

Le prolongement du métro de la ligne 2 à Laval : Un projet économiquement rentable ?

**Rapport de recherche présenté à :
Monsieur Fernand Martin**

**Par :
Ehouman Karen Enid**

**Département des sciences économiques
Université de Montréal**

Décembre 2007

Sommaire

En cette année d'inauguration du métro de Laval attendu depuis plus d'une quinzaine d'années et après de nombreuses controverses concernant le dépassement du budget initial des coûts de construction, une question se pose à savoir si la décision de prolonger le métro de Montréal à Laval était appuyée sinon par la rentabilité financière du projet, du moins par sa rentabilité économique.

La méthode employée pour déterminer cette rentabilité est celle de l'analyse avantages-coûts effectuée à partir de la valeur actualisée nette du projet. Nous avons dans un premier temps comparé les recettes et les coûts financiers, afin de déterminer si ce projet génère un bénéfice net ou une perte nette pour les actionnaires. Ensuite, nous avons évalué la rentabilité économique du projet de prolongement du métro à Laval du point de vue de la société québécoise, par le calcul du différentiel des avantages et des coûts économiques.

Notre analyse couvre une période de 40 ans, qui commence au début des travaux de construction en 2001 et se termine en 2041. L'étude est faite en termes réels et toutes nos valeurs sont exprimées en dollars constants de 2001.

L'évaluation de ce projet montre que celui-ci n'est pas rentable financièrement au taux réel d'actualisation de 4%. La valeur actualisée des recettes d'exploitation se chiffre à 55 973 628 \$ et ne permet pas de supporter le poids des coûts totaux de 763 932 909 \$, principalement les coûts de construction du projet dont la part est de 82 %.

Quant à l'analyse économique, elle suggère que le projet de prolongement du métro à Laval n'est pas rentable économiquement et ne mérite donc aucune subvention. En effet, le projet engendre une perte nette pour la société, de l'ordre de 193 377 287 \$. Les avantages économiques qui s'élèvent à 204 003 574 \$, et les externalités positives du projet de 102 380 350 \$, ne parviennent pas à surpasser les coûts économiques qui atteignent 499 761 211 \$. Le taux d'actualisation social utilisé dans l'analyse économique est celui que recommande le Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada pour les projets publics, soit 10%.

Toutefois l'analyse de sensibilité révèle que le taux d'actualisation occupe un rôle important dans la rentabilité économique du projet. Ainsi le projet de prolongement du métro à Laval devient économiquement rentable lorsque le taux d'actualisation utilisé est inférieur ou égal à environ 5.571%. Dans ce cas, une subvention devrait être accordée au projet pour le rendre financièrement rentable et la subvention optimale correspondrait à 707 959 281 \$ en dollars de 2001.

Table des matières

Liste des tableaux	5
Liste des annexes	6
I. Introduction	7
1.1. Historique	7
1.2. Problématique	8
1.3. Description du projet	8
1.4. Objectif de l'étude	9
II. La méthode utilisée	10
2.1. L'horizon temporel	10
2.2. Le taux d'actualisation	11
2.3. L'analyse financière	12
2.4. L'analyse économique	13
2.5. La subvention optimale	14
III. L'achalandage	15
IV. L'analyse financière	18
4.1. Les recettes d'exploitation	18
4.2. Les coûts de construction	20
4.3. Les coûts d'exploitation	21
4.4. Les coûts de renouvellement	22
4.5. Variation nette des dépenses d'immobilisation	23
4.6. Valeur résiduelle des actifs	23
4.7. La Valeur Actualisée Nette Financière (VAN financière)	24
4.8. Conclusion de l'analyse financière	26
V. L'analyse économique	27
5.1. Les avantages économiques du projet	27
5.1.1. Les économies de temps de déplacement	27
5.1.1.1. Gain de temps pour les anciens usagers du transport en commun	27
5.1.1.2. Perte de temps pour les anciens automobilistes	27
5.1.2. La valeur économique du temps épargné	28
5.1.3. Calcul de l'avantage des économies de temps de déplacement	28
5.1.4. Les économies de coûts de déplacement	29
5.1.4.1. Économies de coûts de déplacement pour les anciens automobilistes	29
5.1.4.1.1. Réduction de la distance parcourue en voiture par les anciens automobilistes	29

5.1.4.1.2. Coûts variables d'utilisation des automobiles	30
5.1.4.1.3. Frais associés à l'utilisation du métro	31
5.1.4.1.4. Calcul des économies de coûts de déplacement pour les anciens automobilistes	31
5.1.4.2. Anciens usagers du transport en commun	32
5.1.5. Les économies d'usure du réseau routier	32
5.1.6. Conclusion sur les avantages économiques du projet	34
5.2. Les coûts économiques du projet	36
5.2.1. Les coûts de construction	36
5.2.1.1. Le coût d'opportunité de la main-d'œuvre	36
5.2.1.2. Le prix de référence des équipements et des acquisitions	39
5.2.1.3. Sommaire des coûts économiques de construction	40
5.2.2. Les coûts d'exploitation	41
5.2.2.1. Le coût d'opportunité de la main-d'œuvre	42
5.2.2.2. Le prix de référence des frais de L'AMT	43
5.2.2.3. Le prix de référence des autres coûts d'exploitation	43
5.2.2.4. Sommaire des coûts économiques d'exploitation	43
5.2.3. Le coût économique de renouvellement	44
5.2.4. Variation nette des dépenses d'immobilisation	44
5.2.5. Valeur résiduelle des actifs	44
5.2.6. Conclusion sur les coûts économiques du projet	46
5.3. Les externalités	48
5.3.1. Gain associé à la pollution évitée	48
5.3.1.1. Pollution évitée suite à la baisse du kilométrage parcouru en automobile	49
5.3.1.2. Pollution évitée suite à la baisse du kilométrage parcouru en autobus	49
5.3.2. Gain associé aux accidents évités	50
5.3.3. Gain associé à la pollution évitée due à la réduction de la congestion	51
5.3.4. Conclusion sur les externalités	52
VI. Valeur Actualisée Nette économique du projet (VAN économique) et subvention optimale	54
VII. Analyse de sensibilité	54
7.1. Sensibilité de la VAN économique à l'achalandage	55
7.2. Sensibilité de la VAN économique aux coûts d'exploitation	56
7.3. Sensibilité de la VAN économique à la réduction de la distance parcourue en voiture par les anciens automobilistes	56
7.4. Sensibilité de la VAN économique au taux d'actualisation	57
IX. Conclusion	58
X. Bibliographie	59

Liste des tableaux

Tableau III : Évolution de l'achalandage quotidien et annuel du métro à Laval (Nombre de passages au tourniquet : entrants et sortants)	17
Tableau 4.1 : Recettes d'exploitation et valeurs actualisées* (en dollars de 2001)	19
Tableau 4.2.a : Calendrier des coûts de construction en dollars courants	20
Tableau 4.2.b : Calendrier des coûts de construction en dollars constants de 2001	21
Tableau 4.3 : Coûts annuels d'exploitation du projet de prolongement du métro à Laval (en dollars de 2001)	22
Tableau 4.4. : Types d'immobilisations et vies utiles	22
Tableau 4.7. : Valeurs actualisées des coûts financiers (en dollars de 2001)	25
Tableau 5.1.6. : Valeurs actualisées des avantages économiques (en dollars de 2001)	35
Tableau 5.2.1. : Calendrier des coûts de construction en dollars constants de 2001	36
Tableau 5.2.1.1 Paramètres de la formule du coût social de la main-d'œuvre de construction	38
Tableau 5.2.1.3. : Calendrier des coûts économiques de construction (dollars de 2001)	41
Tableau 5.2.2. : Coûts nominaux annuels de fonctionnement du projet de prolongement du métro à Laval	41
Tableau 5.2.2.1. Paramètres de la formule du coût social de la main-d'œuvre d'entretien	42
Tableau 5.2.2.4. Coûts économiques annuels de fonctionnement du projet de prolongement du métro à Laval	43
Tableau 5.2.6. : Valeurs actualisées des coûts économiques (en dollars de 2001)	47
Tableau 5.3.1 : Coût marginal de la pollution en véh.km (CA \$/ véh.km) (\$ 2001)	48
Tableau 5.3.4. : Valeurs actualisées des externalités (en dollars de 2001)	53
Tableau 7.1.a : Variation du volume d'achalandage	55
Tableau 7.1.b : Variation de la croissance des déplacements	55
Tableau 7.3 : Sensibilité de la VAN économique à la réduction de la distance parcourue en voiture par les anciens automobilistes	56

Tableau 7.4 : VAN économique du projet en fonction du taux d'actualisation	57
---	-----------

Liste des annexes

ANNEXE 1 : Paramétrage du coût social de la main d'œuvre	62
ANNEXE 2 : Les coûts nominaux de construction et d'exploitation	67
I. Les coûts nominaux de construction	67
II. Calendrier des coûts nominaux de construction	68
III. Indices des prix à la consommation et coûts de construction en dollars constants de 2001	69
IV. Les coûts nominaux d'exploitation	70

I. Introduction

1.1. Historique¹

L'idée du prolongement du métro vers Laval fut évoquée pour la première fois le 21 octobre 1989 lors d'une conférence de presse tenue quelques jours avant les élections provinciales. Les protagonistes de cet événement étaient alors le Premier ministre Robert Bourassa, les ministres Marc-Yvan Côté et Lise Bacon ainsi que M. Gilles Vaillancourt, qui deviendra maire de la Ville de Laval quelques mois plus tard.

Le projet initial prévoyait un rallongement de la ligne 2 jusqu'au boulevard St-Martin et comprenait la construction d'un stationnement incitatif au niveau de la carrière Demix. Le début des travaux qui était alors prévu pour 1991 a ensuite été reporté à cinq ans plus tard sous le gouvernement du Premier ministre Robert Bourassa.

En octobre 1998, l'Agence métropolitaine de transport (AMT) recevait le mandat d'administrer la construction de deux nouvelles stations de métro entre la station Henri-Bourassa et le secteur du cégep Montmorency à Laval. Le coût du projet était alors estimé à 179 millions de dollars.

Après plusieurs études préliminaires réalisées par l'AMT entre 1998 et 2000, le ministre des Transports M. Guy Chevrette autorise en juin 2000 la réalisation du projet au coût total de construction de 378.8 millions (incluant les taxes), entièrement couvert par le ministère des Transports du Québec.

La méthode retenue pour la construction du projet est la formule IAGC, selon laquelle l'ensemble des travaux de construction (ingénierie, approvisionnement et de gestion) est confié à une seule entreprise. Le contrat est ainsi accordé en juin 2001 au Groupement SGT² qui travaillera avec la Société de transport de Montréal (STM) comme sous-traitant exclusif. Le tracé final comporte trois stations et les travaux sont entamés en octobre 2001.

Après plusieurs révisions à la hausse du budget de construction du projet qui a été fixé à 803.6 millions de dollars en 2004, ainsi que certains ajournements quant à l'ouverture prévue des nouvelles stations de métro à Laval, l'inauguration officielle du prolongement du métro à Laval a lieu le 26 avril 2007 et le coût total de construction du projet atteint 745 millions de dollars.

¹ Courrier Laval: cahier souvenir sur l'histoire du métro à Laval, « Le métro à votre porte», avril 2007.

https://www.courrierlaval.com/imgs/dynamique/cahiers/metro_01_a_12.pdf

Ministère des transports du Québec : «Rapport du comité d'experts sur le projet de prolongement du réseau de métro sur le territoire de la ville de Laval», 2004

Agence métropolitaine de transport : « Correspondance », Volume 1. Numéro 1, octobre 2001

http://www.amt.qc.ca/grandsprojets/metrolaval/correspondance/Correspondance_v1n1.pdf

² Le Groupement SGT² est un consortium composé des firmes SNC-Lavalin, TECSULT, GMAT, Municonsult, Bisson & Associés, Giasson et Farregut (MBGF).

1.2. Problématique

La ville de Laval comptait 349 896 habitants³ en 2001 et selon les prévisions de l'Institut de la statistique du Québec, ce nombre devrait passer à 407 452 en 2026⁴. Cette croissance de la population jumelée à une motorisation grandissante⁵ prévue pour Laval et toute la province du Québec, pourrait produire des effets néfastes sur la circulation routière et l'environnement.

Dans ce contexte, le projet du prolongement du métro vers Laval s'inscrit dans la pensée du transport durable : L'objectif général étant de favoriser le développement du transport en commun afin de le rendre plus attrayant pour les citoyens, tout en décourageant l'utilisation de l'automobile.

Le prolongement du métro à Laval se veut donc un outil permettant de réduire la congestion routière ainsi que la pollution, en facilitant les déplacements des citoyens résidant dans toute la région de Laval, Montréal et de la couronne nord.

1.3. Description du projet⁶

Le prolongement du métro à Laval consiste dans l'ajout de trois nouvelles stations en continuation de la ligne 2 (orange) à partir de la station Henri-Bourassa, la construction de stationnements incitatifs et la mise en place de huit structures auxiliaires.

La première station en territoire lavallois se situe au niveau du boulevard Cartier et porte le nom de ce dernier. Elle est suivie de la station « De la Concorde » localisée à l'intersection du boulevard de la Concorde et de la voie ferrée du train de banlieue «Blainville/ Montréal», permettant ainsi à la clientèle de faire un transfert vers ce train. Enfin la station terminale «Montmorency» se trouve à proximité du collège Montmorency.

En tout 5.2 kilomètres de tunnels sont joints au réseau du métro et 1807 places de stationnement incitatif sont construites (465 à la station Cartier et 1 342 à la station Montmorency). À cela s'ajoute l'implantation de plusieurs infrastructures telles qu'une avant et arrière gare, un accès au garage Saint-Charles et huit structures auxiliaires (sorties de secours etc.).

³ Institut de la statistique du Québec : «Évolution et distribution de la population par région administrative, superficie et densité, Québec, 1971-2006»

http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/demographie/dons_regnl/regional/203.htm

⁴ Institut de la statistique du Québec : « Comparaison de la population et de l'accroissement total selon les scénarios A de référence et F migration zéro, régions administratives (RA) et municipalités régionales de comté et territoires équivalents (MRC), Québec, 2001-2026 », octobre 2004.

http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/demographie/persp_poplt/mrc2001_2026/tab3_compar_AF_ed03.htm

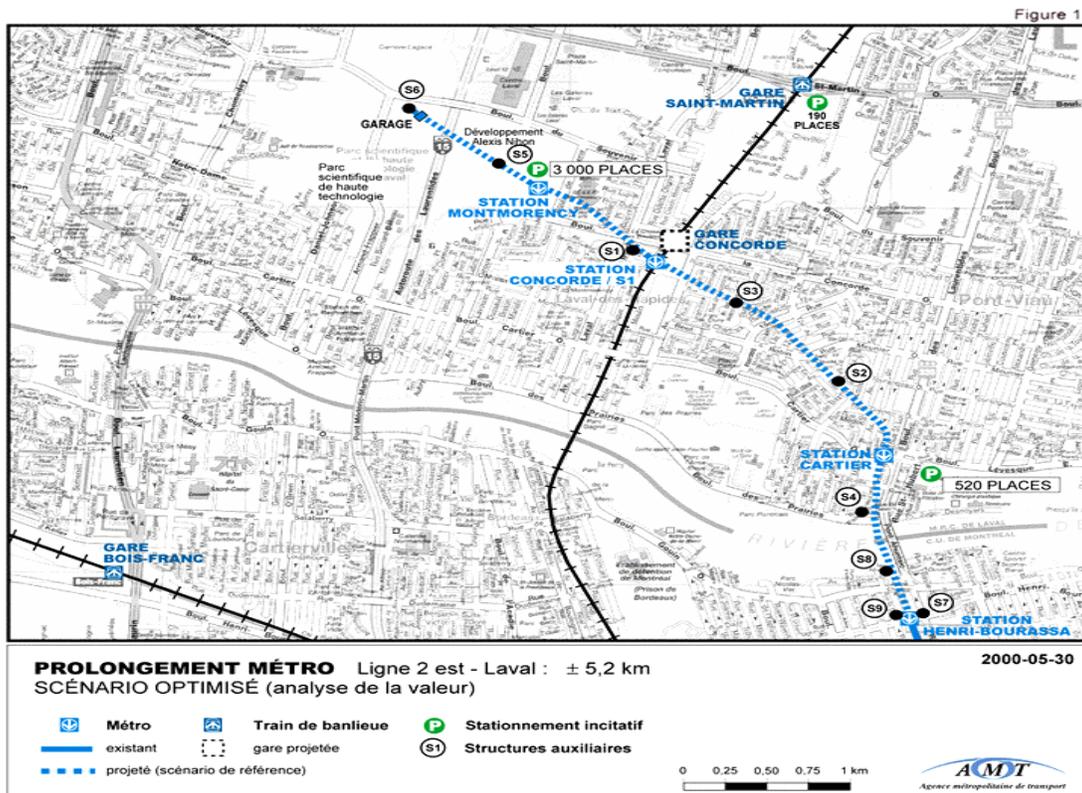
⁵ Société de transport de Laval : Plan stratégique 2004-2013, pages 26-27.

⁶ Source : Agence métropolitaine de transport

Site internet : http://www.amt.qc.ca/grandsprojets/metrolaval/description_projet/description.asp

Document : « Prolongement du métro de la ligne 2 à Laval », Avril 2000, page 12

Tracé du projet de prolongement du métro à Laval*



* Le nombre de places de stationnement prévu aux stations Cartier et Montmorency a changé depuis l'émission de cette carte. Il faut donc lire 465 places au lieu de 520 à la station Cartier et 1 342 places au lieu de 3000 à la station Montmorency.

1.4. Objectif de l'étude

Étant donné que la construction du prolongement du métro à Laval est achevée et que la mise en fonction a déjà eu lieu le 26 avril de cette année, l'objectif de cette étude est de déterminer si la réalisation de ce projet est soutenue par sa rentabilité. Ainsi nous évaluerons en premier lieu la rentabilité financière du projet et ensuite sa rentabilité économique, c'est-à-dire du point de vue de la société.

La question à laquelle nous nous attellerons à répondre est donc la suivante:

«L'implantation du projet de prolongement du métro de Montréal vers Laval est-elle financièrement et économiquement rentable?»

En nous appuyant sur la réponse à cette première question, nous voulons ensuite mesurer selon les critères d'efficacité économique, quelle devrait être la subvention optimale⁷ à accorder au projet.

II. La méthode utilisée

Tout au long de cette étude, les flux financiers et économiques pris en compte mesurent l'apport marginal du projet. En d'autres termes, nous comparons la situation initiale du réseau de transport en commun entre Montréal et Laval (sans prolongement du métro), à sa situation actuelle décrite à la section 1.3 :

- ✓ *Situation initiale* : Les autobus de la Société de transport de Laval (STL) desservent la clientèle pour les déplacements entre Montréal et Laval, à partir du terminus de la station de métro Henri-Bourassa en passant par les voies réservées du pont Viau. Le voyage entre la station Henri-Bourassa et le secteur du cégep Montmorency à Laval requiert 18 minutes⁸.
- ✓ *Situation actuelle*⁹ : La ligne orange du métro est prolongée à Laval. Les déplacements entre Montréal et Laval sont désormais assurés par le métro et le temps de parcours entre les stations Henri-Bourassa et Montmorency est de 7 minutes¹⁰. Les trajets d'autobus de la STL sont modifiés et la majorité des circuits qui se rendaient à la station Henri-Bourassa¹¹ sont redirigés vers les trois nouvelles stations de métro afin d'accommoder les déplacements des usagers. De la sorte, les voies réservées du pont Viau sont libérées.

2.1. L'horizon temporel

L'horizon d'étude retenue est de quarante années. Ce choix s'appuie sur la durée de vie utile notable des infrastructures et des équipements utilisés. Par exemple, les stations bâties ainsi que les équipements installés ont une durée de vie de quarante années¹².

⁷ Bien que d'autres critères tels que l'équité et le transfert d'un héritage aux générations futures soient tout aussi importants, notre analyse est fondée sur la théorie du bien-être avec objectif l'efficacité économique c'est-à-dire l'allocation optimale des ressources. La méthode utilisée est détaillée dans la section 2.4.

⁸ Société de transport de Laval : Simulateur de trajet «Navigo! », bus 40 ou 61.

www.stl.laval.qc.ca

⁹ Voir section 1.3 pour la description du projet.

¹⁰ Agence Métropolitaine de Transport : «Correspondance – Volume 1. No 9 – Juin 2007», page 6

« Prolongement du métro de la ligne 2 à Laval », Avril 2000, page 61

¹¹ Toutefois, les circuits 31, 55 et 52/252 continuent de se rendre à la station Henri-Bourassa.

Source : Société de transport de Laval : « Guide réseau 2007 », pages 15, 17 et 30

http://media.stl.laval.qc.ca/metro2007/Guide_FR.pdf

¹² Voir section 4.3 pour les différents types d'immobilisations et leur durée de vie utile.

Source : Société de transport de Montréal : «Programme triennal d'immobilisations 2007-2009» page 62

<http://www.stcum.qc.ca/en-bref/pti07-09.pdf>

Le projet débute en 2001, année où les travaux de construction¹³ ont été entamés, et prend fin en 2041. Les dates importantes du projet sont les suivantes :

- ✓ Phase de construction : Octobre 2001 à avril 2007
- ✓ Année de mise en service du métro : 2007. Le métro ne fonctionne que pendant 8 mois (mai à décembre) dans l'année. Par conséquent les données annuelles d'achalandage et de frais d'exploitation seront multipliées par 2/3.
- ✓ Première année complète d'exploitation : 2008
- ✓ Année d'estimation de la demande : 2007¹⁴
- ✓ Seconde année d'estimation de la demande : 2017
- ✓ Fin de l'étude : 2041

2.2. Le taux d'actualisation

Dans l'analyse économique, nous utilisons le taux d'actualisation social réel de 10%¹⁵, qui est le coût d'opportunité des fonds publics préconisé par le Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada. En effet, le prolongement du métro à Laval est financé par le gouvernement du Québec, donc par les fonds publics.

Ce taux s'applique aux petits projets gouvernementaux et les flux doivent être exprimés en dollars constants. Il a été calculé en 1977 par Jenkins selon la méthode qui attribue aux fonds publics un coût d'opportunité correspondant à la somme pondérée des différents rendements alternatifs qu'auraient produit les différentes sources des fonds gouvernementaux¹⁶.

Par contre le taux appliqué dans l'analyse financière est différent car il reflète le coût d'opportunité des fonds privés. Dans le cadre de notre étude, le taux réel financier servant à l'actualisation des flux est établi à 4%¹⁷.

¹³ Agence Métropolitaine de Transport : «*Correspondance* – Volume 1. No 9 – Juin 2007», page 4

Les travaux préparatoires tels que la caractérisation des sols et la préparation des sites de construction commencent dès le mois d'octobre 2001.

¹⁴ Voir section III

¹⁵ Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada : « Guide de l'analyse avantages », juillet 1998, section 5.5.2.

http://www.tbs-sct.gc.ca/fin/sigs/Revolving_Funds/bcag/BCA2_f.asp

¹⁶ Martin, F. « Évaluation des projets publics », Département des sciences économiques, Université de Montréal, 2005-2006, page. IX-35.

¹⁷ Jesus Enrique Cabrera Suarez, «Le projet d'extension du train léger sur rail (en direction nord-sud) de la ville d'Ottawa et la subvention optimale », Université de Montréal, novembre 2006, p 9-10

Les données n'étant pas disponibles pour notre projet, nous utilisons le taux d'actualisation réel employé par Jesus Enrique Cabrera dans l'analyse financière de son projet. Ce, parce que ces deux projets sont semblables et situés dans des villes proches géographiquement.

2.3. L'analyse financière

L'analyse financière se fait du point de vue des actionnaires. La question est de savoir si le projet est rentable et contribuera ainsi à leur enrichissement. L'exploitation du métro étant du ressort de la STM, cette analyse nous permettra de déterminer si le prolongement du métro à Laval occasionne pour la STM un bénéfice net ou une perte nette.

Nous utilisons la formule de la valeur actuelle nette financière (VAN_f) qui consiste à soustraire des revenus annuels actualisés, les investissements et les coûts annuels actualisés. Ainsi ce sont les projets dont la VAN_f est positive qui contribuent à augmenter la richesse des actionnaires, tandis que les projets à VAN négative l'amenuisent.

Tous les montants sont en dollars de 2001 et une valeur résiduelle pour les actifs non entièrement amortis est comptabilisée en fin de projet.

Nous avons recourt à la formule suivante :

$$VAN_f = - \sum_{t=0}^{T=6} \frac{I_t}{(1+i)^t} + \sum_{t=6}^{T=40} \frac{RE_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=6}^{T=40} \frac{CE_t}{(1+i)^t} - \frac{CR_{t=26}}{(1+i)^{26}} + \frac{VR_{t=40}}{(1+i)^{40}}$$

Où :

VAN_f = Valeur actualisée nette financière du projet.

t = L'année de réalisation des flux, où $t = 0, 2, \dots, 40$

I_t = Valeur financière des investissements

RE_t = revenus d'exploitation du projet du projet

CE_t = Coûts nominaux d'exploitation

CR_t = Coûts nominaux de renouvellement des actifs totalement amortis

VR_t = Valeur résiduelle des actifs non entièrement amortis

i = Taux réel d'actualisation, soit 4%¹⁸

Le projet est financièrement rentable si sa VAN_f est positive, c'est-à-dire si les revenus financiers actualisés excèdent la valeur actuelle des coûts financiers. Dans le cas contraire, le projet est financièrement non rentable.

¹⁸ Voir section 2.2 pour plus de détails sur le choix de ce taux.

2.4. L'analyse économique

L'analyse économique vise le bien-être de la société. Il s'agit de calculer le différentiel des avantages et des coûts du projet pour la société québécoise. Les flux qui nous intéressent ne sont plus les prix du marché car ils sont biaisés par les distorsions de l'économie, mais plutôt les coûts d'opportunité ou prix de référence. Ceux-ci traduisent les avantages et les sacrifices réalisés par la société en valeur monétaires.

Pour estimer la valeur d'un projet public du point de vue de la société, deux approches économiques peuvent être utilisées. La première a recours au surplus du consommateur, tandis que la seconde qui est l'approche que nous avons retenue évalue le projet par les ressources libérées. Aussi, nous devons souligner que les avantages aussi bien que les coûts sont des valeurs différentielles, c'est-à-dire qu'on compare la situation où le métro de la ligne orange est prolongé vers Laval, avec la situation initiale sans prolongement.

La formule utilisée est celle de la valeur actuelle nette économique (VANé). Contrairement à l'analyse financière, les flux considérés sont en terme de prix de référence, comme susmentionné. De plus, les externalités du projet telles que la réduction de la pollution, de la congestion et des accidents sont comptabilisés. Toutes les valeurs sont exprimées en dollars constants de 2001.

La formule de la VANé est la suivante :

$$\begin{aligned} \text{VANé} = & - \sum_{t=0}^{T=6} \frac{I_t}{(1+i)^t} + \sum_{t=6}^{T=40} \frac{ET_t}{(1+i)^t} + \sum_{t=6}^{T=40} \frac{ECD_t}{(1+i)^t} + \sum_{t=6}^{T=40} \frac{ECU_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=6}^{T=40} \frac{CE_t}{(1+i)^t} - \frac{CR_{t=26}}{(1+i)^{26}} \\ & + \sum_{t=6}^{T=40} \frac{EXT_t}{(1+i)^t} + \frac{VR_{t=40}}{(1+i)^{40}} \end{aligned}$$

Où :

VANé = Valeur actualisée nette économique du projet.

t = L'année de réalisation des flux, où $t = 0, 2, \dots, 40$

I_t = Valeur économique des investissements

ET_t = Avantage lié aux économies de temps de déplacement

ECD_t = Avantage lié aux économies de coûts de déplacement

ECU_t = Avantage lié aux économies de coûts d'usure du réseau routier

CE_t = Coûts économiques d'exploitation

CR_t = Coûts économiques de renouvellement des actifs totalement amortis

EXT_t = Avantage lié aux externalités positives du projet

VR_t = Valeur résiduelle économique des actifs non entièrement amortis

i = Taux d'actualisation social, soit 10%¹⁹.

Le projet est rentable du point de vue de la société si l'avantage social excède le coût social, autrement dit si sa VAN_é est positive. Cependant si la VAN_é est négative, le projet est économiquement non rentable.

2.5. La subvention optimale²⁰

La présence d'externalités positives ou négatives et les diverses anomalies du marché peuvent entraîner des différences entre les coûts sociaux et nominaux d'un projet. De même il peut exister un écart entre les avantages sociaux et financiers. Ainsi, pour un même projet la VAN_f diffère généralement de la VAN_é.

Lorsque la VAN financière d'un projet est négative alors que sa VAN économique est positive, le mécanisme de marché ne permet pas la réalisation de ce projet qui est financièrement non rentable mais qui représente pourtant un bénéfice réel net pour la société.

Dans ce cas, la théorie du bien-être préconise l'intervention du gouvernement par l'octroi de subventions pour de tels projets.

La règle est la suivante : seuls les projets qui sont financièrement non rentables mais économiquement rentables devraient être subventionnés par le gouvernement.

La subvention est déterminée selon les conditions suivantes :

- ✓ Le montant de la subvention doit égaler la somme juste nécessaire pour rendre nulle la VAN financière du projet, afin de ne pas accorder de rente au promoteur du projet à partir des taxes des citoyens.
- ✓ Le montant de la subvention ne doit pas excéder la différence entre la VAN économique et la VAN financière du projet.

¹⁹ Voir section 2.2 pour plus de détails sur le choix de ce taux.

²⁰ Martin, F. « Évaluation des projets publics », Département des sciences économiques, Université de Montréal, 2005-2006, pages X-18 et 19.

III. L'achalandage

À la veille de la mise en opération du métro à Laval, les estimations de l'AMT²¹ en matière d'achalandage en période de pointe le matin sont les suivantes pour les 3 nouvelles stations (Montmorency, Concorde et Cartier):

- ✓ 17 060 déplacements totaux en période de pointe le matin
- ✓ 2 200 nouveaux déplacements
- ✓ 3000 automobiles se retirent du réseau

Dans le cadre de notre étude, nous utilisons des données quotidiennes et annuelles. Nous avons donc besoin de transformer les valeurs précédentes qui ne concernent que la période de pointe du matin (6h -9h), afin d'obtenir l'achalandage quotidien et annuel. Pour ce faire, nous nous référons aux hypothèses de calcul contenues dans les études préliminaires de l'AMT²² :

- ✓ Déplacements quotidiens = 3 * déplacements en période pointe le matin
- ✓ Nouveaux déplacements quotidiens = 2 * nouveaux usagers quotidiens
- ✓ Déplacements annuels = 280 * déplacements quotidiens

Nous considérons que la totalité de ces nouveaux usagers sont d'anciens automobilistes qui effectuent un transfert modal vers le métro. Le nombre de voitures qui se retirent de la circulation par jour est le même qu'en période de pointe, car les nouveaux clients du métro stationnent leurs automobiles le matin et effectuent un aller-retour en métro pour la journée.

L'application de ces méthodes de calcul nous donne pour l'année 2007, première année de mise en marche du métro, les valeurs suivantes pour une journée:

- ✓ 51 180 déplacements totaux par jour
- ✓ 6 600 déplacements de nouveaux usagers
- ✓ 3000 automobiles en moins sur réseau le réseau routier

En divisant les 6 600 déplacements quotidiens par 2, selon les règles de calculs énoncées plus haut, il en résulte que 3 300 nouveaux usagers quotidiens se déplacent désormais en métro au lieu de l'automobile et le taux d'occupation correspondant est de 1.1 (3300 / 3000).

Par conséquent, sur toute la durée du projet le nombre de voitures en moins chaque jour sur le réseau routier varie en fonction du nombre de nouveaux déplacements journaliers, selon la règle :

- ✓ Nombre de voitures en moins sur le réseau = (Nouveaux déplacements journaliers/ 2) / 1.1
= Nouveaux usagers quotidiens / 1.1

²¹ Courrier Laval : « Moins d'achalandage que prévu pour le métro de Laval », 7 mars 2007

<http://www.courrierlaval.com/v4/article-82110-Moins-dachalandage-que-prevu-pour-le-metro-de-Laval.html>

²² Agence Métropolitaine de Transport : « Prolongement du métro de la ligne 2 à Laval », Avril 2000, pages 16 et 17
« Étude de faisabilité pour le prolongement du Métro à Laval », mars 2000, page 18

En bref, le métro de Laval attire 51 180 déplacements par jour en 2007, dont 6 600 effectués par de nouveaux usagers et 44 580 déplacements attribuables aux anciens utilisateurs du transport en commun qui effectuaient le trajet entre Montréal et Laval en autobus.

Ainsi, environ 13% des déplacements sont attribuables aux nouveaux utilisateurs du transport en commun, tandis que la part des anciens utilisateurs d'autobus est de 87%. Nous garderons par hypothèse cette distribution pour toute la durée du projet, c'est-à-dire jusqu'en 2041.

Selon les prévisions de l'AMT en 2000²³, l'achalandage quotidien augmente d'environ 1.37%, dix ans après l'ouverture du métro à Laval c'est-à-dire en 2017. Cela représente un taux de croissance annuel de 0.1357 % que nous appliquerons à l'évolution du nombre de passages au tourniquet dans les trois nouvelles stations, tout au long de la durée du projet.

Il est à noter que l'achalandage annuel pour l'année 2007 est multiplié par 2/3, étant donné que le métro n'est en service que huit mois sur douze la première année (mai à décembre inclusivement).

Le tableau III montre l'évolution de l'achalandage quotidien, le nombre de voitures en moins sur le réseau routier par jour ainsi que l'achalandage annuel :

²³ Les déplacements totaux prévus étaient de 50 538 par jour en 2006 et de 51 228 par jour en 2016.

Source : Agence métropolitaine de transport, «Prolongement du métro de la ligne 2 à Laval», Avril 2000, pages 16

Nous faisons les calculs suivants :

Taux de croissance entre 2007 et 2017: $[(51\ 228 / 50\ 538) / 50\ 538] * 100 = 1,37 \%$

Taux de croissance annuel : $[(1 + 1,37\%) ^ (1/10)] - 1 = 0.1357 \%$

Tableau III
Évolution de l'achalandage quotidien et annuel du métro à Laval
(Nombre de passages au tourniquet : entrants et sortants)

Année	Déplacements des anciens usagers d'autobus/ jour	Déplacements des nouveaux usagers /jour	Déplacements totaux/ jour	Nombre de nouveaux usagers/ jour	Automobiles en moins sur le réseau/ jour	Déplacements totaux annuels
2007 ²⁴	44 580	6 600	51 180	3300	3000	9 553 600
2008	44 640	6 609	51 249	3305	3004	14 349 720
2009	44 701	6 618	51 319	3309	3008	14 369 320
2010	44 762	6 627	51 389	3314	3012	14 388 920
2011	44 822	6 636	51 458	3318	3016	14 408 240
2012	44 883	6 645	51 528	3323	3020	14 427 840
2013	44 944	6 654	51 598	3327	3025	14 447 440
2014	45 005	6 663	51 668	3332	3029	14 467 040
2015	45 066	6 672	51 738	3336	3033	14 486 640
2016	45 127	6 681	51 808	3341	3037	14 506 240
2017	45 189	6 690	51 879	3345	3041	14 526 120
2018	45 250	6 699	51 949	3350	3045	14 545 720
2019	45 311	6 708	52 020	3354	3049	14 565 600
2020	45 373	6 717	52 090	3359	3053	14 585 200
2021	45 434	6 726	52 161	3363	3057	14 605 080
2022	45 496	6 736	52 232	3368	3062	14 624 960
2023	45 558	6 745	52 303	3373	3066	14 644 840
2024	45 620	6 754	52 374	3377	3070	14 664 720
2025	45 682	6 763	52 445	3382	3074	14 684 600
2026	45 744	6 772	52 516	3386	3078	14 704 480
2027	45 806	6 781	52 587	3391	3082	14 724 360
2028	45 868	6 791	52 658	3396	3087	14 744 240
2029	45 930	6 800	52 730	3400	3091	14 764 400
2030	45 992	6 809	52 801	3405	3095	14 784 280
2031	46 055	6 818	52 873	3409	3099	14 804 440
2032	46 117	6 828	52 945	3414	3103	14 824 600
2033	46 180	6 837	53 017	3419	3108	14 844 760
2034	46 243	6 846	53 089	3423	3112	14 864 920
2035	46 305	6 855	53 161	3428	3116	14 885 080
2036	46 368	6 865	53 233	3433	3120	14 905 240
2037	46 431	6 874	53 305	3437	3125	14 925 400
2038	46 494	6 883	53 377	3442	3129	14 945 560
2039	46 557	6 893	53 450	3447	3133	14 966 000
2040	46 620	6 902	53 522	3451	3137	14 986 160
2041	46 684	6 911	53 595	3456	3142	15 006 600

²⁴ Seulement deux tiers de l'achalandage annuel est retenu pour l'année 2007 car le métro est exploité seulement huit mois sur douze en 2007 (mai à décembre inclusivement).

IV. L'analyse financière

4.1. Les recettes d'exploitation

La STM réalise des recettes additionnelles provenant des achats de titres de transport et des frais de stationnements supportés par sa nouvelle clientèle : les anciens automobilistes.

Les titres de transport requis²⁵ pour les déplacements en métro vers les stations Cartier, de la Concorde et Montmorency sont les cartes mensuelles TRAM 3 moyennant 77. 50 \$ en dollars de 2001²⁶.

Les clients qui effectuent occasionnellement le voyage peuvent acheter de nouveaux tickets vendus à l'unité et portant la dénomination Cartier, de la Concorde et Montmorency. Ces tickets ont le même coût que ceux de la STM pour les déplacements en métro à Montréal, soit 2\$ en 2001.

En ce qui concerne les stationnements incitatifs, au total 1807 places sont disponibles dont 1109 places extérieures gratuites et 698 places intérieures payantes. Le tarif en dollars de 2001²⁷ est de 52. 77 \$ par mois du 1^{er} mai 2007 au 31 août 2007 et de 70. 37 \$ par mois par la suite.

En émettant l'hypothèse que tous les nouveaux clients de la STM achèteront des cartes mensuelles TRAM 3 et que les 698 places de stationnement payantes seront occupées, nous obtenons les chiffres de recettes additionnelles pour la STM en faisant les calculs suivants :

- ✓ Recettes annuelles (titres de transport) = Nouveaux clients * 77. 50 \$ * 12 mois
- ✓ Recettes de stationnement en 2007 = (698 places payantes * 52. 77 \$ * 4 mois)
+ (698 places payantes * 70. 37 \$ * 4 mois)
- ✓ Recettes annuelles de stationnement = 698 places payantes * 70. 37 \$ * 12 mois
- ✓ Recettes annuelles totales = Recettes annuelles (titres de transport) + Recettes annuelles de stationnement

Le tableau 4.1 présente les résultats de ces calculs en dollars de 2001, ainsi que les valeurs actualisées en 2001 des recettes annuelles totales (au taux d'actualisation de 4%).

²⁵ Agence Métropolitaine de Transport : «*Correspondance* – Volume 1. No 9 – Juin 2007», page 6

²⁶ Société de transport de Montréal : « Tarification de 1989 à 2002 »

<http://207.164.63.67/en-bref/fiches/b10.pdf>

²⁷ Le tarif en dollars de 2007 est de 60 \$ du 1^{er} mai 2007 au 31 août 2007 et de 80 \$ ensuite. Voir l'annexe 2, Tableau III.a pour l'IPC employé pour exprimer ces valeurs en dollars de 2001.

Tableau 4.1.
Recettes d'exploitation et valeurs actualisées* (en dollars de 2001)

Année	Nouveaux clients	Recettes annuelles : titres de transport	Recettes annuelles de stationnement	Recettes annuelles totales	Recettes totales actualisées (\$ 2001)
2001 à 2006		- \$	- \$	- \$	- \$
2007	3300	2 046 000.00 \$	343 806.88 \$	2 389 806.88 \$	1 888 699.09 \$
2008	3305	3 073 650.00 \$	589 419.12 \$	3 663 069.12 \$	2 783 631.48 \$
2009	3309	3 077 370.00 \$	589 419.12 \$	3 666 789.12 \$	2 679 286.89 \$
2010	3314	3 082 020.00 \$	589 419.12 \$	3 671 439.12 \$	2 579 504.43 \$
2011	3318	3 085 740.00 \$	589 419.12 \$	3 675 159.12 \$	2 482 805.82 \$
2012	3323	3 090 390.00 \$	589 419.12 \$	3 679 809.12 \$	2 390 333.84 \$
2013	3327	3 094 110.00 \$	589 419.12 \$	3 683 529.12 \$	2 300 721.42 \$
2014	3332	3 098 760.00 \$	589 419.12 \$	3 688 179.12 \$	2 215 024.80 \$
2015	3336	3 102 480.00 \$	589 419.12 \$	3 691 899.12 \$	2 131 979.75 \$
2016	3341	3 107 130.00 \$	589 419.12 \$	3 696 549.12 \$	2 052 562.51 \$
2017	3345	3 110 850.00 \$	589 419.12 \$	3 700 269.12 \$	1 975 603.94 \$
2018	3350	3 115 500.00 \$	589 419.12 \$	3 704 919.12 \$	1 902 006.35 \$
2019	3354	3 119 220.00 \$	589 419.12 \$	3 708 639.12 \$	1 830 688.56 \$
2020	3359	3 123 870.00 \$	589 419.12 \$	3 713 289.12 \$	1 762 484.55 \$
2021	3363	3 127 590.00 \$	589 419.12 \$	3 717 009.12 \$	1 696 394.44 \$
2022	3368	3 132 240.00 \$	589 419.12 \$	3 721 659.12 \$	1 633 189.08 \$
2023	3373	3 136 890.00 \$	589 419.12 \$	3 726 309.12 \$	1 572 336.21 \$
2024	3377	3 140 610.00 \$	589 419.12 \$	3 730 029.12 \$	1 513 371.04 \$
2025	3382	3 145 260.00 \$	589 419.12 \$	3 734 679.12 \$	1 456 978.52 \$
2026	3386	3 148 980.00 \$	589 419.12 \$	3 738 399.12 \$	1 402 336.32 \$
2027	3391	3 153 630.00 \$	589 419.12 \$	3 743 049.12 \$	1 350 077.52 \$
2028	3396	3 158 280.00 \$	589 419.12 \$	3 747 699.12 \$	1 299 764.15 \$
2029	3400	3 162 000.00 \$	589 419.12 \$	3 751 419.12 \$	1 251 013.76 \$
2030	3405	3 166 650.00 \$	589 419.12 \$	3 756 069.12 \$	1 204 388.88 \$
2031	3409	3 170 370.00 \$	589 419.12 \$	3 759 789.12 \$	1 159 213.17 \$
2032	3414	3 175 020.00 \$	589 419.12 \$	3 764 439.12 \$	1 116 006.59 \$
2033	3419	3 179 670.00 \$	589 419.12 \$	3 769 089.12 \$	1 074 408.78 \$
2034	3423	3 183 390.00 \$	589 419.12 \$	3 772 809.12 \$	1 034 105.00 \$
2035	3428	3 188 040.00 \$	589 419.12 \$	3 777 459.12 \$	995 557.24 \$
2036	3433	3 192 690.00 \$	589 419.12 \$	3 782 109.12 \$	958 444.96 \$
2037	3437	3 196 410.00 \$	589 419.12 \$	3 785 829.12 \$	922 488.14 \$
2038	3442	3 201 060.00 \$	589 419.12 \$	3 790 479.12 \$	888 097.31 \$
2039	3447	3 205 710.00 \$	589 419.12 \$	3 795 129.12 \$	854 987.30 \$
2040	3451	3 209 430.00 \$	589 419.12 \$	3 798 849.12 \$	822 909.00 \$
2041	3456	3 214 080.00 \$	589 419.12 \$	3 803 499.12 \$	792 227.20 \$

* Taux d'actualisation : 4%

Valeur actuelle totale des recettes en 2001 : 55 973 628 \$

4.2. Les coûts de construction

À l'occasion de l'inauguration du métro à Laval en avril 2007, L'AMT annonce que le coût total de construction du prolongement du métro à Laval s'élève à 745 millions de dollars²⁸.

En utilisant les données qui figurent dans les études préliminaires de l'AMT²⁹, nous pouvons distinguer deux principales catégories de dépenses :

- ✓ Coût total de main d'œuvre : 161.6 millions \$
- ✓ Coût total des équipements et des acquisitions: 583.4 millions \$

Total des coûts de construction en dollars courants : 745 millions \$

Faute de précisions sur la répartition des coûts de construction par année, nous constituons le calendrier des dépenses de construction suivant, conformément à l'hypothèse que ces coûts sont distribués de façon uniforme sur toute la période de construction, d'octobre 2001 à avril 2007.

Tableau 4.2.a
Calendrier des coûts de construction³⁰ en dollars courants

Année du débours	Coût nominal total de main d'œuvre	Coût total des équipements et des acquisitions :	Coût total de construction	Part AMT main d'œuvre	Part AMT Équipements
2001	6 464 000 \$	23 336 000 \$	29 800 000 \$	491 264.00 \$	2 312 480.00 \$
2002	29 088 000 \$	105 012 000 \$	134 100 000 \$	2 210 688.00 \$	10 406 160.00 \$
2003	29 088 000 \$	105 012 000 \$	134 100 000 \$	2 210 688.00 \$	10 406 160.00 \$
2004	29 088 000 \$	105 012 000 \$	134 100 000 \$	2 210 688.00 \$	10 406 160.00 \$
2005	29 088 000 \$	105 012 000 \$	134 100 000 \$	2 210 688.00 \$	10 406 160.00 \$
2006	29 088 000 \$	105 012 000 \$	134 100 000 \$	2 210 688.00 \$	10 406 160.00 \$
2007	9 696 000 \$	35 004 000 \$	44 700 000 \$	736 896.00 \$	3 468 720.00 \$
Total	161 600 000 \$	583 400 000 \$	745 000 000 \$	12 281 600 \$	57 812 000 \$
Coût nominal total de construction		745 000 000 \$			
Total AMT		70 093 600 \$			

Notre analyse s'effectue en termes réels, nous exprimons donc ces dépenses en dollars constants de 2001 dans le tableau suivant :

²⁸ Source : Agence métropolitaine de transport

<http://www.amt.qc.ca/grandsprojets/metrolaval/index.asp>

²⁹ Voir l'annexe 2

³⁰ Voir l'annexe 2 pour plus de détails sur la répartition des coûts

Tableau 4.2.b
Calendrier des coûts de construction en dollars constants de 2001³¹

Année du débours	Coût de main d'œuvre	Coût des équipements et des acquisitions	Coût total de construction par année	Part AMT main d'œuvre	Part AMT Équipements
2001	6 464 000 \$	23 336 000 \$	29 800 000 \$	491 264 \$	2 312 480 \$
2002	28 767 069 \$	103 853 392 \$	132 620 461 \$	2 186 297 \$	10 291 348 \$
2003	27 981 237 \$	101 016 421 \$	128 997 659 \$	2 126 574 \$	10 010 218 \$
2004	27 315 017 \$	98 611 269 \$	125 926 286 \$	2 075 941 \$	9 771 880 \$
2005	26 879 820 \$	97 040 142 \$	123 919 963 \$	2 042 866 \$	9 616 189 \$
2006	26 144 729 \$	94 386 356 \$	120 531 085 \$	1 986 999 \$	9 353 212 \$
2007	8 528 328 \$	30 788 532 \$	39 316 860 \$	648 153 \$	3 050 988 \$
Total	152 080 201 \$	549 032 112 \$	701 112 313 \$	11 558 095 \$	54 406 315 \$
Coût total de construction en dollars de 2001		701 112 313 \$			
Total AMT		65 964 411 \$			

Les coûts de construction retenus pour l'analyse financière sont les chiffres contenus dans la quatrième colonne du tableau 4.2.b. Ils représentent en effet quelles sommes totales (en dollars constants de 2001), ont été investies chaque année pour la construction du métro à Laval.

4.3. Les coûts d'exploitation

À partir des données de l'AMT, nous établissons les frais annuels d'entretien du métro de Laval en dollars de 2001³² comme suit :

- ✓ Coûts d'opération du métro : 10 805 479. 45 \$
- ✓ Stationnements incitatifs (responsabilité de L'AMT) : 483 129. 61 \$

Total des coûts nominaux d'opération : 11 288 609. 06 \$

Des frais non récurrents de 2 077 976. 82 \$ sont requis et nous supposons que ces dépenses surviennent la première année d'exploitation du métro pour la mise en service du système. Cette somme s'ajoute ainsi aux autres frais d'exploitation de l'année 2007.

Par contre, comme le métro de Laval est en fonction seulement 2/3 de l'année 2007 (mai à décembre), nous multiplions tous les frais d'exploitation de cette année par 2/3.

Le tableau suivant résume les coûts annuels de fonctionnement du projet :

³¹Voir l'annexe 2, Tableau III.a pour l'IPC utilisé afin d'exprimer les valeurs en dollars de 2001.

Source : Banque du Canada

³² Voir l'annexe 2, section IV

Tableau 4.3.
Coûts annuels³³ d'exploitation du projet de prolongement du métro à Laval
(en dollars de 2001)

Années	2007	2008 à 2041
Coûts d'opération du métro	7 203 652. 97 \$	10 805 479. 45 \$
Coûts non récurrents	1 385 317. 88 \$	
Total des coûts d'opération du métro	8 588 970. 85 \$	10 805 479. 45 \$
Stationnements incitatifs (AMT)	322 086. 41 \$	483 129. 61 \$
Total des coûts nominaux annuels	8 911 057. 25 \$	11 288 609. 06 \$

4.4. Les coûts de renouvellement

Certains actifs dont la durée de vie utile, c'est-à-dire la période pendant laquelle ils sont susceptibles de rendre service à la société, est inférieure à la durée de notre projet devront être remplacés en cours de projet.

Nous attribuons aux différentes sortes d'actifs utilisés dans notre projet, des durées de vie utile conformes à celles qui sont présentées dans le «Programme triennal d'immobilisations 2007-2009» de la Société de transport de Montréal³⁴. Ces données figurent dans le tableau suivant :

Tableau 4.4.
Types d'immobilisations et vies utiles

Types d'immobilisations	Tunnels	stations de métro	Équipements fixes	Stationnements incitatifs
Durée de vie utile en années	100	40	40	20

Suivant la méthode utilisée par la STM, nous appliquons aux terrains les mêmes durées de vie utile et la même méthode d'amortissement que les actifs auxquels ils sont rattachés³⁵.

Ainsi les stationnements incitatifs dont la durée de vie utile est inférieure à quarante années seront renouvelés après vingt années de mise en service, en 2027.

³³ Voir l'annexe 2, section IV

³⁴ Source : Société de transport de Montréal : «Programme triennal d'immobilisations 2007-2009» page 62
<http://www.stcum.qc.ca/en-bref/pti07-09.pdf>

³⁵ ibidem pages 59 et 62

Le coût de renouvellement correspond à la totalité des coûts de constructions (équipements, acquisitions et main d'œuvre) engagés par l'AMT pour les stationnements incitatifs. Ces frais s'élèvent au total à 65 964 411 \$ (Tableau 4.2.b).

Ainsi, 65 964 411 \$ devront être réinvestis en 2027 pour le remplacement des stationnements incitatifs.

4.5. Variation nette des dépenses d'immobilisation

L'élimination de 22 autobus³⁶ de la STL entraîne des économies annuelles de 698 346 \$ tout au long du projet, à partir de la mise en marche du métro en 2007³⁷. En effet nous accordons aux autobus une durée de vie de 16 années³⁸ et le montant de ces économies est déterminé de la manière suivante :

$$(507\,885 \$ / 16) * 22 = 698\,346 \$$$

Dans les calculs précédents 507 885 \$ représente le prix d'un autobus³⁹, 16 est le nombre d'années de vie utile d'un autobus⁴⁰ et 22 est le nombre d'autobus qui ne feront plus la liaison entre Montréal et Laval.

4.6. Valeur résiduelle des actifs

À part les stationnements incitatifs et les tunnels, tous les autres actifs ont une durée de vie utile⁴¹ de quarante années, ce qui concorde avec notre horizon d'étude. De ce fait, nous attribuons à ces actifs une valeur résiduelle nulle. Pour calculer la valeur résiduelle des actifs nous avons recouru à la méthode d'amortissement généralement adoptée par la STM⁴², l'amortissement linéaire.

Les investissements occasionnés par le renouvellement des stationnements incitatifs en 2027 devraient être utiles à la société jusqu'en 2047. La valeur résiduelle de ces stationnements est ainsi non nulle à la fin de notre projet en 2041 et s'établit à 19 789 323,3 \$:

³⁶ Agence métropolitaine de transport : «Analyse avantage-coûts, analyse financière et retombées économiques – Prolongement du métro -ligne 2, juillet 2000», page 24

³⁷ Pour l'année 2007, la variation nette des dépenses d'immobilisation est de : $698\,346 \$ * 2/3 = 465\,564 \$$

³⁸ Société de transport de Montréal : «Programme triennal d'immobilisations 2007-2009» page 62

<http://www.stcum.qc.ca/en-bref/pti07-09.pdf>

³⁹ Source : Société de transport de Montréal, communiqué de presse, 6 décembre 2006.

172 343 500 \$ sont investis pour l'achat de 305 autobus, on fait le calcul : $172\,343\,500 \$ / 305 = 565\,060,6 \$$ ou 507 885 \$ en dollars de 2001.

<http://www2.stm.info/info/comm-06/co061206.htm>

⁴⁰ Société de transport de Montréal : «Programme triennal d'immobilisations 2007-2009» page 62

<http://www.stcum.qc.ca/en-bref/pti07-09.pdf>

⁴¹ Voir le tableau 4.3.

⁴² Société de transport de Montréal : «Programme triennal d'immobilisations 2007-2009», page 59

<http://www.stcum.qc.ca/en-bref/pti07-09.pdf>

$$65\,964\,411 \$ / 20 = 3\,298\,220.55 \$$$
$$3\,298\,220.55 \$ * 6 = 19\,789\,323.3 \$$$

Dans ces calculs, 65 964 411 \$ est le total des sommes investies pour le remplacement des stationnements (section 4.4), 20 représente la durée de vie utile des stationnements en années, 3 298 220.55 \$ est l'amortissement annuel et 6 indique les années de vie utile qui ne sont pas encore épuisées à la fin de notre projet (2047-2041).

Pareillement, les tunnels, dont la durée de vie utile est estimée à 100 ans, auront une valeur résiduelle non nulle en 2041. L'amortissement linéaire suppose que ces tunnels perdent un centième de leur valeur chaque année. Ainsi, 34 % de la valeur des tunnels est épongée entre l'année de mise en fonction des tunnels en 2007 et la fin du projet en 2041. Ainsi, à la fin de notre horizon d'étude, la valeur de des tunnels s'établit à 66% de leur valeur initiale. Les calculs sont les suivants :

$$549\,032\,112 \$ - 54\,406\,315 \$ = 494\,625\,797 \$$$
$$54\% * 494\,625\,797 \$ = 267\,097\,930 \$$$
$$21\% * 152\,080\,201 \$ = 31\,936\,842 \$$$

$$66\% * 267\,097\,930 \$ = 176\,284\,634 \$$$
$$66\% * 31\,936\,842 \$ = 21\,078\,316 \$$$

$$176\,284\,634 \$ + 21\,078\,316 \$ = 197\,362\,950 \$$$

Les frais en équipements et acquisitions reliés à la construction des tunnels représentent 54%⁴³ des achats totaux de la STM et de la Ville de Montréal en équipements et acquisitions. Nous chiffrons ceux-ci à 494 625 797 \$, après avoir soustrait la part relevant de l'AMT (54 406 315 \$) de l'ensemble des coûts en équipements et acquisitions (549 032 112 \$). La construction des tunnels a donc coûté 267 097 930 \$ en équipements et acquisitions.

Quant aux coûts de la main d'œuvre employée à la construction des tunnels, ils s'élèvent à 31 936 842 \$, car ils représentent 21%⁴⁴ des coûts totaux de main d'œuvre de construction (152 080 201 \$).

De ce fait, la valeur résiduelle des tunnels en 2041 équivaut à 197 362 950 \$. En ajoutant ce montant à la valeur résiduelle des stationnements nous obtenons un total de 217 152 273 \$.

4.7. La Valeur Actualisée Nette Financière (VAN financière)

La valeur Actualisée Nette Financière du projet de prolongement du métro à Laval correspond à la différence entre la valeur actuelle de toutes les recettes financières⁴⁵ et l'ensemble des coûts financiers actualisés contenus dans le tableau suivant :

⁴³ Voir l'annexe 2

⁴⁴ ibidem

⁴⁵ Voir section 4.1

Tableau 4.7.
Valeurs actualisées* des coûts financiers (en dollars de 2001)

Année	Variation nette des				
	Les coûts de construction	Les coûts d'exploitation	dépenses d'immobilisation	Les coûts de renouvellement	Valeur résiduelle des actifs
2001	29 800 000,00 \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2002	127 519 674,04 \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2003	119 265 587,09 \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2004	111 948 009,71 \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2005	105 927 303,72 \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2006	99 067 765,97 \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2007	31 072 685,56 \$	7 042 537,99 \$	(367 941,99) \$	- \$	- \$
2008	- \$	8 578 415,11 \$	(530 685,57) \$	- \$	- \$
2009	- \$	8 248 476,07 \$	(510 274,58) \$	- \$	- \$
2010	- \$	7 931 226,99 \$	(490 648,64) \$	- \$	- \$
2011	- \$	7 626 179,80 \$	(471 777,54) \$	- \$	- \$
2012	- \$	7 332 865,19 \$	(453 632,25) \$	- \$	- \$
2013	- \$	7 050 831,91 \$	(436 184,85) \$	- \$	- \$
2014	- \$	6 779 646,07 \$	(419 408,51) \$	- \$	- \$
2015	- \$	6 518 890,45 \$	(403 277,41) \$	- \$	- \$
2016	- \$	6 268 163,90 \$	(387 766,74) \$	- \$	- \$
2017	- \$	6 027 080,67 \$	(372 852,64) \$	- \$	- \$
2018	- \$	5 795 269,88 \$	(358 512,15) \$	- \$	- \$
2019	- \$	5 572 374,88 \$	(344 723,22) \$	- \$	- \$
2020	- \$	5 358 052,77 \$	(331 464,64) \$	- \$	- \$
2021	- \$	5 151 973,82 \$	(318 716,00) \$	- \$	- \$
2022	- \$	4 953 820,98 \$	(306 457,69) \$	- \$	- \$
2023	- \$	4 763 289,40 \$	(294 670,86) \$	- \$	- \$
2024	- \$	4 580 085,96 \$	(283 337,36) \$	- \$	- \$
2025	- \$	4 403 928,81 \$	(272 439,77) \$	- \$	- \$
2026	- \$	4 234 546,93 \$	(261 961,32) \$	- \$	- \$
2027	- \$	4 071 679,74 \$	(251 885,88) \$	23 792 652,80\$	- \$
2028	- \$	3 915 076,68 \$	(242 197,96) \$	- \$	- \$
2029	- \$	3 764 496,80 \$	(232 882,66) \$	- \$	- \$
2030	- \$	3 619 708,47 \$	(223 925,63) \$	- \$	- \$
2031	- \$	3 480 488,91 \$	(215 313,11) \$	- \$	- \$
2032	- \$	3 346 623,95 \$	(207 031,84) \$	- \$	- \$
2033	- \$	3 217 907,65 \$	(199 069,07) \$	- \$	- \$
2034	- \$	3 094 141,97 \$	(191 412,57) \$	- \$	- \$
2035	- \$	2 975 136,51 \$	(184 050,55) \$	- \$	- \$
2036	- \$	2 860 708,18 \$	(176 971,68) \$	- \$	- \$
2037	- \$	2 750 680,94 \$	(170 165,08) \$	- \$	- \$
2038	- \$	2 644 885,52 \$	(163 620,27) \$	- \$	- \$
2039	- \$	2 543 159,15 \$	(157 327,18) \$	- \$	- \$
2040	- \$	2 445 345,34 \$	(151 276,13) \$	- \$	- \$
2041	- \$	2 351 293,60 \$	(145 457,82) \$	- \$	(45 230 439,53) \$
Total	624 601 026,10 \$	171 298 990,99 \$	(10 529 321,16) \$	23 792 652,80\$	(45 230 439,53) \$

* Taux d'actualisation : 4%

Valeur actuelle totale des coûts financiers⁴⁶ en 2001: 763 932 909 \$

Nous obtenons ainsi la valeur actualisée nette financière du projet de prolongement du métro à Laval qui atteint (707 959 281 \$) en faisant le calcul suivant :

$VAN_f = \text{valeur actuelle totale des recettes financières}^{47} - \text{valeur actuelle totale des coûts financiers}$

$VAN_f = 55\,973\,628 \$ - 763\,932\,909 \$ = (707\,959\,281 \$)$

4.8. Conclusion de l'analyse financière

Après avoir actualisé au taux réel de 4%, les dépenses et les revenus financiers engendrés par notre projet, nous pouvons conclure que le projet de prolongement du métro à Laval n'est pas rentable financièrement car il a une VAN_f négative de (707 959 281 \$).

⁴⁶ Les chiffres entre parenthèses représentent des sommes négatives, ici des réductions de coûts (Tableau 4.7).

⁴⁷ Voir section 4.1

V. L'analyse économique

5.1. Les avantages économiques du projet

Dans cette section, nous présenterons nos calculs pour l'année 2007, première année de mise en marche du métro de Laval. Rappelons que les chiffres annuels de cette année sont multipliés par 2/3 car le métro n'est exploité que pendant 8 mois sur 12 en 2007 (mai à décembre inclusivement).

Les hypothèses adoptées à la section III sur l'évolution de l'achalandage suggèrent que les montants annuels varient tout au long du projet.

5.1.1. Les économies de temps de déplacement

Le prolongement du métro à Laval permettra de libérer au total 1 361 360 heures pour les utilisateurs de ce nouveau service en 2007 (anciens automobilistes compris).

5.1.1.1. Gain de temps pour les anciens usagers du transport en commun

Selon les études de L'AMT il faudra 7 minutes⁴⁸ pour effectuer la distance entre les stations Henri- Bourassa et Montmorency en utilisant le métro, tandis qu'il faut 18 minutes⁴⁹ pour parcourir la même distance en autobus.

Les anciens utilisateurs du transport en commun bénéficieront ainsi d'un gain de temps de déplacement équivalent à 11 minutes par déplacement. Ce qui représente 8 173 heures épargnées par jour, et un gain total de 1 525 627 heures dès la première année d'opération du métro de Laval :

$44\,580 \text{ déplacements/jour} * 11 \text{ minutes} = 490\,380 \text{ minutes ou } 8173 \text{ heures.}$
 $8173 \text{ heures} * 280 * 2/3 = 1\,525\,627 \text{ heures pour l'année } 2007.$

5.1.1.2. Perte de temps pour les anciens automobilistes

Le différentiel de temps de déplacement pour les automobilistes qui transfèrent au métro dépend de la réduction du nombre moyen de kilomètres parcourus en voiture. Ne disposant pas de cette donnée, nous l'estimons en émettant l'hypothèse qu'en moyenne elle correspond à la distance entre la station Montmorency et le centre-ville de Montréal. En effet, si nous considérons que ces automobilistes se rendent en majorité au lieu de travail, nous pouvons prendre le centre-ville

⁴⁸ Agence Métropolitaine de Transport : «*Correspondance* – Volume 1. No 9 – Juin 2007», page 6
« Prolongement du métro de la ligne 2 à Laval », Avril 2000, page 61

⁴⁹ Société de transport de Laval : Simulateur de trajet «*Navigo!* », bus 40 ou 61.
www.stl.laval.qc.ca

(station de métro Bonaventure) comme lieu approximatif en raison de sa forte concentration en nombre d'emplois.⁵⁰

Le temps requis pour parcourir la distance entre la station Montmorency et la station Bonaventure est de 28 minutes⁵¹, tandis qu'en voiture il est d'environ 20 minutes⁵².

Ainsi, les déplacements en métro nécessitent en moyenne 8 minutes de plus pour ceux qui utilisaient auparavant leur véhicule personnel. Ce qui fait une perte totale de 164 267 heures en 2007, pour les nouveaux usagers du transport en commun :

6 600 déplacements /jour * 8 minutes = 52 800 minutes ou 880 heures
880 heures * 280 * 2/3 = 164 267 heures pour l'année 2007

5.1.2. La valeur économique du temps épargné

La valeur économique du temps épargné provient du fait que les usagers disposeront de ces heures pour vaquer à des occupations productives.

En vue d'attribuer une valeur économique à chaque heure économisée, nous nous fierons au «Guide de l'analyse coûts-avantages» de Transports Canada (1994)⁵³ selon lequel :

« Si l'on ne dispose pas de données fiables sur la nature du voyage (par affaires ou non), une valeur moyenne pondérée de l'économie de temps peut être utilisée. En dollars de 1990, la valeur estimative était de 22,70 \$ pour les usagers des services aériens, de 10,10 \$ pour les usagers des services ferroviaires, de 9,10 \$ pour les usagers de l'automobile et de 8,40 \$ pour les usagers de l'autocar ».

En dollars de 2001⁵⁴, ces valeurs correspondent respectivement à 28. 74 \$, 12. 78 \$, 11. 52 \$ et 10. 63 \$.

Nous accorderons ainsi une valeur économique de 10. 63 \$ par heure pour le temps épargné par les anciens utilisateurs d'autobus, tandis qu'elle sera de 11. 52 \$ par heure pour les anciens utilisateurs d'automobiles.

5.1.3. Calcul de l'avantage des économies de temps de déplacement

Le gain de temps de déplacement réalisé par les usagers qui prendront le métro en remplacement de l'autobus entraîne des économies de 16 217 415. 01 \$:

⁵⁰ Source : Ville de Montréal, Atlas de l'emploi, «Emplois dans toutes les industries- Dans la région métropolitaine de recensement de Montréal en 2001. »

⁵¹ Agence Métropolitaine de Transport : « Prolongement du métro de la ligne 2 à Laval », Avril 2000, page 61

⁵² Google Maps Canada : <http://maps.google.ca>

⁵³ Transports Canada : «Guide de l'analyse coûts-avantages», 1994, p 41
<http://www.tc.gc.ca/Finance/Bca/fr/aca.pdf>

⁵⁴ Voir l'annexe 2, Tableau III.a pour l'IPC employé pour exprimer les valeurs en dollars de 2001

1 525 627 heures * 10.63 \$ = 16 217 415. 01 \$

Par contre le temps de parcours plus long pour les anciens automobilistes se traduit par une perte de 1 892 355. 84 \$:

164 267 heures * 11. 52 \$ = 1 892 355. 84 \$

Au total, le bénéfice réalisé par la société grâce aux économies de temps est de 14 325 059. 17 \$ en 2007 et la valeur actualisée en 2001 des économies de temps sur toute la durée du projet est de 126 166 136. 39 \$.

5.1.4. Les économies de coûts de déplacement

5.1.4.1. Économies de coûts de déplacement pour les anciens automobilistes

Les économies de coûts de déplacement correspondent au montant économisé en coûts variables d'utilisation des automobiles suite à la réduction du kilométrage parcouru en voiture par les nouveaux usagers du transport en commun, duquel on soustrait les frais associés à l'utilisation du métro.

5.1.4.1.1. Réduction de la distance parcourue en voiture par les anciens automobilistes

Selon les prévisions d'achalandage de l'Agence Métropolitaine de Transport⁵⁵, 3000 véhicules se retireront des ponts reliant la ville de Laval à celle de Montréal, suite à l'ouverture du métro de Laval.

En bénéficiant des stationnements incitatifs qui seront disponibles aux stations Montmorency et Cartier, les nouveaux usagers du transport en commun réaliseront des gains issus de la baisse du nombre moyen de kilomètres parcourus en voiture. À partir de l'hypothèse formulée à la section 5.1.1.2 cette baisse s'établit à 22.2 km environ, qui représente la distance entre la station Montmorency et la station Bonaventure⁵⁶.

Donc en supposant que les anciens automobilistes qui utilisent dorénavant le métro effectuent un aller-retour par jour entre Laval et Montréal, la réduction de la distance parcourue en voiture est de 44.4 km⁵⁷ par jour :

22.2 km * 2 = 44.4 km

⁵⁵Courrier Laval : « Moins d'achalandage que prévu pour le métro de Laval », 7 mars 2007

<http://www.courrierlaval.com/v4/article-82110-Moins-dachalandage-que-prevu-pour-le-metro-de-Laval.html>

⁵⁶ Google Maps Canada : <http://maps.google.ca>

⁵⁷ Ce chiffre est comparable à la distance moyenne parcourue en voiture qui était environ de 46 km par jour au Québec et de 45 km par jour au Canada en 2003.

Source : Statistique Canada Enquête sur les véhicules au Canada : annuelle, 2003, produit no 53-223-XIF au catalogue, pages 26 et 30.

<http://www.statcan.ca/francais/research/11-621-MIF/11-621-MIF2005028.htm>

5.1.4.1.2. Coûts variables d'utilisation des automobiles

Selon l'Association canadienne des automobilistes le coût variable d'utilisation d'une automobile (comprenant le carburant, l'entretien, les pneus et la dépréciation) se situe à 0.33734 \$ /km en dollars de 2001⁵⁸. Pour une distance de 44.4 kilomètres, les coûts variables quotidiens atteignent 14.98 \$:

$$0.33734 \text{ \$ / km} * 44.4 \text{ km} = 14.98 \text{ \$}$$

À ce montant nous ajoutons le coût moyen de stationnement qui ne sera plus supporté par les anciens automobilistes. En effet, le retrait des automobiles du réseau routier se traduit par des places de stationnement libérées qui seront disponibles pour d'autres automobilistes.

Nous déterminons ce coût moyen de stationnement comme étant le coût moyen quotidien par place de stationnement, en utilisant les données contenues dans le rapport annuel de Stationnement Montréal⁵⁹ pour l'année 2001.

Le résultat est obtenu comme suit :

$$\begin{aligned} 26\,300\,000 \text{ \$} / 313 \text{ jours} &= 84\,025.56 \text{ \$} \\ 84\,025.56 \text{ \$} / (15\,514 + 4\,674) \text{ places} &= 4.16 \text{ \$} \end{aligned}$$

Dans le calcul précédent, 26 300 000 \$ est la somme des revenus de Stationnement de Montréal pour l'année 2001, tandis que 313 représente le nombre de jours par an puisque le stationnement était gratuit les dimanches. (365 jours dans l'année – 52 dimanches = 313).

15 514 représente le nombre de places tarifées dans les rues tandis que 4 674 est le nombre de places situées dans les terrains de stationnement.

Le coût moyen de stationnement s'élève ainsi à 4.16 \$ en dollars de 2001. En l'additionnant à 14.98 \$ nous obtenons un total de 19.14 \$ comme dépenses évitées chaque jour par automobile.

⁵⁸ Le coût par km était de 0,3650 \$ /km en 2005. Seuls les coûts variables et les coûts de dépréciation sont inclus dans nos calculs car ceux-ci dépendent de la distance parcourue. Les coûts fixes ont été omis sous l'hypothèse que ces automobilistes ne se départiront pas de leurs véhicules.

Source : Association canadienne des Automobilistes, « Coûts d'utilisation d'une automobile », Édition 2005
<http://www.caaquebec.com/NR/rdonlyres/4B171A56-5EA8-42EB-A440-5EAF4814C3F1/0/coutUtilisationAutomobile2005.pdf>

⁵⁹ Stationnement Montréal : «Rapport annuel 2001»
Nous utilisons les chiffres de l'année 2001 pour obtenir les montants en termes réels donc en dollars de 2001.
<http://www.statdemtl.qc.ca/documents/RAP-2001%20FRA.pdf>

5.1.4.1.3. Frais associés à l'utilisation du métro⁶⁰

Les clients qui effectuent régulièrement le déplacement entre Laval et Montréal en métro peuvent se procurer les cartes mensuelles TRAM 3 moyennant 77. 50 \$ (en dollars de 2001⁶¹). Des tickets vendus à l'unité au coût de 2\$ (dollars de 2001) sont également valables.

Des frais mensuels de 52. 77 \$ (en dollars de 2001⁶²) du 1^{er} mai 2007 au 31 août 2007 et de 70. 37 \$ par la suite, sont exigibles pour les 698 places de stationnement intérieures payantes situées à la station Montmorency.

5.1.4.1.4. Calcul des économies de coûts de déplacement pour les anciens automobilistes

Nous déterminons les économies de coûts de déplacement pour les anciens automobilistes en 2007 par les calculs suivants :

$$19.14 \$ * 3000 * 280 * 2/3 = 10\ 718\ 400 \$$$

$$77.50 \$ * 3300 * 8 = 2\ 046\ 000 \$$$

$$(698 * 52.77 \$ * 4) + (698 * 70.37 \$ * 4) = 343\ 806.88 \$$$

$$10\ 718\ 400 \$ - 2\ 046\ 000 \$ - 343\ 806.88 \$ = 8\ 328\ 593.12 \$$$

Le montant de dépenses évitées en 2007 est de 10 718 400 \$, obtenu en multipliant 19.14 \$ par le nombre de voitures en moins sur les autoroutes (3000), le nombre de jours considéré comme une année (280) et par 2/3 pour traduire le fait que le métro sera en marche juste 8 mois sur 12 en 2007.

Par ailleurs, les anciens automobilistes qui sont aussi les nouveaux usagers du métro auront à acheter des titres de transport et nous considérons que c'est la carte mensuelle TRAM 3 qu'ils utilisent moyennant 77. 50 \$ par mois, en supposant qu'ils effectuent régulièrement le voyage entre Laval et Montréal en métro. Les 3 300 nouveaux usagers quotidiens⁶³ dépensent ainsi 2 046 000 \$ pour les 8 mois pendant lesquels le métro est exploité en 2007.

Enfin les anciens automobilistes devront déboursier 52. 77 \$ pendant les 4 premiers mois (mai à août) et 70. 37 \$ les 4 mois suivants (septembre à décembre) pour les 698 places payantes situées à la station Montmorency. Ainsi le total des dépenses de stationnement pour l'année 2007 est de 343 806. 88 \$.

⁶⁰Voir section 4.1

⁶¹ Société de transport de Montréal : « Tarification de 1989 à 2002 »
<http://207.164.63.67/en-bref/fiches/b10.pdf>

⁶² Le tarif en dollars de 2007 est de 60 \$ du 1^{er} mai 2007 au 31 août 2007 et de 80 \$ ensuite. Voir l'annexe 2, Tableau III.a pour l'IPC utilisé afin d'exprimer ces valeurs en dollars de 2001.

⁶³ Voir le tableau III

En faisant la différence entre les frais d'utilisation des automobiles et les dépenses associées à l'utilisation du métro, nous obtenons les économies de coûts de déplacement réalisées par les anciens automobilistes en 2007 qui sont de l'ordre de 8 328 593.12 \$.

En somme, le gain lié aux économies de coût de déplacement pour toute la durée du projet et actualisé en 2001 atteint 72 987 650. 63 \$

5.1.4.2. Anciens usagers du transport en commun

Nous supposons que les anciens usagers du transport en commun utilisaient régulièrement les autobus de la STL pour voyager entre Montréal et Laval avant l'ouverture du métro. Par conséquent, ils achetaient déjà les cartes mensuelles TRAM 3 comme titre de transport. Étant donné que ces mêmes titres servent pour prendre le métro à Laval, il n'y a pas d'économies de coûts de déplacement.⁶⁴

5.1.5. Les économies d'usure du réseau routier

Enfin, la diminution du nombre d'automobiles et d'autobus qui traverseront les routes et les ponts entre Montréal et Laval permettra d'éviter certains coûts résultant de l'utilisation du réseau routier.

En 1994, les coûts occasionnés par le transport routier au Québec s'élevaient à 5 743 millions de dollars pour ce qui est de la part causée par la circulation d'automobiles⁶⁵. Pour éviter le double comptage, nous ôtons 3 179 millions de ce montant car ils représentent la pollution supportée par la collectivité et les dommages provoqués par les accidents routiers. En effet nous aborderons ces coûts lorsque nous traiterons des externalités du projet.

De même, nous enlevons les taxes sur le carburant et les frais de stationnement qui totalisent 1 445 millions perçus par les gouvernements et municipalités auprès des automobilistes, car nous en avons déjà tenu compte dans les économies de coûts de déplacement (section 5.1.4.2.).

Par conséquent nous accordons aux coûts d'usure du réseau routier la valeur de 1 119 millions en dollars de 1994 :

$$5\,743 \text{ millions } \$ - 3\,179 \text{ millions } \$ - 1\,445 \text{ millions } \$ = 1\,119 \text{ millions } \$$$

Pour obtenir le coût d'usure par kilomètre parcouru en automobile, nous effectuons le calcul suivant :

⁶⁴ Les usagers faisant des voyages occasionnels devaient acheter en plus de leurs tickets ou carte mensuelle de la STM, des tickets de la STL dont le prix de 2.65 \$ en 2001. Mais nous n'en tenons pas compte car il ne s'agit pas de la majorité des voyages.

⁶⁵ Bulletin économique du transport au Québec, numéro 15, octobre 1997, pages 19 à 22

http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/Librairie/Publications/fr/accueil/documentation_publications/Guides_manuels_recueils/bulletin_economique/bulletin15.pdf

1 119 millions \$ / 65.35 milliards de km = 0.017123 \$ en 1994 ou 0.019816 \$ en dollars de 2001⁶⁶.

Où, 65.35 milliards indique le kilométrage annuel des automobiles en 1994.

Ces données n'étant pas disponibles pour la circulation d'autobus, nous utiliserons les chiffres fournis pour la catégorie «autres» (comprend les autobus) comme valeurs approximatives.

La part des dépenses attribuables à la circulation des véhicules de catégorie «autres» était de 195 millions de dollars (sans les coûts de pollution et d'accidents) pour un kilométrage annuel de 3.36 milliards de km en 1994. Nous fixons ainsi le coût d'usure par kilomètre parcouru en autobus à 0.067163 \$ en dollars de 2001, à partir calcul suivant :

195 millions\$ / 3.36 milliards de km = 0.058036 \$ en 1994 ou 0.067163 \$ en dollars de 2001.

En définitive, les économies de coûts d'usure du réseau routier pour l'année 2007 atteignent 551 370.66 \$:

0.019816 \$ * 44.4 km * 3000 voitures * 280 jours * 2/3 = 492 705.02 \$ pour les automobiles.

0.067163 \$ * 22 bus * 59 555.6 Km * 2/3 = 58 665.68 \$ pour les autobus.

492 705.02 \$ + 58 665.68 \$ = 551 370.70 \$

Dans les calculs précédents, 44.4 km désigne le kilométrage évité par les anciens automobilistes dans une journée, 3000 est le nombre d'automobiles qui se retirent du réseau routier chaque jour, 280 représente le nombre de jours considéré comme une année par l'AMT⁶⁷ dans ses calculs et 2/3 est la portion de l'année 2007 pendant laquelle le prolongement du métro à Laval est exploité.

Pour les autobus, 22 représente le nombre d'autobus libérés suite au projet⁶⁸ de prolongement du métro à Laval, tandis que 59 555.6 km est le kilométrage annuel d'un autobus⁶⁹ de la Société de transport de Laval.

Sur toute la durée du projet, la valeur actualisée en 2001 des économies de coûts d'usure du réseau routier s'élève à 4 849 786.97 \$.

⁶⁶ Voir l'annexe 2, Tableau III.a pour l'IPC utilisé afin d'exprimer les valeurs en dollars de 2001

⁶⁷ Voir section III

⁶⁸ Agence métropolitaine de transport : «Analyse avantage-coûts, analyse financière et retombées économiques – Prolongement du métro -ligne 2, juillet 2000», page 24.

⁶⁹ La Société de transport de Laval détient une flotte de 225 autobus pour une distance totale parcourue de 13.4 millions de km par an. Ce qui revient à 13 400 000 km / 225 = 59 555.6 km parcourus par an pour chaque autobus.
Source : Société de transport de Laval ; <http://www.stl.laval.qc.ca/LaSTL/stl-en-bref-fr.shtm>

5.1.6. Conclusion sur les avantages économiques du projet

Après avoir actualisé les différentes catégories d'avantages économiques, nous pouvons dire que le projet de prolongement du métro à Laval engendre des apports pour la société, d'une ampleur de 204 003 574 dollars de 2001.

L'essentiel de ces avantages provient des gains de temps de déplacement qui constituent environ 62 % des avantages totaux. De plus, ce sont les anciens usagers du transport en commun qui jouent un rôle primordial étant donné qu'ils effectuent plus de 87 % des voyages en métro entre Laval et Montréal, et qu'ils épargnent du temps de déplacement alors que les anciens automobilistes en perdent.

Quant aux économies de coûts de déplacement réalisées par les nouveaux utilisateurs du métro, elles représentent 36 % des avantages totaux. Il s'agit d'économies de ressources affectées à l'entretien des voitures et de places de stationnement libérées qui seront disponibles pour d'autres automobilistes.

Enfin, le retrait d'automobiles et d'autobus des autoroutes se traduit entre autres par une certaine dégradation des routes qui est évitée. Par contre ces économies de coûts d'usure du réseau routier ont un impact négligeable sur l'ensemble des avantages économiques du projet car leur contribution ne se limite qu'à environ 2%.

Tableau 5.1.6.
Valeurs actualisées* des avantages économiques (en dollars de 2001)

Année	Économies de temps de déplacement - \$	Économies de coûts de déplacement - \$	Économies d'usure du réseau routier - \$
2001 à 2006	- \$	- \$	- \$
2007	8 086 122.45 \$	4 701 273.69 \$	311 234.39 \$
2008	11 041 345.55 \$	6 381 617.77 \$	424 916.20 \$
2009	10 051 309.34 \$	5 809 735.72 \$	386 747.16 \$
2010	9 150 028.93 \$	5 288 697.17 \$	352 006.23 \$
2011	8 329 338.63 \$	4 814 737.11 \$	320 385.59 \$
2012	7 582 435.93 \$	4 382 917.41 \$	291 605.00 \$
2013	6 902 496.21 \$	3 991 823.10 \$	265 487.94 \$
2014	6 283 517.13 \$	3 633 792.63 \$	241 638.11 \$
2015	5 720 034.29 \$	3 308 113.23 \$	219 930.50 \$
2016	5 207 072.97 \$	3 011 394.29 \$	200 172.71 \$
2017	4 740 223.09 \$	2 741 486.86 \$	182 189.65 \$
2018	4 315 113.39 \$	2 495 581.96 \$	165 821.91 \$
2019	3 928 120.97 \$	2 271 897.40 \$	150 924.43 \$
2020	3 575 917.93 \$	2 068 106.05 \$	137 365.15 \$
2021	3 255 206.88 \$	1 882 729.90 \$	125 023.88 \$
2022	2 963 269.52 \$	1 714 565.23 \$	113 824.52 \$
2023	2 697 561.97 \$	1 560 757.86 \$	103 597.89 \$
2024	2 455 675.06 \$	1 420 849.36 \$	94 289.95 \$
2025	2 235 473.68 \$	1 293 385.53 \$	85 818.18 \$
2026	2 035 014.08 \$	1 177 440.21 \$	78 107.48 \$
2027	1 852 526.70 \$	1 071 808.70 \$	71 089.48 \$
2028	1 686 367.73 \$	976 060.79 \$	64 720.76 \$
2029	1 535 139.17 \$	888 556.53 \$	58 905.38 \$
2030	1 397 469.79 \$	808 836.90 \$	53 612.47 \$
2031	1 272 175.38 \$	736 321.59 \$	48 795.08 \$
2032	1 158 061.59 \$	670 257.84 \$	44 410.50 \$
2033	1 054 228.14 \$	610 374.19 \$	40 431.52 \$
2034	959 702.74 \$	555 648.46 \$	36 798.36 \$
2035	873 629.78 \$	505 792.04 \$	33 491.62 \$
2036	795 279.14 \$	460 408.29 \$	30 482.00 \$
2037	723 967.91 \$	419 299.48 \$	27 750.75 \$
2038	659 049.79 \$	381 675.02 \$	25 256.94 \$
2039	599 940.27 \$	347 426.08 \$	22 987.20 \$
2040	546 141.69 \$	316 272.49 \$	20 921.40 \$
2041	497 178.55 \$	288 009.76 \$	19 046.67 \$
Total	126 166 136.39 \$	72 987 650.63 \$	4 849 786.97 \$

* Taux d'actualisation : 10%

Avantage économique total du projet en 2001 : 204 003 574 \$

5.2. Les coûts économiques du projet

5.2.1. Les coûts économiques de construction

Dans l'analyse financière, nous avons établi les coûts de construction par année en dollars constants de 2001 (voir tableau 4.2.b). Le tableau suivant présente la répartition de ces coûts sur la période de construction du métro qui s'étend d'octobre 2001 à avril 2007.⁷⁰

Tableau 5.2.1.
Calendrier des coûts de construction en dollars constants de 2001

Année du débours	Coûts de main d'œuvre	Coûts des équipements et des acquisitions	Coût total de construction	Part AMT main d'œuvre	Part AMT Équipements
2001	6 464 000 \$	23 336 000 \$	29 800 000 \$	491 264 \$	2 312 480 \$
2002	28 767 069 \$	103 853 392 \$	132 620 461 \$	2 186 297 \$	10 291 348 \$
2003	27 981 237 \$	101 016 421 \$	128 997 659 \$	2 126 574 \$	10 010 218 \$
2004	27 315 017 \$	98 611 269 \$	125 926 286 \$	2 075 941 \$	9 771 880 \$
2005	26 879 820 \$	97 040 142 \$	123 919 963 \$	2 042 866 \$	9 616 189 \$
2006	26 144 729 \$	94 386 356 \$	120 531 085 \$	1 986 999 \$	9 353 212 \$
2007	8 528 328 \$	30 788 532 \$	39 316 860 \$	648 153 \$	3 050 988 \$
Total	152 080 201 \$	549 032 112 \$	701 112 313 \$	11 558 095 \$	54 406 315 \$
Coût total de construction en dollars de 2001		701 112 313 \$			
Total AMT		65 964 411 \$			

Afin de déterminer le coût d'opportunité des dépenses de construction, c'est-à-dire la valeur économique des ressources auxquelles la société a dû renoncer pour la mise en œuvre de ce projet, nous devons ajuster chacun de ces montants.

5.2.1.1. Le coût d'opportunité de la main-d'œuvre

Un employé en génie civil et voirie gagne en moyenne 1 096,8 \$ en dollars de 2001, pour une semaine de 40 heures⁷¹.

En ajoutant les cotisations patronales, on obtient comme coût hebdomadaire de la main d'œuvre pour l'employeur 1 289,32 \$⁷² en dollars de 2001. Le coût annuel par employé s'élève ainsi à 67 044,64 \$ (1 289,32 \$ * 52 semaines).

⁷⁰ Voir l'annexe 2 pour plus de détails

⁷¹ Voir l'annexe 1

⁷² ibidem

L'effectif exact des employés engagés dans ce projet étant inconnu, nous l'estimons de la manière suivante :

La période de construction s'étend du mois d'octobre 2001 à avril 2007, ce qui équivaut à une période de 67 mois ou 5. 583 années (67/12). Dans cet intervalle de temps, un employé travaillant dans la construction du métro représente pour l'employeur un coût total de 374 310. 23 \$ en dollars de 2001 :

$$5. 583 * 67 044. 64 \$ = 374 310. 23 \$$$

En divisant la masse salariale totale (exprimée en \$ 2001)⁷³ par cette somme, nous en déduisons que le nombre de personnes recrutées pour la construction du métro est d'environ 407 employés :

$$152 080 201 \$ / 374 310. 23 \$ \approx 407$$

Afin d'exprimer la masse salariale en termes d'opportunités non réalisées ou de sacrifices de la part de la société, nous devons tenir compte de la situation de sous-emploi qui prévaut dans le marché du travail. Il est ainsi probable qu'une partie des travailleurs de ce projet provienne d'une ancienne condition de chômage, dans quel cas ce sont les prestations d'assurance-emploi ou d'aide sociale qui représentent les sacrifices de la société et non le coût nominal de la main d'œuvre.

Nous allons donc estimer le coût social de la main d'œuvre, en émettant l'hypothèse que le chômage est uniformément distribué dans les régions de Montréal et de Laval. De plus, nous supposons que le nombre élevé d'employés potentiels dans ces deux régions décourage la migration de travailleurs en provenance d'autres régions.

La formule utilisée est celle de Jenkins et Kuo (1978):

$$\text{Coût social du travail (CST)} = P W_t + (1-P) L$$

$$L = \frac{W_1 (1-t) - B [fU (1-t) + gA (1-t)]}{B}$$

Où :

L = Valeur d'une période de travail non rémunéré;

P = Nombre de semaines de travail dans une période d'un an;

W₁ = Salaire hebdomadaire moyen représentant la valeur brute en dollars avant les déductions pour l'impôt sur le revenu, les contributions à l'assurance-emploi, etc. Celui-ci inclut le salaire régulier, le surtemps et la partie bonis, commissions et tout autres types de paiements spéciaux;

W_t = Salaire hebdomadaire moyen (W₁), augmenté des cotisations pour les bénéfices marginaux

⁷³ Voir le Tableau 5.2.1.

payés par les employeurs aux gouvernements;

t = Taux effectif d'imposition sur le revenu;

B = Coefficient représentant la surrémunération des travailleurs due aux réglementations du marché du travail (syndicalisation, salaire minimum etc.);

f = Proportion de la période sans emploi durant laquelle un travailleur perçoit des prestations d'assurance-emploi. Cette période varie en fonction du taux de chômage de la région et des semaines de travail complétées par le réclamant. Il y a une période initiale d'attente de 2 semaines non payées;

U = Prestations hebdomadaires d'assurance-emploi. Elles correspondent à 55% de la rémunération assurable moyenne des 26 dernières semaines travail. Le montant maximum pouvant être accordé est de 423 \$ par semaine, en 2007;

g = Proportion de la période sans emploi durant laquelle un travailleur reçoit des prestations d'aide sociale;

A = Prestation hebdomadaire d'aide sociale.

Les valeurs attribuées à chacun de ces paramètres⁷⁴ sont contenues dans le tableau suivant:

Tableau 5.2.1.1
Paramètres de la formule du coût social de la main-d'œuvre de construction

P	W1	Wt	t	B	f	U	g	A
30	1 096. 8 \$	1 289.32 \$	31.95 %	1.155	91 %	423	0	0

En remplaçant les variables de la formule de Jenkins et Kuo (1978) par ces valeurs, nous obtenons le coût social de la main-d'œuvre de construction comme suit:

$$L = \frac{1\,096.8 \$ (1 - 0.3195) - 1.155 [0.91 * 423 (1 - 0.3195)]}{1.155}$$

$$L = 384.3 \$ / \text{Semaine}$$

$$\text{CST} = 30 * 1\,289.32 \$ + 22 * 384.3 \$ = 47\,134.2 \$ / \text{an pour un employé}$$

Sur toute la durée de la phase de construction, le coût social des employés se chiffre à :

⁷⁴ Voir l'annexe 1 pour le calcul des paramètres.

47 134. 2 \$ * 5. 583 * 407 = 107 102 147. 11 \$

Dans le calcul précédent, 5. 583 représente la durée totale en années de la phase de construction du métro de Laval. 407 est le nombre d'employés engagés pendant la construction et 47 134. 2 \$ est le coût économique de chacun de ces employés pour une année.

En définitive, le coût social lié à la main-d'œuvre de construction atteint 107 102 147. 11 \$. Cette somme est inférieure à la masse salariale nominale, avec une différence 44 978 053. 89 \$.

5.2.1.2. Le prix de référence des équipements et des acquisitions

Cette catégorie de dépenses comprend les coûts directs de génie civil, les acquisitions ainsi que les achats d'équipements de métro.

Voici des exemples d'équipements⁷⁵ de métro utilisés dans ce projet:

- Piste de roulement et rails pour la voie
- Appareils de voie (branchements, communications, communications croisées, etc.);
- Postes d'alimentation électrique
- Postes de signalisation
- Escaliers mécaniques et postes de ventilation
- Matériel de radiocommunication, télétransmission, télémétrie, équipement de vente et perception des titres de transport, équipements d'information à la clientèle
- Caméras de surveillance et afficheurs électroniques
- Quincaillerie et autres équipements

Comme indiqué à la section 5.2.1, le coût nominal des équipements et des acquisitions totalise 549 032 112 \$. De ce montant, 54 406 315 \$⁷⁶ relèvent de L'AMT (exempte de taxes), tandis que les 494 625 797 \$ restants relèvent de la Société de transport de Montréal et de la Ville de Montréal.

Selon la théorie économique (Martin 2005-2006, VI-18), le coût social d'un intrant dépend de ses conditions d'offre : si l'offre est élastique la mesure qui convient est la valeur des ressources réelles utilisées qui est égale au prix payé par les autres utilisateurs moins les taxes plus les subventions; si l'offre est inélastique, il faut additionner les taxes et soustraire les subventions.

Nous considérons que les intrants requis pour la construction et l'exploitation du métro ont une offre élastique dans la mesure où ils sont toujours accessibles sur le marché. Leur prix de référence est alors le prix nominal moins les taxes plus les subventions.

Les achats de l'AMT étant exempts de taxes⁷⁷, leur prix de référence correspond au coût nominal de 54 406 315 \$.

⁷⁵Source : Agence métropolitaine de transport

<http://www.amt.qc.ca/grandsprojets/metrolaval/equip/index.asp>

⁷⁶ Voir l'annexe 2

⁷⁷ Agence Métropolitaine de Transport : « Prolongement du métro de la ligne 2 à Laval », Avril 2000, pages 49 et 50

Par contre, des 494 625 797 \$ dépensés par la STM et la Ville de Montréal en équipements, nous déduisons les taxes fédérales et provinciales dont le taux combiné en 2001 s'établit à 15.025 %⁷⁸. Le prix de référence pour ces matériaux s'élève alors à 430 015 907 \$.

$$494\,625\,797 \$ / 1.15\,025 = 430\,015\,907 \$$$

La somme des prix de référence des équipements et acquisitions achetés par l'AMT, la STM et la Ville de Montréal est de 484 422 222 \$:

$$430\,015\,907 \$ + 54\,406\,315 \$ = 484\,422\,222 \$$$

Il existe donc un écart de 64 609 890 \$ par rapport au coût nominal initial.

5.2.1.3. Sommaire des coûts économiques de construction

En conclusion le sacrifice réalisé par la société pour la phase de construction du prolongement du métro à Laval se chiffre à 591 524 369.11 \$:

- ✓ Coût social de la main d'œuvre : 107 102 147.11 \$
- ✓ Prix de référence des matériaux: 484 422 222 \$

Total des coûts économiques de construction : 591 524 369.11 \$

Nous pouvons ainsi remarquer la prédominance des dépenses en matériaux de construction qui constituent 82 % des coûts économiques de construction, tandis que la part de la main d'œuvre s'établit à 18 %.

Par ailleurs, l'effet total des distorsions dans l'économie se traduit par une surestimation des coûts de construction du projet d'une valeur de 109 576 582.48 \$ par rapport à leur coût social :

$$701\,112\,313 \$^{79} - 591\,524\,369.11 \$ = 109\,587\,943.89 \$$$

Conformément à notre hypothèse de répartition uniforme des coûts de construction dans le temps⁸⁰, le calendrier des coûts économiques de construction se présente comme suit :

⁷⁸Nous avons fait ce calcul : $1.07 * 1.075 = 1,15025$ et $1,15025 - 1 = 15.025 \%$
1.07 représente la TPS et 1.075 représente la TVQ.

Revenu Québec : « Renseignements généraux sur la TVQ et la TPS/TVH ; 2005 », page 13
<http://www.revenu.gouv.qc.ca/fr/publications/in/in-203.asp>

⁷⁹ Voir le tableau 5.2.1

⁸⁰ Voir l'annexe 2, tableau II.a

Tableau 5.2.1.3.
Calendrier des coûts économiques de construction (dollars de 2001)

Année du débours	Coût total de main d'œuvre	Coût total des équipements et des acquisitions :	Coût total construction	Part AMT main d'œuvre	Part AMT Équipements
2001	4 284 086 \$	19 376 889 \$	23 660 975 \$	325 591 \$	2 176 253 \$
2002	19 278 386 \$	87 196 000 \$	106 474 386 \$	1 465 157 \$	9 793 137 \$
2003	19 278 386 \$	87 196 000 \$	106 474 386 \$	1 465 157 \$	9 793 137 \$
2004	19 278 386 \$	87 196 000 \$	106 474 386 \$	1 465 157 \$	9 793 137 \$
2005	19 278 386 \$	87 196 000 \$	106 474 386 \$	1 465 157 \$	9 793 137 \$
2006	19 278 386 \$	87 196 000 \$	106 474 386 \$	1 465 157 \$	9 793 137 \$
2007	6 426 129 \$	29 065 333 \$	35 491 462 \$	488 386 \$	3 264 379 \$
Total	107 102 147 \$	484 422 222 \$	591 524 369 \$	8 139 763 \$	54 406 315 \$
Coût économique total de construction		591 524 369 \$			
Total AMT		62 546 078 \$			

5.2.2. Les coûts d'exploitation

Les coûts d'exploitation réfèrent aux frais annuels nécessaires au bon fonctionnement du métro de Laval. Ce sont les coûts de main d'œuvre pour l'entretien du métro, les coûts en énergie, et autres débours annuels.

Nous considérons que les coûts d'opération du métro (dépenses de la STM) comprennent la totalité de la masse salariale des employés d'entretien et que les frais de l'AMT sont exempts d'impôts, comme suggéré auparavant.

Le tableau suivant donne un sommaire des coûts annuels de fonctionnement du projet :

Tableau 5.2.2.
Coûts nominaux annuels⁸¹ de fonctionnement du projet de prolongement du métro à Laval

Années	2007	2008 à 2041
Coûts d'opération du métro	7 203 652. 97 \$	10 805 479. 45 \$
Coûts non récurrents	1 385 317. 88 \$	
Total des coûts d'opération du métro	8 588 970. 85 \$	10 805 479. 45 \$
Stationnements incitatifs (AMT)	322 086. 41 \$	483 129. 61 \$
Total des coûts nominaux annuels	8 911 057. 25 \$	11 288 609. 06 \$

⁸¹ Voir la section 4.3 et la section IV de l'annexe 2 pour plus de détails

Ne pouvant pas nous fier à ces chiffres en raison des distorsions de l'économie, nous estimerons dans les prochaines sections les prix de référence des différentes charges d'exploitation.

5.2.2.1. Le coût d'opportunité de la main-d'œuvre d'entretien

Selon les prévisions de l'AMT, le prolongement de métro à Laval nécessite un effectif additionnel de 114 employés⁸². Nous évaluons le coût de ces employés selon les conditions salariales actuelles des employés d'entretien de la STM.

Comme précédemment, nous avons recours à la formule de Jenkins et Kuo (1978), afin de déterminer le coût social de la main-d'œuvre d'entretien du métro:

**Tableau 5.2.2.1.
Paramètres de la formule du coût social de la main-d'œuvre d'entretien**

P	W1	Wt	t	B	f	U	g	A
45	892	978.52	29.9 %	1.155	71 %	423	0	0

L'utilisation de ces valeurs⁸³ dans la formule de Jenkins et Kuo (1978), nous donne les résultats suivants :

$$L = \frac{892 (1 - 0.299) - 1.155 [0.71 * 423 (1 - 0.299)]}{1.155}$$

$$L = 330.8 \text{ \$ / Semaine}$$

$$\text{CST} = 45 * 978.52 \text{ \$} + 7 * 330.8 \text{ \$} = 46\,349 \text{ \$ / an pour un employé}$$

Le coût social annuel d'un employé est donc de 46 349 \$ et pour les 114 employés il s'élève à 5 283 786 \$⁸⁴.

Par conséquent la masse salariale nominale de 5 800 666.56 \$ pour une année (978.52 \$ * 52 semaines * 114 employés), surestime le coût annuel social avec un écart de 516 880.56 \$.

⁸² Agence métropolitaine de transport : «Analyse avantage-coûts, analyse financière et retombées économiques – Prolongement du métro -ligne 2, juillet 2000» page 13

⁸³ Voir l'annexe 1 pour le calcul des paramètres.

⁸⁴ Pour l'année 2007, le coût social des 114 employés est de : 5 283 786 \$ * 2/3 = 3 522 524 \$

5.2.2.2. Le prix de référence des frais de L'AMT

Nous supposons que l'entretien des stationnements incitatifs est assuré par les employés de la STM, ainsi les dépenses de l'AMT en coûts d'entretien des stationnements incitatifs représentent des achats de produits et matériels d'entretien, et non des coûts de main d'œuvre.

Ces coûts nominaux correspondent aussi au prix de référence, puisque les achats de L'AMT sont exempts d'impôts.

5.2.2.3. Le prix de référence des autres coûts d'exploitation

Les coûts nominaux d'exploitation⁸⁵ du métro totalisent 8 911 057. 25 \$ en 2007 et 1 288 609. 06 \$ par an pour la période de 2008 à 2041. En soustrayant de ces montants la masse salariale nominale ainsi que les frais annuels supportés par l'AMT, nous obtenons les autres coûts annuels d'exploitation qui sont de 4 721 859. 8 \$ en 2007 et 5 004 812. 89 \$ par la suite.

Nous déterminons les prix de référence en enlevant les taxes⁸⁶ :

$$4\,721\,859.8 \$ / 1.15\,025 = 4\,105\,072.64 \$ \text{ (pour l'année 2007)}$$

$$5\,004\,812.89 \$ / 1.15\,025 = 4\,351\,065.32 \$ \text{ (de 2008 à 2041)}$$

Le prix de référence des autres coûts annuels d'exploitation passe de 4 105 072. 64 \$ la première année d'exploitation à 4 351 065. 32 \$ les autres années du projet (2008 à 2041).

5.2.2.4. Sommaire des coûts économiques d'exploitation

Somme toute, les coûts économiques d'exploitation du prolongement du métro à Laval s'établissent à 7 949 683. 05 \$ en 2007 et à 10 117 980. 93 \$ par année pour la période allant de 2008 à 2041.

Tableau 5.2.2.4.
Coûts économiques annuels de fonctionnement du projet
de prolongement du métro à Laval

Années	2007 ⁸⁷	2008 à 2041
Coûts d'opportunité de la main d'œuvre	3 522 524 \$	5 283 786 \$
Stationnements incitatifs (AMT)	322 086. 41 \$	483 129. 61 \$
Autres coûts économiques d'exploitation	4 105 072. 64 \$	4 351 065. 32 \$
Total des coûts économiques d'exploitation	7 949 683. 05 \$	10 117 980. 93 \$

⁸⁵ Voir Tableau 5.2.2.

⁸⁶ Le taux combiné des taxes de TPS et TVQ est 15. 025 % en 2001. Se référer la section 5.2.1.2 pour plus de détails.

⁸⁷ Les chiffres de l'année 2007 sont obtenus en multipliant par 2/3 les coûts annuels, à l'exception des autres coûts économiques d'exploitation car ceux-ci comprennent les coûts non récurrents (en prix de référence).

5.2.3. Le coût économique de renouvellement

Comme mentionné dans l'analyse financière⁸⁸ seuls les stationnements incitatifs devront être renouvelés, et ce en 2027.

Le coût de renouvellement correspond à la valeur économique initiale des dépenses de l'AMT pour la construction des stationnements. Il s'agit ainsi de faire la somme des coûts économiques supportés par l'AMT en équipements, acquisitions et main d'œuvre de construction.

En nous référant au tableau 5.2.1.3, cette somme atteint 62 546 078 \$. Nous établissons ainsi le coût économique de renouvellement des stationnements incitatifs en 2027 à 62 546 078 \$.

5.2.4. Variation nette des dépenses d'immobilisation

À la section 4.5 de l'analyse financière, nous avons montré que l'élimination des 22 autobus⁸⁹ de la STL permet des économies annuelles de 698 346 \$ tout au long du projet, dès la mise en marche du métro en 2007⁹⁰.

Pour exprimer cette somme en prix de référence, nous faisons le calcul suivant :

$$698\,346 \$ / 1.15\,025 = 607\,125.41 \$$$

Avec 1.15 025 correspondant au coefficient des taxes⁹¹ fédérales et provinciales utilisé pour convertir la valeur nominale des équipements et acquisitions en prix de référence.

5.2.5. Valeur résiduelle des actifs

En supposant que tous les actifs sont amortis de manière linéaire, nous avons établi dans l'analyse financière (section 4.6) que seuls les investissements occasionnés par le renouvellement des stationnements incitatifs en 2027, de même que les tunnels auraient des valeurs résiduelles non nulles en 2041.

La valeur résiduelle des nouveaux stationnements, normalement utiles jusqu'en 2047, se chiffre à 18 763 824 \$.

$$62\,546\,078 \$ / 20 = 3\,127\,304 \$$$

$$3\,127\,304 \$ * 6 = 18\,763\,824 \$$$

⁸⁸ Consulter la section 4.4.

⁸⁹ Agence métropolitaine de transport : «Analyse avantage-coûts, analyse financière et retombées économiques – Prolongement du métro -ligne 2, juillet 2000» page 24

⁹⁰ Pour l'année 2007, la variation nette des dépenses d'immobilisation est de : 607 125.41 \$ * 2/3 = 404 750.27 \$

⁹¹ Se référer à la section 5.2.1.2

Dans ces calculs, 62 546 078 \$ est le coût économique de renouvellement des stationnements (section 5.2.3), 20 représente la durée de vie utile des stationnements en années⁹², 3 127 304 \$ est le montant d'amortissement annuel et 6 désigne le nombre d'années pendant lesquelles ces nouveaux stationnements devraient être encore fonctionnels après la fin de notre projet (période de 2042 à 2047 inclusivement).

Comme nous l'avons expliqué dans section 4.6, les tunnels (durée de vie utile de 100 ans⁹³) auront une valeur résiduelle égale à 66% de leur valeur initiale. Conformément à la méthode d'amortissement linéaire, ces tunnels perdent un centième de leur valeur économique chaque année. Ainsi, 34 % de la valeur des tunnels est épuisée entre l'année de mise en fonction des tunnels (2007) et la fin du projet (2041). Nous obtenons la valeur résiduelle des tunnels en 2041 par les calculs suivants :

$$\begin{aligned} 484\,422\,222 \$ - 54\,406\,315 \$ &= 430\,015\,907 \$ \\ 54\% * 430\,015\,907 \$ &= 232\,208\,590 \$ \\ 21\% * 107\,102\,147 \$ &= 22\,491\,451 \$ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 66\% * 232\,208\,590 \$ &= 153\,257\,669 \$ \\ 66\% * 22\,491\,451 \$ &= 14\,844\,358 \$ \end{aligned}$$

$$153\,257\,669 \$ + 14\,844\,358 \$ = 168\,102\,027 \$$$

Dans les calculs précédents 430 015 907 \$ représente la valeur économique de la totalité des dépenses de la STM et de la Ville de Montréal en équipements et acquisitions, tandis que 54%⁹⁴ est la part de ces dépenses qui est assignée à la construction des tunnels. De même 107 102 147 \$ désigne le coût d'opportunité total de la main d'œuvre de construction et 21% est la part qui est consacrée à la construction des tunnels.

Finalement, la valeur résiduelle des tunnels en 2041 équivaut à 168 102 027 \$. En ajoutant ce montant à la valeur résiduelle des stationnements nous obtenons un total de 186 865 851 \$.

⁹² Voir la section 4.4

⁹³ Consulter le tableau de la section 4.4

⁹⁴ Voir l'annexe 2

5.2.6. Conclusion sur les coûts économiques du projet

En général, les coûts nominaux du projet sont surestimés par rapport à leurs valeurs économiques. Cet écart provient notamment des achats d'équipements qui constituent la majorité des dépenses de construction. En effet, l'hypothèse selon laquelle ils seraient fabriqués au Canada élimine la prime sur le change étranger que nous aurions eu à appliquer.

De plus, l'instabilité de l'industrie de la construction au Québec ainsi que les différents types de chômage (cyclique et saisonnier) auxquels la main d'œuvre de construction est exposée, a fait baisser le coût social de la main d'œuvre de construction par rapport à la masse salariale.

En définitive, la valeur actualisée des coûts économiques totaux associés au projet de prolongement du métro à Laval s'élève à 499 761 211 \$. Il faut souligner le rôle prépondérant des coûts de construction, qui représentent plus de 89 % des coûts totaux.

Tableau 5.2.6.
Valeurs actualisées* des coûts économiques (en dollars de 2001)

Année	Les coûts de construction	Les coûts d'exploitation	Variation nette des dépenses d'immobilisation	Les coûts de renouvellement	Valeur résiduelle des actifs
2001	23 660 974.76 \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2002	96 794 896.76 \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2003	87 995 360.69 \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2004	79 995 782.45 \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2005	72 723 438.59 \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2006	66 112 216.90 \$	- \$	- \$	- \$	- \$
2007	20 034 005.12 \$	4 487 388.83 \$	(228 470.98) \$	- \$	- \$
2008	- \$	5 192 124.05 \$	(311 551.33) \$	- \$	- \$
2009	- \$	4 720 112.78 \$	(283 228.48) \$	- \$	- \$
2010	- \$	4 291 011.62 \$	(257 480.44) \$	- \$	- \$
2011	- \$	3 900 919.65 \$	(234 073.13) \$	- \$	- \$
2012	- \$	3 546 290.59 \$	(212 793.75) \$	- \$	- \$
2013	- \$	3 223 900.54 \$	(193 448.87) \$	- \$	- \$
2014	- \$	2 930 818.67 \$	(364 623.79) \$	- \$	- \$
2015	- \$	2 664 380.61 \$	(350 599.80) \$	- \$	- \$
2016	- \$	2 422 164.19 \$	(337 115.19) \$	- \$	- \$
2017	- \$	2 201 967.45 \$	(324 149.22) \$	- \$	- \$
2018	- \$	2 001 788.59 \$	(311 681.94) \$	- \$	- \$
2019	- \$	1 819 807.81 \$	(299 694.18) \$	- \$	- \$
2020	- \$	1 654 370.73 \$	(288 167.48) \$	- \$	- \$
2021	- \$	1 503 973.39 \$	(277 084.11) \$	- \$	- \$
2022	- \$	1 367 248.54 \$	(266 427.03) \$	- \$	- \$
2023	- \$	1 242 953.22 \$	(256 179.84) \$	- \$	- \$
2024	- \$	1 129 957.47 \$	(246 326.77) \$	- \$	- \$
2025	- \$	1 027 234.06 \$	(236 852.66) \$	- \$	- \$
2026	- \$	933 849.15 \$	(227 742.94) \$	- \$	- \$
2027	- \$	848 953.77 \$	(218 983.60) \$	5 247 957.00 \$	- \$
2028	- \$	771 776.16 \$	(210 561.15) \$	- \$	- \$
2029	- \$	701 614.69 \$	(202 462.65) \$	- \$	- \$
2030	- \$	637 831.53 \$	(194 675.62) \$	- \$	- \$
2031	- \$	579 846.85 \$	(187 188.10) \$	- \$	- \$
2032	- \$	527 133.50 \$	(179 988.56) \$	- \$	- \$
2033	- \$	479 212.27 \$	(173 065.92) \$	- \$	- \$
2034	- \$	435 647.52 \$	(166 409.54) \$	- \$	- \$
2035	- \$	396 043.20 \$	(160 009.17) \$	- \$	- \$
2036	- \$	360 039.27 \$	(153 854.97) \$	- \$	- \$
2037	- \$	327 308.43 \$	(147 937.47) \$	- \$	- \$
2038	- \$	297 553.12 \$	(142 247.57) \$	- \$	- \$
2039	- \$	270 502.83 \$	(136 776.51) \$	- \$	- \$
2040	- \$	245 911.67 \$	(131 515.87) \$	- \$	- \$
2041	- \$	223 556.06 \$	(126 457.57) \$	- \$	(4 128 787.55) \$
Total	447 316 675.28 \$	59 365 192.81 \$	(8 039 826.19) \$	5 247 957.00 \$	(4 128 787.55) \$

*Taux d'actualisation : 10%

Coût économique total du prolongement du métro à Laval en 2001: 499 761 211 \$.

5.3. Les externalités

Une externalité est un résultat involontaire qui survient lorsqu'un individu ou une entreprise supporte les effets (positifs ou négatifs) d'un changement économique sans avoir participé au processus de décision à l'origine de ce changement, et qu'il n'existe pas de transaction ou de compensation entre les agents affectés.

L'externalité peut être pécuniaire dans le cas où elle influence la distribution des revenus, ou technologique lorsqu'elle implique un changement du potentiel physique de production ou de consommation. Dans le cadre de l'évaluation économique de projets, seules les externalités technologiques sont pertinentes.

Dans les sections suivantes nous monétiserons les gains découlant de la pollution évitée, de la réduction des accidents et de la diminution de la congestion suite à la baisse du kilométrage parcouru en automobiles et en autobus.

5.3.1. Gain associé à la pollution évitée

Dans le cadre de notre étude, nous évaluons la pollution en nous référant au rapport présidé par Marcel Boiteux (2001)⁹⁵. La méthode retenue est celle du «Top down», qui permet d'obtenir le coût économique de la pollution selon la densité de la population et le type de véhicule. Nous quantifions ensuite les gains provenant de la pollution évitée en multipliant le coût marginal de pollution par le nombre de kilomètres qui ne seront plus parcourus en voiture et en autobus, grâce au projet de prolongement du métro à Laval.

Tous nos calculs sont faits à partir du tableau suivant, fondé sur les données de l'Organisation mondiale de la santé (OMS)⁹⁶:

Tableau 5.3.1*
Coût marginal de la pollution en véh.km (CA \$/ véh.km) (\$ 2001)

	Urbain dense	Urbain diffus	Rase campagne
Véhicule particulier	0.0412911	0.0142383	0.1238732
Autobus	0.3545336	0.1238732	0.0014238

* Les valeurs initiales sont données en euros de 2000. Le taux de change⁹⁷ utilisé est de 1.3704 \$/euro en 2000 et les données sont corrigées à l'aide de l'IPC⁹⁸.

⁹⁵ Commissariat Général Du Plan, Transports : « choix des investissements et coût des nuisances », rapport présidé par Marcel Boiteux, 2001

⁹⁶ Ibidem, p 129-130

⁹⁷ Source : Banque du Canada

http://www.bank-banque-canada.ca/fr/taux/echange_avg_pdf-f.html

⁹⁸ Voir le tableau III. a de l'annexe 2

Les villes de Laval et de Montréal avaient respectivement une densité⁹⁹ de 1423 hab./ km² et 3719 hab./ km² en 2001. Les chiffres de la colonne «Urbain dense» étant indiqués pour une densité de plus de 420 hab. / km², ce sont ces derniers que nous utiliserons.

5.3.1.1. Pollution évitée suite à la baisse du kilométrage parcouru en automobile

À la section 5.1.4.1.1, nous avons supposé que les nouveaux usagers du transport en commun diminuent leur kilométrage parcouru en automobile de 44.4 km en moyenne par jour. Le calcul de la pollution ainsi évitée est le suivant :

$$0.0412911 \$ * 44.4 \text{ km} * 3000 \text{ voitures} * 280 \text{ jours} * 2/3 = 1\,026\,662 \$ \text{ pour l'année } 2007^{100}$$

Pour la période de 2008 à 2041, cette valeur varie en fonction du nombre d'automobiles en moins sur le réseau routier.¹⁰¹

5.3.1.2. Pollution évitée suite à la baisse du kilométrage parcouru en autobus

Le kilométrage évité par l'élimination des 22 autobus entraîne une réduction de la pollution à hauteur de 309 679 \$ pour l'année 2007 et de 464 518 \$ / an par la suite:

$$0.3545336 \$ * 22 \text{ bus}^{102} * 59\,555.6 \text{ Km}^{103} * 2/3 = 309\,679 \$ \text{ pour l'année } 2007.$$

$$0.3545336 \$ * 22 \text{ bus} * 59\,555.6 \text{ Km} = 464\,518 \$ / \text{ an pour la période de } 2008 \text{ à } 2041.$$

Le gain total lié à la pollution évitée (automobiles et voitures) en 2007 s'élève à 1 336 341 \$:

$$1\,026\,662 \$ + 309\,679 \$ = 1\,336\,341 \$$$

⁹⁹ Institut de la statistique du Québec, «Évolution et distribution de la population par région administrative, superficie et densité, Québec, 1971-2006»

Nous avons divisé la population en 2001, par la superficie en km²

http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/demographie/dons_regnl/regional/203.htm

¹⁰⁰ Nous multiplions par 2/3 car le métro est en service pendant 8 mois sur 12 en 2007 (mai à décembre)

¹⁰¹ Voir section III

¹⁰² Agence métropolitaine de transport : «Analyse avantage-coûts, analyse financière et retombées économiques – Prolongement du métro -ligne 2, juillet 2000», page 24.

¹⁰³ La Société de transport de Laval détient une flotte de 225 autobus pour une distance totale parcourue de 13.4 millions de km par an. Ce qui revient à 13 400 000 km / 225 = 59 555.6 km parcourus par an pour chaque autobus.

Source : Société de transport de Laval ; <http://www.stl.laval.qc.ca/LaSTL/stl-en-bref-fr.shtm>

5.3.2. Gain associé aux accidents évités

Une étude menée par Marc Gaudry suggère une relation entre les kilomètres parcourus et la fréquence des accidents, selon laquelle il y aurait un accident par 386 692 kilomètres parcourus¹⁰⁴.

Par ailleurs, selon les données de la SAAQ¹⁰⁵ la probabilité associée à la présence de dommages matériels lors d'un accident de la route est de 0.764, de 0.234 pour la présence de blessés et de 0.002 pour la présence de décès.

Afin de monétiser le gain associé à la réduction des accidents, nous utilisons les résultats de Roy et Babin(1991)¹⁰⁶ qui ont attribué aux différents types d'accidents les prix de référence suivants :

- ✓ Dommages matériels : 22 147 \$ /accident impliquant un autobus et 9 238 \$ par accident impliquant une automobile.
- ✓ Blessés : 37 591 \$ /personne. Ce montant couvre les frais médicaux, para- médicaux et la valeur de la production qui n'est pas réalisée par la victime et ses proches pendant la période de convalescence.
- ✓ Décès : 28 069 \$ /personne, comprenant la production perdue moins la consommation que les victimes auraient effectué s'il n'y avait pas eu l'accident, la production perdue par les proches, la différence des frais hospitaliers entre l'année t et leur valeur actualisée à l'année (t + 40) et le différentiel des frais funéraires pour cette même période.

À l'aide de ces informations, nous déduisons que la baisse des accidents suite à la diminution du kilométrage parcouru en automobile amène un gain de 1 018 257 \$ en 2007 \$:

$$44.4 \text{ km} * 3000 \text{ voitures} * 280 \text{ jours} * 2/3 = 24\,864\,000 \text{ km}$$

$$24\,864\,000 \text{ km} / 386\,692 \text{ km} = 64 \text{ accidents évités en 2007}$$

$$(64 * 0.764 * 9\,238 \$) + (64 * 0.234 * 37\,591 \$) + (64 * 0.002 * 28\,069 \$) = 1\,018\,257 \$$$

Dans ces calculs, 24 864 000 km est la distance en automobile qui ne sera pas parcourue en 2007 par les nouveaux usagers du métro et 64 est le nombre d'accidents ainsi évités.

¹⁰⁴Marc Gaudry, « Un premier bilan intégré des coûts et des revenus du réseau au Québec et du Transport public de la grande région de Montréal de 1979 à 1994 », Partie III, annexe 5.1 et annexe 6.2.

¹⁰⁵Société de l'assurance automobile du Québec : « Bilan 1996-accidents, parc automobiles, permis de conduire, dossier statistique, direction de la planification et de la statistique, Service des études et des stratégies en sécurité routière, 1997 », p.36-37

¹⁰⁶ « Modalités, externalités et prix de référence pour l'analyse bénéfiques/coûts des projets en transport, Babin et Roy, 1990 ». Ces valeurs sont exprimées en dollars de 2001.

Pour les années de 2008 à 2041, cette valeur fluctue avec le nombre d'automobiles en moins sur le réseau routier.¹⁰⁷

Pareillement, la réduction des accidents provenant de la baisse de la distance parcourue en autobus permet des économies de 77 318 \$ en 2007 :

$$22 \text{ bus} * 59\,555.6 \text{ Km} * 2/3 = 873\,482 \text{ km}$$

$$873\,482 \text{ km} / 386\,692 \text{ km} = 3 \text{ accidents évités en 2007}$$

$$(3 * 0.764 * 22\,147 \$) + (3 * 0.234 * 37\,591 \$) + (3 * 0.002 * 28\,069 \$) = 77\,318 \$$$

Pour la période de 2008 à 2041, ces économies s'élèvent à 103 091 \$ par année :

$$22 \text{ bus} * 59\,555.6 \text{ Km} = 1\,310\,223 \text{ km}$$

$$1\,310\,223 \text{ km} / 386\,692 \text{ km} = 4 \text{ accidents évités / an}$$

$$(4 * 0.764 * 22\,147 \$) + (4 * 0.234 * 37\,591 \$) + (4 * 0.002 * 28\,069 \$) = 103\,091 \$ / \text{an}$$

Le total des économies liées aux accidents évités en 2007 (par le retrait du réseau routier des autobus et des voitures) atteint 1 095 575 \$:

$$1\,018\,257 \$ + 77\,318 \$ = 1\,095\,575 \$$$

5.3.3. Gain associé à la pollution évitée due à la réduction de la congestion

En 1998 les coûts socio-économiques provenant des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effets de serre spécifiques à la congestion totalisaient 9.3 millions de dollars¹⁰⁸ pour l'ensemble de l'agglomération de Montréal¹⁰⁹. Le nombre de véhicules-kilomètres effectués¹¹⁰ en situation de congestion était de 6 736 000 km, soit 24% des véhicules-kilomètres totaux parcourus.

Nous calculons le coût marginal par véhicule-kilomètre effectué en situation de congestion en faisant le calcul suivant :

¹⁰⁷ Voir section III sur l'achalandage

¹⁰⁸ Louis Gourvil, Fannie Joubert: « Évaluation de la congestion routière dans la région de Montréal », 2004, p ix, x et 47

¹⁰⁹ Ibidem, p 27. Le territoire à l'étude comprend Montréal; Rive-Sud immédiate; Laval; Couronne sud; Couronne nord.

¹¹⁰ Ibidem, p.33 : Nous multiplions les chiffres de la période de pointe du matin par 2, car l'étude concerne la période de pointe du matin et du soir. Voir pages v et 29 du document.

$9\,300\,000\ \$ / 6\,736\,000\ \text{km} = 1.38\ \$ / \text{Véh.km}$ ou $1.49\ \$ / \text{véh.km}$ en dollars de 2001¹¹¹.

Nous appliquons donc ce coût marginal à 24 % des véhicules-kilomètres totaux qui ne seront pas parcourus en voitures et autobus, car il s'agit de la portion effectuée en situation de congestion. Par ailleurs, nous utilisons le même coût marginal pour les autobus et les automobiles car les données disponibles ne nous permettent pas de faire la distinction entre les deux.

Ainsi, la baisse du kilométrage parcouru en automobile par les nouveaux usagers du métro, entraîne des économies liées à la pollution évitée suite à la baisse de la congestion, d'une valeur de 8 891 366 \$ en 2007:

$24\,864\,000\ \text{km}^{112} * 24\ \%^{113} * 1.49\ \$ = 8\,891\,366\ \$$ pour l'année 2007

La valeur des ces économies annuelles varie tout au long du projet, avec le nombre d'automobiles en moins sur le réseau routier.¹¹⁴

Pour les autobus, la baisse de la pollution qui est attribuable à la réduction de la congestion entraîne un gain de 312 357 \$ en 2007. Par la suite il sera de 468 536 \$ par an (2008 à 2041):

$873\,482\ \text{km}^{115} * 24\ \% * 1.49\ \$ = 312\,357\ \$$ en 2007

$1\,310\,223\ \text{km}^{116} * 24\ \% * 1.49\ \$ = 468\,536\ \$ / \text{an}$ de 2008 à 2041

Finalement, le gain total (automobiles et autobus) provenant de la pollution évitée suite à la réduction de la congestion s'élève à 9 203 723 \$ en 2007 :

$8\,891\,366\ \$ + 312\,357\ \$ = 9\,203\,723\ \$$

5.3.4. Conclusion sur les externalités

Le projet de prolongement du métro à Laval produit un gain social provenant de la réduction de la pollution, des accidents et de la congestion. Pour l'année 2007, ces économies s'élèvent à 11 635 639 \$ en dollars de 2001.

Sur toute la durée du projet, la valeur actualisée en 2001 des économies liées aux externalités atteint 102 380 350 \$, dont 79 % provient de la pollution évitée (émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effets de serre) suite à la baisse de la congestion.

¹¹¹ Voir l'annexe 2, Tableau III.a pour l'IPC

¹¹² Voir section précédente pour le calcul

¹¹³ Louis Gourvil, Fannie Joubert: « Évaluation de la congestion routière dans la région de Montréal », 2004, p33

La part des véhicules-kilomètres effectués en situation de congestion était de 24% des véhicules-kilomètres totaux parcourus.

¹¹⁴ Voir section III sur l'achalandage

¹¹⁵ Voir section précédente pour le calcul

¹¹⁶ Ibidem

Tableau 5.3.4.
Valeurs actualisées* des externalités (en dollars de 2001)

Années	Réduction de la pollution	Réduction des accidents	Réduction congestion
2001 à 2006	- \$	- \$	- \$
2007	754 330 \$	618 424 \$	5 195 262 \$
2008	1 029 685 \$	844 857 \$	7 093 574 \$
2009	937 035 \$	768 052 \$	6 456 999 \$
2010	852 721 \$	698 229 \$	5 877 541 \$
2011	775 992 \$	634 753 \$	5 350 075 \$
2012	706 167 \$	577 049 \$	4 869 937 \$
2013	642 788 \$	524 590 \$	4 434 298 \$
2014	584 947 \$	476 900 \$	4 036 331 \$
2015	532 311 \$	437 735 \$	3 674 075 \$
2016	484 411 \$	397 941 \$	3 344 325 \$
2017	440 820 \$	361 764 \$	3 044 166 \$
2018	401 152 \$	328 877 \$	2 770 941 \$
2019	365 053 \$	298 979 \$	2 522 236 \$
2020	332 202 \$	271 799 \$	2 295 850 \$
2021	302 307 \$	247 090 \$	2 089 779 \$
2022	275 171 \$	224 627 \$	1 902 803 \$
2023	250 408 \$	206 161 \$	1 732 006 \$
2024	227 873 \$	187 419 \$	1 576 536 \$
2025	207 366 \$	170 381 \$	1 435 020 \$
2026	188 704 \$	154 892 \$	1 306 205 \$
2027	171 721 \$	140 811 \$	1 188 951 \$
2028	156 306 \$	128 010 \$	1 082 560 \$
2029	142 239 \$	116 372 \$	985 379 \$
2030	129 437 \$	106 796 \$	896 920 \$
2031	117 788 \$	97 087 \$	816 401 \$
2032	107 187 \$	88 261 \$	743 109 \$
2033	97 564 \$	80 238 \$	676 607 \$
2034	88 783 \$	72 943 \$	615 863 \$
2035	80 792 \$	66 312 \$	560 571 \$
2036	73 521 \$	60 284 \$	510 243 \$
2037	66 920 \$	54 803 \$	464 576 \$
2038	60 897 \$	50 289 \$	422 865 \$
2039	55 416 \$	45 717 \$	384 898 \$
2040	50 428 \$	41 561 \$	350 340 \$
2041	45 900 \$	37 783 \$	318 982 \$
Total	11 736 342 \$	9 617 784 \$	81 026 223 \$

* Taux d'actualisation : 10 %

Valeur actualisée totale des externalités : 102 380 350 \$

VI. Valeur Actualisée Nette économique du projet (VAN économique) et subvention optimale

La valeur actualisée nette économique du projet en 2001 est la somme des valeurs actualisées des avantages économiques, des coûts économiques et des externalités du projet. Le calcul est le suivant :

✓ Avantages économiques totaux actualisés :	204 003 574 \$
✓ Coûts économiques totaux actualisés :	(499 761 211 \$)
✓ Externalités totales actualisées :	102 380 350 \$
VAN économique :	(193 377 287 \$)

En définitive, le projet de prolongement du métro à Laval n'est pas rentable économiquement car sa valeur Actualisée Nette économique en 2001 est négative d'un montant de 193 377 287 \$.

Comme nous l'avons mentionné à la section 2.5, seuls les projets qui sont financièrement non rentables mais économiquement rentables devraient être subventionnés. Étant donné que le projet de prolongement du métro à Laval est non rentable aussi bien financièrement qu'économiquement, il ne devrait pas être subventionné.¹¹⁷

VII. Analyse de sensibilité

Notre étude repose sur différentes hypothèses dont la variation pourrait affecter nos résultats sur la rentabilité du projet. De plus, plusieurs données utilisées proviennent de diverses ressources documentaires et peuvent varier d'un auteur à un autre. Il nous appartient donc de faire fluctuer ces variables afin de voir à quel point la rentabilité économique du projet en dépend.

Ne pouvant pas tester l'impact de chaque variable, nous traiterons en premier lieu de l'hypothèse de L'AMT relative à l'achalandage car elle détermine entre autres le volume d'heures épargnées et le gain de temps de déplacement. Or ce dernier constitue l'avantage économique principal (62% des avantages totaux)¹¹⁸. Ensuite nous nous intéresserons aux coûts non encore déboursés (précisément les coûts annuels d'exploitation), à l'hypothèse de la distance parcourue en voiture par les anciens automobilistes et enfin nous ferons varier le taux d'actualisation, qui détermine la valeur actualisée nette économique du projet en 2001.

¹¹⁷ Cette conclusion est nuancée par l'analyse de sensibilité de la VAN économique du projet au taux d'actualisation employé.

¹¹⁸ Voir section 5.1.6

7.1. Sensibilité de la VAN économique à l'achalandage

Les tests de sensibilité par rapport à l'achalandage se feront à deux niveaux. Nous ferons varier tout d'abord le volume d'usagers du métro de Laval, en multipliant par 0.75 et ensuite par 1.25 l'achalandage quotidien prévu par l'AMT. L'hypothèse de croissance (0.1357 % par an)¹¹⁹ reste la même. Les résultats sont les suivants :

Tableau 7.1.a
Variation du volume d'achalandage

Pourcentage appliqué à l'achalandage prévu par l'AMT	Achalandage quotidien de départ (année 2007)	VAN économique
75%	38385	(266 137 254) \$
100%	51180	(193 377 287) \$
125%	63975	(120 622 678) \$

Ensuite, nous changeons le taux de croissance de l'achalandage quotidien prévu par l'AMT en faisant augmenter le nombre de déplacements journaliers 2 fois plus vite et 2 fois moins vite. Nous conservons néanmoins le volume d'achalandage de départ prévu par l'AMT (51 180 déplacements par jour en 2007) :

Tableau 7.1.b
Variation de la croissance des déplacements

Taux de croissance de l'achalandage quotidien	VAN économique
0,2714%	(189 613 210) \$
0,1357%	(193 377 287) \$
0,0678%	(195 228 541) \$

Nous constatons que la VAN économique demeure très négative malgré la variation des déplacements quotidiens. Il faudrait que le volume de déplacements quotidiens de départ soit multiplié par 1.7, ou que la croissance des déplacements quotidiens avoisine les 4.9 % par an, pour que le projet soit économiquement rentable.

Ces valeurs étant éloignées des hypothèses de départ de l'AMT, et donc peu probables, nous pouvons dire que l'impact de l'évolution de l'achalandage sur la rentabilité économique du projet est minime.

¹¹⁹ Se référer à la section III portant sur les hypothèses d'achalandage

7.2. Sensibilité de la VAN économique aux coûts d'exploitation

Les coûts d'exploitation du projet représentent près de 12% des coûts économiques totaux. Ce sont les dépenses les plus importantes après les coûts de construction (ces derniers sont déjà déboursés et donc certains). Par contre la variation des coûts d'exploitation n'influence que très peu la rentabilité du projet, car même s'ils étaient nuls (diminution de 100%) la VAN économique du projet serait encore négative à hauteur de 134 012 095 \$.

De même les coûts de renouvellement n'ont pas d'impact sur la rentabilité du projet car leur absence laisse la VAN économique du projet négative de 188 129 330 \$.

7.3. Sensibilité de la VAN économique à la réduction de la distance parcourue en voiture par les anciens automobilistes¹²⁰

Le tableau 7.3 montre la variation de la VAN économique du projet en fonction de la réduction de la distance parcourue en voiture par les anciens automobilistes. Nous multiplions la valeur initiale (44.4 km) par 2, 1.5, 0.75 et 0.25 :

Tableau 7.3
Sensibilité de la VAN économique à la réduction de la distance parcourue en voiture par les anciens automobilistes

Réduction de la distance parcourue en automobile (km/jour)	VAN économique
88.8 km	(97 016 306) \$
66.6 km	(145 210 315) \$
44.4 km	(193 377 287) \$
33.3 km	(217 469 847) \$
22.2 km	(241 568 815) \$

Nous remarquons que plus la baisse de la distance parcourue en automobile est élevée, plus la VAN économique du projet augmente. Par contre, il faudrait une réduction moyenne de plus de 133 km/jour pour que le projet soit économiquement rentable. Cela suggérerait que les automobilistes économisent en moyenne près de trois fois la distance en voiture entre la station Montmorency et le centre-ville de Montréal (aller et retour).

¹²⁰ Nous sommes conscients du fait que l'hypothèse sur la distance parcourue en automobile (section 5.1.1.2) influe sur la perte de temps de déplacement des automobilistes et les économies de coûts de déplacement. Par contre l'impact étant négatif pour les économies de temps et positif pour les économies de coûts de déplacement, nous ne traitons que de l'effet d'une variation de cette hypothèse sur les externalités et donc sur la VAN économique du projet (par souci de simplicité).

Cette situation paraissant peu probable, nous en déduisons que la VAN économique du projet reste très négative malgré une variation de la distance qui ne sera plus parcourue en voiture par les anciens automobilistes.

7.4. Sensibilité de la VAN économique au taux d'actualisation

La VAN d'un projet est une fonction décroissante du taux d'actualisation. Autrement dit, la valeur de la VAN croît avec la diminution du taux d'actualisation utilisé. En faisant varier le taux d'actualisation, nous constatons que le projet de prolongement du métro à Laval devient économiquement rentable à partir d'un taux d'actualisation environ égal à 5.571 %. Le tableau suivant montre l'évolution de la VAN économique du projet en fonction de la variation du taux d'actualisation utilisé :

Tableau 7.4
VAN économique du projet en fonction du taux d'actualisation

Taux d'actualisation	VAN économique
12%	(228 984 950) \$
10%	(193 377 287) \$
8%	(132 974 214) \$
6%	(30 253 809) \$
5.6%	(2 158 608) \$
5.571065 %	0 \$
5.5%	5 361 038 \$
4%	147 402 274 \$

VIII. Conclusion

L'évaluation financière et économique du projet de prolongement du métro à Laval suggère que celui-ci est économiquement non rentable et ne mérite par conséquent aucune subvention¹²¹.

La valeur actualisée nette économique du projet demeure très négative, malgré une variation des hypothèses concernant l'évolution de l'achalandage, les coûts économiques d'exploitation et la distance moyenne parcourue en voiture. Notons toutefois qu'un taux d'actualisation social inférieur ou égal à environ 5.571 % rendrait le projet économiquement rentable et celui-ci devrait être subventionné. Le montant optimal de cette subvention¹²² serait la somme juste nécessaire pour rendre nulle la VAN financière du projet, soit 707 959 281 \$ en dollars de 2001.

Notre conclusion est semblable à celle de l'AMT en 2000¹²³, bien que les méthodes d'évaluation employées diffèrent. L'AMT avait utilisé un taux d'actualisation social de 8% et arrivait à un ratio avantages-coûts inférieur à l'unité se chiffrant à 0.71 au lieu de 0.61 dans cette étude¹²⁴.

¹²¹ Notons que cette conclusion est nuancée par les résultats de l'analyse de sensibilité au taux d'actualisation utilisé. Voir section 2.5 pour les critères d'octroi d'une subvention.

¹²² Se référer à la section 2.5 pour les critères d'octroi d'une subvention et le calcul de la subvention optimale.

¹²³ Agence métropolitaine de transport : «Analyse avantage-coûts, analyse financière et retombées économiques – Prolongement du métro -ligne 2, juillet 2000», page 4

¹²⁴ Notre calcul est le suivant : $(204\,003\,574 \$ + 102\,380\,350 \$) / 499\,761\,211 \$ = 0.61$

IX. Bibliographie

Agence Métropolitaine de Transport, « Prolongement du métro de la ligne 2 à Laval », Avril 2000

Agence Métropolitaine de Transport, « Étude de faisabilité pour le prolongement du Métro à Laval », mars 2000, page 18

Agence métropolitaine de transport, «Analyse avantage-coûts, analyse financière et retombées économiques – Prolongement du métro -ligne 2», juillet 2000

Agence métropolitaine de transport, « Correspondance», Volume 1. Numéro 1, octobre 2001

Agence métropolitaine de transport, site internet
<http://www.amt.qc.ca/grandsprojets/metrolaval/>

Association canadienne des Automobilistes, « Coûts d'utilisation d'une automobile », Édition 2005

Association du transport urbain du Québec (ATUQ), «Des Faits et des Chiffres; Édition 2004»

Bulletin économique du transport au Québec, numéro 15, octobre 1997

Commissariat Général Du Plan, Transports, « choix des investissements et coût des nuisances », rapport présidé par Marcel Boiteux, 2001

Commission de la construction du Québec, «Caractéristiques de l'industrie», site internet
http://www.ccq.org/B_IndustrieConstruction/B1_CaracteristiquesIndustrie.aspx?sc_lang=fr-CA&profil=GrandPublic

Commission de la construction du Québec, « Nombre d'heures travaillées par les salariés selon la région de domicile, 1993-2002»

Commission de la construction du Québec, « Nombre de salariés selon la région de domicile, 1993-2002»

Commission de la construction du Québec, « Calendrier de l'industrie de la construction 2007»

Courrier Laval, cahier souvenir sur l'histoire du métro à Laval, « Le métro à votre porte», avril 2007

Courrier Laval, « Moins d'achalandage que prévu pour le métro de Laval », 7 mars 2007
<http://www.courrierlaval.com/v4/article-82110-Moins-dachalandage-que-prevu-pour-le-metro-de-Laval.html>

Gaudry Marc, «Un premier bilan intégré des coûts et des revenus du réseau routier au Québec et du transport public de la région de Montréal de 1979 à 1994», 1994

Google Maps Canada
<http://maps.google.ca>

Institut de la statistique du Québec, «Évolution et distribution de la population par région administrative, superficie et densité, Québec, 1971-2006»

Institut de la statistique du Québec, «Taux de chômage, par région administrative, par région métropolitaine de recensement et ensemble du Québec, 1996-2006»

Institut de la statistique du Québec : « Comparaison de la population et de l'accroissement total selon les scénario A de référence et F migration zéro, régions administratives (RA) et municipalités régionales de comté et territoires équivalents (MRC), Québec, 2001-2026 », octobre 2004.

Jesus Enrique Cabrera Suarez, «Le projet d'extension du train léger sur rail (en direction nord-sud) de la ville d'Ottawa et la subvention optimale », Rapport de recherche, Département des sciences économiques, Université de Montréal, Novembre 2006.

Louis Gourvil, Fannie Joubert, «Évaluation de la congestion routière dans la région de Montréal», 2004

Martin, F. « Évaluation des projets publics », Département des sciences économiques, Université de Montréal, 2005-2006

Martin, F. « Analyse avantage-coûts du train haute vitesse Québec-Windsor », Département des sciences économiques, Université de Montréal, 1996.

Martin, F. « L'analyse avantages-coûts et subvention des projets publics de transport », Département des sciences économiques, Université de Montréal, 2006.

Ministère des transports du Québec, «Rapport du comité d'experts sur le projet de prolongement du réseau de métro sur le territoire de la ville de Laval», 2004

Ministère des transports : « Prolongement de l'autoroute 25 », page 30

Revenu Québec, « Renseignements généraux sur la TVQ et la TPS/TVH», 2005

Babin A. et Roy E. « Modalités, externalités et prix de référence pour l'analyse bénéfices/coûts des projets en transport, Babin et Roy» 1991.

Rodrigue Jean, « Analyse avantages-coûts du projet de modernisation de la rue Notre-dame à Montréal », Rapport de recherche, Département des sciences économiques, Université de Montréal, mai 2004.

Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada, « Guide de l'analyse avantages», juillet 1998

Sihem Errihani, « Analyse avantages-coûts de l'insertion d'un système léger sur rail(SLR) sur l'axe Henri-Bourassa à Montréal», Rapport de recherche, Département des sciences économiques, Université de Montréal, Avril 2007

Société de l'assurance automobile du Québec, «Bilan 1996-accidents, parc automobiles, permis de conduire, dossier statistique, direction de la planification et de la statistique, Service des études et des stratégies en sécurité routière, 1997»

Société de transport de Laval, «Une nouvelle génération de transports collectifs pour Laval, Plan stratégique 2004-2013»

Société de transport de Laval, site internet, simulateur de trajet «Navigo! », bus 40 ou 61.
www.stl.laval.qc.ca

Société de transport de Laval : « Guide réseau 2007»

Société de transport de Laval, site internet, la STL en bref
<http://www.stl.laval.qc.ca/LaSTL/stl-en-bref-fr.shtm>

Société de transport de Montréal, «Programme triennal d'immobilisations 2007-2009»

Société de transport de Montréal, « Tarification de 1989 à 2002 »

Société de transport de Montréal, communiqué de presse, 6 décembre 2006
<http://www2.stm.info/info/comm-06/co061206.htm>

Société de transport de Montréal, «Budget 2002»

Stationnement Montréal, «Rapport annuel 2001»

Statistique Canada, « Enquête sur les véhicules au Canada : annuelle, 2003, produit no 53-223-XIF au catalogue, pages 26 et 30.»
<http://www.statcan.ca/francais/research/11-621-MIF/11-621-MIF2005028.htm>

Transports Canada, «Guide de l'analyse coûts-avantages», 1994

Ville de Montréal, Atlas de l'emploi, «Emplois dans toutes les industries- Dans la région métropolitaine de recensement de Montréal en 2001. »

ANNEXE 1

Paramétrage du coût social de la main d'œuvre

Comme indiqué plus tôt, notre étude se fait en dollars constants de 2001. Par conséquent dans nos calculs, soit nous utilisons les données de l'année 2001 lorsque celles-ci sont disponibles, ou nous convertissons les données disponibles en dollars de 2001 à l'aide de l'indice des prix à la consommation.

a) Calcul de P : La probabilité de travailler

Nous distinguons deux sortes de main d'œuvre : la main d'œuvre de construction et la main d'œuvre liée à l'exploitation, évaluée selon les conditions de travail des employés d'entretien de la STM.

Selon la Commission de la construction du Québec, les salariés du domaine de la construction domiciliés dans la région du grand Montréal¹²⁵ ont travaillé 53 261 000 heures¹²⁶ pendant l'année 2001. Ces employés étant au nombre de 54 324 en 2001¹²⁷, nous pouvons dire qu'ils ont travaillé pendant environ 25 semaines de 40 heures toute l'année. Le calcul est le suivant :

$$(53\,261\,000 / 54\,324) / 40 \approx 25 \text{ semaines}$$

À ces 25 semaines s'ajoutent 4 semaines de congés annuels obligatoires¹²⁸ dont 2 semaines durant l'été et 2 autres semaines en fin d'année. De plus, les employés de construction ont droit à 8 jours fériés additionnels selon le calendrier de la construction¹²⁹. Cela fait un total d'environ 5 semaines que nous additionnons aux 25 semaines de travail, puisque ces congés sont payés.

Ainsi nous pouvons dire qu'en moyenne, les employés de construction de la région de Montréal travaillent environ 30 semaines de 40 heures sur les 52 semaines de l'année. En faisant l'hypothèse d'homogénéité de la main d'œuvre (sans distinction entre la main d'œuvre qualifiée et non qualifiée), nous fixons la probabilité de travailler des employés de construction de notre projet à 30 semaines sur 52 ou 0.58:

$$P = 30 \text{ semaines sur } 52$$

$$P = 30 / 52 \approx 0.58$$

¹²⁵ La région du grand Montréal comprend l'île de Montréal, la Montérégie et Laval-Laurentides-Lanaudière.

¹²⁶ Commission de la construction du Québec : « Nombre d'heures travaillées par les salariés selon la région de domicile, 1993-2002 ».

<http://www.ccq.org/media/pdf/publications/statistiqueshistoriques/2002/c4.pdf>

¹²⁷ Commission de la construction du Québec : « Nombre de salariés selon la région de domicile, 1993-2002 »

<http://www.ccq.org/media/pdf/publications/statistiqueshistoriques/2002/c1.pdf>

¹²⁸ Commission de la construction du Québec : « Calendrier de l'industrie de la construction 2007 »

Nous utilisons le calendrier de l'année 2007 car les conditions de congés dans l'industrie de la construction sont restées pratiquement les mêmes pour la période 2001 à 2007.

<http://www.ccq.org/media/pdf/publications/conventionscollectives/calendrier.pdf>

¹²⁹ ibidem

Nous pouvons expliquer ce résultat par deux caractéristiques particulières de l'industrie de la construction, décrites par la Commission de la construction du Québec sur son site¹³⁰. D'abord le chômage cyclique, issu de l'instabilité dans les investissements qui entraîne des périodes de forte activité durant lesquelles on assiste à la mise en chantier de grands projets. Ces périodes sont alors suivies de moments plus calmes.

Ensuite, le chômage saisonnier provoqué par la variation des conditions climatiques. En effet, les activités de construction se déroulant pour la plupart à l'extérieur, c'est surtout pendant la période estivale (avril à octobre) qu'elles ont lieu. Par contre pendant l'hiver (surtout en décembre et en janvier) l'activité est plus faible.

Concernant les employés d'entretien de la STM, nous utilisons les données de l'Institut de la statistique du Québec¹³¹. Nous établissons ainsi leur probabilité de travailler à 45 semaines de 40 heures dans l'année, en additionnant la durée moyenne habituelle de travail au temps supplémentaire en heures par année des travailleurs d'entretien¹³²:

$$1759,4 + 35,4 = 1794,8 \text{ heures}$$

$$1794,8 / 40 \approx 45 \text{ semaines}$$

$$P = 45 / 52 = 0.86$$

La probabilité de travailler pour les employés d'entretien de notre projet est donc de 45 semaines sur 52 ou 0.86.

Nous appliquons les données de la province du Québec à la région de Montréal - Laval, en faisant les hypothèses suivantes :

- ✓ Le chômage est réparti uniformément dans la province du Québec.
- ✓ On n'observe pas de migration interrégionale de la main d'œuvre.
- ✓ Les travailleurs sont homogènes (pas de distinction entre la main d'œuvre qualifiée et non qualifiée).

b) Valeurs de W1

Le salaire horaire moyen d'un employé dans le secteur de la construction (génie civil et voirie) était de 27.42 \$¹³³ en 2001, ce qui donne 1 096.8 \$ pour une semaine de 40 heures.

¹³⁰ Commission de la construction du Québec : «Caractéristiques de l'industrie»
http://www.ccq.org/B_IndustrieConstruction/B1_CaracteristiquesIndustrie.aspx?sc_lang=fr-CA&profil=GrandPublic

¹³¹ Institut de la statistique du Québec : «Durée du travail réelle en heures par année selon diverses caractéristiques, ensemble des employés, moyenne annuelle, Québec, 2006 ».
http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/march_travl_remnr/remnr_condt_travl/024_dtr_emp_2006.htm

¹³² Nous utilisons les chiffres du secteur d'activité : «Serv. entr., bâtim. et autres serv.»

¹³³ Commission de la construction du Québec : « Salaire horaire moyen des salariés par secteur et par statut professionnel, 1997-2006 ».
<http://www.ccq.org/media/pdf/publications/statistiqueshistoriques/2006/c33.pdf>

Selon la Confédération des syndicats nationaux¹³⁴ (CSN), le salaire horaire des employés d'entretien serait d'environ 25.39\$ en 2007 ou 22.3 \$ en dollars de 2001¹³⁵. Pour une semaine de 40 heures, le salaire hebdomadaire des employés d'entretien de la STM est de 892 \$ en dollars de 2001.

c) Valeurs de Wt

La convention collective (2004-2007) de la Commission de la construction du Québec prévoit une cotisation patronale de 5.355 \$ par heure de travail en 2006¹³⁶, ce qui correspond à 4.813 \$ en dollars de 2001¹³⁷. Pour une semaine de travail de 40 heures, ces cotisations s'élèvent à 192.52 \$.

En ajoutant ce montant au salaire hebdomadaire W1 d'un employé de construction (génie civil et voirie), nous obtenons Wt égale à 1 289.32 \$.

À partir du budget révisé de la STM pour l'année 2001¹³⁸, nous obtenons la part des cotisations des employeurs qui représentaient 9.7 % des salaires des employés. En effet, les cotisations des employeurs (cotisations aux régimes publics et coûts de la CSST) totalisaient 1 316 milliers de dollars, tandis que la rémunération conventionnée était de 13 567 milliers de dollars.

En multipliant 892 \$ par 1.097 nous obtenons Wt égale à 978.52 \$ pour un employé d'entretien de la STM.

d) Valeurs de t

En utilisant la table d'impôts des particuliers fournie par le Centre québécois de formation en fiscalité pour l'année 2001¹³⁹, nous retenons pour un salaire hebdomadaire de 1 096.8 \$ (revenu annuel de 57 033.6\$) le taux d'imposition annuel moyen de 31.95% et pour un salaire hebdomadaire de 892 \$ (revenu annuel de 46 384 \$) le taux d'imposition annuel moyen de 29.9%.

¹³⁴ Confédération des syndicats nationaux : « Des emplois à revaloriser ».

<http://www.csn.qc.ca/Communiqués/CommMai07/Comm19-05-07.html>

¹³⁵ Voir le tableau III.a de l'annexe 2 pour l'IPC.

¹³⁶ Commission de la construction du Québec : « Convention collective du secteur génie civil et voirie 2004-2007 », page 236.

http://www.cqff.com/media/pdf/publications/conventionscollectives/convention_genie_2004_2007.pdf

¹³⁷ Voir le tableau III.a de l'annexe 2 pour l'IPC

¹³⁸ Société de transport de Montréal, «Budget 2002», page 34

<http://www.stm.info/en%2Dbref/budget2002.pdf>

¹³⁹ Centre québécois de formation en fiscalité : «Table d'impôt 2001- Particuliers résidant au Québec»

L'impôt total payé pour un revenu de 60 000 \$ est de 19 172 \$. Taux moyen d'imposition: 19 172 / 60 000 = 31.95%

L'impôt total payé pour un revenu de 50 000 \$ est de 14 950 \$. Taux moyen d'imposition: 14 950 / 50 000 = 29.9%

http://www.cqff.com/tableaux_utiles/tab_impot_particuliers2001.htm

e) Valeur de B

Ce coefficient représente la surrémunération des travailleurs et prend une valeur de 1.155, soit la même que celle qui est utilisée dans l'analyse avantages-coûts du train à haute vitesse Québec-Windsor¹⁴⁰.

f) Valeur de f

Selon l'Institut de la statistique du Québec, le taux de chômage à Montréal en 2001 atteint 10.1%¹⁴¹. À ce niveau de chômage, un minimum de 525 heures assurables est requis pour avoir droit aux prestations régulières d'assurance-emploi.¹⁴²

Comme nous l'avons mentionné précédemment, la probabilité de travailler des employés de construction est de 30 semaines de 40 heures dans l'année (1200 heures). Pour ce nombre d'heures de travail (et le taux de chômage de 10.1%), la période maximale durant laquelle ces employés peuvent recevoir des prestations d'assurance-emploi est de 31 semaines.¹⁴³ Il y a cependant un délai¹⁴⁴ de deux semaines non payées à observer avant d'avoir accès aux prestations.

En supposant donc que les employés de construction ont travaillé en moyenne 1200 heures assurables, ils sont en chômage pendant 22 semaines dans l'année. Ce temps est réduit à 20 semaines, en raison de la période initiale d'attente de deux semaines. Ainsi ces employés perçoivent des prestations d'assurance-emploi pendant 20 semaines, car cette période est inférieure à la période maximale de 31 semaines.

La proportion de la période sans emploi pendant laquelle un employé de construction reçoit des prestations d'assurance-emploi (f) prend alors la valeur de 91 % :

$$20 \text{ semaines} / 22 \text{ semaines} = 0.91$$

En ce qui concerne les employés d'entretien leur probabilité de travailler est de 45 semaines de 40 heures (1 800 heures). Pour ce nombre d'heures de travail, ils peuvent recevoir des prestations d'assurance-emploi pendant un maximum de 45 semaines, ce qui excède de loin les 7 semaines (52 – 45) pendant lesquelles ils seraient au chômage.

¹⁴⁰Martin, F. « Analyse avantage-coûts du train haute vitesse Québec-Windsor », p A-14.

¹⁴¹ Institut de la statistique du Québec : « Taux de chômage, par région administrative, par région métropolitaine de recensement et ensemble du Québec, 1996-2006 »

Nous utilisons le taux de chômage de Montréal pour la région de Montréal et Laval, par souci de simplicité.

http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/march_travl_remnr/parnt_etudn_march_travl/pop_active/stat_reg/taux_ch_omage_reg.htm

¹⁴²Service Canada : « Heures assurables requises »

<http://www1.servicecanada.gc.ca/fr/ae/genres/ordinaire.shtml#Heures>

¹⁴³Service Canada : « Nombre de semaines payables »

http://www1.servicecanada.gc.ca/fr/ae/genres/tableau_semainespayables.shtml#semaines

¹⁴⁴Source : Service Canada

<http://www1.servicecanada.gc.ca/fr/ae/genres/ordinaire.shtml#attente>

Cependant en raison des deux semaines d'attente, la proportion de la période sans emploi pendant laquelle un employé d'entretien reçoit des prestations d'assurance-emploi (f) prend alors la valeur de 71 % :

$$5 / 7 = 0.71$$

e) Valeur de U

Quant à la prestation hebdomadaire d'assurance-emploi (U), nous la calculons en utilisant le taux de base pour les prestations qui s'établit à 55% de la rémunération assurable moyenne des 26 dernières semaines. Le montant maximal de prestation hebdomadaire est fixé à 423 \$.¹⁴⁵

En considérant les valeurs élevées de W1 (1 096. 8 \$ et 892 \$), la prestation hebdomadaire d'assurance-emploi pour nos employés, s'élève à 423 \$ par semaine car :

$$1\,096.8 \$ * 55\% = 603.24 \$ > 423 \$$$

$$892 \$ * 55\% = 490.6 \$ > 423 \$$$

e) Valeurs de g et a

Comme nous l'avons expliqué plus haut, la période maximale d'accès aux prestations d'assurance-emploi couvre entièrement la période de chômage pour les deux types d'employés de ce projet (excepté les deux semaines non payées).

Ainsi la proportion de la période sans-emploi durant laquelle les employés reçoivent des prestations d'aide sociale (g), de même que le montant de ces prestations, prennent des valeurs nulles.

¹⁴⁵Source : Service Canada
<http://www1.servicecanada.gc.ca/fr/ae/genres/ordinaire.shtml#calculons>

ANNEXE 2 :
Les coûts nominaux de construction et d'exploitation

I. Les coûts nominaux de construction

Selon les études préliminaires de l'Agence métropolitaine de transport en 2000¹⁴⁶, les coûts nominaux du prolongement du métro à Laval (incluant toutes les taxes) se résument dans le tableau qui suit :

Tableau I.
Estimation des coûts de construction par L'AMT en 2000

À la charge de	Coûts de main d'œuvre	Achats d'équipements et acquisitions
La STM et la Ville de Montréal : • Tunnels	17 152 000 \$	144 300 000 \$
Total	75 896 000 \$	267 133 000 \$
L'Agence métropolitaine de transport	6 240 000 \$	29 397 000 \$
Total	82 136 000 \$	296 530 000 \$

Coût nominal total de construction : 378 670 000 \$

En nous appuyant sur ce tableau, nous établissons la distribution des 745 millions¹⁴⁷ de coûts totaux de construction par les calculs suivants :

✓ Coût total de main d'œuvre :

$$82\,136\,000\ \$ / 378\,670\,000\ \$ = 21.69\%$$

$$21.69\% * 745\,000\,000\ \$ \approx 161\,600\,000\ \$$$

✓ Coût nominal total des équipements et des acquisitions :

$$296\,530\,000\ \$ / 378\,670\,000\ \$ = 78.31\%$$

$$78.31\% * 745\,000\,000\ \$ \approx 583\,400\,000\ \$$$

✓ Coût nominal des équipements et acquisitions relevant de l'AMT :

$$29\,397\,000\ \$ // 378\,670\,000\ \$ = 7.76\%$$

$$7.76\% * 745\,000\,000\ \$ \approx 57\,812\,000\ \$$$

¹⁴⁶ Agence Métropolitaine de Transport : « Prolongement du métro de la ligne 2 à Laval », Avril 2000, pages 49 et 50

¹⁴⁷ Source : Agence métropolitaine de transport

<http://www.amt.qc.ca/grandsprojets/metrolaval/index.asp>

- ✓ Part des dépenses totales de main d'œuvre qui est attribuable à l'AMT :

$$6\,240\,000 \$ / 82\,136\,000 \$ = 7.6\%$$

- ✓ Part des dépenses de la STM et de la Ville de Montréal en équipements et acquisitions, qui est allouée à la construction des tunnels :

$$144\,300\,000 \$ / 267\,133\,000 \$ = 54\%$$

- ✓ Part des coûts totaux de main d'œuvre, qui est liée à la construction des tunnels :

$$17\,152\,000 \$ / 82\,136\,000 \$ = 21\%$$

II. Calendrier des coûts nominaux de construction

La période de construction s'étend du mois d'octobre 2001 au mois d'avril 2007, donc pendant une période de 67 mois ou environ 5.583 années. En supposant que les dépenses de construction sont réparties uniformément dans le temps, nous établissons la part des dépenses totales qui est engagée dans une année par le calcul suivant :

Part des dépenses totales qui est engagée dans l'année = $\frac{\text{Nombre de mois de construction dans l'année}}{\text{Période totale de construction du projet (en mois)}}$

Tableau II.a
Part des dépenses totales engagées par année

Construction : Octobre 2001 à avril 2007		
Année	Nombre de mois de construction dans l'année	Part des dépenses totales, qui est engagée dans l'année
2001	3	4%
2002	12	18%
2003	12	18%
2004	12	18%
2005	12	18%
2006	12	18%
2007	4	6%
Total	67	100%

À partir du tableau précédent et des résultats de la section I de cette annexe, nous établissons la répartition des coûts totaux de construction dans le temps comme suit :

Tableau II.b
Répartition des coûts de construction dans le temps, en dollars courants

Année du débours	Coût nominal total de main d'œuvre	Coût total des équipements et des acquisitions :	Coût total de construction	Part AMT main d'œuvre	Part AMT Équipements
2001	6 464 000 \$	23 336 000 \$	29 800 000 \$	491 264,00 \$	2 312 480,00 \$
2002	29 088 000 \$	105 012 000 \$	134 100 000 \$	2 210 688,00 \$	10 406 160,00 \$
2003	29 088 000 \$	105 012 000 \$	134 100 000 \$	2 210 688,00 \$	10 406 160,00 \$
2004	29 088 000 \$	105 012 000 \$	134 100 000 \$	2 210 688,00 \$	10 406 160,00 \$
2005	29 088 000 \$	105 012 000 \$	134 100 000 \$	2 210 688,00 \$	10 406 160,00 \$
2006	29 088 000 \$	105 012 000 \$	134 100 000 \$	2 210 688,00 \$	10 406 160,00 \$
2007	9 696 000 \$	35 004 000 \$	44 700 000 \$	736 896,00 \$	3 468 720,00 \$
Total	161 600 000 \$	583 400 000 \$	745 000 000 \$	12 281 600 \$	57 812 000 \$
Coût nominal total de construction		745 000 000 \$			
Total AMT		70 093 600 \$			

III. Indices des prix à la consommation et coûts de construction en dollars constants de 2001

Nous exprimons les coûts de construction en dollars constants de 2001, à l'aide des indices des prix à la consommation (IPC) fournis par la Banque du Canada ¹⁴⁸.

Tableau III.a
Indices des prix à la consommation (IPC au mois de mai de chaque année)

Année	IPC
1990	77,9
1991	82,7
1992	83,8
1993	85,4
1994	85,2
1995	87,7
1996	89
1997	90,3
1998	91,3
1999	92,7
2000	94,9
2001	98,6
2002	99,7
2003	102,5
2004	105
2005	106,7
2006	109,7
2007	112,1

¹⁴⁸ Source : Banque du Canada
http://www.bank-banque-canada.ca/fr/taux/inflation_calc-f.html

Tableau III.b
Coûts de construction en dollars constants de 2001

Année du débours	Coût de main d'œuvre	Coût des équipements et des acquisitions	Coût total de construction par année	Part AMT main d'œuvre	Part AMT Équipements
2001	6 464 000 \$	23 336 000 \$	29 800 000 \$	491 264 \$	2 312 480 \$
2002	28 767 069 \$	103 853 392 \$	132 620 461 \$	2 186 297 \$	10 291 348 \$
2003	27 981 237 \$	101 016 421 \$	128 997 659 \$	2 126 574 \$	10 010 218 \$
2004	27 315 017 \$	98 611 269 \$	125 926 286 \$	2 075 941 \$	9 771 880 \$
2005	26 879 820 \$	97 040 142 \$	123 919 963 \$	2 042 866 \$	9 616 189 \$
2006	26 144 729 \$	94 386 356 \$	120 531 085 \$	1 986 999 \$	9 353 212 \$
2007	8 528 328 \$	30 788 532 \$	39 316 860 \$	648 153 \$	3 050 988 \$
Total	152 080 201 \$	549 032 112 \$	701 112 313 \$	11 558 095 \$	54 406 315 \$
Coût total de construction en dollars de 2001		701 112 313 \$			
Total AMT		65 964 411 \$			

IV. Les coûts nominaux d'exploitation

Les coûts annuels d'exploitation fournis par l'AMT en 2000¹⁴⁹ sont les suivants :

	Première année d'exploitation du métro	Coûts annuels par la suite
Coûts d'opération du métro	10 400 000 \$	10 400 000 \$
Coûts non récurrents	2 000 000 \$	
Total des coûts d'opération du métro	12 400 000 \$	10 400 000 \$
Stationnements incitatifs (AMT)	465 000 \$	465 000 \$
Total des coûts nominaux annuels	12 865 000 \$	10 865 000 \$

Exprimées en dollars de 2001¹⁵⁰, et après multiplication des coûts de l'année 2007 par 2/3 (le métro est en marche de mai à décembre inclusivement) ces valeurs deviennent :

Années	2007	2008 à 2041
Coûts d'opération du métro	7 203 652. 97 \$	10 805 479. 45 \$
Coûts non récurrents	1 385 317. 88 \$	
Total des coûts d'opération du métro	8 588 970. 85 \$	10 805 479. 45 \$
Stationnements incitatifs (AMT)	322 086. 41 \$	483 129. 61 \$
Total des coûts nominaux annuels	8 911 057. 25 \$	11 288 609. 06 \$

¹⁴⁹ Agence Métropolitaine de Transport : « Prolongement du métro de la ligne 2 à Laval », Avril 2000, pages 52

¹⁵⁰ Voir le Tableau III.a de cette annexe, pour l'IPC utilisé afin d'exprimer ces valeurs en dollars de 2001.

