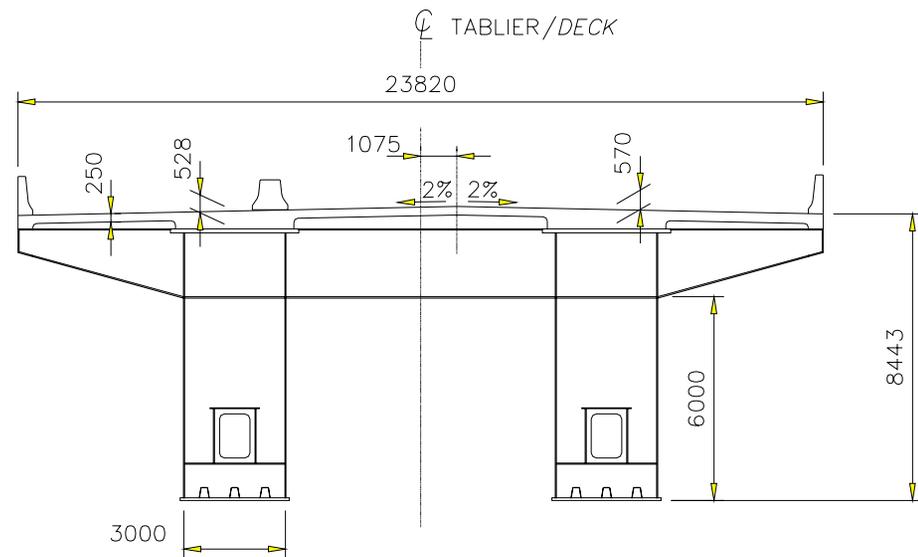
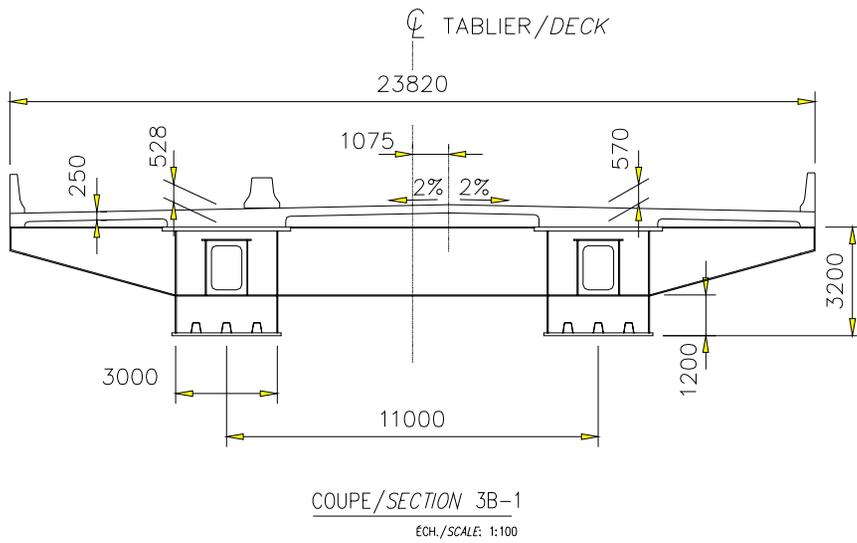
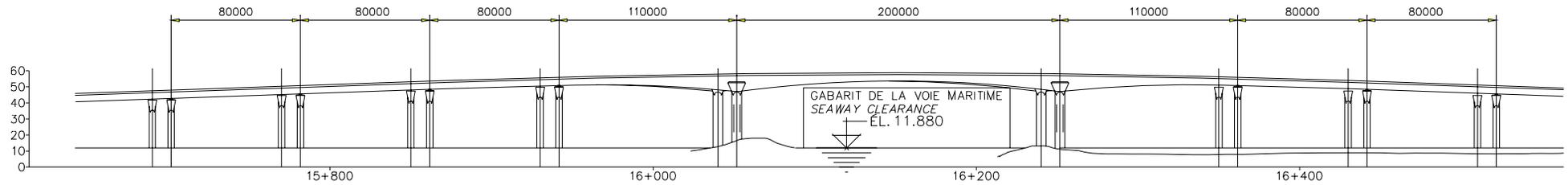


COUPE/SECTION 1A-2
ECH./SCALE: 1:100

Monocaisson en béton précontraint

- Travée principale de 200 m (voie maritime)
- Construit par encorbellement successifs
- Travées courantes de 80 m

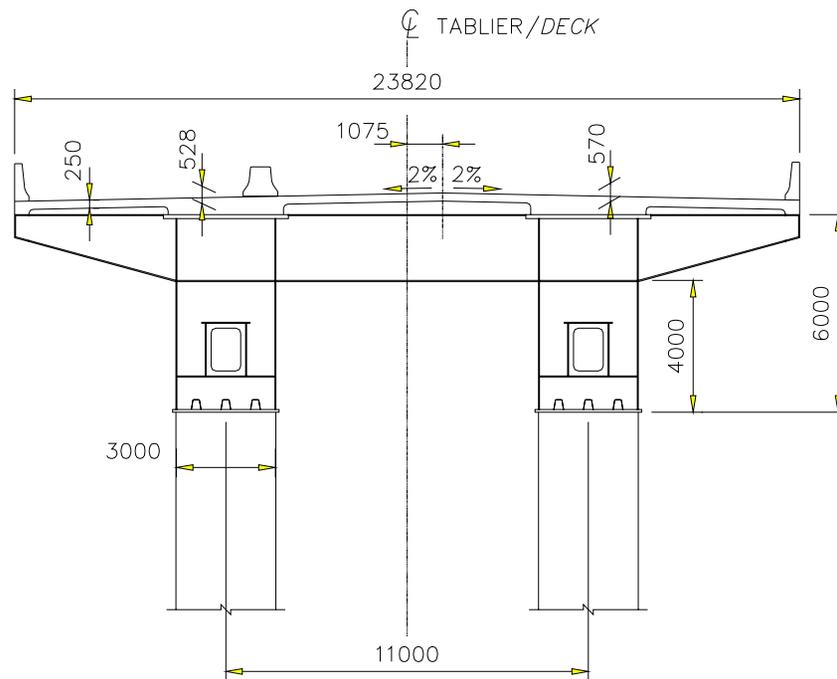
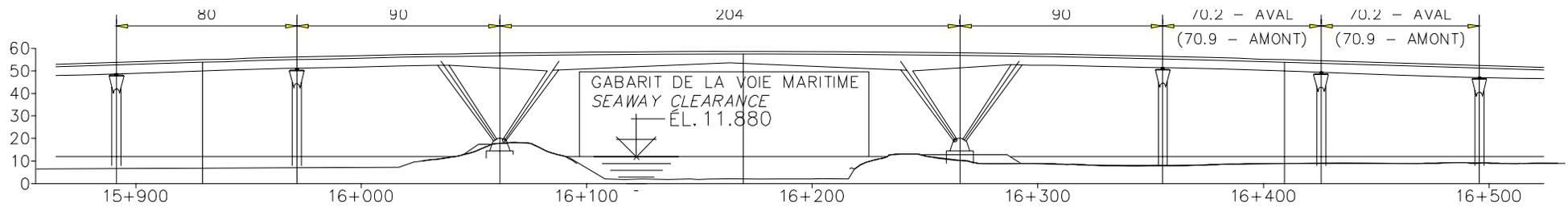
CT 61100



Pont en ossature mixte

- Travée principale de 200 m lancée des deux côtés
- Plusieurs coupes transversales possibles (bipoutres, bicaissons et monocaisson)
- Travées courantes de 80 m en ossature mixte

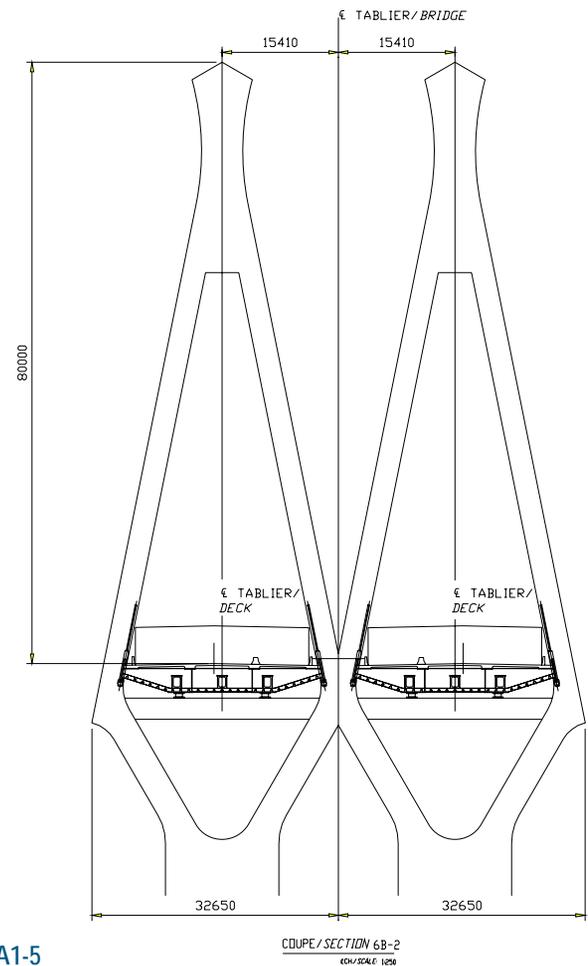
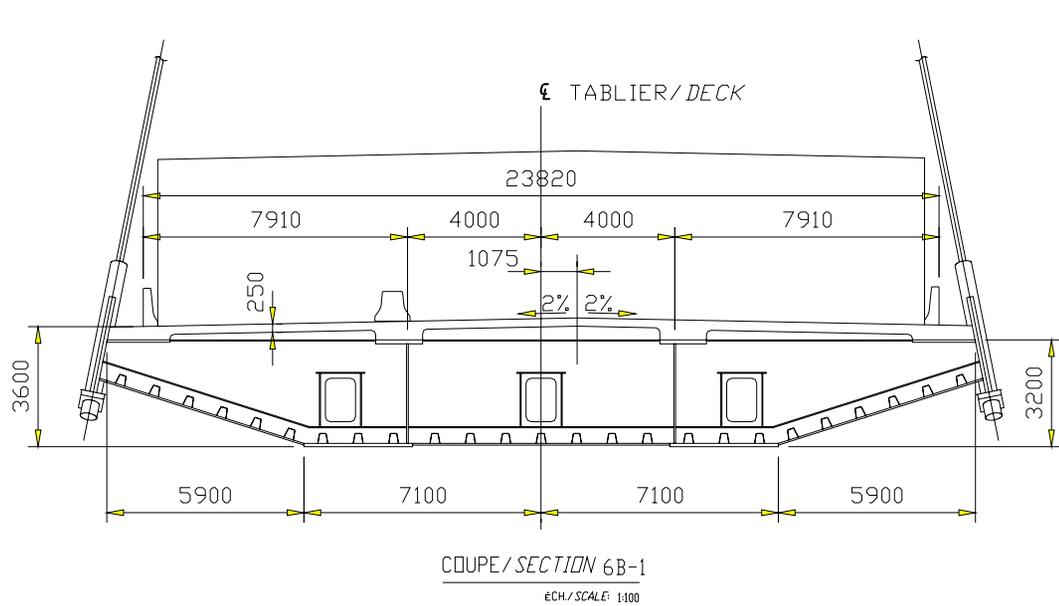
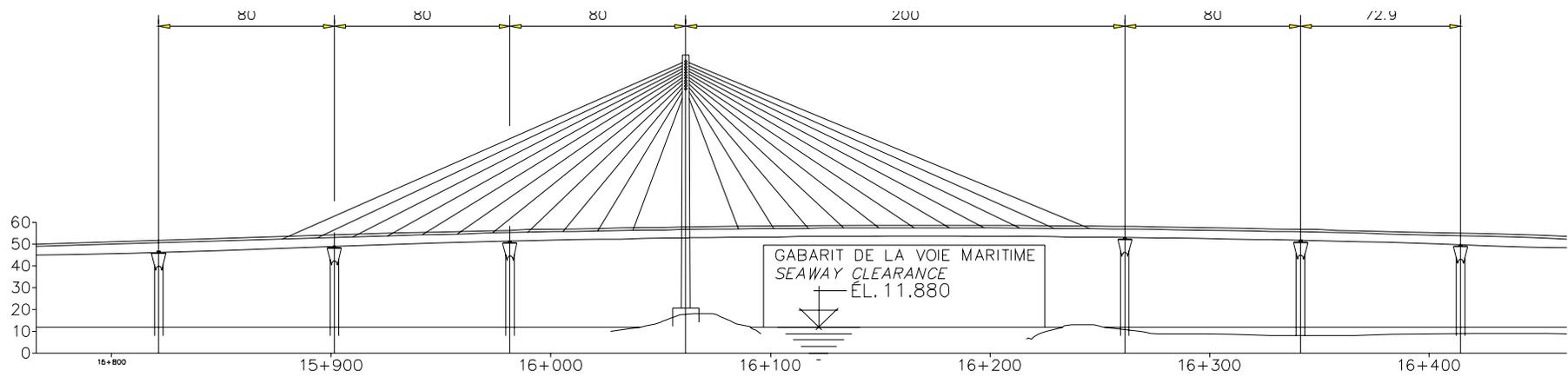
CT 61100



Pont en ossature mixte avec des piles en V

- Travée de 204 m dont 155 m entre les V, lancée d'un seul côté. Travées courantes de 80m en ossature mixte
- Plusieurs coupes transversales possibles (bipoutres, bicaissons et monocaisson)

CT 61100



Pont à haubans en ossature mixte

- Travée principale de 200 m
- Un seul pylône par tablier, comportant deux mâts transversalement
- Travées courantes de 80m en ossature mixte

CT 61100

