

OFFICE OF
THE PARLIAMENTARY BUDGET OFFICER



BUREAU DU
DIRECTEUR PARLEMENTAIRE DU BUDGET

Remplacement du pont Champlain : Établissement des droits de péage

Ottawa, Canada
Le 17 septembre 2014
www.pbo-dpb.gc.ca

Le directeur parlementaire du budget a pour mandat de présenter au Parlement une analyse indépendante de l'état des finances de la nation, du budget des dépenses du gouvernement ainsi que des tendances de l'économie nationale; et, à la demande d'un comité ou d'un parlementaire, de faire une estimation des coûts de toute proposition concernant des questions qui relèvent de la compétence du Parlement.

M. Hoang Mai, le député de Brossard-La Prairie, a demandé au directeur parlementaire du budget de faire une estimation des revenus générés par l'imposition d'un péage sur le nouvel ouvrage de remplacement de l'actuel pont Champlain à Montréal. Le présent rapport constitue une réponse à cette demande.

Le présent rapport ne vise aucunement à modéliser les conséquences économiques indirectes pouvant découler de l'imposition d'un péage et du détournement de la circulation routière qui s'ensuivrait. Il n'a pas non plus pour objet de fournir d'opinion quant aux méthodes d'approvisionnement ou de paiement concernant le pont de remplacement.

Les estimations et prévisions dans ce rapport ne sont pas celles du gouvernement du Canada.

Le rapport préparé par la firme Steer-Davies-Gleave, pour le compte de Transport Canada, n'a pas été utilisé pour cette analyse.

Il s'agit d'une version révisée du rapport original. Les références aux temps de déplacement à 8 h ont été supprimées. Ce changement n'a pas d'incidence sur les calculs et les conclusions.

Produit par Duncan MacDonald*

*L'auteur du présent rapport tient à remercier pour leur aide Tejas Aivalli et d'autres collègues du Bureau du directeur parlementaire du budget. Il remercie également le professeur Eric Miller ainsi que Pavlos Kanaroglou et Mark Ferguson, du McMaster Institute for Transportation and Logistics, pour leurs conseils et leur contribution. Pour tout renseignement complémentaire, prière de communiquer avec Mostafa Askari (mostafa.askari@parl.gc.ca) ou avec l'auteur (duncan.macdonald@parl.gc.ca).

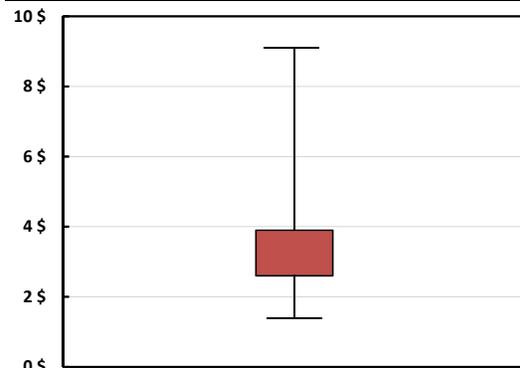
Résumé

En 2011, le gouvernement du Canada a annoncé que l'actuel pont Champlain de Montréal serait remplacé. Il a indiqué que la construction du nouveau pont se ferait dans le cadre d'un partenariat public-privé (PPP) et que les coûts afférents seraient, au moins en partie, recouverts grâce aux revenus provenant des postes de péage¹.

M. Hoang Mai, le député de Brossard-La Prairie, a demandé au directeur parlementaire du budget (DPB) de se pencher sur les revenus potentiels générés par l'imposition d'un péage sur le nouveau pont Champlain – qui devrait être mis en service en 2018 –, ainsi que sur les possibilités de recouvrement des coûts découlant d'un tel péage.

Figure E1

Amplitude des droits de péage pour le recouvrement des coûts



Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

Note : Montants en dollars constants de 2013

Le DPB a été en mesure de conclure à la « volonté de payer » des automobilistes montréalais². Il a ensuite fait une estimation de la proportion d'automobilistes prenant

¹ Gouvernement du Canada. (Octobre 2011). [Le gouvernement Harper va de l'avant avec la construction d'un nouveau pont au-dessus du fleuve Saint-Laurent](#), consulté en mars 2014.

² [La volonté de payer](#) correspond à la somme d'argent maximale que les consommateurs sont prêts à dépenser pour acheter des biens ou des services.

le pont Champlain susceptibles de choisir d'autres itinéraires, à différents taux de péage, ainsi que du nombre de ceux qui prendraient le pont afin d'éviter la congestion des voies qu'ils avaient l'habitude d'emprunter.

Tableau E2

Taux de péage pour le recouvrement des coûts

Scénario	Péage	Revenus totaux (en milliards de \$)	Détournement de la circulation (en %)
Exploitation et entretien uniquement	0,80 \$	1,5 \$	1,4%
Construction, exploitation et entretien	1,40 \$	2,5 \$	2,3%
Coût du projet de 3 milliards de \$, exploitation et entretien	2,60 \$	4,4 \$	3,4%
Coût du projet de 5 milliards de \$, exploitation et entretien	3,90 \$	6,2 \$	10,6%
Maximisation des revenus	9,10 \$	10,7 \$	37,9%

Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

Note : Valeurs exprimées en dollars constants de 2013

Le Bureau du DPB s'est servi de ces données pour prévoir les recettes totales que pourraient rapporter les différents péages au cours de la période d'exploitation connue. Voici ses conclusions :

- En se fondant sur le coût estimé par le gouvernement pour la conception et la construction, compris entre 3 et 5 milliards de dollars, il faudrait imposer un péage de l'ordre de 2,60 à 3,90 \$ pour chaque passage afin d'atteindre le seuil de rentabilité et pour couvrir le coût d'exploitation et d'entretien³. En appliquant de tels tarifs, entre 3,4 et 10,6 % de la circulation totale sur le pont serait détournée vers d'autres axes routiers.

³ En dollars constants de 2013.

Remplacement du pont Champlain : Établissement des droits de péage

- Le tarif minimal d'un péage éventuel à appliquer pour assurer le recouvrement des coûts est estimé à 1,40 \$ par traversée. À ce prix-là, les frais directs de construction, d'exploitation et d'entretien du pont seraient couverts, mais pas les coûts financiers ni les taxes encourues par le consortium PPP choisi pour construire et exploiter le pont.
- On estime que pour maximiser les revenus, les droits de péage devraient être de 9,10 \$ par passage; au-delà de ce montant, les revenus totaux diminueraient sans que les automobilistes n'en tirent aucun avantage. À ce tarif, environ 38 % de toute la circulation sur le pont serait détournée vers d'autres axes, ce qui créerait une congestion importante sur le réseau routier montréalais.

Aperçu

Le pont Champlain permet de relier Montréal à la Rive-Sud en enjambant le fleuve Saint-Laurent. Le gouvernement du Canada a l'intention de remplacer ce pont, car sa structure est très dégradée. Il envisage également d'imposer un péage pour la traversée du nouveau pont, qui devrait être mis en service en 2018⁴. Il n'y a actuellement aucun péage sur le pont existant.

M. Hoang Mai, le député de Brossard—La Prairie, a demandé au Bureau du directeur parlementaire du budget de faire une estimation des droits de péage exigibles pour traverser le nouveau pont, ainsi que des revenus correspondants générés.

Pour répondre à cette demande, le DPB a fait une estimation de la circulation qui serait détournée à cause de la présence d'un péage sur le pont. L'estimation se base sur les temps de déplacement, les coûts du carburant, la volonté de payer des automobilistes et les prévisions disponibles relatives à la circulation routière.

Grâce à cette estimation, le DPB a été en mesure de déterminer le montant du péage qui permettrait d'assurer la maximisation des revenus. Le DPB a ensuite comparé les revenus hypothétiques tirés du péage avec une estimation approximative des coûts de construction et des frais d'exploitation du nouveau pont, afin d'établir les droits de péage à imposer pour recouvrer les coûts.

Contexte : Nécessité de remplacer le pont

L'actuel pont Champlain, un des liens vitaux entre l'île de Montréal et la Rive-Sud, a été

ouvert au public en juin 1962⁵. En plus de 50 ans d'existence, il a été traversé par environ 3 milliards de véhicules. Le pont avait été conçu au départ en fonction de l'hypothèse selon laquelle on n'utiliserait que du sable pour l'entretien des voies l'hiver. Or, l'utilisation accrue de sel a eu pour effet d'accélérer la dégradation de la structure de l'ouvrage ces dernières années⁶, de sorte que l'intégrité du pont a été compromise et que des réparations étaient de plus en plus nécessaires^{7,8}.

Étant donné le mauvais état du pont, le gouvernement du Canada, qui a la responsabilité de certains ponts traversant le fleuve Saint-Laurent pour atteindre l'île de Montréal, a annoncé en décembre 2011 le remplacement du pont Champlain⁹. Selon l'échéancier prévu, le nouveau pont devrait être en service d'ici 2018¹⁰. Le coût de conception et de construction est estimé entre 3 et 5 milliards de dollars¹¹.

En outre, le gouvernement a précisé que le modèle d'approvisionnement adopté serait un partenariat public-privé (PPP). C'est la solution retenue pour tenter de limiter l'exposition financière du gouvernement et de réduire les risques inhérents à une

⁵ Van Der Aa, H. (1962). [The Champlain Bridge. Montréal, Québec, Canada](#); Porcupine Publications Ltd. Section en ligne consultée en juin 2014 [EN ANGLAIS SEULEMENT].

⁶ À l'époque où le pont a été conçu, le sel n'était pas aussi couramment utilisé comme agent de déglacage qu'il ne l'est aujourd'hui. [Ce n'est qu'une fois la construction du pont achevée que l'utilisation des sels de voirie s'est répandue](#), consulté en juillet 2014 [EN ANGLAIS SEULEMENT].

⁷ Buckland & Taylor Limited. (2013). [Travées d'approche du pont Champlain – Évaluation de l'état des poutres de rive et exigences de réfection](#). Produit pour la Société des Ponts Jacques-Cartier et Champlain Inc., consulté en juin 2014.

⁸ Declan. (2011). [Assessment of the Champlain Bridge](#). Produit pour la Société des Ponts Jacques-Cartier et Champlain Inc., consulté en juin 2014 [EN ANGLAIS SEULEMENT].

⁹ Gouvernement du Canada. (Octobre 2011). [Le gouvernement Harper va de l'avant avec la construction d'un nouveau pont au-dessus du fleuve Saint-Laurent](#), consulté en mars 2014.

¹⁰ Transports Canada, [Nouveau pont sur le Saint-Laurent – Échéancier du projet](#), consulté en mars 2014.

¹¹ Questions au Feuilleton. Réponse à la [Question n° 194](#) donnée le 6 mars 2014, consulté en mars 2014.

⁴ Gouvernement du Canada (janvier 2014). « [Prochaines étapes du projet du nouveau pont pour le Saint-Laurent](#) », consulté en juin 2014.

méthode d'approvisionnement traditionnelle. (Pour de plus amples détails sur les PPP, voir l'encadré 1)^{12, 13, 14}.

Le processus d'approvisionnement concurrentiel permettant de sélectionner un partenaire du secteur privé suit son cours; en effet, la remise de la demande de propositions aux soumissionnaires a été faite en juillet 2014¹⁵. Une des composantes du dossier d'affaires en PPP est l'imposition d'un péage pour traverser le pont¹⁶. Comme il n'y a actuellement aucun péage sur le pont Champlain, le fait d'en instaurer un pourrait inciter plusieurs conducteurs à emprunter des voies auxiliaires pour l'éviter, détournant ainsi une partie de la circulation¹⁷.

Il existe d'autres analyses sur la question, notamment celles réalisées par Steer Davies Gleave (SDG) pour le compte de Transports Canada, mais elles ne sont pas accessibles au public¹⁸.

Encadré 1

Partenariats public-privé

Un partenariat public-privé est une relation contractuelle entre un gouvernement et le secteur privé.

Dans le cadre d'une entente de PPP, l'entrepreneur du secteur privé conçoit et réalise un projet d'infrastructure en fonction des spécifications du secteur public, puis exploite et/ou entretient l'infrastructure pendant une période donnée.

L'entrepreneur privé détermine ses propres moyens de financement du projet, étant donné que le gouvernement n'accepte de le payer qu'à certaines étapes clés (ou de lui verser un paiement forfaitaire à la fin de la période), sous réserve de l'adhésion satisfaisante aux normes fixées dans le contrat.

Source : [PPP Canada](#)

En l'absence des résultats obtenus par SDG lui permettant d'effectuer des comparaisons, le DPB s'est efforcé de réaliser une analyse de haut niveau représentative à l'aide des sources de données publiques et en se fondant sur les grandes hypothèses concernant le comportement des individus.

Pour mener à bien cette analyse, le DPB s'est servi de Google Maps et des données de l'enquête Origine-Destination (O-D) pour Montréal, ainsi que des hypothèses relatives aux revenus, afin de déterminer le prix maximal que les conducteurs seraient prêts à payer pour le péage. Le DPB a supposé qu'au-delà de ce prix, les conducteurs seraient incités à choisir des itinéraires alternatifs pour éviter le péage.

¹² Transports Canada. [Projet de corridor du nouveau pont pour le Saint-Laurent](#), consulté en avril 2014.

¹³ Les risques généralement acceptés pour des transactions d'approvisionnement standard incluent les dépassements de coûts possibles et les risques de retard dans le calendrier des travaux. Dans ce cas, le recours à un PPP vise à atténuer ces risques en versant une prime à l'entrepreneur pour qu'il les assume lui-même.

¹⁴ [Prochaines étapes du projet du nouveau pont pour le Saint-Laurent – Document d'information](#), consulté en août 2014.

¹⁵ [Nouveau pont pour le Saint-Laurent – Échéancier du projet](#), consulté en juin 2014.

¹⁶ [Prochaines étapes du projet du nouveau pont pour le Saint-Laurent – Document d'information](#), consulté en juin 2014.

¹⁷ L'évitement des péages est résumé par le [Sightline Institute](#), consulté en juin 2014 [EN ANGLAIS SEULEMENT].

¹⁸ [Nouveau pont pour le Saint-Laurent – Dossier d'affaires – Présentation technique](#), consulté en juillet 2014.

Aperçu de la méthodologie

La présente section donne un aperçu général de la méthodologie utilisée. Voir l'annexe A pour une description détaillée de cette méthodologie.

L'annexe B contient les résultats des comparaisons et des analyses de sensibilité. L'annexe C fournit une liste détaillée des hypothèses.

Lorsqu'il s'est penché sur la question du détournement de la circulation, le DPB a supposé que la principale considération des conducteurs était le temps passé en plus dans la circulation pour avoir emprunté un autre chemin. Ainsi, on a tenu compte de la valeur que les automobilistes accordent au temps, ce qui a permis d'obtenir une mesure objective de la différence entre les trajets parcourus.

Les données sur les temps de déplacement sont tirées de l'application Google Maps sur la circulation (figure 1); elles donnent des informations sur la durée du trajet et la distance parcourue en fonction de différentes conditions de circulation routière passées^{19, 20, 21}. Le DPB a examiné les données pour les déplacements entre 6 h et 9 h²².

Les temps correspondent aux déplacements effectués pour traverser le fleuve Saint-Laurent à partir des origines et destinations tirées de l'enquête O-D de 2008 menée par l'Agence métropolitaine de transport (AMT)^{23, 24}. Cette enquête constitue un

vaste sondage téléphonique qui permet de brosser un portrait général des besoins en matière de transport dans la région métropolitaine de Montréal en posant des questions aux répondants au sujet de leurs déplacements. En se fondant sur cette enquête, le DPB s'est intéressé aux traversées des ponts sur le fleuve Saint-Laurent en examinant plusieurs itinéraires possibles. Les temps de déplacement et les distances parcourues ont été calculés pour chaque pont au moyen de l'application Google Maps. Le DPB a ensuite comparé la différence de temps et de distance en prenant des itinéraires alternatifs.

En plus du pont Champlain, les itinéraires alternatifs examinés incluaient ceux passant par le pont Jacques-Cartier, le pont Victoria, le pont Honoré-Mercier et le pont-tunnel Louis-Hippolyte-Lafontaine²⁵.

Le DPB a ensuite calculé le « prix de réserve » ou prix maximal— c'est-à-dire le prix au-delà duquel les conducteurs décideraient de prendre un autre chemin. Le prix de réserve est déterminé par une combinaison de facteurs : les revenus personnels, la durée du trajet, la distance ainsi que l'origine et la destination (figure 2). Pour chaque péage, le DPB a supposé que si le montant imposé était supérieur au prix de réserve qu'un automobiliste était disposé à payer, ce dernier modifierait son itinéraire.

¹⁹ Blogue Google : [The bright side of sitting in traffic: Crowdsourcing road congestion data](#), consulté en juin 2014 [EN ANGLAIS SEULEMENT].

²⁰ [Application Google Maps](#).

²¹ Données d'imagerie de Google Maps fournies, au moins partiellement, par TerraMetrics. Copyright 2013, TerraMetrics, Inc. www.terrametrics.com [EN ANGLAIS SEULEMENT].

²² Dans la littérature relative à la circulation, on parle des heures de pointe du matin et de l'après-midi.

²³ [AMT, Enquête O-D 2008](#), consulté en juin 2014.

²⁴ Les trajets étudiés correspondent aux origines et destinations entre la Rive-Sud et l'île de Montréal.

²⁵ Durant les heures de pointe du matin, une voie du pont Victoria allant dans le sens Montréal-Rive-Sud est utilisée pour la circulation en sens contraire. Cela donne deux itinéraires possibles via le pont Victoria. Dans la présente analyse, seul un itinéraire en direction de Montréal a été examiné, et le pont Victoria a été exclu des itinéraires viables vers la Rive-Sud pendant les heures de pointe du matin.

Figure 1

Données sur la circulation tirées de Google Maps



Source : Données tirées des cartes de Google et de TerraMetrics

Aux fins de la présente analyse, le DPB est parti du principe que le péage consisterait en un système de caméras dans les deux directions, sans barrières. Cette hypothèse se fonde sur l'installation de systèmes de péage récents dans d'autres juridictions et sur le fait que les automobilistes pourraient tenter d'éviter le péage en empruntant le nouveau pont seulement dans la direction où il n'y a pas de péage²⁶.

Par ailleurs, on est parti du principe que la congestion accrue sur les voies alternatives inciterait ceux qui les empruntent normalement à prendre le nouveau pont. Cela reviendrait à un détournement de la circulation des voies auxiliaires vers le nouveau pont, et inversement, selon le prix de réserve que les conducteurs seraient disposés à payer.

L'analyse a permis de calculer le pourcentage de détournement de la circulation avec le nouveau pont selon

²⁶ Des données probantes indiquent que les projections concernant la circulation sur les voies à péage tendent à surestimer la circulation observée due à l'évitement. Bien que l'analyse du DPB ne prétende pas être à l'abri de ce parti pris, cette hypothèse ne tient pas compte d'une forme d'évitement du péage dans le modèle. Voir le [Sightline Institute](#), consulté en juin 2014 [EN ANGLAIS SEULEMENT].

différents droits de péage, sur la période minimale de 30 ans pendant laquelle le gouvernement compte imposer le péage. Cette estimation du détournement de la circulation a servi à calculer les revenus dans chaque cas de figure.

Résultats : Détournement global de la circulation

Le présent rapport fait état du détournement de la circulation en deux volets : le détournement brut, calculé sans prendre en compte les autres conducteurs qui remplaceraient ceux délaissant le nouveau pont, et le détournement net, qui en tient compte.

Le détournement brut de la circulation est illustré aux figures 3 et 4. Si les conducteurs qui décidaient d'emprunter des itinéraires alternatifs n'étaient pas remplacés par d'autres, le détournement de la circulation s'accroîtrait à mesure que les droits de péage augmenteraient et en fonction du prix de réserve que seraient prêts à payer les automobilistes. Même avec des droits de péage bas, l'évitement du nouveau pont serait considérable. Par exemple, si l'on ne considère que le prix de réserve, avec un droit de péage de 1 \$, il y aurait un

Figure 2

Données relatives au prix de réserve



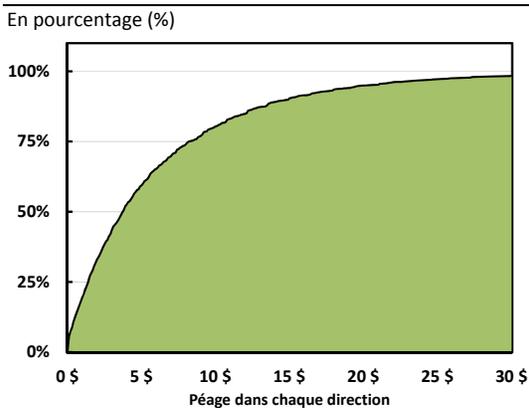
Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

détournement de 20 % de la circulation totale.

Les figures 3 et 4 représentent toutefois un modèle incomplet qui ne prend pas implicitement en considération les problèmes sur le réseau routier dans sa totalité. Elles n'illustrent que le désir des automobilistes de ne pas emprunter le nouveau pont. Dans bien des cas, les décisions des autres conducteurs rendent de telles actions irréalisables.

Figure 3

Détournement brut – Sans congestion



Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

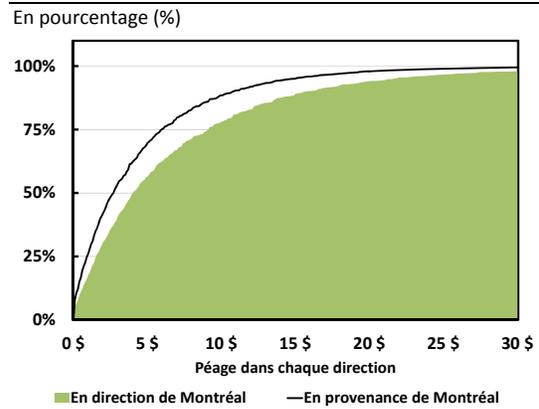
Résultats : Détournement net de la circulation

Les figures 5 et 6 illustrent le détournement net de la circulation dû à l'évitement du pont à différents taux de péage. Ces figures

décrivent un modèle plus complet qui examine la faisabilité du détournement de la circulation. Les mouvements observés indiquent qu'un certain nombre d'automobilistes souhaiteraient emprunter le nouveau pont pendant que d'autres chercheraient à l'éviter.

Figure 4

Détournement brut dans chaque direction – Sans congestion

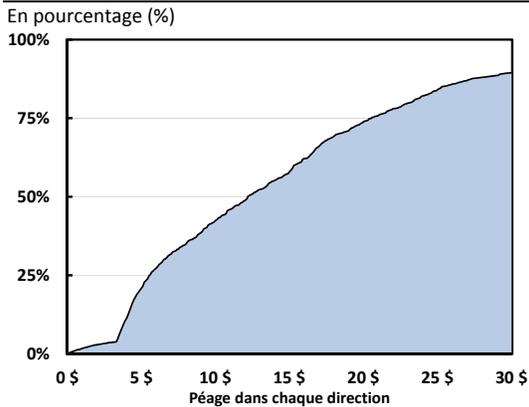


Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

Par conséquent, le détournement de la circulation est limité lorsque les droits de péage sont bas, puisque beaucoup d'automobilistes sont prêts à payer pour échapper à la congestion créée sur les autres voies qu'ont choisi de prendre ceux qui veulent précisément éviter le pont. Plus le prix du péage augmente, moins il y a de navetteurs prêts à prendre le nouveau pont; les gens préfèrent alors soit subir les

Figure 5

Détournement net – Avec congestion



Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

inconvénients de la congestion sur les voies auxiliaires soit changer leur façon de se déplacer^{27, 28}.

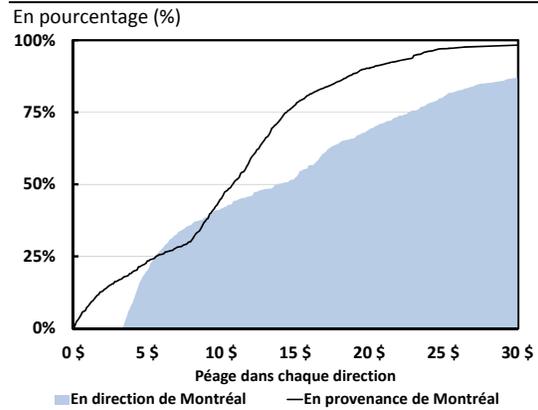
Par exemple, avec un péage à 2,50\$, comme celui en vigueur sur l'autoroute 25, tous les automobilistes en direction de Montréal qui éviteraient le nouveau pont, seraient remplacés, et il n'y aurait pas de détournement net. Par contre, le modèle indique qu'à ce même taux de péage, il y aurait un détournement net de la

²⁷ Les autres modifications concernant les déplacements n'ont pas été modélisées dans la présente analyse, mais elles pourraient entraîner des changements dans les heures de déplacement (p. ex. départ au travail plus tôt le matin), ou le moyen de transport (comme prendre le train ou l'autobus). Des éléments probants indiquent que les navetteurs sont réticents à changer de moyen de transport. Voir Mann, E. & Abraham, C. (2012). [Identifying Beliefs and Cognitions Underpinning Commuters' Travel Mode Choices](#). *Journal of Applied Social Psychology*, 42 (11). p. 2730-2757, consulté en juin 2014 [EN ANGLAIS SEULEMENT].

²⁸ Les camions représentent 5 % de toute la circulation routière en direction de Montréal pendant la période de pointe matinale et 14 % de la circulation en sens opposé, c'est-à-dire pour sortir de Montréal. Bien que des éléments probants indiquent que l'élasticité à l'égard des péages est plus grande pour les camions que pour les autres véhicules, le DPB est parti du principe que les camions se détourneraient du pont en aussi grand nombre que les voitures. Cette hypothèse repose sur les niveaux d'élasticité globalement bas pour le nouveau pont sur le Saint-Laurent (NPSL) par rapport à ce qu'en dit la littérature sur le sujet. Voir Standard & Poor's [Traffic Forecasting Risk Study Update 2005: Through Ramp-Up and Beyond](#), consulté en juin 2014 [EN ANGLAIS SEULEMENT].

Figure 6

Détournement net de la circulation dans chaque direction – Avec congestion



Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

circulation de 15% en direction de la Rive-Sud²⁹.

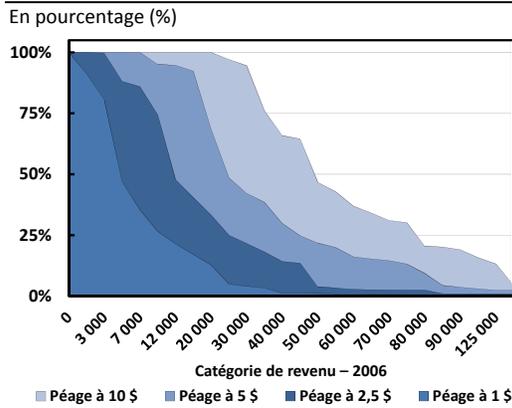
Ceux qui choisissent d'éviter le pont sont surtout des salariés à faible revenu. La figure 7 montre la proportion de gens, dans chaque catégorie de revenu, décidant de continuer à emprunter le nouveau pont selon différents taux de péage. Lorsque les taux augmentent, les premiers à éviter le pont sont ceux qui se trouvent dans la catégorie de faible revenu, car ils sont les moins disposés à payer.

Bien que ces automobilistes ne paient pas de péage directement, ils en paient en réalité une partie en temps en modifiant leur trajet et en optant pour des itinéraires alternatifs.

²⁹ Aux heures de pointe, le péage est fixé à 2,50 \$, alors qu'il est de 1,88 \$ pendant les heures creuses. Voir [A25 Tarif de péage et frais d'administration](#).

Figure 7

Détournement en fonction de la catégorie de revenu

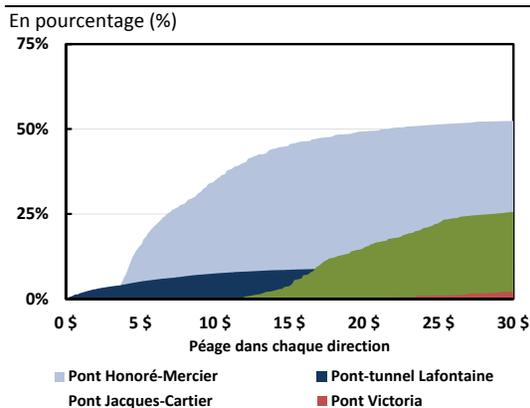


Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

La figure 8 illustre le détournement de la circulation vers les autres ponts selon la part d'automobilistes sur le nouveau pont.

Figure 8

Détournement net vers des voies alternatives



Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

Les ponts Jacques-Cartier et Victoria sont les deux points de traversée les plus proches du nouveau pont. Cependant, ils sont suffisamment près du pont Champlain pour que les automobilistes décidant d'emprunter un autre chemin soient rapidement remplacés. Ainsi, ces deux ponts ne permettent pas de détourner une part nette importante de la circulation. C'est donc le pont Honoré-Mercier que se détournerait la part nette la plus importante de la circulation, mais

seulement si les droits de péage dépassent les 3,30 \$. Aller prendre le pont Honoré-Mercier pour éviter le pont Champlain revient à allonger le trajet de 8,3 kilomètres en moyenne pour un automobiliste.

Résultats : Revenus de péage

Afin de déterminer le montant des revenus de péage, le DPB a appliqué les paramètres ci-dessus concernant le détournement de la circulation aux prévisions de circulation de 2011 réalisées par le Consortium BCDE pour le compte de la Société des Ponts Jacques-Cartier et Champlain Inc.³⁰. Le tableau 9 fait état de la circulation prévue en 2006 et en 2026.

Tableau 9

Courants de circulation simulés : 2006-2026³¹

Année	2006	2026	Variation
Nuit	12 028	12 009	-0,16%
Heures de pointe du matin	28 941	28 914	-0,09%
Jour	60 053	65 986	9,88%
Heures de pointe de l'après-midi	31 129	31 317	0,60%
Soirée	31 970	32 507	1,68%
Total	164 119	170 733	4,03%

Sources : PJCCI, Consortium BCDE, tableau 7

Le Consortium BCDE a prédit un accroissement de 4 % de la circulation sur le pont Champlain au cours de ces 20 années. Le DPB a appliqué un taux d'augmentation moyen annuel global présumé de 0,2 % durant la période d'exploitation visée par le contrat de PPP, afin d'obtenir les courants de circulation anticipés. La période d'exploitation présumée va de 2021 à 2050³².

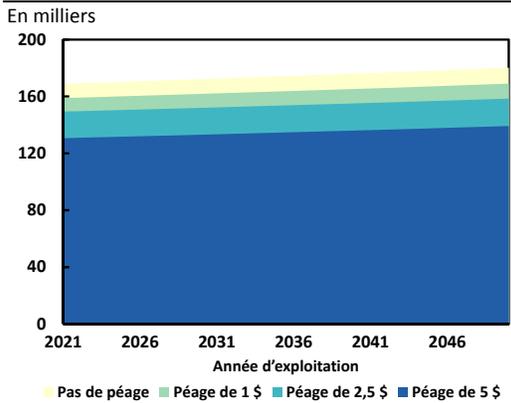
³⁰ Consortium BCDE (2011). [Étude de préféabilité portant sur le remplacement de l'actuel pont Champlain : Rapport sectoriel n° 2 – Les besoins en transport et circulation](#), consulté en juin 2014.

³¹ Pour les besoins de la présente analyse, les périodes sont définies comme suit : nuit = de minuit à 6 heures; heures de pointe du matin = de 6 heures à 9 heures; journée = de 9 heures à 15 heures; heures de pointe de l'après-midi = de 15 heures à 18 heures; soirée = de 18 heures à minuit.

³² Même si le nouveau pont sera ouvert en 2018, l'achèvement complet des travaux est prévu pour 2020. Voir

Figure 10

Nombre moyen d'automobilistes par jour



Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

Les estimations relatives à la circulation et aux revenus ont été obtenues en appliquant différents droits de péage. Des estimations séparées concernant le détournement de la circulation ont été appliquées pour la circulation en direction de Montréal et en direction de la Rive-Sud. Le détournement estimé de la circulation durant les heures de pointe du matin a été appliqué à toute la journée afin d'obtenir une estimation totale³³.

Les figures 10 et 11 illustrent le nombre d'automobilistes quotidiens et les revenus annuels totaux pendant la période d'exploitation correspondant au contrat de PPP pour le nouveau pont, en fonction de trois taux de péage distincts dans une direction³⁴.

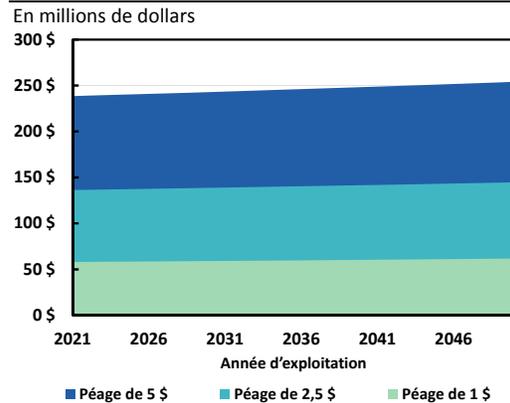
[Nouveau pont pour le Saint-Laurent – Échéancier du projet](#), consulté en août 2014.

³³ Les estimations concernant le détournement de la circulation en direction de Montréal ont été appliquées à la période de pointe matinale ainsi qu'à la circulation en provenance de Montréal durant la période de pointe de l'après-midi. Les estimations concernant le détournement de la circulation en provenance de Montréal durant la période de pointe du matin ont été appliquées à toutes les autres périodes, car les niveaux de circulation dans cette direction étaient les plus proches des flux de circulation observés en dehors des périodes de pointe.

³⁴ Tous les prix sont en dollars constants de 2013.

Figure 11

Revenus annuels totaux estimés



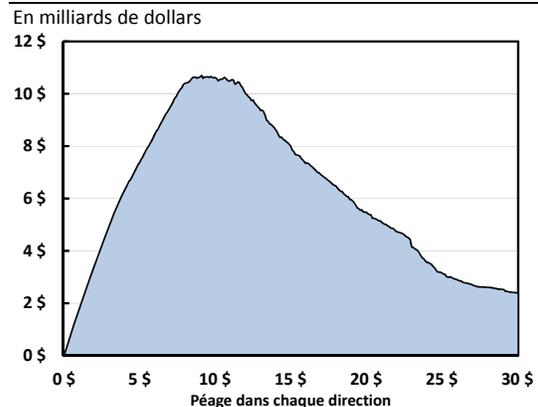
Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

Résultats : Solution de maximisation des revenus

Avec les estimations du détournement de la circulation attribuable au prix du péage, il est possible de déterminer quel taux de péage permettrait de maximiser les revenus. La figure 12 présente l'estimation des recettes selon le prix du péage en dollars constants de 2013.

Figure 12

Revenus totaux – Période d'exploitation en PPP



Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

Note : On a présumé que la période d'exploitation couverte par le contrat de PPP s'étendait de 2021 à 2050.

La maximisation des revenus est atteinte avec un péage fixé à 9,10 \$ dans chaque

direction³⁵. À ce tarif, les revenus annuels totaux seraient d'environ 356 millions de dollars sur la période d'exploitation couverte par le PPP, avec une circulation quotidienne moyenne de 107 000 véhicules équivalant à un détournement de 38 % des conducteurs (voir le résumé du tableau 13). Des droits de péage plus élevés entraîneraient une réduction des revenus générés.

Tableau 13
Courants de circulation simulés avec des droits de péage assurant la maximisation des revenus

Période	En direction de Montréal	En provenance de Montréal	Total
Nuit	4 700	2 700	7 400
Heures de pointe du matin	11 300	6 400	17 700
Jour	21 900	20 700	42 600
Heures de pointe de l'après-midi	7 500	11 800	19 300
Soirée	8 100	12 100	20 200
Total	53 700	53 700	107 400

Source : Calculs du Bureau du directeur parlementaire du budget

Il est peu probable que ce scénario soit mis en œuvre pour maximiser les revenus étant donné que le gouvernement n'est pas motivé par le profit. Plutôt que de réaliser le profit attendu par le consortium en PPP, on cherchera à fixer le prix du péage à un niveau permettant tout au plus de couvrir les coûts. Cela aura pour effet de limiter le détournement de la circulation et d'optimiser les avantages du nouveau pont.

Résultats : Le péage permet de couvrir les coûts

L'annexe A fournit une ventilation détaillée des frais d'exploitation et d'entretien pris en compte dans la présente analyse. Pour la

³⁵ Les prix sont en dollars constants de 2013. Le DPB a présumé qu'avec un système de péage électronique, il ne serait pas difficile d'augmenter les prix chaque année en fonction de l'inflation, ou au moins de les augmenter de manière sporadique pour obtenir le même effet.

première année d'exploitation, les coûts sont estimés à 9,3 millions de dollars avec une composante variable additionnelle.

Si le prix du péage était fixé uniquement dans le but de couvrir les dépenses d'exploitation et d'entretien, il devrait s'établir à environ 0,80 \$. Ce montant permettrait de couvrir les frais d'exploitation et d'entretien annuels pour chaque année de la période d'exploitation. À ce tarif, le détournement de la circulation pour le nouveau pont serait d'environ 1,35 %.

Tableau 14
Droits de péage pour le recouvrement des coûts

Scénario	Péage	Revenus totaux (en milliards de \$)	Détournement de la circulation (en %)
Exploitation et entretien uniquement	0,80 \$	1,5 \$	1,4%
Construction, exploitation et entretien	1,40 \$	2,5 \$	2,3%
Coût du projet de 3 milliards de \$, exploitation et entretien	2,60 \$	4,4 \$	3,4%
Coût du projet de 5 milliards de \$, exploitation et entretien	3,90 \$	6,2 \$	10,6%
Maximisation des revenus	9,10 \$	10,7 \$	37,9%

Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

Note : Valeurs exprimées en dollars constants de 2013

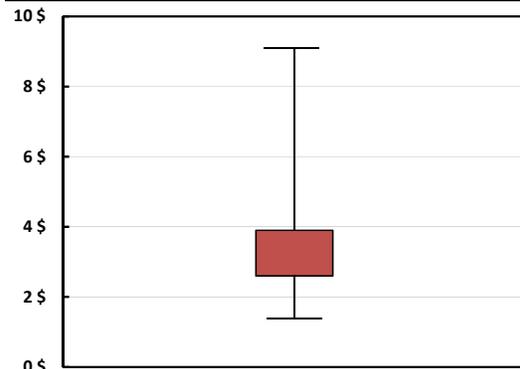
Les droits de péage requis pour couvrir à la fois les coûts de construction et ceux d'exploitation et d'entretien pour un pont de 1 milliard de dollars seraient de 1,40 \$; à ce tarif, il y aurait un détournement de 2,3 % de la circulation totale. Cette estimation ne vise que les coûts directs anticipés et n'inclut pas les coûts indirects comme les frais financiers et les taxes, qui pourraient être élevés.

N'importe quelle méthode d'approvisionnement utilisée pour obtenir le nouveau pont devrait inclure les frais financiers. Ainsi, ces droits de péage peuvent être considérés comme un minimum théorique, dans la mesure où ils

sont établis de façon à couvrir le coût du pont. Le péage permettrait de générer des revenus équivalents aux coûts directs de construction et d'exploitation du pont.

Figure 15

Amplitude des droits de péage pour le recouvrement des coûts



Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

Note : Les montants sont exprimés en dollars constants de 2013. Ce graphique ne représente pas les quartiles comme le font habituellement les tracés en rectangle et moustaches; il présente plutôt une fourchette de droits de péage possibles, représentée par la case ombrée, ainsi que les droits de péage maximum et minimum possibles, représentés par les moustaches.

Le gouvernement a estimé le coût de conception et de construction du projet entre 3 et 5 milliards de dollars. Ces estimations incluent les coûts afférents à la construction, du pont et des approches du pont³⁶. Les droits de péage permettant le recouvrement complet des coûts fondé sur l'estimation globale du gouvernement, qui est de l'ordre de 3 à 5 milliards de dollars, seraient de 2,60 à 3,90 \$³⁷. Le tableau 14 fournit des détails supplémentaires

³⁶ L'estimation de coût de conception et de construction est prise du [Business Case de NBSI](#). Les composantes de l'estimation ont été clarifiées par des discussions avec Transport Canada. Cette estimation se fonde sur l'étude de préféabilité réalisée par le Consortium BCDE, consulté en septembre 2014.

³⁷ Le DPB a aussi cherché à déterminer à combien devraient s'élever les droits de péage pour couvrir le coût total du projet selon les estimations du gouvernement, en présumant qu'il n'y aurait pas de détournement de la circulation. D'après cette hypothèse, les droits de péage requis pour couvrir le coût du projet s'étendraient de 2,30 à 3,30 \$ pour un projet de 3 à 5 milliards de dollars.

concernant le détournement de la circulation.

La figure 15 présente la fourchette plausible des droits de péage, avec un maximum et un minimum représentés respectivement par la maximisation des revenus et les droits de péage permettant d'assurer le recouvrement des frais d'exploitation et d'entretien.

Les droits de péage pour le recouvrement des coûts présentés ici se fondent sur des estimations générales des coûts. Il y a actuellement un certain nombre de variables inconnues, comme les frais de financement devant être assumés par le consortium en PPP³⁸. Étant donné qu'on ne connaît pas certaines valeurs, les droits de péage indiqués doivent être considérés comme des approximations.

En ayant plus de détails sur la structure de financement du projet et le coût exact de construction, il serait possible de donner une estimation plus précise des droits de péage à appliquer.

Résumé

En tant que source de revenus pour le gouvernement, les droits de péage appliqués avec le remplacement du pont Champlain permettraient de couvrir les coûts de construction, d'exploitation et d'entretien. Il existe un grand nombre de scénarios possibles pour l'instauration de

³⁸ Le Conference Board du Canada fait remarquer qu'il y a des coûts initiaux additionnels dans les projets d'approvisionnement en PPP par rapport aux projets d'approvisionnement traditionnels, notamment des frais financiers et des coûts de transaction plus élevés. Toutefois, ces coûts réels sont compensés par le transfert des risques du gouvernement à l'entrepreneur. Voir [Détruire les mythes : une évaluation pancanadienne des partenariats public-privé pour les investissements en infrastructures](#), consulté en juin 2014.

droits de péage, mais le DPB s'est limité à un seul : le péage forfaitaire.

Selon ce scénario, un péage forfaitaire de 1,40 \$ (en dollars de 2013) permettrait de couvrir seulement les coûts directs liés à la construction du pont, avec un détournement minimal de la circulation totale de 2,3 %.

On pourrait aussi élaborer d'autres scénarios concernant les droits de péage dans le but de limiter la congestion routière, en augmentant par exemple les tarifs durant les périodes de pointe. De tels scénarios n'ont pas été envisagés dans la présente analyse³⁹.

La présente analyse a également permis de déterminer qu'un péage à 9,10 \$ permettrait de maximiser les revenus. Cela aurait néanmoins des effets néfastes sur la circulation et générerait plus de revenus que nécessaire pour couvrir les coûts du projet.

³⁹ Voir par exemple les droits de péage imposés par la [Port Authority of NY & NJ](#) pour les ponts reliant les États de New York et du New Jersey.

Annexe A Méthodologie détaillée

Méthodologie : Entrée des données

Lorsqu'il s'est penché sur la question du détournement de la circulation, le DPB a supposé que la principale considération comptant pour les conducteurs était le temps passé en plus dans la circulation pour avoir emprunté un autre chemin. Ainsi, il a tenu compte de la valeur que les automobilistes accordent au temps, ce qui a permis d'obtenir une mesure objective de la différence entre les trajets parcourus.

Les données sur les temps de déplacement sont tirées de l'application Google Maps sur la circulation (figure 1); elles donnent des informations sur la durée du trajet et la distance parcourue en fonction de différentes conditions de circulation routière passées^{40, 41}. Le DPB a examiné les données pour les déplacements entre 6 h et 9 h. Cela correspond à la période de pointe moyenne du matin un jour de semaine pour la plupart des navetteurs.

Les temps correspondent aux déplacements effectués pour traverser le fleuve Saint-Laurent à partir des origines et destinations tirées de l'enquête O-D de 2008 menée par l'Agence métropolitaine de transport (AMT)^{42, 43}. Les origines et destinations de l'AMT correspondent soit aux subdivisions de recensement, telles que définies dans le Recensement de 2006, soit aux limites d'arrondissement de la Ville de Montréal^{44, 45}.

⁴⁰ Google Blog: [The bright side of sitting in traffic: Crowdsourcing road congestion data](#), consulté en juin 2014 [EN ANGLAIS SEULEMENT].

⁴¹ [Application Google Maps](#).

⁴² [AMT, Enquête O-D 2008](#), consulté en juin 2014.

⁴³ Les trajets étudiés correspondent aux origines et destinations entre la Rive-Sud et l'île de Montréal.

⁴⁴ [Statistique Canada, GéoSuite 2006](#). Tableau sur les subdivisions de recensement, consulté en juin 2014.

⁴⁵ [Arrondissements de la Ville de Montréal, fichiers de forme](#), consulté en juin 2014. Les centroïdes des

Les points d'origine se rapportent à la latitude et à la longitude correspondant aux points représentatifs (pour les subdivisions de recensement) ou aux centroïdes (pour les arrondissements de Montréal) rattachés à chaque région d'origine⁴⁶. Au total, le DPB a examiné 36 points d'origine sur la Rive-Sud et 41 sur l'île de Montréal.

Les temps de déplacement et les distances parcourues ont été calculés pour chaque pont. Les itinéraires pour lesquels le fait d'emprunter le pont Champlain était la meilleure option ont été considérés comme les itinéraires de base pour le pont de remplacement. Le DPB a ensuite comparé la différence de temps et de distance en prenant des itinéraires alternatifs.

Les itinéraires alternatifs examinés incluait ceux passant par le pont Jacques-Cartier, le pont Victoria, le pont Honoré-Mercier et le pont-tunnel Louis-Hippolyte-Lafontaine⁴⁷.

Méthodologie : Volonté de payer

Afin de comparer la différence en temps additionnel requis pour éviter un péage, le DPB s'est servi d'une estimation de la valeur que donnent les conducteurs à leur temps.

arrondissements sont tirés de Google Earth et d'[Earth Point](#) [EN ANGLAIS SEULEMENT].

⁴⁶ En ce qui concerne les subdivisions de recensement, les [points représentatifs](#) et les centroïdes sont similaires, car ils indiquent tous les deux le centre géographique d'un polygone. Les points représentatifs sont légèrement différents quand la subdivision de recensement inclut des plans d'eau.

⁴⁷ Durant les heures de pointe du matin, une voie du pont Victoria en provenance de Montréal est utilisée pour la circulation en sens contraire. Compte tenu de la configuration du réseau routier, cela donne deux itinéraires distincts possibles via le pont Victoria. Aux fins de la présente analyse, seul l'itinéraire en direction de Montréal emprunté durant les heures creuses a été examiné, et les voies permettant de quitter Montréal en passant par le pont Victoria ont été exclues de la liste des options viables.

Pour ce faire, à partir de l'évaluation de la volonté de payer, le DPB a estimé le prix de réserve des automobilistes, c'est-à-dire le prix maximum qu'ils seraient prêts à payer pour traverser le pont⁴⁸. La volonté de payer d'un conducteur dépend de l'importance qu'il accorde au temps économisé en empruntant le pont, et elle peut varier d'une personne à l'autre⁴⁹.

En théorie, la valeur accordée au temps dépend de plusieurs facteurs : principalement le niveau de richesse, le revenu, la raison du déplacement et le moyen de transport utilisé⁵⁰. Aux fins de la présente analyse, le DPB s'est intéressé aux déplacements durant la période de pointe du matin, qui sont effectués essentiellement par des automobilistes se rendant au travail et, concurremment, la valeur du temps était considérée comme étant égale au revenu total des automobilistes en question^{51, 52}. En plus des coûts réels de déplacement, mesurés en tenant compte du prix du carburant consommé pour la distance parcourue, le DPB a calculé les frais correspondant au trajet en fonction de chaque itinéraire possible, selon la formule suivante :

$$X_{i,j,k,m,r} = d_{i,j,m} \cdot p + t_{i,j,m,r} \cdot v_k$$

Ainsi, d correspond à la distance, p au prix du carburant, t au temps de déplacement et v à la valeur accordée au temps. Les indices i, j, k, m et r correspondent respectivement à l'origine, à la destination,

à la catégorie de revenu, à l'itinéraire choisi et aux droits de péage (figure 2)^{53, 54}.

Les données relatives à la répartition totale du revenu sont tirées du Recensement de 2006, par subdivision de recensement^{55, 56, 57}. Le nombre d'automobilistes sur le pont Champlain, par catégorie de revenu et origine, a été obtenu en partant de l'hypothèse que les revenus étaient répartis également entre tous les automobilistes. Les automobilistes étaient répartis dans 26 catégories de revenu différentes.

La variable concernant le temps de déplacement, $t_{i,j,m,r}$, a été déterminée en combinant la durée du trajet entre les paires origine-destination et la congestion supplémentaire due à l'imposition d'un péage. Pour en rendre compte, le DPB a pris le nombre de conducteurs qui changeraient d'itinéraire avec des droits de péage légèrement plus bas afin de calculer la congestion, selon la formule suivante :

$$t_{i,j,m,r} = G_{i,j,m} + \mu_{i,j,m,r-1} \cdot C_{i,j,m}$$

Alors que G correspond au temps de déplacement de base déterminé par Google Maps, μ est le nombre d'automobilistes qui empruntent un autre itinéraire lorsque le péage atteint un certain prix, et C correspond au facteur de congestion pour un trajet donné.

⁴⁸ Bredert, C. (2006). Estimation of Willingness-To-Pay: Theory, Measurement, Application. Deutscher Universitäts-Verlag [EN ANGLAIS SEULEMENT].

⁴⁹ Crozet, Y. (2005) Le temps et les transports de voyageurs. Conférence européenne des ministres des transports de l'OCDE, table ronde 127.

⁵⁰ *Ibid.*

⁵¹ La période de pointe du matin correspond aux heures comprises entre 6 heures et 9 heures durant lesquelles de nombreux navetteurs se rendent au travail.

⁵² La mesure du revenu utilisée dans la présente analyse est celle du revenu avant impôt.

⁵³ Crozet, Y. (2005) Le temps et les transports de voyageurs. Conférence européenne des ministres des transports de l'OCDE, table ronde 127.

⁵⁴ Le coût différentiel d'entretien du véhicule n'a pas été pris en compte.

⁵⁵ Statistique Canada, Recensement de 2006, [Statistique Canada, catalogue n° 94-581-XCB2006001](#), consulté en juin 2014.

⁵⁶ Les données sur le revenu ont été ajustées en fonction des dollars de 2013 en utilisant le [tableau 380-0072](#), Comptes courants et compte du capital – Ménages, consulté en juin 2014.

⁵⁷ Les revenus ont ensuite été répartis dans les différentes catégories de revenu selon la répartition du revenu pour Montréal du tableau 202-0402 de Statistique Canada.

Le prix du carburant correspond à la moyenne des prix du carburant à Montréal en avril 2014. La consommation d'essence d'une Honda Civic 2006 a été utilisée pour déterminer la volonté de payer 11 cents du kilomètre de distance gagné en empruntant le nouveau pont^{58, 59, 60, 61}.

Sur la base de ces calculs, le DPB a déterminé quel serait le meilleur itinéraire alternatif en fonction du coût différentiel minimum :

$$X_{i,j,k} = \text{Min}(X_{i,j,k,1}, \dots, X_{i,j,k,4}) - X_{i,j,k,0}$$

Ici, $X_{i,j,k,0}$ représente le coût de prendre le pont Champlain. Le résultat de ces calculs a permis de créer une matrice de 786 X 26 des prix de réserve pour chaque paire origine-destination et catégorie de revenu. Le détournement de la circulation vers d'autres voies avec l'imposition de droits de péage donnés sur le pont Champlain a été calculé en utilisant le produit de la matrice de Hadamard ci-dessus et la matrice binaire définie dans la fonction par morceaux ci-dessous :

$$D_{i,j,k}^T = \begin{cases} 0, & \text{if } T < X_{i,j,k} \\ 1, & \text{if } T \geq X_{i,j,k} \end{cases}$$

Dans le cas présent, T désigne le péage, et D représente la décision de changer d'itinéraire ou de payer les droits de péage, 1 correspondant au choix d'un autre itinéraire. La somme des éléments de la matrice qui en résulte correspond au détournement total de la circulation lorsque le péage atteint un prix donné.

Méthodologie : Congestion accrue sur les voies alternatives

Tel que mentionné plus haut, à l'aide des données de l'enquête O-D 2008 de l'AMT, le DPB a déterminé un prix de réserve pour tous les automobilistes du pont Champlain en calculant le temps supplémentaire économisé grâce au pont par rapport au meilleur itinéraire suivant⁶². La figure A1 illustre le prix de réserve en fonction du revenu pour des économies de temps de déplacement d'une minute⁶³.

Lorsque les droits de péage dépassent le prix de réserve des automobilistes, il y a détournement de la circulation. Ce détournement, dû au fait que les conducteurs veulent éviter le nouveau pont, entraîne un accroissement de la congestion sur les itinéraires alternatifs. Par conséquent, certains des conducteurs qui empruntent régulièrement ces itinéraires sont disposés à payer pour éviter les embouteillages. Plusieurs d'entre eux choisiront alors d'emprunter le nouveau pont si les droits de péage sont bas et que le nouvel itinéraire ne présente pas trop d'inconvénients.

On peut donc s'attendre à un détournement de la circulation et à des changements dans les habitudes des conducteurs au fil du temps, avant d'en arriver à un point d'équilibre. Dans son analyse, le DPB se concentre sur le moyen terme, une fois la période d'ajustement passée.

⁵⁸ [Kent Marketing Services](#), consulté en mai 2014 [EN ANGLAIS SEULEMENT].

⁵⁹ [Consommation de carburant](#) d'une Honda Civic 2006, consulté en juin 2014 [EN ANGLAIS SEULEMENT].

⁶⁰ [La Honda Civic célèbre ses 16 années à titre de voiture la plus vendue au Canada](#).

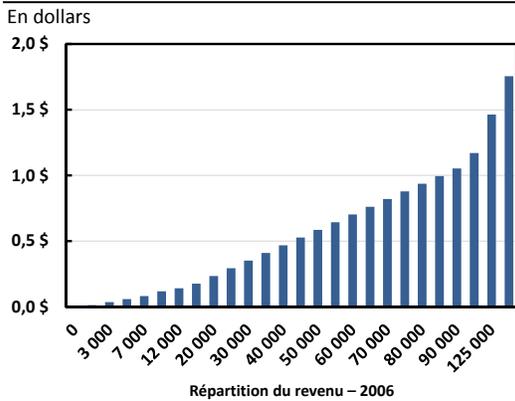
⁶¹ Selon l'Enquête sur les véhicules au Canada (série terminée), la durée de vie moyenne d'un véhicule jusqu'en 2009 était de 8 ans. Voir le [tableau CANSIM 405-0045](#), consulté en juin 2014.

⁶² Le DPB a présumé qu'il y avait un passager par véhicule.

⁶³ Cette figure ne tient pas compte des calculs relatifs à la distance et à la congestion routière, qui varient en fonction des paires origine-destination et de l'itinéraire choisi.

Figure A1

Prix de réserve en fonction du revenu par minute



Source : Bureau du directeur parlementaire du Budget

Par ailleurs, le DPB a présumé qu’il n’y avait de surcapacité sur aucun des itinéraires alternatifs et a fait une modélisation pour chacun de ces itinéraires avec une circulation au maximum de la capacité⁶⁴.

En utilisant une capacité d’écoulement théorique de 2 000 véhicules par voie à l’heure et une vitesse moyenne présumée calculée en fonction de la durée du trajet, le DPB a estimé quel serait le retard supplémentaire accumulé pour chaque véhicule de plus, au-delà de la capacité par paire origine-destination^{65, 66, 67}. Il a supposé

⁶⁴ Dans ce modèle, la pleine capacité correspond au seuil au-delà duquel la circulation commence à ralentir considérablement, avec des arrêts et des redémarrages fréquents. Ce modèle utilise l’interpolation linéaire pour estimer la difficulté de modéliser la circulation au-delà de cette capacité. Dans ce modèle, la circulation en deçà de cette capacité sert à montrer qu’il n’y a aucun changement dans la vitesse de circulation lorsqu’on fait une comparaison avec la pleine capacité.

⁶⁵ McMaster Institute for Transportation & Logistics (2011), [Champlain Bridge Montréal Impacts of Disruptions to Bridge Capacity](#), consulté en juin 2014 [EN ANGLAIS SEULEMENT].

⁶⁶ La capacité d’écoulement libre théorique varie entre 1 800 et 2 400 véhicules par voie à l’heure, 2 000 étant l’estimation communément utilisée. Voir [Traffic Flow Theory](#) [EN ANGLAIS SEULEMENT] et la note 33. Le DPB a estimé, au moyen de l’interpolation linéaire, que plus le nombre de véhicules qui se détournent des itinéraires alternatifs sera grand, plus les retards seront accrus pour chaque véhicule en raison de la réduction de la vitesse de circulation au moment de traverser le pont.

⁶⁷ Les vitesses moyennes présumées ont été obtenues à partir des données de Google Maps sur le temps requis (en

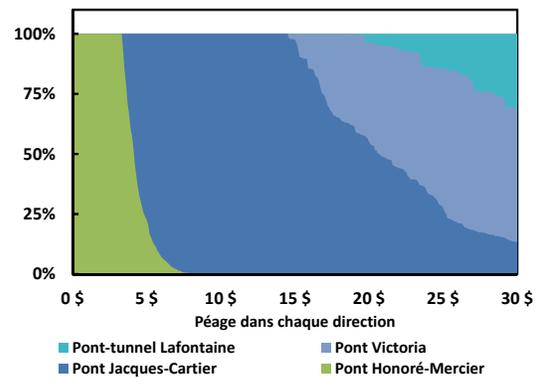
que la congestion pouvait se produire tout au long du trajet parcouru plutôt qu’uniquement sur la partie du pont achalandée⁶⁸.

La congestion supplémentaire provoquée par le détournement de circulation a pour effet d’inciter certains automobilistes à emprunter le nouveau pont, en fonction de leur volonté de payer. Les automobilistes prêts à éviter un pont sans péage pour emprunter un pont à péage sont des personnes à revenu élevé qui attachent de l’importance à la fiabilité des déplacements et sont disposées à payer⁶⁹.

Figure A2

Remplacement des automobilistes optant pour d’autres itinéraires – En direction de Montréal

En pourcentage (%)



Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

Le DPB a présumé que le détournement total de la circulation vers le nouveau pont ne serait pas plus important que celui attribuable aux conducteurs qui veulent précisément éviter ce pont. Le résultat est

minutes) et la distance à parcourir (en kilomètres) pour se déplacer d’une origine à une destination précises.

⁶⁸ Bien que ce soit une hypothèse très prudente, comme la congestion que subiraient les navetteurs additionnels empruntant le pont ne se produirait que sur certains tronçons du trajet, il est difficile de savoir où exactement il y aurait des bouchons de circulation, car cela peut différer d’une paire origine-destination à l’autre.

⁶⁹ Comme ce modèle porte sur la période après ajustements, on présume qu’il n’y aura pas plus de navetteurs décidant d’emprunter le NPSL que le nombre de navetteurs choisissant de l’éviter.

qu'avec des droits de péage bas, ceux qui cesseraient de prendre le nouveau pont seraient remplacés par ceux qui voudraient l'emprunter. Les figures A2 et A3 illustrent le remplacement des conducteurs non disposés à payer un péage par ceux qui sont prêts à le faire, en fonction de l'itinéraire choisi.

Pour la majorité des itinéraires alternatifs, les automobilistes sont prêts à prendre la place de ceux qui veulent éviter le nouveau pont, à l'exception de ceux du pont Honoré-Mercier. Pour beaucoup d'automobilistes, ce pont est l'itinéraire alternatif préféré. Avec un péage dépassant les 3,30 \$ pour entrer sur l'île de Montréal et les 7,90 \$ pour en sortir, le détournement de la circulation vers le pont Honoré-Mercier augmente considérablement.

Méthodologie : Coût approximatif du pont

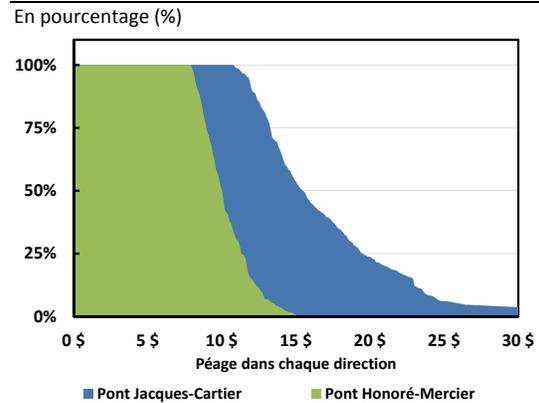
Les revenus de péage serviront, au moins en partie, à défrayer certains des coûts du nouveau pont⁷⁰. Pour obtenir une estimation de la portion des coûts susceptible d'être couverte par les revenus de péage, le DPB a fait une estimation des frais d'exploitation et d'entretien (E&E) du nouveau pont. Aux fins de la présente analyse, le DPB a accepté l'estimation des coûts de construction établie à 1,12 milliard de dollars par le Consortium BCDE⁷¹.

⁷⁰ [Stephen Harper au sujet du pont Champlain](#), 29 avril 2014 [EN ANGLAIS SEULEMENT].

⁷¹ Le coût de construction total du nouveau pont a été estimé à 1,28 milliard de dollars (en dollars de 2010) par le Consortium BCDE dans l'[étude de préaisabilité portant sur le remplacement de l'actuel pont Champlain](#). Le coût estimé par le consortium incluait à la fois les travaux préparatoires et ceux postérieurs à la construction qui n'étaient pas pris en compte dans le cadre du projet de PPP. Le reste des travaux prévus se chiffrait à 1,06 milliard de dollars, un montant qui a été augmenté de 2 % pour atteindre 1,12 milliard en dollars de 2013.

Figure A3

Remplacement des automobilistes optant pour d'autres itinéraires – En provenance de Montréal



Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

Par ailleurs, le gouvernement a estimé que, la conception et construction du projet coûtera entre de 3 à 5 milliards de dollars⁷². Les deux scénarios concernant les coûts totaux ont été envisagés.

Le DPB s'est efforcé de déterminer les droits de péage requis dans trois cas de figure :

- les revenus de péage doivent servir à couvrir les frais annuels d'E&E;
- les revenus de péage doivent servir à couvrir les frais annuels d'E&E et les coûts de construction du Consortium BCDE;
- les revenus de péage doivent servir à couvrir les coût d'E&E annuels et les coûts de conception et de construction assumés par le gouvernement.

Pour estimer les frais d'E&E, le DPB s'est fondé sur les données passées de la Société des Ponts Jacques-Cartier et Champlain Inc. (PJCCI) ainsi que sur les estimations relatives à des projets similaires, comme le pont Tappan Zee, dans l'État de New York,

⁷² Estimation générale des [coûts du projet de NPSL](#), consulté en juin 2014.

et le pont Golden Ears, en Colombie-Britannique (voir l'encadré A1).

Les frais d'E&E ont été répartis en quatre catégories :

- entretien courant,
- réparations,
- exploitation courante,
- exploitation des systèmes de péage.

Les frais d'entretien courant et d'exploitation courante ont été estimés à partir des informations financières obtenues auprès de PJCCI. Il a été présumé que les frais d'exploitation courante n'augmenteraient pas avec le temps, et le DPB a calculé que les frais d'exploitation moyens sur 10 ans pour PJCCI seraient d'environ 1,5 million de dollars⁷³.

PJCCI a fourni au DPB l'historique des frais d'entretien courant pour l'actuel pont Champlain. Selon ses calculs, le DPB a estimé ces frais d'entretien à 2 millions de dollars par an, avec une augmentation réelle annuelle de 1,96 %⁷⁴.

Les données relatives à l'exploitation des systèmes de péage sont tirées des documents financiers concernant le pont Golden Ears⁷⁵. Les coûts annuels d'exploitation des systèmes de péage représentaient un montant fixe de 2,8 millions de dollars et un droit variable de 50 cents par véhicule.

⁷³ Données financières tirées de PJCCI et de rapports annuels d'entreprise. Les frais d'entretien courant ont été soustraits aux dépenses d'E&E, et 70 % présumés des coûts restants ont été attribués au pont Champlain. Selon la moyenne calculée pour 2002 à 2012, les frais d'exploitation sont de 1 465 920 \$ en moyenne. [Rapports financiers de PJCCI](#), consultés en juin 2014.

⁷⁴ Les coûts ont été ajustés en fonction du [tableau 327-0043](#) de CANSIM, Indices des prix de la construction de bâtiments non résidentiels à Montréal, au Québec.

⁷⁵ [South Coast British Columbia Transportation Authority 2013 Statutory Annual Report](#), consulté en juin 2014 [EN ANGLAIS SEULEMENT].

Encadré A1

Ponts similaires

Le pont Tappan Zee traverse le fleuve Hudson, dans l'État de New York; il est congestionné pendant les heures de pointe et connaît une augmentation de la facture des réparations. Comme il est une composante de l'autoroute I-287, le pont Tappan Zee fait partie intégrante du réseau desservant la ville de New York et le New Jersey. Les deux itinéraires alternatifs les plus proches pour traverser l'Hudson sont le pont George Washington, à New York, et le pont Bear Mountain, plus en amont. Ils sont tous des ponts à péages.

Le pont Golden Ears est un pont à péage situé en Colombie-Britannique et achevé en 2009; il relie Surrey et Langley à Maple Ridge. Le matin, la circulation était moins dense que prévu, mais l'ajout d'un péage au pont Port Mann tout proche a contribué à engorger davantage le réseau routier, de sorte que l'affluence sur le pont Golden Ears a augmenté.

Sources : Governor's I-287 Task Force. (2000), [Long Terms Needs Assessment and Alternatives Assessment: I-287/ Tappan Zee Bridge Corridor](#) [EN ANGLAIS SEULEMENT].
Translink. (2011) [Statutory Annual Report](#) [EN ANGLAIS SEULEMENT].
Translink. (2013). [Statutory Annual Report](#) [EN ANGLAIS SEULEMENT].

Les estimations relatives au coût des réparations reposent sur des observations concernant le pont Tappan Zee, qui indiquent que ces coûts ont doublé, en termes nominaux, chaque 10 ans. Cela correspondait à une augmentation annuelle moyenne réelle de 4,1 %. Il a été convenu que les coûts de réparation annuels de base étaient égaux aux frais d'entretien courant annuels, soit environ 2 millions de dollars.

Annexe B

Comparaison des résultats et résultats de sensibilité

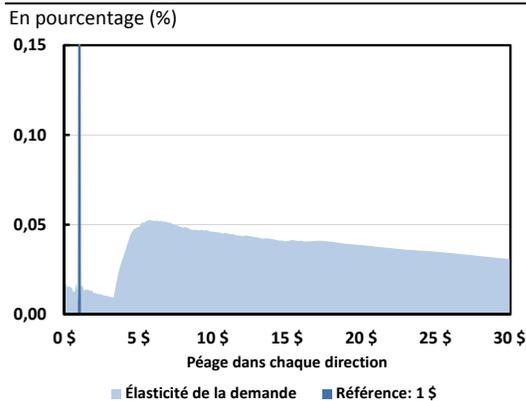
Comparaison des résultats : Élasticité

L'estimation du détournement de la circulation a permis de calculer l'élasticité de la demande à différents taux de péage. En prenant comme péage de référence le tarif de un dollar, la figure B1 illustre l'élasticité de la demande par rapport au prix.

L'élasticité des prix qui en résulte va de 0,01 à 0,02 pour des péages inférieurs à 3 \$, et de 0,03 à 0,05 pour des péages supérieurs à 5 \$. Voir l'encadré B1 pour des détails au sujet de l'élasticité des prix par rapport à la demande.

Figure B1

NPSL – Élasticité de la demande



Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

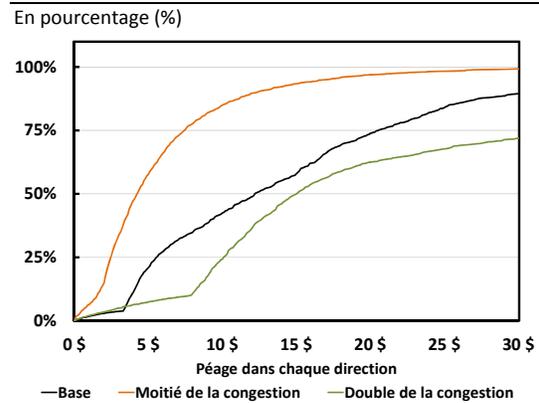
À titre de comparaison, des éléments probants indiquent que l'élasticité des prix par rapport aux modifications des droits de péage pour les automobiles à New York varie de 0,03 à 0,50⁷⁶. De manière générale, il est prouvé que l'élasticité à l'égard des

droits de péage sur les ponts varie de 0,15 à 0,31⁷⁷.

Un autre pont soumis à des contraintes semblables est le pont Tappan Zee, dans l'État de New York. Tout comme le pont Champlain, le pont Tappan Zee doit être remplacé⁷⁸. Beaucoup d'automobilistes empruntent soit ce pont, soit le pont George Washington pour leurs déplacements quotidiens.

Figure B2

Détournement des véhicules pendant la période de pointe matinale – Variation de la congestion



Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

Selon des documents sur le détournement de la circulation publiés dans le cadre du processus de planification du nouveau pont, l'élasticité prévue de la circulation sur le nouveau pont Tappan Zee est d'environ 0,04⁷⁹. Ce résultat est à peu près conforme aux élasticités concernant le nouveau pont

⁷⁶ Hirschman, I., McKnight, C., Pucher, J., Paaswell, R., Berechman, J. (1995), [Bridge and tunnel toll elasticities in New York: Some recent evidence](#), Transportation (22), p. 97-113, tableau pertinent consulté en juin 2014 [EN ANGLAIS SEULEMENT].

⁷⁷ Burris, M. W. (2003), [The toll-price component of travel demand elasticity](#), International Journal of Transport Economics. 30 (1), p. 45-59, consulté en juin 2014 [EN ANGLAIS SEULEMENT].

⁷⁸ [The New NY Bridge](#), consulté en juin 2014 [EN ANGLAIS SEULEMENT].

⁷⁹ [The NY Bridge Toll Diversion Analysis](#), consulté en juin 2014 [EN ANGLAIS SEULEMENT]. Le DPB a estimé que le péage sur le pont PANYNJ serait de 15 \$ en 2017.

Encadré B1**Élasticité de la demande par rapport au prix**

L'élasticité de la demande par rapport au prix permet de mesurer le pourcentage de variation dans la demande d'un bien ou d'un service à la suite d'une augmentation en pourcentage du prix. Par exemple, une élasticité de la demande par rapport au prix de 0,02 pour un droit de péage sur un pont indique qu'une augmentation de 100 % du péage correspond à une diminution de 2 % de la circulation sur le pont en question. L'élasticité de la demande par rapport au prix (EDP) est déterminée par :

$$EDP = \frac{-\Delta T/T}{\Delta P/P}$$

où

T = trajet voulu;

ΔT = changement dans le trajet voulu à cause d'une variation du prix;

P = prix du passage;

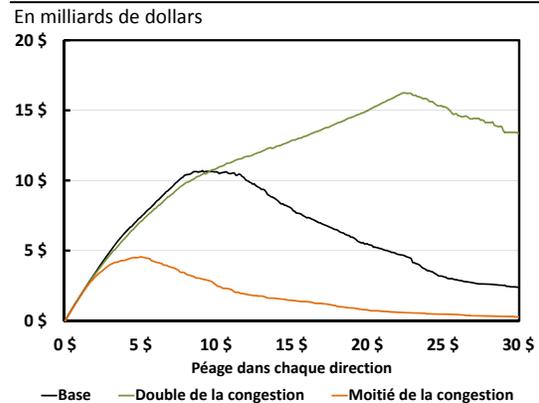
ΔP = changement dans le prix du passage.

L'EDP se caractérise comme suit :

Caractérisation	EDP
parfaitement inélastique	0
inélastique	$0 < EDP < 1$
unité d'élasticité	1
élastique	$EDP > 1$

Sources : Bureau du directeur parlementaire du budget, Litman, T. (2013), [Understanding Transport Demands and Elasticities: How Prices and Other Factors Affect Travel Behaviour](#), Victoria Transport Policy Institute, consulté en juin 2014 [EN ANGLAIS SEULEMENT].

Champlain obtenues à partir du modèle du DPB.

Figure B3**Revenus totaux – Variation de la congestion**

Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

Note : On a présumé que la période d'exploitation du contrat de PPP s'étendrait de 2021 à 2050.

Les déterminants de l'élasticité diffèrent selon les personnes et peuvent inclure l'objet du déplacement, le revenu, le nombre et le type de solutions de rechange ainsi que la destination⁸⁰. Pour être conservateur, le DPB a examiné une période au cours de laquelle la majorité des usagers de la route sont des automobilistes qui se déplacent pour le travail. Les déplacements pour raisons professionnelles ont tendance à avoir une élasticité moindre que les déplacements pour d'autres motifs⁸¹.

Comme la répartition des déplacements pour le travail se concentre aux heures de pointe, il est possible que le détournement de la circulation pendant les périodes creuses soit plus important que celui supposé dans le présent rapport.

⁸⁰ Litman, T. (2013), [Understanding Transport Demands and Elasticities: How Prices and Other Factors Affect Travel Behaviour](#), Victoria Transport Policy Institute, consulté en juin 2014 [EN ANGLAIS SEULEMENT].

⁸¹ Gunn, H.F., Tuinenga, J.G., Allouche, J.F. et Debrincat, L. (1998), [ANTONIN: A forecasting model for travel demand in the Ile de France](#), Transport Planning Methods, Volume II, European Transport Conference, Proceedings of Seminar E, P424, p. 99-121, tableau pertinent consulté en juin 2014 [EN ANGLAIS SEULEMENT].

Validation du modèle : Sensibilité à la congestion

Le modèle ci-dessous repose sur une estimation de la congestion supplémentaire provoquée par les véhicules empruntant d'autres chemins pour éviter le nouveau pont Champlain. Afin de déterminer les effets d'un changement à cette hypothèse concernant la congestion, le DPB a examiné des modèles selon lesquels la congestion serait deux fois plus élevée ou moitié moindre que dans les hypothèses ci-dessus. Voici les résultats obtenus :

Avec une congestion multipliée par deux, le nombre de conducteurs ne souhaitant pas emprunter le nouveau pont diminue, car ceux-ci sont moins disposés à subir les bouchons de circulation additionnels. À ce niveau de congestion, les conducteurs éviteront le nouveau pont durant les heures de pointe matinales à partir d'un droit de péage fixé à 8 \$, comparativement à 3,40 \$ dans un scénario de base, et à 0,10 \$ dans un scénario où la congestion est moitié moindre (voir la figure B2).

Les revenus résultant de ces différentes hypothèses sont présentés à la figure B3. La maximisation des revenus dans un scénario de congestion multipliée par deux est atteinte lorsque les droits de péage sont de 22,50 \$, comparativement à un scénario de base où le péage est fixé à 9,10 \$. La maximisation des revenus dans un scénario où la congestion est moitié moindre est atteinte lorsque le droit de péage est de 5 \$.

Afin de couvrir les coûts d'un pont de 3 milliards de dollars, ainsi que les frais d'exploitation et d'entretien pendant la période durant laquelle le pont est en service, avec un scénario de congestion multipliée par deux, il faudrait un droit de péage de 2,60 \$. Cependant, le détournement de la circulation estimé

passerait de 3,4 à 4,3 % par rapport au scénario de base. Dans un scénario où la congestion serait moitié moindre, il faudrait un droit de péage de 3,10 \$, ce qui entraînerait un détournement de 34,8 % de la circulation totale.

Pour couvrir les coûts d'un pont de 5 milliards de dollars, les scénarios de base et de multiplication par deux de la congestion demeureraient semblables avec des droits de péage de 3,90 et 4,2 \$ respectivement. Toutefois, dans un scénario où la congestion serait moitié moindre, un droit de péage fixé à 5 \$ pour la maximisation des revenus serait insuffisant pour couvrir les coûts du projet.

Tableau B4

Droits de péage pour la maximisation des revenus

Scénario de congestion	Péage	Revenus totaux (en milliards de \$)	Détournement de la circulation (en %)
Moitié	5,00 \$	4,60 \$	57,6%
De base	9,10 \$	10,70 \$	38,9%
Double	22,50 \$	16,20 \$	64,9%

Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

Note : Valeurs en dollars constants de 2013

Le tableau B4 vient étayer l'analyse. Lorsque la congestion est plus importante, il est possible de tirer plus de revenus, car les conducteurs préfèrent emprunter le nouveau pont pour éviter les embouteillages. Quand la congestion est moindre, la fluidité de la circulation sur les autres ponts suffit à pousser les conducteurs à changer d'itinéraire. Dans les deux cas de figure de maximisation des revenus examinés, le détournement de la circulation toucherait plus de la moitié de tous les véhicules empruntant le pont, ce qui créerait d'importants bouchons sur les autres axes routiers.

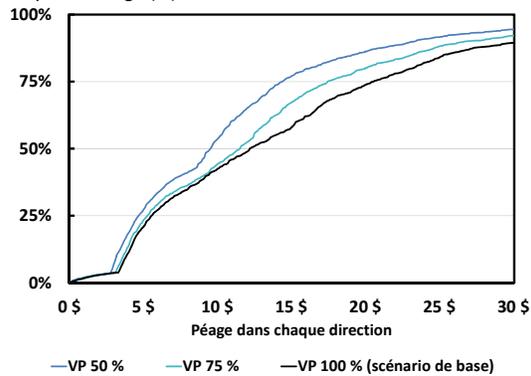
Validation du modèle : Sensibilité à la valeur du temps

Tel qu'indiqué dans la méthodologie, la valeur qu'accorde une personne au temps dépend de plusieurs facteurs qui peuvent varier selon la raison du déplacement et le moyen de transport. Afin de déterminer la sensibilité du modèle à l'égard de différentes valeurs données au temps, le DPB a ajusté la présumée volonté de payer (VP) en fonction de chaque minute gagnée. Le rapport présente une VP à 100 % du revenu. Les scénarios à 50 et 75 % sont examinés dans la présente analyse^{82, 83}.

Figure B5

Sensibilité à la VP – Détournement total

En pourcentage (%)



Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

La diminution de la VP par rapport au revenu a donné lieu à une augmentation du détournement de la circulation en direction du nouveau pont même quand les droits de péage sont bas. Toutefois, le fait que les droits de péage soient bas a aussi poussé des conducteurs empruntant d'autres itinéraires à prendre le nouveau pont, avec un effet net qui ne différerait pas beaucoup

⁸² Les estimations conventionnelles placent la valeur du temps pour un conducteur entre 50 et 100 % du revenu. Voir Crozet, Y. (2005) Le temps et les transports de voyageurs. Conférence européenne des ministres des transports de l'OCDE, table ronde 127.

⁸³ Small, Winston, and Yan. (2005), Uncovering the Distribution of Motorists' Preferences for Travel Time Reliability, *Econometrica*, 2005 (12) [EN ANGLAIS SEULEMENT].

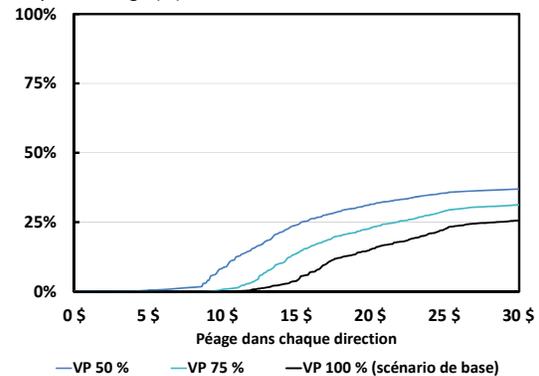
du scénario de base. Quand les droits de péage augmentaient, le détournement de la circulation augmentait aussi, de manière inversement proportionnelle à la VP (voir la figure B5).

Comme le montrent les figures B6 et B7, la circulation était surtout détournée vers le pont Jacques-Cartier; les changements étaient moindres sur les autres axes routiers empruntés.

Figure B6

VP – Détournement vers le pont Jacques-Cartier

En pourcentage (%)

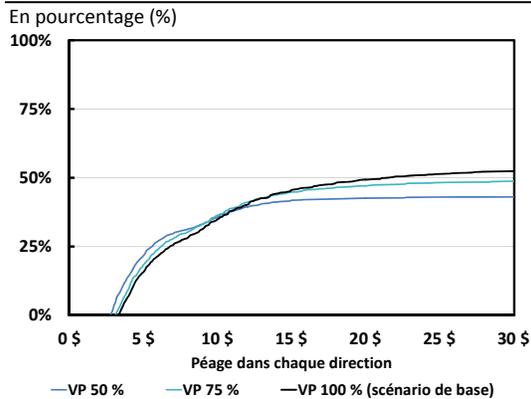


Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

L'incidence des différents ratios de VP sur les revenus globaux est présentée à la figure B8. Comme le détournement net de la circulation est similaire avec des droits de péage bas dans les trois scénarios, il y a peu de différences dans les revenus totaux. Lorsque les droits de péage sont plus élevés, on note de plus grandes variations dans les prévisions de revenus. Cependant, en général, ces droits de péage sont supérieurs aux droits de péage permettant la maximisation des revenus, et le DPB a supposé qu'il était peu probable qu'ils soient appliqués.

Figure B7

VP – Détournement vers le pont Honoré-Mercier



Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

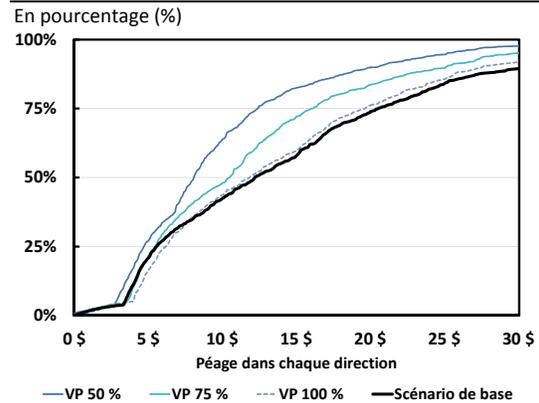
Validation du modèle : Sensibilité à la répartition des revenus

Le DPB a supposé que la répartition des revenus de ceux empruntant le nouveau pont serait semblable à celle des résidents du lieu d'origine. Il s'agit d'une hypothèse simplificatrice en l'absence d'informations plus détaillées. Il est possible qu'en règle générale, ceux qui traversent le pont travaillent sur l'île de Montréal. Pour en tenir compte, le DPB a réexaminé le modèle et l'analyse de la sensibilité à la VP en ne prenant que des personnes gagnant plus de 25 000 \$⁸⁴.

La figure B9 illustre la circulation totale détournée du nouveau pont par rapport au scénario de base qui inclut tous les niveaux de revenu. Lorsqu'on compare les deux scénarios avec une VP de 100 % (scénario de base et VP de 100 %), il y a peu de différences dans le détournement de la circulation. Cela tient au fait que les véhicules empruntant un autre itinéraire ont été remplacés par ceux qui prenaient d'autres ponts.

Figure B8

Revenu – Détournement total



Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

Dans le scénario de base, les personnes ayant un faible revenu changent d'itinéraire lorsque les droits de péage sont très bas, et elles sont remplacées par celles qui empruntaient d'autres routes et sont prêtes à payer un péage pour traverser le nouveau pont. Dans le scénario présentant une répartition des revenus tronquée, très peu de conducteurs décident d'éviter les péages lorsqu'ils sont bas, et ils ne sont donc pas remplacés par d'autres. À mesure que les droits de péage augmentent, plus de conducteurs évitent le pont, mais comme le péage est élevé, le taux de remplacement de ces conducteurs est faible.

Les scénarios avec une VP de 50 et de 75 % sont à peu près équivalents aux mêmes scénarios examinés plus haut.

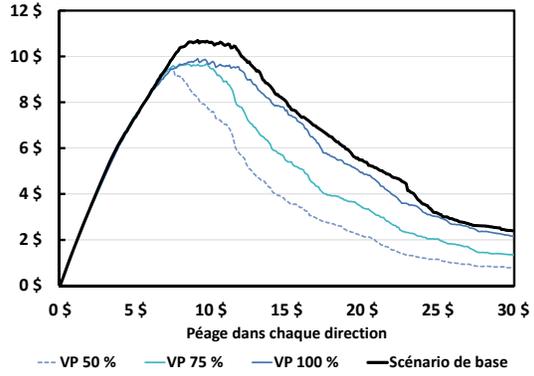
La figure B9 illustre les revenus totaux projetés selon un scénario de répartition des revenus tronquée. Là encore, lorsque les droits de péage sont bas, il y a peu de différences entre les divers scénarios; on n'observe des variations que quand les droits de péage sont élevés.

⁸⁴ En dollars de 2013.

Figure B9

Revenu – Revenus totaux de péage

En milliards de dollars



Source : Bureau du directeur parlementaire du budget

Annexe C Hypothèses

- 1. Les automobilistes sondés dans le cadre de l'enquête Origine-Destination de l'AMT démontrent des comportements en matière de circulation semblables aux conducteurs qui emprunteront le nouveau pont Champlain.**
— Cette hypothèse est nécessaire pour utiliser l'ensemble des données de l'enquête O-D de l'AMT.
- 2. Les conducteurs de camion ont les mêmes comportements que les conducteurs d'automobile.**
— Il est démontré que dans le cas des conducteurs de camion, l'élasticité de la demande par rapport au prix en ce qui concerne les péages est plus grande que chez les autres conducteurs. Certaines entreprises de camionnage exigent de leurs chauffeurs qu'ils empruntent des itinéraires sans péage. Cependant, étant donné les estimations de très faible élasticité pour Montréal, indiquant que le système de circulation routière est très achalandé, il a été décidé de modéliser la circulation des camions de la même manière que la circulation des automobiles.
- 3. Le détournement de la circulation durant les heures de pointe du matin dans la dernière direction congestionnée est semblable au détournement de la circulation durant les heures de pointe de l'après-midi en direction opposée, et aussi semblable au détournement de la circulation pendant les heures creuses dans les deux directions.**
— Il s'agit d'une hypothèse simplificatrice. Comme les données recueillies ne couvrent que la période de pointe du matin, les estimations obtenues pour cette période ont été extrapolées à d'autres périodes dans le but d'obtenir une estimation des revenus. Une étude plus approfondie pourrait permettre de se soustraire à l'exigence de cette hypothèse.
- 4. Les répartitions de revenu en fonction des subdivisions du Recensement de 2006 sont les mêmes que celles s'appliquant aux automobilistes qui emprunteront le nouveau pont.**
— Nous examinons les répercussions d'une modification de cette hypothèse dans l'analyse de sensibilité et arrivons à la conclusion qu'avec des droits de péage vraisemblables, l'incidence de cette hypothèse est négligeable.
- 5. Tous les revenus ont progressé de façon proportionnellement égale depuis 2006. (C'est-à-dire qu'il n'y a pas eu de variation dans la répartition des revenus.)**
— Cette analyse a permis d'examiner les données sur le revenu au niveau de la subdivision de recensement (SR). Cependant, les données sur le revenu à ce niveau d'examen détaillé n'étaient pas disponibles pour toutes les SR de Montréal dans l'Enquête nationale auprès des ménages de 2011. Par conséquent, on s'est servi des données sur le revenu du Recensement de 2006. Dans la présente étude, on présume que la répartition du revenu est demeurée constante.

- 6. En l'absence de péage, les automobilistes choisissent le chemin le plus court, comme le révèlent les données de Google Maps.**
 - Nous ignorons quel chemin emprunteront réellement les gens, de sorte qu'aucune hypothèse n'est requise pour déterminer quel itinéraire ils sont susceptibles de suivre.
- 7. La volonté de payer des automobilistes correspond à 100 % de leur revenu par minute.**
 - Cette hypothèse est examinée en détail dans l'analyse de sensibilité.
- 8. Les distances et les temps de déplacement de Google Maps sont une bonne mesure du temps et de la distance véritables à Montréal.**
 - Les données de Google Maps proviennent des trajets réels mesurés par des téléphones mobiles au moyen de satellites, ce qui permet d'avoir une mesure relativement exacte de la durée d'un déplacement. La sensibilité à l'égard de cette hypothèse est mise à l'épreuve à l'annexe B, en prenant comme indicateur la volonté de payer.
- 9. Comme certains automobilistes éviteront le nouveau pont, il y aura un détournement de la circulation vers le deuxième pont préféré des automobilistes, choisi en fonction de critères combinant la distance et le temps. Certains automobilistes cesseront également d'emprunter d'autres axes routiers et choisiront le nouveau pont comme deuxième meilleure option.**
 - Si on suppose que les automobilistes choisissent leur itinéraire de prédilection en utilisant ces mêmes critères, il est plausible qu'ils appliquent aussi ces critères au choix du meilleur itinéraire suivant. Il est vraisemblable que des automobilistes qui empruntaient d'autres chemins choisissent automatiquement de prendre le nouveau pont, puisqu'il y aura une augmentation de la congestion sur toutes les voies sur lesquelles ils circulaient auparavant, à cause du détournement de la circulation vers ces axes pour éviter le pont en question.
- 10. Les droits de péage augmenteront au fil du temps pour maintenir les prix en dollars constants de 2013.**
 - En l'absence d'informations supplémentaires sur la structure projetée du péage, faire toute autre hypothèse aurait pour effet de compliquer inutilement l'analyse. Bien qu'on ne puisse pas observer exactement, dans la pratique, des prix réels constants, cela demeure possible jusqu'à un certain point (p. ex. augmentation intermittente des prix permettant d'obtenir les mêmes revenus totaux qu'avec des augmentations annuelles).
- 11. Tout véhicule additionnel sur le pont entraînera un allongement de la durée du trajet parcouru pour chaque automobiliste.**
 - Cette hypothèse était nécessaire pour simplifier l'analyse. Même si Google Maps fournit des informations indirectes sur l'état de la congestion en temps réel sur les routes, ces informations ne peuvent servir à prédire l'augmentation graduelle des

embouteillages provoquée par l'accroissement du nombre de véhicules sur certains axes. Un logiciel de modélisation plus performant permettrait de faire une estimation de ces répercussions, mais pas la présente analyse. Les sources de congestion sont les ponts et leurs approches, qui constituent des goulots d'étranglement ralentissant les flux de circulation. Cependant, il a été difficile de déterminer à quel moment un automobiliste est retenu dans les embouteillages; ainsi l'hypothèse conservatrice et simplifiée retenue a été qu'ils subissent la congestion routière tout au long du trajet parcouru.

12. À la base, la circulation sur tous les ponts est en situation d'écoulement libre.

— Des preuves empiriques indiquent que pendant la période de pointe du matin, la capacité des voies de circulation en direction de Montréal atteint des niveaux ne permettant pas un écoulement libre des véhicules. Cette hypothèse permet une fois de plus de simplifier l'analyse.

13. En situation d'écoulement libre, une diminution du nombre de véhicules sur le pont ne modifie pas la vitesse d'écoulement. Ce n'est que lorsque la capacité est dépassée que la vitesse est réduite.

— Cela se rapporte à l'hypothèse précédente. Dans cette analyse, on considère que l'écoulement libre est une situation constante et qu'il y a donc peu de changements dans la durée du déplacement. Lorsqu'il n'y a plus d'écoulement libre, la circulation n'est plus fluide, car il commence à y avoir des arrêts et des redémarrages qui ont pour effet d'allonger la durée du trajet.

14. Tous les véhicules qui se mettent à emprunter un pont en situation d'écoulement libre auront pour effet de ralentir la circulation sur ce pont de manière linéaire. Une fois la capacité d'écoulement libre atteinte, on observe des arrêts et des redémarrages aléatoires difficiles à modéliser.

— Une circulation qui n'est pas fluide est difficile à modéliser étant donné qu'il y a une tendance aux arrêts et aux redémarrages que l'on ne peut prévoir avec des modèles simples. Pour simplifier l'analyse, nous présumons que l'allongement de la durée du trajet attribuable à l'augmentation de la congestion est lié de manière linéaire à l'accroissement du nombre de véhicules sur la route. Même s'il est peu probable d'observer une relation linéaire, la direction de la relation est correcte et la relation linéaire est facile à modéliser.

15. Les prévisions au sujet de la circulation réalisées par le Consortium BCDE pour le nouveau pont sont exactes.

— Les prévisions de circulation faites par le Consortium BCDE reposent sur des prévisions de circulation datant d'avant la crise financière. La circulation pour cette période semble représenter la capacité maximale de véhicules pour le pont. Dernièrement, il y a eu une diminution de la circulation à cause de la crise financière, mais il ne faut pas s'attendre à ce que les niveaux actuels de circulation restent les mêmes pendant les

30 prochaines années. Cela étant dit, les prévisions du Consortium BCDE au sujet de la circulation semblent pour le moins crédibles.

16. La décision des automobilistes d'éviter de prendre le nouveau pont ne reposera que sur leur volonté de payer, et pas sur d'autres habitudes de comportement ou critères.

— Il s'agit d'une autre hypothèse simplificatrice. Il y a beaucoup de critères et de valeurs qui influencent les décisions des gens, autres que l'aspect financier. Des facteurs comme les habitudes, les préoccupations en matière de sécurité et le plaisir de conduire peuvent aussi jouer un rôle. Dans la présente analyse, nous ignorons de telles considérations et voyons les gens comme des décideurs économiques objectifs.

17. Il y aura plus de gens qui éviteront le pont que de gens qui l'emprunteront à cause de la congestion accrue ailleurs.

— Dans cette analyse, nous faisons une modélisation du détournement de la circulation dans le cadre d'un processus en deux étapes : 1) des conducteurs décideront d'éviter le nouveau pont, et 2) à cause de ce détournement de la circulation, d'autres conducteurs préféreront au contraire l'emprunter. Un modèle plus complexe impliquerait des itérations récursives jusqu'à ce que le système atteigne un certain équilibre. Pour simuler cette approche, le nombre maximal de nouveaux véhicules empruntant le pont est limité par celui des véhicules qui l'éviteront. Cette façon de procéder s'approche de la solution à moyen terme permettant d'atteindre un point d'équilibre.