



Investissement Luc Poirier Itée

Étude de pré faisabilité d'un tunnel à débit contrôlé reliant le centre-ville de Montréal à la Rive-Sud

Rapport final

Date : 22 novembre 2011
N/Réf. : P042046

DESSAU

Investissement Luc Poirier Itée

Étude de pré faisabilité d'un tunnel à débit contrôlé reliant le centre-ville de Montréal à la Rive-Sud

Rapport final

Préparé par :



Jordan Belovski, ing.

Directeur d'expertise

Assisté par :

Grégoire Richard, ing. junior

Approuvé par :

Denis Lefebvre, ing., M.Sc.A.

Directeur d'expertise

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1 DISPOSITIONS ACTUELLES	3
1.1 Caractéristiques du réseau local.....	3
1.1.1 <i>Route 132</i>	3
1.1.2 <i>Boulevard La Fayette</i>	3
1.1.3 <i>Échangeur avenue Notre-Dame</i>	4
1.1.4 <i>Accès au casino de Montréal</i>	4
1.1.5 <i>Pistes cyclables</i>	4
1.1.6 <i>Résumé</i>	5
1.2 Environnement.....	5
1.3 Services publics.....	6
2 DESCRIPTION DE L'AMÉNAGEMENT PROPOSÉ	6
2.1 Options étudiées.....	6
2.2 Échangeur de type « trompette ».....	7
2.2.1 <i>Courbes horizontales</i>	7
2.2.2 <i>Profils</i>	8
2.2.3 <i>Distance de visibilité en tunnel</i>	9
2.3 ROUTE 132.....	10
2.3.1 <i>Distance d'espacement entre les échangeurs</i>	10
2.3.2 <i>Zones d'entrecroisement</i>	10
2.4 Boulevard La Fayette.....	11
2.5 Accessibilité.....	11
2.5.1 <i>Rive-Sud</i>	11
2.5.2 <i>Casino de Montréal</i>	11
2.6 Pistes cyclables.....	12
2.7 Transport en commun.....	12
2.8 Intervenants ou organismes impliqués.....	13
3 PROFILS EN TRAVERS FONCTIONNELS	14
3.1 Section courante des tunnels.....	14
3.2 Section courbe.....	16
3.3 Galeries d'évacuation.....	19
4 GÉNIE CIVIL ET STRUCTURES	19
4.1 Rappel des conditions géologiques et géotechniques.....	19
4.2 Dimensionnement des structures en béton.....	20
4.3 Autres structures.....	20
4.4 Murs antibruits.....	20

TABLE DES MATIÈRES

5 DISPOSITIONS GÉNÉRALES RELATIVES À LA SÉCURITÉ	20
6 VENTILATION	21
6.1 Description de l'ouvrage	21
6.2 Stratégie de ventilation	21
6.3 Dimensionnement de la ventilation	21
7 ÉQUIPEMENT D'EXPLOITATION ET DE SÉCURITÉ.....	22
8 MÉTHODES DE CONSTRUCTION	23
8.1 Méthodes de construction.....	23
8.2 Principales quantités.....	24
9 CONCLUSIONS.....	25

Dessins présentés

Dessin 1 de 5 Situation actuelle (Échelle 1:4000)

Dessin 2 de 5 Vue globale jusqu'à Montréal (Échelle 1:1000)

Dessin 3 de 5 Configuration et géométrie des voies des tunnels (Échelle 1:1000)

Dessin 4 de 5 Empreinte visible des tunnels (Échelle 1:1000)

Dessin 5 de 5 Piste cyclable actuelle et nouvelle piste cyclable (Échelle 1:1000)

Propriété et confidentialité

« Ce document d'ingénierie est la propriété de Dessau 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 Dessau et de son Client.

Si des essais ont été effectués, les résultats de ces essais ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le présent rapport.

Les sous-traitants de Dessau qui auraient réalisé des travaux au chantier ou en laboratoire sont dûment qualifiés selon la procédure relative à l'approvisionnement de notre manuel qualité. Pour toute information complémentaire ou de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec votre chargé de projet. »

REGISTRE DES RÉVISIONS ET ÉMISSIONS		
No de révision	Date	Description de la modification et/ou de l'émission
00	2011-11-16	Première émission

INTRODUCTION

En début d'année 2011, une rencontre a eu lieu entre messieurs Luc Poirier, président d'Investissement Luc Poirier et Normand Fallu, vice-président Opérations et Denis Lefebvre, directeur d'expertise de la firme Dessau. À cette rencontre, monsieur Poirier a présenté son idée de relier l'avenue Pierre-Dupuy et l'île Notre-Dame à la route 132 de la Rive-Sud de Montréal via un tunnel passant sous la Voie maritime du fleuve Saint-Laurent. Cette liaison permettrait de relier le centre-ville de Montréal à la Rive-Sud en passant par l'île Notre-Dame.

Le mandat que Dessau a reçu de la part de monsieur Poirier est d'étudier la faisabilité d'un lien routier de type tunnel, tout en respectant les critères suivants :

- Les débits véhiculaires en provenance de Montréal doivent s'insérer à la route 132 et ne doivent pas s'intégrer directement dans la ville de Saint-Lambert;
- Le nouvel axe routier ne doit pas interférer avec la piste de course (F1 et NASCAR) de l'île Notre-Dame;
- L'axe routier entre la ville de Montréal et le casino de Montréal doit être maintenu;
- L'accès au casino de Montréal depuis la Rive-Sud doit être ajouté;
- Le passage adéquat du transport en commun sur ce lien doit être assuré;
- La piste cyclable passant par le parc de la Voie maritime doit être raccordée à la piste cyclable reliant le pont des Îles. Ce nouveau lien va favoriser le transport actif entre la Rive-Sud et le centre-ville de Montréal;
- La vitesse de conception serait de 60 km/h et la vitesse affichée, de 50 km/h;
- Le nouveau lien devra avoir une durée de vie d'environ 100 ans tout en favorisant des solutions permettant de minimiser l'entretien des tunnels;
- Les normes du ministère des Transports doivent être entièrement respectées.

Ce rapport présente les résultats d'une analyse préliminaire visant à vérifier la faisabilité de ce nouveau lien. La liaison, telle que proposée par M. Poirier, permettrait de créer un lien supplémentaire entre la ville de Montréal et la Rive-Sud. Compte tenu des futurs travaux d'infrastructures prévus pour la réfection des dalles d'approche du tunnel Louis-Hippolyte-Lafontaine ainsi que pour la reconstruction du pont Champlain, de l'échangeur Turcot et des futurs travaux d'entretien des ponts Jacques-Cartier et Honoré-Mercier, ce lien supplémentaire permettrait d'atténuer les engorgements qui devraient se produire inévitablement sur la Rive-Sud lors des prochaines années.

Ce nouvel axe routier serait doté d'un péage électronique, situé du côté nord du tunnel, sur l'île Notre-Dame.

Toutes les informations utilisées pour réaliser cette étude proviennent du domaine public.

1 DISPOSITIONS ACTUELLES

1.1 CARACTÉRISTIQUES DU RÉSEAU LOCAL

Le but de cette section est de caractériser les éléments routiers actuels qui seront affectés par le concept proposé, de valider la conformité en fonction des normes ministérielles actuelles (distances d'entrecroisement, courbes horizontales et verticales, distances de visibilité, etc.) et de discerner, le cas échéant, les déficiences géométriques.

1.1.1 Route 132

À la hauteur de la ville de Saint-Lambert, la route 132 est rectiligne pour passer par la suite dans un rayon de 3500 m sous le pont Jacques-Cartier. La route se caractérise par six voies de circulation (trois voies de 3,7 m par direction) à chaussées séparées par un terre-plein central de 7 m de largeur moyenne. Pour leur part, les accotements sont respectivement de 1,3 m et 3 m de large à gauche et à droite de chacune des chaussées.

Ce profil en travers de route en milieu urbain est considéré, selon les normes ministérielles, de route nationale à chaussées séparées.

La distance d'entrecroisement entre l'entrée de l'échangeur Notre-Dame et la sortie 7 de la direction Est est d'un kilomètre.

Il est à noter qu'actuellement dans le secteur étudié, la route 132 est rarement congestionnée, à l'exception, aux heures de pointe, des sorties qui mènent vers les ponts Jacques-Cartier et Victoria.

1.1.2 Boulevard La Fayette

La sortie N°7 de la direction Est de la route 132 mène vers le boulevard La Fayette qui donne accès au métro de Longueuil, à la ville de Saint-Lambert ainsi qu'au boulevard Taschereau. L'échangeur à cet endroit est partiel et ne dessert pas tous les mouvements, ce qui incite les usagers à prendre des chemins alternatifs de transit, par exemple le boulevard Roland-Therrien, la rue Saint-Charles, la rue du Bord-de-l'Eau, la rue Riverside, le boulevard La Fayette, etc.

Il est à noter que le réseau routier local est souvent congestionné aux heures de pointe, à cause de la circulation qui accède au pont Jacques-Cartier. Cette congestion se répercute sur les rues adjacentes et pénalise ainsi les usagers voulant accéder au métro ou à la Place Longueuil. Or, les usagers qui veulent éviter la congestion utilisent les artères environnantes, affectant ainsi les déplacements locaux.

1.1.3 Échangeur avenue Notre-Dame

L'échangeur de l'avenue Notre-Dame (sortie 6) à Saint-Lambert est de type « carrefour dénivelé losange simple ». La configuration de ce type d'échangeur a pour principal avantage de nécessiter une faible superficie d'implantation et n'exige pas d'entrecroisement sur la voie rapide. Toutefois, la gestion de la circulation aux croisements entre les bretelles et la voie secondaire doit faire l'objet d'une attention particulière pour que ce type d'aménagement soit efficace. Cet échangeur est fortement sollicité aux heures de pointe par les usagers qui transitent par la rue Riverside et le pont Victoria.

1.1.4 Accès au casino de Montréal

L'accès au casino de Montréal se fait principalement par le pont de la Concorde et le pont des Îles, situés dans le prolongement de l'avenue Pierre-Dupuy. Il est également possible d'accéder au casino par l'île Sainte-Hélène par le biais du pont du Cosmos, situé à proximité de la station de métro du parc Jean Drapeau. L'accès à l'île Sainte-Hélène se fait par le pont Jacques-Cartier. L'accès au casino à partir de la Rive-Sud est compliqué et difficile d'accès par les touristes.

1.1.5 Pistes cyclables

Dans le secteur du projet à l'étude, plusieurs pistes cyclables s'y trouvent. Tout d'abord, il y a un segment situé directement le long de la rive sud de la Voie maritime qui traverse la route 132 à l'échangeur de l'avenue Notre-Dame dans la ville de Saint-Lambert. Ce lien cyclable est raccordé au tronçon de la route verte (parcours No 1) qui longe la rue Riverside. De plus, un petit segment de piste cyclable est situé dans le parc de la Voie maritime en direction du collège Champlain.

Sur l'île Notre-Dame, plusieurs pistes cyclables sont aménagées, dont un segment de la route verte. La route verte est raccordée à la Rive-Sud par le biais d'un tracé empruntant le pont Victoria. Par la suite, une passerelle raccordée à la piste cyclable de la rue Riverside est aménagée au-dessus de la route 132. Pour le raccordement à l'île de Montréal, le tracé de la route verte de l'île Notre-Dame emprunte le pont des Îles et le pont de la Concorde vers l'avenue Pierre-Dupuy.



1.1.6 Résumé

Cette analyse a permis de valider la conformité des éléments routiers aux normes en vigueur du ministère des Transports. Il est à noter qu'aucune déficience géométrique n'a été décelée sur le réseau supérieur.

1.2 ENVIRONNEMENT

Le répertoire des terrains contaminés publié par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs a été consulté et les terrains visés par le projet à l'étude n'y apparaissent pas.

1.3 SERVICES PUBLICS

À cette étape du projet, les équipements de services publics souterrains et aériens n'ont pas fait l'objet d'une étude exhaustive. Cependant, dans le cadre d'une visite des lieux, dans le secteur du raccordement du tunnel sur l'île Notre-Dame, les équipements de services publics suivants ont été identifiés comme potentiellement pouvant être en conflit :

- égout pluvial
- égout sanitaire
- aqueduc
- réseau de distribution de gaz (Gaz Métro)
- réseau de distribution électrique souterrain
- câbles téléphoniques souterrains
- possiblement des fibres optiques
- alimentation électrique souterraine pour l'éclairage

Toutefois, aucun service public ne semble représenter un obstacle insurmontable.

Pour ce qui est du raccordement des tunnels sur la Rive-Sud, le site à l'étude ne présente aucun élément indiquant la présence d'équipement souterrain ou aérien.

Toutefois, une recherche plus approfondie devra donc être effectuée auprès des différents organismes de services publics afin d'évaluer quantitativement les répercussions des travaux d'aménagement de l'échangeur, en fonction des pistes de solutions retenues.

2 DESCRIPTION DE L'AMÉNAGEMENT PROPOSÉ

L'analyse des concepts étudiés a été réalisée à partir de relevés photographiques de l'île Notre-Dame et de la Rive-Sud. Les élévations ont été relevées à l'aide d'un GPS, les profils évalués sont approximatifs et leurs précisions sont de l'ordre de $\pm 0,5$ m.

Un relevé d'arpentage, une étude géotechnique ainsi qu'une étude bathymétrique de la Voie maritime seront éventuellement nécessaires afin de valider la disposition des tunnels étudiée dans ce document. Pour la Voie maritime du fleuve Saint-Laurent, pour les besoins de l'étude de faisabilité, une profondeur estimée à environ 9,0 m a été utilisée pour délimiter le fond du fleuve.

2.1 OPTIONS ÉTUDIÉES

Plusieurs options ont été analysées afin de tenir compte de toutes les contraintes qui présentent le site étudié. Finalement, le concept retenu propose un échangeur de type

« trompette » sur la Rive-Sud et le raccordement des tunnels au pont des Îles qui relie l'île Notre-Dame à l'île Sainte-Hélène. Par la suite, les usagers pourront accéder à l'île de Montréal par le pont de la Concorde et l'avenue Pierre-Dupuy. Des bretelles d'accès à l'île Notre-Dame sont proposées ainsi que l'aménagement d'un carrefour giratoire qui modifiera la configuration actuelle de tous les accès à l'île ainsi qu'au casino. Il est important de mentionner qu'il n'y a aucune modification apportée au circuit Gilles-Villeneuve.

2.2 ÉCHANGEUR DE TYPE « TROMPETTE »

L'option retenue consiste à aménager sur la Rive-Sud un échangeur de type « trompette à sortie en boucle » pour permettre le raccordement à la route 132. La configuration de cet échangeur a pour principal avantage de permettre des mouvements semi-directs qui se traduisent dans le contexte de bretelle d'accès en tunnel, par une optimisation de la longueur en tunnel. Cette configuration permet également d'éviter les entrecroisements des bretelles d'accès, d'assurer une grande capacité et fluidité des mouvements et nécessite en même temps une faible superficie d'implantation. Son emplacement dans le parc de la Voie maritime permet de couvrir une partie des rampes d'accès afin de minimiser l'impact visuel.

2.2.1 Courbes horizontales

Le concept à l'étude requiert l'aménagement de plusieurs courbes horizontales pour permettre les changements de direction des voies de circulation. Ces courbes possèdent des rayons qui varient de 80 mètres à 1 500 mètres. Conformément aux normes de conception routière du Ministère, le rayon minimal requis a été déterminé en fonction de la vitesse de conception de 60 km/h et en considérant un dévers maximal de 6 %. Le rayon minimal calculé à partir de l'équation ci-dessous extraite de la section 6.3.1.2 du tome I – *Conception routière* est de 118 m pour une vitesse affichée de 50 km/h.

$$R = \frac{V^2}{127 (e + f)}$$

où

R = rayon de courbure minimal (m)
 V = vitesse de conception = Vbase (km/h)
 f = coefficient de frottement latéral
 e = dévers (m/m)

Tableau 1 Courbes horizontales proposées

LOCALISATION		RAYON PROPOSÉ (M)	PENTE LONGITUDINALE PROPOSÉE (M/M)
BRETELLE	CHAÎNAGES		
1	10+234 à 10+420	141,2	0,060
	10+490 à 10+815	246,5	0,060
	10+998 à 11+459	187,5	0,045
	11+641 à 11+791	180,0	0,020
2	20+234 à 20+424	144,7	0,060
	20+490 à 21+007	243,0	0,060
	21+007 à 21+187	485,0	0,070
	21+280 à 21+415	455,0	0,070
	21+512 à 21+553	605,0	0,003
3	30+234 à 30+400	130,0	0,060
	30+490 à 30+702	257,7	0,060
	30+774 à 31+060	180,0	0,062
	31+631 à 31+748	1500,0	0,002
4	40+234 à 40+405	133,5	0,060
	40+490 à 40+733	254,2	0,060
	40+999 à 41+484	173,3	0,045
	41+484 à 41+624	80,0	0,045
	41+624 à 41+715	180,0	0,026
	41+715 à 41+870	1500,0	0,002

2.2.2 Profils

Pour relier la Rive-Sud à l'île Notre-Dame, le concept à l'étude propose de franchir la Voie maritime par voie souterraine. La route 132 et l'île Notre-Dame sont situées relativement aux mêmes élévations et le fond de la Voie maritime est situé à environ 16 mètres plus bas. En considérant un espacement de deux mètres entre le dessus du tunnel et le fond de la voie maritime, les points bas des profils des voies de circulation seront situés à environ 25 mètres de profondeur par rapport aux élévations des rives. Pour parvenir à cette profondeur, les profils présentent des déclivités majeures qui varient entre 4,5 % et 7,0 % et assurent un dégagement vertical de 5,1 mètres conforme aux exigences des normes de conception routière du Ministère (tableau 6.4-1 du tome I – *Conception routière* et section 2.1.4.2.B du tome III – *Ouvrages d'art*).

2.2.3 Distance de visibilité en tunnel

La distance de visibilité à l'arrêt (DVA) requise est déterminée à partir de la vitesse de conception (vitesse de base), le coefficient de frottement longitudinal et de la pente longitudinale de la route. La DVA est calculée à l'aide de l'équation présentée ci-dessous, conformément à la section 7.7 du tome I - *Conception routière, Ouvrages routiers du ministère des Transports du Québec*.

$$\text{DVA corrigée} = \frac{2,5 V}{3,6} + \frac{V^2}{254 (f \pm P)}$$

où

V = vitesse de conception = V_{base} (km/h)

f = coefficient de frottement longitudinal = $1,0371 V^{-0,2729}$

P = pente longitudinale (m/m) [ascendante +, descendante -]

L'analyse détaillée de la visibilité en profil n'a pas été réalisée étant donné que les paramètres proposés pour les courbes verticales assurent des distances de visibilité significativement plus élevées que celles des courbes horizontales.

Tableau 2 Distances de visibilité requises en fonction de la vitesse de conception

VITESSE DE BASE (KM/H)	COEFFICIENT DE FROTTEMENT LONGITUDINAL	PENTE LONGITUDINALE P (M/M)	DVA REQUIS E (M)
40	0,38	- 0,07	48,1
45	0,37	- 0,07	57,8
50	0,36	- 0,07	68,7
55	0,35	- 0,07	80,7
60	0,34	- 0,07	94,2

Tableau 3 Résultat de l'analyse des distances de visibilité en plan

LOCALISATION		RAYON MINIMAL PROPOSÉ (M)	DVA MINIMALE DISPONIBLE (M)	VITESSE AFFICHÉE RECOMMANDÉE (KM/H)
BRETELLE	CHAÎNAGES			
1	11+000 à 11+790	180	81,5	45
2	20+860 à 20+925	243	94,7	Aucune
3	30+840 à 31+060	180	81,5	45
4	41+530 à 41+625	80	54,4	25

Il est à noter que dans les phases de conception subséquentes, il pourrait être possible de déplacer le musoir de la bretelle de sortie de la route 132 Est (bretelle 4) d'environ 25 mètres vers le nord. Cette mesure permettrait d'aménager un rayon horizontal légèrement supérieur à 80 mètres et d'atteindre la distance de visibilité pour une vitesse affichée recommandée de 35 km/h. De plus, le redressement de la géométrie de l'échangeur sous la voie maritime permettrait d'augmenter le rayon de la courbe du raccordement du tunnel au pont des Îles.

2.3 ROUTE 132

2.3.1 Distance d'espacement entre les échangeurs

L'aménagement du carrefour de type « trompette » permettant de relier les tunnels à la route 132 est situé entre les échangeurs de l'avenue Notre-Dame à Saint-Lambert (sortie 6) et le boulevard La Fayette à Longueuil (sortie 7). En référence au tableau 9.5-1 du tome I – *Conception routière*, les distances d'espacement minimales entre les bretelles d'accès ont été comparées aux distances d'espacement proposées dans le concept à l'étude et les valeurs sont présentées dans le tableau ci-dessous. Il est à noter que les valeurs minimales correspondent à la distance entre les extrémités des musoirs marqués.

Tableau 4 Espacement entre les échangeurs

LOCALISATION		DISTANCE MINIMALE	DISTANCE PROPOSÉE (ENTRE MUSOIRS MARQUÉS)	DISTANCE PROPOSÉE (ENTRE MUSOIRS EN BÉTON)
Bretelle entrée Ave Notre-Dame vers la route 132 Est	Bretelle sortie route 132 Est vers Montréal (Bret. 4)	450 m	346,4 m	507,2 m
Bretelle de sortie route 132 Est vers Montréal (Bret. 4)	Bretelle d'entrée Montréal vers route 132 Est (Bret. 1)	150 m	491,9 m	-
Bretelle d'entrée Montréal vers route 132 Est (Bret. 1)	Bretelle de sortie route 132 Est vers boul. La Fayette	450 m	396,2 m	557,9 m

2.3.2 Zones d'entrecroisement

L'implantation d'un nouveau carrefour entre les échangeurs de l'avenue Notre-Dame (sortie 6) et du boulevard La Fayette (sortie 7) a pour effet de modifier la voie d'entrecroisement existante qui relie les échangeurs. Plutôt que d'avoir une seule voie d'entrecroisement, le concept propose l'aménagement de deux segments d'entrecroisement qui correspondent aux segments identifiés dans le tableau de la section précédente et qui requièrent une distance

d'espacement entre les extrémités de musoirs marqués de 450 mètres. À cette étape du projet, les distances d'espacement ne respectent pas les normes du Ministère. Cependant, il est possible d'atteindre les exigences des normes en modifiant significativement la configuration de la bretelle de sortie vers le boulevard La Fayette par exemple. Ou encore, d'aménager une structure aérienne pour la bretelle 4 qui permettrait de supprimer le croisement avec la bretelle d'accès à la route 132.

2.4 BOULEVARD LA FAYETTE

Une reconstruction du boulevard La Fayette est proposée entre la rue Saint-Charles et la route 132. Le boulevard est repoussé vers l'Est afin d'augmenter la zone d'entrecroisement entre la bretelle d'entrée du nouvel échangeur et la sortie 7 actuelle. L'axe proposé est préliminaire et nous considérons qu'il existe des possibilités de rapprocher le boulevard encore plus près du pont Jacques-Cartier.

Il est à noter qu'une coordination avec la Ville de Longueuil et le Ministère est nécessaire pour arrimer cette proposition avec tout autre concept de réaménagement ou de développement dans le secteur.

2.5 ACCESSIBILITÉ

2.5.1 Rive-Sud

Le concept à l'étude permet d'accroître l'offre dans un contexte où il y a une croissance des usagers qui transigent aux heures de pointe, de la Rive-Sud vers Montréal et inversement. Plusieurs projets d'envergure doivent être réalisés dans la prochaine décennie, tels que la reconstruction du pont Champlain et la réfection des dalles d'approche et du tunnel Louis-Hippolyte-Lafontaine. De plus, dans un communiqué émis par la ville de Saint-Lambert le 8 juin 2011, la ville demande un moratoire à la ville de Longueuil concernant la fermeture de la bretelle d'accès au pont Jacques-Cartier qui est située dans le prolongement de la rue Riverside, car elle s'inquiète d'un engorgement probable aux entrées de la route 132. Le projet à l'étude permet d'augmenter significativement l'offre pour les usagers de la Rive-Sud qui ont à transiger vers Montréal et d'améliorer significativement les conditions d'accessibilité aux résidents de Saint-Lambert.

2.5.2 Casino de Montréal

Le concept présenté, à part qu'il préserve le lien entre la ville de Montréal et le casino, propose un nouveau lien direct entre la Rive-Sud et le casino. Pour ce faire, un carrefour de type turbo giratoire est proposé sur l'île Notre-Dame, du côté ouest de l'accès actuel.

Le pont qui donne accès actuellement au casino sera démoli et les visiteurs provenant de Montréal, pour se rendre au casino, devront emprunter le carrefour giratoire. Le retour vers Montréal sera assuré par une nouvelle structure à sens unique, proposée dans l'axe du chemin des Floralies.

Deux bretelles qui relient le tunnel principal au carrefour giratoire assurent l'accès du casino à la Rive-Sud. Mentionnons que le concept proposé donne accès depuis les deux directions de la route 132 au casino et l'inverse.

2.6 PISTES CYCLABLES

Les bretelles 2 et 3 de l'échangeur proposé interceptent la piste cyclable située le long de la Rive-Sud de la voie maritime du Saint-Laurent qui relève de la juridiction de la ville de Saint-Lambert. Il est proposé de dévier le tracé de la piste cyclable existante aux approches des tunnels pour assurer le lien dans l'axe nord-sud et de raccorder la piste cyclable aux tunnels pour offrir aux usagers de la piste cyclable la possibilité de transiger vers l'île Notre-Dame. De plus, pour permettre le raccordement de la bretelle 2 à la bretelle d'entrée de l'échangeur de l'avenue Notre-Dame à la route 132 en direction ouest, le concept prévoit de remplacer le lien cyclable actuellement situé sous la route 132 dans l'axe de l'avenue Notre-Dame, par une passerelle aérienne située un peu plus au sud et qui sera raccordée dans l'espace vert, situé dans le cadran sud-ouest de l'intersection de l'avenue Notre-Dame et de la rue Riverside. Il est également prévu de modifier légèrement le tracé de la piste cyclable située dans le parc adjacent au collège Champlain et qui donne accès à ce dernier, afin d'éviter les buttes qui seront créées pour le remblayage du tunnel.

Pour ce qui est des aménagements cyclables sur l'île Notre-Dame, le concept prévoit de nouveaux segments pour le raccordement des corridors cyclables du tunnel proposé aux pistes cyclables existantes.

Le réseau vert ainsi déployé représente une nette amélioration du transport actif entre la Rive-Sud, l'île Notre-Dame et le centre-ville de Montréal par rapport à la situation actuelle.

2.7 TRANSPORT EN COMMUN

D'ordre général, le transport en commun doit emprunter les tunnels à même la circulation automobile. Étant donné que le projet prévoit l'implantation d'un péage électronique, il est considéré que les débits de circulation seront contrôlés de façon à assurer la fluidité du lien. Toutefois, si l'étude de circulation démontre que des files d'attente peuvent se former occasionnellement, des mesures de mitigation, telles que des feux de circulation, de type « rampe metering », pourraient être prévues.

La possibilité d'aménager un corridor en site propre pour le transport en commun a également été envisagée. À cette étape de la conception, l'avenue Victoria a été choisie, car l'aménagement d'une voie réservée jusqu'à l'échangeur Notre-Dame semble faisable. Cette option implique également l'implantation de feux de circulation aux intersections de l'échangeur Notre-Dame. Or, il est possible d'aménager une cinquième branche à l'intersection sud de cet échangeur et de là, rentrer dans un tunnel consacré au transport en commun. Pour une telle option, afin d'assurer la fluidité des autobus, il serait également important de prévoir l'implantation d'une voie réservée du côté de Montréal, jusqu'à l'autoroute Bonaventure où une voie réservée est déjà prévue dans la phase 1 de son réaménagement.

Notons que puisque les débits des tunnels sont contrôlés par la modulation des tarifs, même sans une voie réservée au transport en commun, une circulation fluide du transport en commun serait possible.

2.8 INTERVENANTS OU ORGANISMES IMPLIQUÉS

Les compagnies responsables de l'exploitation des équipements de service public, qui doivent être consultées, ont été mentionnées à la section précédente du présent rapport. De plus, avant d'entreprendre les phases subséquentes de la conception, il est fortement recommandé de consulter et d'obtenir les approbations des organismes et autres entités juridiques suivantes :

- Ville de Longueuil
- Ville de Saint-Lambert (parc de la Voie maritime)
- Corporation de gestion de la Voie maritime du Saint-Laurent (CGVMS)
- Société du Parc Jean-Drapeau (Casino de Montréal, etc.)
- Ville de Montréal
- Circuit Gilles-Villeneuve
- Communauté métropolitaine de Montréal
- Ministère des Transports du Québec (Direction de l'Est-de-la-Montérégie)

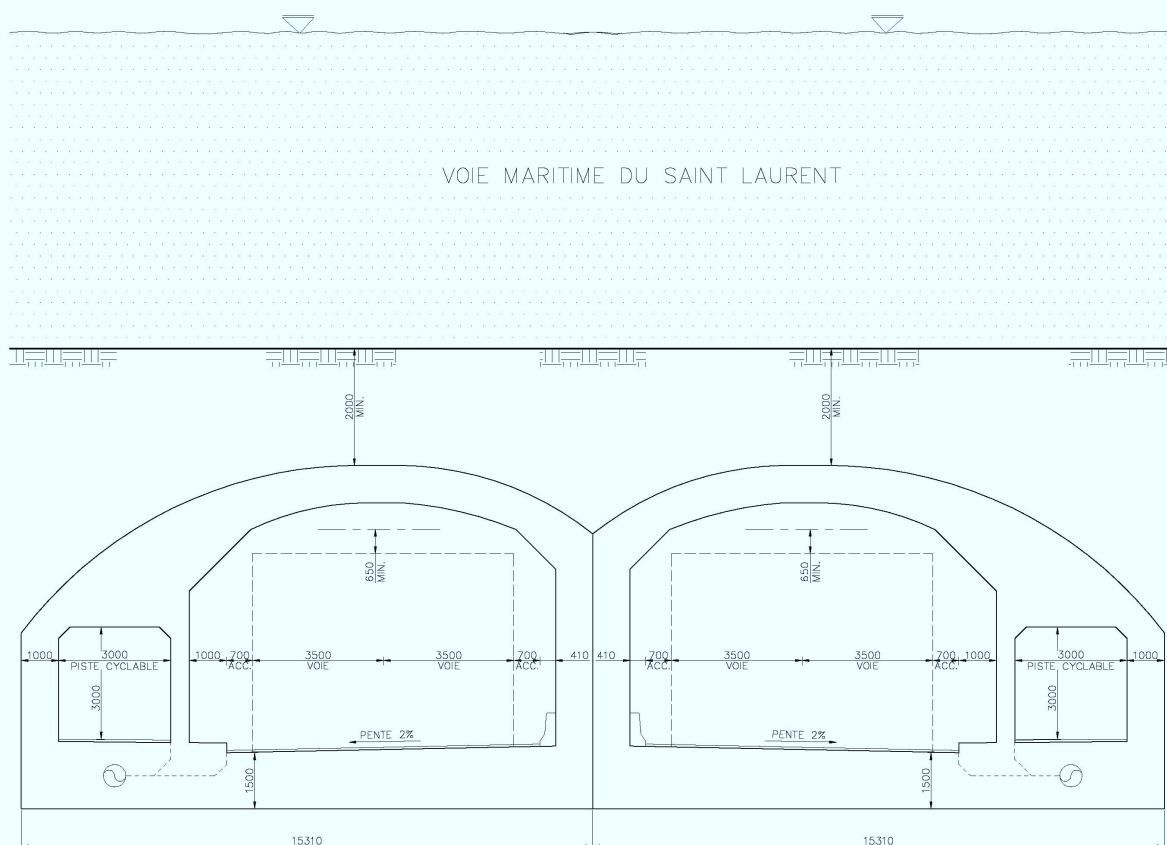
3 PROFILS EN TRAVERS FONCTIONNELS

3.1 SECTION COURANTE DES TUNNELS

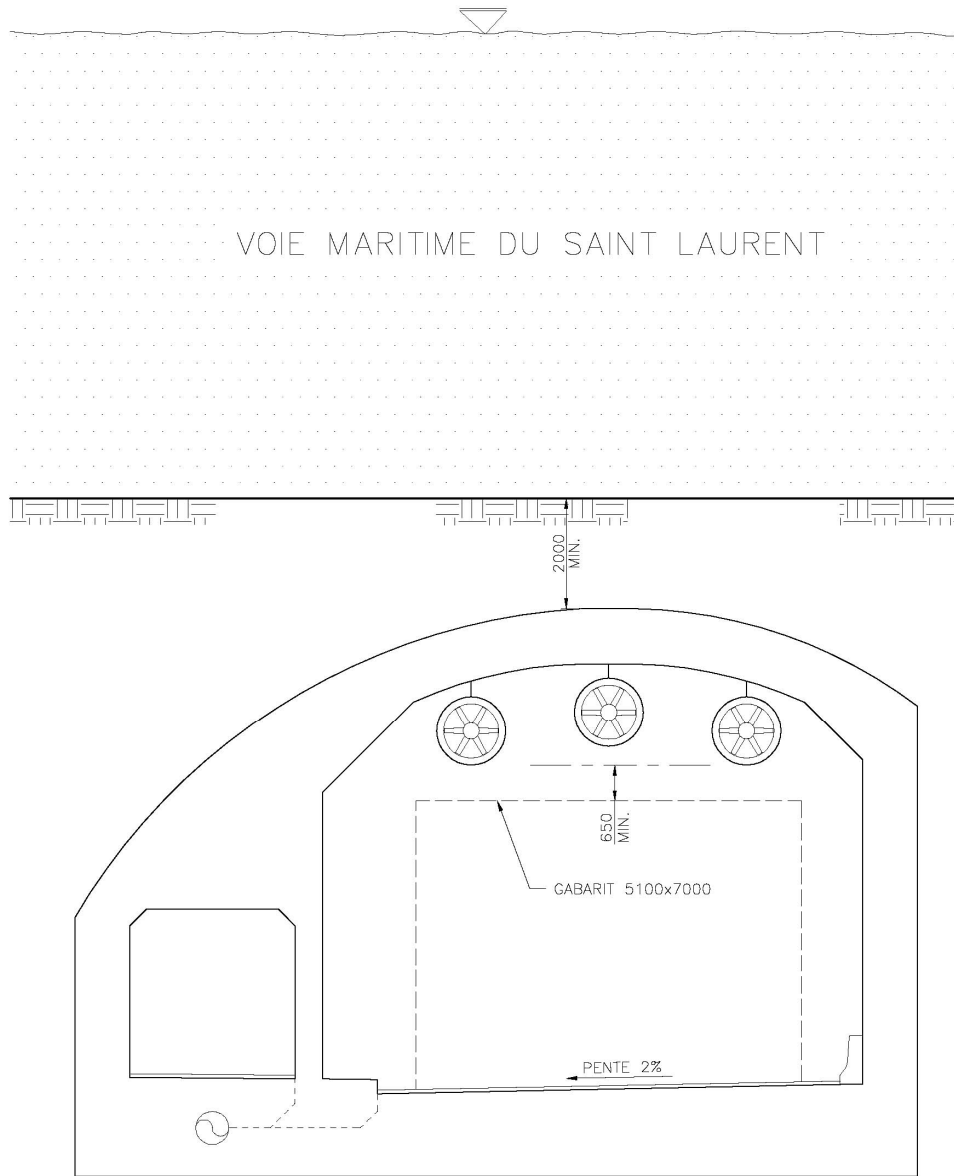
Les profils en section courante sont présentés ci-dessous. Dans cette section, nous avons deux tunnels indépendants, un pour chaque sens de circulation. Chaque tunnel est composé de deux voies de circulation unidirectionnelles.

La section est composée de deux voies de circulation de 3,5 m, ainsi que deux accotements de 0,7 m. Sont présents également deux glissières standard ainsi qu'un trottoir piétonnier de 1 m de largeur. Le trottoir permet le cheminement des piétons vers les sorties de secours menant aux galeries d'évacuation en cas d'accident.

La largeur totale de chaque tunnel de la section est de 15,31 m. En section courante, on a donc 30,62 m d'emprise.



COUPE TRANSVERSALE DU TUNNEL OPTION 1 – 2 VOIES



COUPE TRANSVERSALE DU TUNNEL À LA NICHE OPTION 1 – 2 VOIES

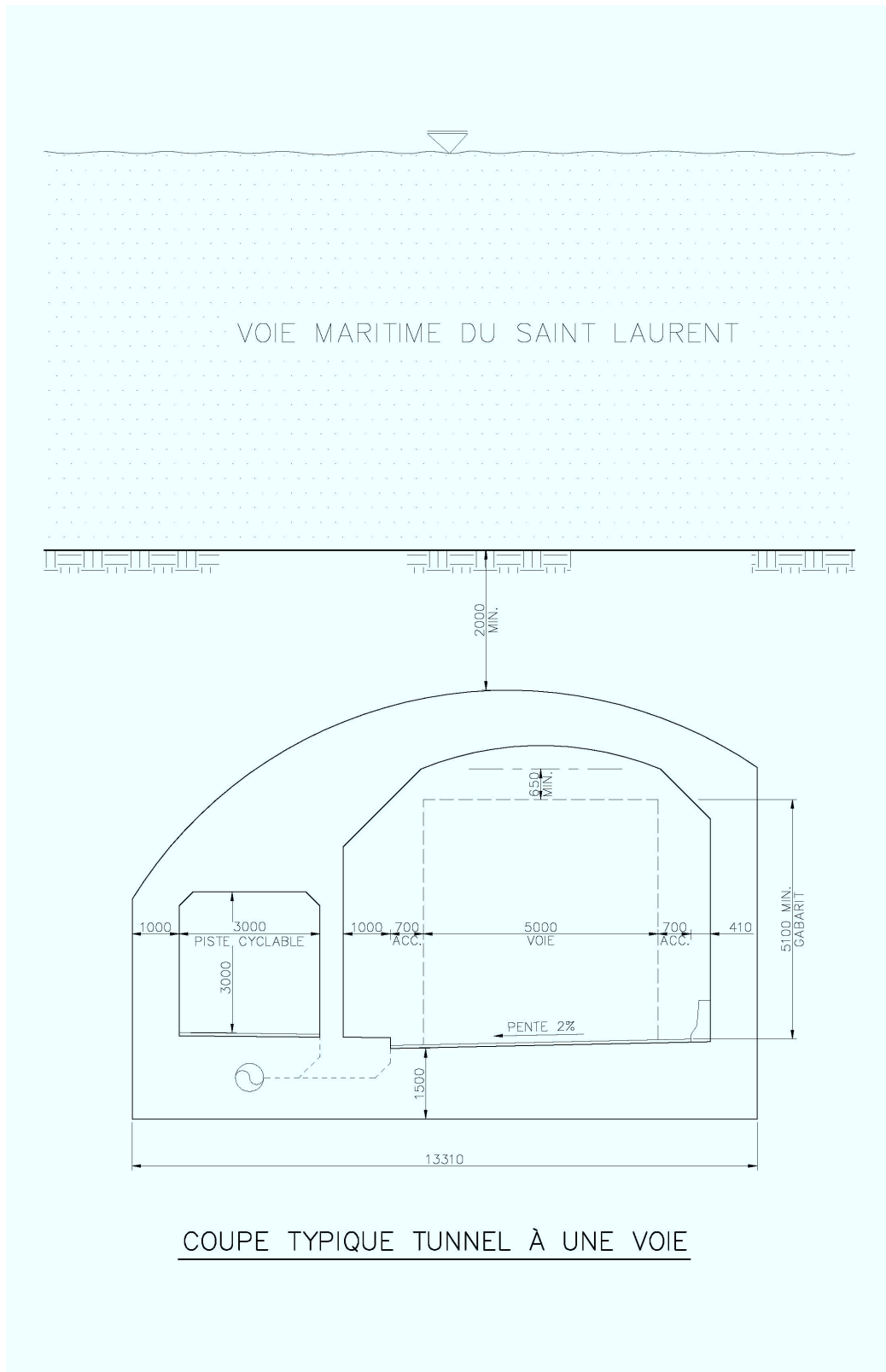
La hauteur libre est de 5,10 m au-dessus des voies de circulation et comporte une réservation d'au moins 650 mm pour les équipements d'exploitation accrochés au plafond : éclairage – câbles de radio communication – câbles de détection incendie – signalisation variable – feux d'affectation de voies – signalisation de sortie.

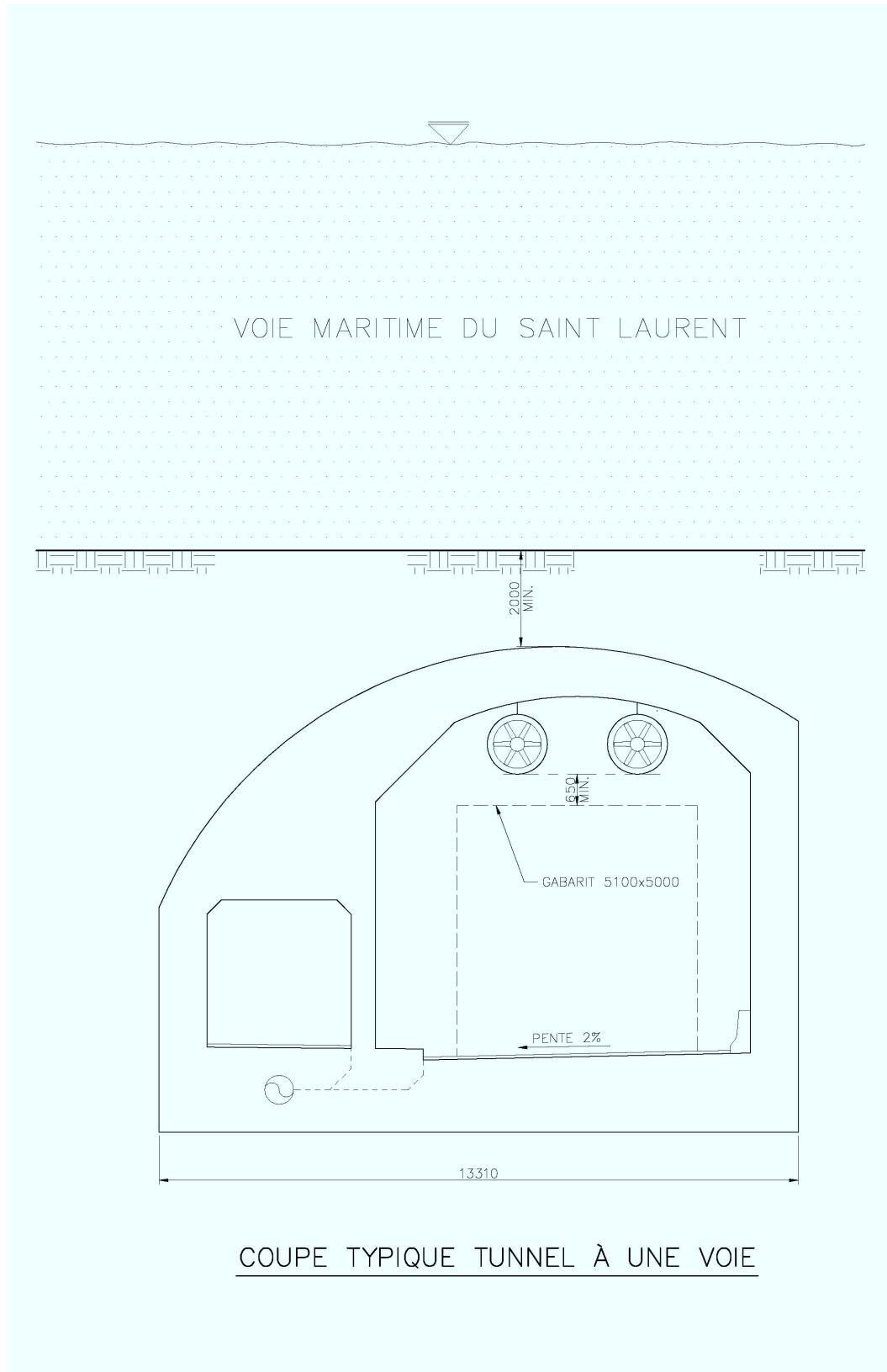
Les accélérateurs nécessaires à la ventilation sanitaire (constituée d'un système de ventilation longitudinale), ainsi qu'au déplacement des fumées en cas d'incendies sont placés dans des niches implantées de part en part en plafond du caisson formant ainsi un bossage. Ce bossage augmentera d'environ 1,2 m la hauteur libre. Aucune cheminée d'aération n'est requise avec ce principe de ventilation.

La chaussée comporte un dévers de 2 % avec un point haut près des glissières.

3.2 SECTION COURBE

Les profils en section courbe sont présentés ci-dessous. Dans la partie « échangeur » du projet, les tunnels ne sont plus rectilignes, ils deviennent courbes et se séparent. Nous avons alors quatre tunnels indépendants, avec une seule voie de circulation dans ces tunnels.





La section de chaque tunnel est composée d'une seule voie de circulation de 5 m, ainsi que de deux accotements de 0,7m. Sont présents également une glissière standard ainsi qu'un trottoir piétonnier de 1 m de largeur augmentant ainsi la visibilité dans les courbes intérieures.

La largeur totale de chaque tunnel est de 13,31 m.

La hauteur libre est identique à la section courante. La chaussée comporte un dévers de 2 % continu (pas de variation de dévers) orienté vers l'intérieur de la courbe.

La coupe précédente montre la disposition des ventilateurs dans la niche prévue à cet effet.

3.3 GALERIES D'ÉVACUATION

En cas d'incident, l'évacuation des usagers est assurée par les galeries situées le long des tunnels. Ces galeries sont reliées à l'espace de circulation routière par des portes coupe-feu espacées de 100 m. Certaines galeries débouchent aux têtes de tunnel, à l'air libre dans un espace sécurisé et accessible aux équipes d'intervention et de secours, alors que les galeries servant aussi de piste cyclable suivent les voies de circulation en parallèle jusqu'à leur intégration au réseau vert.

On prévoit alimenter en air frais les différentes galeries d'évacuation et les pistes cyclables à partir des entrées selon le même principe que les voies de circulation. Par contre, on doit les mettre en pression par rapport aux voies de circulation des véhicules, afin d'empêcher la pénétration des fumées en cas d'incendie lors de l'ouverture des portes d'accès.

Certaines galeries d'évacuation sont aussi utilisées comme piste cyclable, ces galeries ayant 3,0 m de largeur pour faciliter la circulation bidirectionnelle des cyclistes. Les autres galeries d'évacuation peuvent être de 2,50 m de largeur.

4 GÉNIE CIVIL ET STRUCTURES

4.1 RAPPEL DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES ET GÉOTECHNIQUES

Les données géologiques ne sont pas disponibles puisqu'aucune étude de sol n'a été effectuée pour ce secteur. Toutefois, notre laboratoire de matériaux LVM, ayant une connaissance générale du secteur, nous a fourni quelques informations pertinentes à notre étude.

Les informations générales obtenues nous indiquent que le sol est de type sable silteux jusqu'à une profondeur de 5 m à 7 m suivi de roc type shale fracturé.

Les informations succinctes disponibles concernant tant la topographie des fonds que le niveau du toit du roc et les caractéristiques mécaniques de matériaux ne mettent pas en cause la faisabilité de l'ouvrage. Des reconnaissances complémentaires sont toutefois indispensables

dans le cadre de l'étude détaillée en vue de dimensionner les structures et rechercher les possibilités d'optimisation du projet, ainsi que les moyens d'exécution.

Ces informations complémentaires concernent notamment :

- La topographie des fonds sous fluviaux
- Les sondages carottés pour la reconnaissance du toit du rocher sain
- Les essais in situ et essais de laboratoire en vue de déterminer :
 - Les caractéristiques mécaniques des alluvions, du rocher fracturé et de la roche saine
 - La perméabilité des différentes natures de matériaux
 - La dureté et l'abrasivité des roches saines en vue de déterminer les conditions d'extraction.

4.2 DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES EN BÉTON

4.3 AUTRES STRUCTURES

D'autres structures n'ont pas été dimensionnées dans le cadre de cette étude. Il conviendra de les prendre en compte lors des prochaines études de faisabilité, et de conception.

4.4 MURS ANTIBRUIITS

Puisque le parc de la Voie maritime est adjacent à la route 132, il serait intéressant de récupérer une partie des matériaux d'excavation des tunnels afin de réaménager une partie du parc en y construisant une butte longitudinale du côté nord. Cet aménagement aurait pour effet de diminuer le bruit en provenance de la route 132. La planification du réaménagement se ferait évidemment en collaboration avec les citoyens de la ville de Saint-Lambert et de la municipalité.

5 DISPOSITIONS GÉNÉRALES RELATIVES À LA SÉCURITÉ

Les études appropriées doivent être faites afin d'assurer la sécurité des usagers ainsi que des cyclistes, durant toutes les conditions d'exploitation du tunnel.

Ces études doivent être réalisées lors des avant-projets définitifs.

6 VENTILATION

6.1 DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

L'orientation générale du tunnel est de l'ouest (île Notre-Dame) vers l'est (la Rive-Sud).

Il ne s'agit pas d'un seul tunnel, mais bien de deux tunnels indépendants se séparant en quatre bretelles du côté de la Rive-Sud afin d'offrir tous les accès à toutes les directions entre la Rive-Sud et l'île Notre-Dame.

Le système de ventilation doit donc satisfaire toutes les situations d'exploitation pour les deux tunnels ainsi que les quatre bretelles.

L'ouvrage est donc constitué de tubes unidirectionnels se séparant vers l'est (bretelles 1 et 2) ou se rejoignant vers l'ouest (bretelles 3 et 4).

La section moyenne de l'ouvrage pour la future configuration est de 55 m² pour l'espace de circulation, avec un périmètre de 31 m et une hauteur sous la voûte de 6,4 m.

6.2 STRATÉGIE DE VENTILATION

Il n'y a pas de cheminée de ventilation prévue dans ce tunnel. Les dimensions du tunnel nous permettent d'utiliser la méthode de ventilation longitudinale.

La ventilation en tunnel a pour objectif :

- En situation courante d'exploitation, de maintenir la qualité de l'air en deçà des seuils de pollution admissibles (ventilation sanitaire)
- En cas d'incendie, de créer dans un premier temps des conditions aérauliques permettant l'évacuation des usagers dans des conditions acceptables et de permettre dans un deuxième temps l'intervention des services de secours et de lutte contre l'incendie

6.3 DIMENSIONNEMENT DE LA VENTILATION

Avec les tunnels unidirectionnels, la ventilation est assurée en grande partie par le flux des véhicules, en situation normale, à cause de l'effet piston.

En situation courante d'exploitation, la méthode pour faire baisser les niveaux de pollution dans un tunnel consiste à diluer les polluants. La ventilation sanitaire, de type longitudinal, consiste à créer un courant d'air dans le tunnel permettant l'apport d'air frais nécessaire à la dilution des polluants par l'une des entrées du tunnel.

Pour les situations de trafic congestionné, le courant d'air longitudinal est alors assuré par des accélérateurs installés en voûte. Ces accélérateurs seront logés dans des niches telles qu'illustrées dans la figure ci-dessous afin de garder la compacité du profil en travers.



Les caractéristiques préliminaires des accélérateurs sont les suivantes (les mêmes qu'en sanitaire) :

- Poussée en champs libres : 1350 N ;
- Vitesse d'éjection : 39 m/s environ
- Réversibilité : 90 % minimum
- Diamètre hélice : 1000 mm
- Diamètre extérieur : 1250 mm maximum
- Puissance mécanique motrice : 45 kW maximum

Tous les accélérateurs seront équipés de variateurs.

Les accélérateurs devront être installés à un minimum de distance de 70 m. En installant des séries de 3 accélérateurs en parallèle, pour avoir la puissance de ventilation requise, on obtient un maximum de 90 accélérateurs requis.

7 ÉQUIPEMENT D'EXPLOITATION ET DE SÉCURITÉ

Les équipements d'exploitation et de sécurité à prendre en compte lors des études de faisabilité et lors de la conception sont les suivants :

- Réseau et alimentation électrique
- Éclairage
- Ventilation
- Équipements nécessaires à la supervision et la surveillance
- Équipements utiles à la caractérisation et à la régulation du trafic VL et PL
- Signalisation et signalétique
- Réseau d'appel d'urgence
- Réseau incendie

- Communication pour les services d'exploitation et d'intervention
- Moyens de gestion
- Locaux techniques
- Installations d'exploitation

8 MÉTHODES DE CONSTRUCTION

8.1 MÉTHODES DE CONSTRUCTION

Trois méthodes de construction ont été envisagées, à savoir le forage à l'aide d'un tunnelier, la réalisation en cale sèche et le forage traditionnel, à l'aide d'explosifs et/ou d'engins mécaniques.

La première solution nécessitait l'utilisation d'un tunnelier, mais il a plusieurs inconvénients dans le cadre de ce projet :

- Parties courbes complexes à forer avec un tunnelier
- Coût de mobilisation ou de fabrication très élevé par rapport à la faible longueur forée

Pour la seconde méthode, il faudrait interrompre le trafic maritime sur le canal de la Rive-Sud durant toute la construction, soit plusieurs mois, ce qui est impossible, compte tenu du trafic maritime. Toutefois, une bonne partie du tunnel peut être réalisée en cale sèche puisque la voie maritime a une largeur d'environ 200 m à cet endroit.

Il y aurait donc deux méthodes de construction à utiliser, soit :

- En cale sèche pour la partie qui n'est pas sous la voie maritime
- Par forage traditionnel, à l'aide d'explosifs et/ou d'engins mécaniques pour la partie du tunnel sous la voie maritime

Cette méthode a l'avantage d'être économique sur des tunnels peu longs, ainsi que d'être en mesure d'obtenir une section optimisée pour la structure, contrairement au tunnelier où la section est obligatoirement circulaire.

8.2 PRINCIPALES QUANTITÉS

Les quantités suivantes ont été calculées :

ART.	DESCRIPTION	UNITÉ	QUANTITÉ
1.0 Tunnel			
1.01	Béton de tunnel	m ³	115 436
1.02	Béton de semelle	m ³	72 818
1.03	Acier noir	t	9 413
1.04	Acier galvanisé	t	9 413
1.05	Excavation première classe (partie forée)	m ³	95 250
1.06	Excavation première classe (partie en tranchée)	m ³	301 644
1.07	Excavation deuxième classe	m ³	452 466
1.08	Murs de soutènement temporaires	m ²	6 860
1.09	Membrane d'étanchéité	m ²	23 458
1.10	Enrobé bitumineux (65 mm)	t	3 736
1.11	Glissières	m	3 456
2.0 Murs de soutènement			
2.01	Murs mécaniques	m ²	5 051
3.0 Structures île Notre-Dame			
3.01	Structure A	m ²	2 250
3.02	Structure B	m ²	1300
3.03	Structure C	m ²	750
3.04	Structure D	m ²	720

9 CONCLUSIONS

Nous avons démontré que la liaison entre l'île Notre-Dame et la route 132 est réalisable et qu'une géométrie plus que satisfaisante est vraisemblablement possible.

Techniquement, la réalisation de l'ouvrage est faisable et la partie la plus critique des excavations, soit la partie sous la Voie maritime, ne serait que d'environ 250 m.

Cet axe routier permettrait d'améliorer la fluidité du trafic entre la Rive-Sud, l'île Notre-Dame et la ville de Montréal. De plus, ce lien supplémentaire permettrait d'atténuer les engorgements qui doivent se produire inévitablement sur la Rive-Sud lors des prochaines années à la suite des travaux d'infrastructures prévus pour la réfection du tunnel Louis-Hippolyte-Lafontaine ainsi que pour la reconstruction du pont Champlain, de la reconstruction de l'échangeur Turcot et des futurs travaux d'entretien des ponts Jacques-Cartier et Honoré-Mercier.

La liaison de la piste cyclable améliorerait ce mode de transport entre la Rive-Sud et le centre-ville de Montréal. De plus, comme le débit du trafic routier serait contrôlé via la modulation des coûts du péage, en fonction des heures de pointe, le transport en commun y trouverait un axe routier fluide en tout temps.

Rappelons que la réfection envisagée du pont Champlain ne se traduira pas par un accroissement de la capacité du réseau routier, mais possiblement par l'ajout d'offre en transport en commun (voies réservées ou SLR). Les infrastructures existantes devront donc absorber la demande de déplacements en automobiles durant les périodes de pointe, potentiellement estimée à 0,6 % par année, ce qui représente un accroissement de l'ordre de 10 % sur une période de 15 ans.

Le nouveau tunnel proposé permettrait une meilleure gestion du trafic, une meilleure circulation du transport en commun et un lien réel du transport actif entre la Rive-Sud et le centre-ville de Montréal.

Plusieurs ententes doivent toutefois être négociées entre Investissement Luc Poirier et les différents intervenants avant de réaliser ce projet.