

629907

**GUIDE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS
DES PROJETS PUBLICS EN TRANSPORT**

(1^{ère} version modifiée)

Service de l'économie et du plan directeur en transport

Ministère des Transports du Québec

Jacqueline Desrosiers
(jadesrosiers@mtq.gouv.qc.ca)

Janvier 2001

Guide 01-01-29

CANIQ
TK
PST
PP.
109
2001

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
700, BOUL. RENÉ-LÉVESQUE EST,
21^e ÉTAGE
QUÉBEC (QUÉBEC) - CANADA
G1R 5H1

Remerciements

Les employés suivants du Ministère ont apporté un soutien technique à la réalisation de ce document :

- Mme Guylaine Boily, MM. Yvan Gaudet et Benoît Gosselin du Service de l'Économie et du plan directeur en transport ;
- Mme Louise Dussault, MM. Denis Cormier et Jacques Thibeault du Service Politiques et analyses en sécurité ;
- M. Abdelaziz Manar du Service Inventaires et plan, Direction Ouest de la Montérégie.

Table des matières

Introduction	4
1- DÉFINITION ET PERTINENCE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS DES PROJETS PUBLICS EN TRANSPORT.....	5
2- POSITION DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS PAR RAPPORT AUX AUTRES MÉTHODES D'ANALYSE	6
2.1 L'étude d'opportunité	6
2.2 L'analyse multicritère	6
2.3 L'analyse coûts-efficacité.....	7
3- PROCÉDURE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS	7
3.1 Définir le problème, l'objectif de l'investissement, les contraintes et les scénarios	8
3.2 Établir l'horizon temporel de l'analyse	11
3.3 Déterminer et quantifier les coûts et les avantages des projets	11
3.3.1 Les coûts	12
3.3.2 Les avantages	14
3.4 Actualiser les avantages et les coûts.....	20
3.5 Comparer les scénarios.....	24
3.5.1 Utiliser un ou plusieurs critères d'investissement.....	24
3.6 L'analyse de sensibilité.....	31
Conclusion	51
Annexes	52
Bibliographie	79

Introduction

Plusieurs analyses avantages-coûts sont réalisées par le ministère des Transports du Québec (MTQ) annuellement. Il existe une certaine hétérogénéité quant à la méthodologie lors de la réalisation de ces analyses ; cette hétérogénéité est causée particulièrement par le manque de consensus sur les paramètres de base. La divergence des interprétations et la variabilité des résultats réduisent la crédibilité du Ministère en matière d'analyse avantages-coûts.

Le présent guide vise à combler ces lacunes en permettant aux analystes d'acquérir les notions de base en matière d'analyse avantages-coûts :

- d'analyser les projets afin d'en évaluer la rentabilité pour la société québécoise pour les études réalisées à l'interne;
- de préparer un devis et assurer adéquatement le suivi de la réalisation de l'analyse pour les études réalisées à l'externe;
- d'être mieux préparé pour défendre les dossiers.

Ce guide s'adresse ainsi aux personnes impliquées ou affectées aux études d'opportunité, de sécurité et de chaussées ou d'infrastructures entre autres, les gestionnaires de premier niveau, les ingénieurs et les agents de recherche.

1- Définition et pertinence de l'analyse avantages-coûts des projets publics en transport

L'analyse avantages-coûts, appliquée aux projets publics, sert à comparer les avantages et les coûts des scénarios d'un projet afin d'identifier celui qui permet de retirer le meilleur avantage économique, soit celui qui maximise le rendement des investissements pour la société.

L'analyse avantages-coûts sert à appliquer le concept de **l'efficacité économique** : les avantages que procure le projet à certaines personnes rendraient possible l'indemnisation de celles qui sont moins favorisées de telle sorte que le **niveau de bien-être de l'ensemble de la société** soit plus élevé après qu'avant la réalisation du projet. Évidemment, une telle compensation ne se produit pas toujours; il s'agit alors d'un problème d'équité entre les agents économiques à l'égard duquel le gouvernement pourra choisir d'intervenir pour y remédier.

Ce type d'analyse permet :

- de mieux utiliser les fonds publics en identifiant les projets rentables pour la société ;
- d'offrir un meilleur service aux usagers par le choix d'interventions efficaces (meilleur rapport A/C) ;
- d'éclairer les décisions en appuyant les recommandations ;
- de réaliser une analyse plus objective qu'avec les autres méthodes d'analyse (voir section 2).

Toutefois, l'analyse avantages-coûts présente une imprécision liée à la nature variable de certains paramètres. Par exemple, des approximations varient considérablement selon la méthode utilisée telle la valeur attribuée à la vie humaine.

L'analyse avantages-coûts ne vise pas, contrairement à l'analyse de rentabilité financière (appliquée particulièrement aux projets privés), à maximiser le profit d'une entreprise. Elle ne sert donc pas à favoriser les décisions d'investissement dans l'intérêt de leurs actionnaires et administrateurs (annexe 1). De plus, l'analyse avantages-coûts n'a pas pour objet de maximiser les retombées économiques d'un projet en matière de création d'emplois, de valeur ajoutée (salaires, gages et autres revenus avant impôt) ou de recettes fiscales; ce type d'analyse ne comptabilise pas les retombées économiques.

Selon l'analyse avantages-coûts, la création d'emplois, souvent quantifiée en nombre d'emplois créés, ne représente qu'un transfert des activités de la main-d'œuvre puisque les travailleurs employés dans le projet l'auraient été ailleurs ; il s'agit du coût d'opportunité de la main-d'œuvre. D'ailleurs, il est faux de prétendre qu'un projet peut générer de la création nette d'emplois pour de nombreux chômeurs. Les emplois offerts par le projet sont souvent spécialisés et exigent d'être occupés par des personnes qui détiennent certaines compétences en la matière.

Quant à la valeur ajoutée et aux recettes fiscales, elles ne constituent qu'un transfert entre les agents économiques, par exemple le transfert d'un agent économique vers le gouvernement qui dépense ensuite cette somme. Il n'y a donc pas d'accroissement de la « richesse » de la

société. Ainsi, il n'est pas nécessaire de comparer le montant des recettes fiscales gouvernementales engendrées par un projet à son coût de réalisation (annexe 1).

L'exemple de la construction d'un pont illustre cet énoncé. Les coûts de la main-d'œuvre pour construire le pont sont considérés dans les coûts du projet. Cependant, le nombre d'emplois créés ne doit pas être inclus car cette main-d'œuvre aurait pu être employée ou occupée ailleurs (voir annexe 2). L'exemple de la construction d'une autoroute est similaire. Celle-ci engendre une baisse d'achalandage sur la route principale ayant ainsi une incidence sur les commerces de cette route. La baisse du chiffre d'affaires de ces commerçants ne doit pas être comptabilisée dans une analyse avantages-coûts.

Bien que l'analyse avantages-coûts se limite à l'efficacité économique, le décideur pourra considérer d'autres critères et incorporer l'analyse avantages-coûts dans une analyse multicritère (voir annexe 5). Cette méthode demeure un outil et ne doit pas être appliquée de manière absolue.

2- Position de l'analyse avantages-coûts par rapport aux autres méthodes d'analyse

Bien qu'il existe plusieurs méthodes d'analyse pour ordonner ou accorder la priorité à des projets, seules les principales ont été retenues : l'étude d'opportunité, l'analyse multicritère, l'analyse coûts-efficacité et l'analyse avantages-coûts. La présente section sert à situer cette dernière analyse par rapport aux autres méthodes (voir l'annexe 3).

2.1 L'étude d'opportunité

L'étude d'opportunité, selon la terminologie utilisée au Ministère¹, englobe l'analyse multicritère, l'analyse coûts-efficacité et l'analyse avantages-coûts. Elle consiste à réaliser une étude d'admissibilité, une étude des besoins et une étude des solutions.

La première étude sert à déterminer le bien-fondé de la demande de l'intervention. L'étude des besoins permet de cerner la problématique et de vérifier, selon celle-ci, la nécessité d'intervenir. Enfin, l'étude des solutions traite des diverses façons de résoudre le problème. Cette étude se réalise à l'aide d'analyses multiples dont celles des avantages et des coûts, des analyses en ingénierie et en environnement. L'étude d'opportunité est ainsi beaucoup plus complète que l'analyse avantages-coûts, cette dernière n'étant qu'une de ses composantes (voir illustration à l'annexe 4).

L'étude d'opportunité est davantage utilisée pour des projets d'envergure comme le développement d'un nouvel axe routier.

2.2 L'analyse multicritère

L'analyse multicritère est comprise dans l'étude d'opportunité et englobe l'analyse coûts-efficacité et l'analyse avantages-coûts. Elle permet de considérer toutes les dimensions influant la prise de décision relativement au projet étudié, qu'elles soient mesurables monétairement ou non. Elle tient compte, notamment, des considérations relatives à la sécurité routière, aux perturbations et inconvénients lors de la réalisation des travaux, des impacts bruts sur la

¹ Saint-Laurent, Gilbert : Guide d'étude d'opportunité, ministère des Transports du Québec, 1997.

pollution atmosphérique, la nappe phréatique, le paysage et la qualité de vie urbaine, les facteurs d'équité, particulièrement entre les régions. L'analyse multicritère est davantage utilisée dans les projets où ces dimensions détiennent une importance majeure. Elle laisse place à la subjectivité car l'élément déterminant est la pondération des différents critères. L'annexe 5 fournit de l'information additionnelle.

2.3 L'analyse coûts-efficacité

L'analyse coûts-efficacité se situe au même niveau que l'analyse avantages-coûts dans le cadre des analyses décrites ci-dessus. Elle tient compte des avantages et coûts économiques en valeur mais surtout en nombre; alors que l'analyse avantages-coûts considère les coûts et avantages propres à la rentabilité économique et mesurables économiquement. L'analyse coûts-efficacité peut être utilisée pour des projets en sécurité particulièrement lorsque l'analyste ne veut pas attribuer une valeur monétaire à la vie humaine, il comptabilise plutôt le nombre d'accidents évités.

3- Procédure de l'analyse avantages-coûts²

L'analyse avantages-coûts se pratique selon les six étapes présentées ci-dessous; des paramètres sont appliqués à chaque étape. Les sections suivantes décrivent explicitement cette procédure. L'analyse avantages-coûts du projet « Accès au parc industriel d'Iberville » permet d'illustrer la procédure de l'analyse avantages-coûts tout au long du présent document.

Étapes de l'analyse	Paramètres
1. Définir le problème, l'objectif de l'investissement, les contraintes et les scénarios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Problème : enjeux, questions, limites ▪ Objectif : but de l'investissement ▪ Contraintes financières et autres ▪ Scénarios complets et indépendants
2. Établir l'horizon temporel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Période couverte pour le calcul ▪ Durée des travaux ▪ Durée de vie des infrastructures
3. Identifier et quantifier les avantages et les coûts 3.1 Les coûts	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coûts initiaux d'implantation ▪ Coûts d'exploitation des équipements ou des infrastructures ▪ Coûts irrécupérables ▪ Coûts liés aux délais générés par les travaux.

² Le surplus du consommateur, souvent traité dans les analyses avantages-coûts, n'est pas abordé dans ce document.

Étapes de l'analyse	Paramètres
3.2 Les avantages	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réduction des coûts liés aux accidents ▪ Réduction des coûts de fonctionnement des véhicules ▪ Réduction des coûts liés au temps d'attente et de déplacement ▪ Valeur résiduelle ou de revente des équipements ou des infrastructures ▪ Réduction des coûts environnementaux
4. Actualiser les avantages et les coûts	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Valeur actualisée ▪ Taux d'actualisation
5. Comparer les scénarios Utiliser un ou plusieurs critères d'investissement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avantage net (VAN) ▪ Ratio A/C ▪ Ratio A/C marginal ▪ Taux de rendement interne (TRI) ▪ Délai de récupération ▪ Rendement de la première année
6. Réaliser une analyse de sensibilité	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Taux d'actualisation ▪ Valeur de la vie humaine

3.1 Définir le problème, l'objectif de l'investissement, les contraintes et les scénarios

a) Définir le problème

La définition du problème est la première étape de l'analyse avantages-coûts. Elle consiste à préciser les enjeux, les grandes questions à examiner et les limites de l'étude. La définition du problème doit particulièrement porter sur les éléments à résoudre non sur les conséquences du problème. De plus, le mandat, la mission et les activités du Ministère dans le domaine étudié, la déficience de ses activités ou de ses services doivent être considérés. Généralement, le problème est défini suite aux étapes préliminaires de l'étude d'opportunité telles que celle de l'étude des besoins.

Exemple : Accès au parc industriel d'Iberville (quelques données ont été modifiées afin de faciliter la compréhension)³

1. Localisation du projet (annexe 13);
2. Origine de la demande;
3. Caractéristiques techniques des lieux :

³ Étude d'opportunité : Accès au parc industriel d'Iberville, Direction Ouest de Montréal, M. Abdelaziz Manar, M. Normand Aumais, 1996

- 3.1 Vocation et classification du réseau routier :
 - réseau supérieur;
 - réseau local;
- 3.2 Caractéristiques géométriques et structurales du réseau routier menant au parc;
- 3.3 Caractéristiques du milieu et de l'environnement;
4. Problématique du dossier (annexe 13) :
 - 4.1 Accès inadéquats et non-sécuritaires au Parc industriel;
 - 4.2 Caractéristiques géométriques déficientes;
 - 4.3 Accès non-réglementés (A-35 – rue Croisetière, route 104 – Chemin 3^e rang)
 - 4.4 Besoin de développement économique.

b) L'objectif de l'investissement

Lors de l'élaboration d'une analyse avantages-coûts, il importe d'identifier adéquatement les objectifs de l'investissement soient les résultats attendus de l'intervention ainsi que sa pertinence. Cela facilite l'ensemble de l'analyse.

Exemple : Accès au parc industriel d'Iberville

- Bénéficier d'accès adéquats et sécuritaires au parc industriel d'Iberville;
- Soutenir le développement économique;

c) Les contraintes

Les contraintes financières, institutionnelles, administratives, juridiques, politiques et humaines doivent être prises en compte. Il faut ainsi s'assurer que :

- Les ressources financières requises soient disponibles dans le délai prescrit (lorsqu'elles sont connues);
- Les projets s'inscrivent dans la structure de fonctionnement de l'organisation;
- L'organisation ait la capacité de prendre en main le projet;
- Les projets respectent les lois, les règlements et les normes concernés;
- Les projets tiennent compte du contexte politique;
- Toutes les ressources humaines requises soient affectées aux projets dans le délai prescrit.

L'analyste doit considérer ces contraintes sans toutefois orienter son étude strictement en fonction de celles-ci. Il doit demeurer le plus objectif et intègre possible. Toutes ces précautions faciliteront, entre autres, la formulation de scénarios.

Exemple : Accès au parc industriel d'Iberville

- Contrainte financière : le Ministère a une telle contrainte;
- Contrainte politique : les pressions du milieu;

d) Les scénarios

De nombreux scénarios doivent être considérés et aucun d'entre eux ne doit être négligé. Une présélection des scénarios doit être réalisée afin d'en conserver seulement deux ou trois pour une analyse approfondie. Les scénarios retenus doivent être complets et indépendants. Un scénario complet comprend toutes les mesures nécessaires à sa réalisation. Un scénario indépendant ne fait état que des avantages et coûts qui lui sont propres (les coûts et avantages différentiels par rapport aux autres scénarios).

Autant que possible, il est préférable de comparer des scénarios présentant les caractéristiques similaires : même ampleur (budget, etc.), les mêmes applications (solutions ayant le même terme – court, moyen, long). Certaines firmes de consultants regroupent et comparent les scénarios selon le moment de l'application : court, moyen et long terme.

Il importe dans une analyse avantages-coûts d'avoir un scénario de référence. Il s'agit habituellement de la situation sans projet, soit le statu quo. Toutefois, un scénario de référence peut être le statu quo amélioré. Dans ce cas, des interventions mineures sont prévues, mais sans encourir d'investissements majeurs⁴. Dans le même ordre d'idées, le scénario de référence doit faire ressortir le maximum réalisable avec les installations existantes⁵.

Exemple : Accès au Parc industriel d'Iberville

- 1) Scénario de référence (annexe 13) : statu quo - conservation des accès existants sur l'A-35;
- 2) Scénario 1 (annexe 14) : fermeture des accès à l'A-35 par la rue Croisetière ; réaménagement de l'intersection route 104 – 3^e rang; ajout d'une voie de virage aux deux sorties de l'A-35 et implantation de feux de circulation;
- 3) Scénario 2 (annexe 15) : fermeture des accès à l'A-35 par la rue Croisetière; nouvel accès au parc industriel face à l'échangeur A-35 – route 104 ; ajout d'une voie de virage aux deux sorties de l'A-35 et implantation de feux de circulation).

⁴ Guide sur l'analyse avantages-coûts. Secrétariat du Conseil du trésor, Gouvernement du Canada, juillet 1998.

⁵ Guide de l'analyse coût-avantage à Transports Canada, Transports Canada, septembre 1994.

3.2 Établir l'horizon temporel de l'analyse

L'horizon temporel de l'analyse est la période couverte par le calcul des avantages et des coûts des scénarios. Il correspond souvent au nombre d'années de « vie utile » des infrastructures ou des équipements : délai durant lequel le bien est efficace. Dans l'exemple du projet d'Accès au Parc industriel d'Iberville, l'horizon est de 20 ans puisque telle est la durée de vie utile minimale d'une nouvelle route.

Les scénarios doivent être comparés sur un même horizon temporel malgré le nombre différent d'années de vie utile des infrastructures ou des équipements de chacun. Il est recommandé d'utiliser un horizon temporel correspondant à la vie économique des infrastructures ou des équipements du scénario le plus durable. Les durées de projets plus courts seront répétées afin qu'elles correspondent à la durée du projet le plus long. Ainsi, les scénarios dont la durée de performance est inférieure à la période d'analyse doivent être complétés par une intervention de réhabilitation supplémentaire de façon à couvrir la période d'analyse. Lorsque la performance de la dernière intervention est supérieure à la période d'analyse, il faut lui attribuer une valeur résiduelle.

Par exemple, dans un projet consistant à remplacer les portillons du métro, dans le premier scénario, ces portillons ont une durée de vie de 30 ans, alors que dans le deuxième scénario elle est de 16 ans. Ainsi, l'horizon temporel sera établi à 30 ans. Le 2^e type de portillons fera l'objet de deux cycles au temps 0 et à la 17^e année pour un total de 32 ans. La valeur résiduelle du 2^e type de portillons sera déduite à la 30^e année.

Il est risqué d'évaluer des projets dont l'horizon temporel serait largement supérieur à 30 ans, les incertitudes étant plus élevées. Les changements technologiques, économiques et sociaux peuvent être importants et ainsi influencer sur les hypothèses de travail quant aux coûts et avantages préétablis. À cette étape-ci, il importe de connaître la date du début et de la fin des travaux de même que le nombre de segments visés.

3.3 Déterminer et quantifier les coûts et les avantages des projets

Les coûts sont les déboursés exigés par le projet, alors que les avantages représentent les résultats prévus d'un projet. Bien que plusieurs d'entre eux soient quantifiables monétairement, il est difficile d'attribuer une valeur monétaire aux coûts et avantages qui n'en ont pas a priori, tels les coûts environnementaux. Par contre, certaines études ont été réalisées à cet effet et proposent des approximations.

La comptabilisation des coûts et des avantages varie selon deux méthodes : incrémentale et absolue. La méthode dite incrémentale « reflète la valeur des coûts et des avantages additionnels que confèrent à la société chacune des solutions (scénarios) par rapport à la situation actuelle »⁶ et ce, en vue d'obtenir le scénario le plus rentable. Alors que la méthode dite absolue comptabilise séparément l'ensemble des coûts et avantages de chaque scénario retenir le scénario le plus rentable. La méthode « absolue » a été utilisée dans l'exemple présenté dans cette section.

⁶ *Route 185 Rivière-du-Loup - Nouveau-Brunswick, Analyse avantages-coûts des avenues de solution*, Anne-Marie Ferland, Service de l'économie et du plan directeur en transport, ministère des Transports

3.3.1 Les coûts

Les principaux coûts relatifs aux projets de transport sont les :

- a) Coûts initiaux d'implantation ;
- b) Coûts d'entretien ou d'exploitation ;
- c) Coûts irrécupérables ;
- d) Coûts des délais générés par les travaux.

D'autres catégories de coûts peuvent être considérées dans l'analyse à la condition de ne pas comptabiliser leur diminution comme des avantages. Par exemple, l'augmentation des coûts liés au temps perdu dans les déplacements sera considérée comme un coût, alors que leur diminution sera comptabilisée comme un avantage.

a) Les coûts initiaux d'implantation

Les coûts initiaux d'implantation sont ceux estimés lors de la mise sur pied du projet, ils incluent les coûts suivants :

- Planification : plans et devis, frais de recherche et de développement ;
- Immobilisation : construction ou réhabilitation d'infrastructures ou d'équipements ;
- Coût de démantèlement ou de démolition ;
- Coût d'expropriation (inclut les coûts relatifs aux poursuites judiciaires) ;
- Gestion (administration) ;
- Autres aspects de la réalisation de l'intervention : les coûts liés aux aménagements paysagers et les coûts relatifs aux mesures de mitigation (particulièrement pour les projets urbains), etc.

Ces coûts peuvent être estimés à partir de l'expérience acquise lors de projets semblables, soit à partir de la moyenne des prix soumissionnés sur des projets récents de même envergure.

L'annexe 10 présente les coûts typiques de construction, d'entretien et de réhabilitation

Exemple : Accès au Parc industriel d'Iberville

Coûts initiaux d'implantation

Item	Coûts (\$) En dollars de 1993
SCÉNARIO I	
1- Fermeture des deux accès sur l'A-35	20 000
2- Réaménagement de l'intersection 104/3 ^e rang	100 000
3- Renforcement de la chaussée du Chemin du 3 ^e rang (850m)	120 000
4- Installation de deux feux aux sorties de l'A-35	100 000
5- Ajout d'une voie de virages aux deux sorties de l'A-35 (150m)	50 000
6- Signalisation	10 000
7- Contingences (10%) (coûts imprévus)	40 000
Total	440 000
SCÉNARIO II	
1- Fermeture des deux accès sur l'A-35	20 000
2- Construction d'une chaussée (400m)	240 000
3- Achat de terrain et expropriation (10 000m ²)	260 000
4- Installation de deux feux aux sorties de l'A-35	100 000
5- Installation d'une barrière au passage à niveau	50 000
6- Ajout d'une voie de virages aux deux sorties de l'A-35 (150m)	50 000
7- Signalisation	10 000
8- Contingences (10%) (coûts imprévus)	73 000
Total	803 000

b) Les coûts d'entretien ou d'exploitation

Les coûts d'entretien ou d'exploitation des équipements ou des infrastructures sont les coûts générés par les opérations. Il s'agit, en fait, des coûts récurrents tels que l'épandage de sels de déglacage, le déneigement et la réparation de surface de chaussées.

Les coûts d'entretien ou d'exploitation n'ont pas été retenus dans l'analyse avantages-coûts « Accès au Parc industriel d'Iberville ». Le traitement des fissures d'une route est un exemple de coûts d'entretien ou d'exploitation.

c) Les coûts irrécupérables

La mesure des coûts relatifs à un projet porte principalement sur les coûts présents et futurs et fait abstraction des coûts irrécupérables. La valeur des biens existants n'est considérée que s'ils peuvent être réutilisés, c'est-à-dire s'ils ont une valeur de revente. En d'autres termes, les sommes déjà dépensées pour un projet ou une infrastructure ne doivent pas influencer la décision future, seuls les coûts futurs doivent être considérés. Cependant, lorsque certains

équipements (presque neufs) sont réutilisés dans le cadre d'un projet, leur valeur de revente est prise en compte.

Par exemple : un projet visant la sécurité des conducteurs sur une autoroute consiste en deux opérations : remplacer les poteaux des panneaux de signalisation de la chaussée par de plus fragiles afin d'amortir le choc des collisions, éloigner ces panneaux de la chaussée pour éviter les collisions. Le coût des poteaux existants (ce qu'on a dépensé) est non récupérable puisque les poteaux, étant rigides, ne peuvent être réutilisés pour le projet. Ce coût ne sera pas comptabilisé.

d) Les coûts liés aux délais générés par les travaux

Les entraves à la circulation causées par les travaux de construction et de réhabilitation des chaussées occasionnent un ralentissement de la vitesse moyenne de parcours et parfois des files d'attente. Le progiciel américain (TRDI Visual LCCATM)⁷, disponible au Ministère – laboratoire des chaussées – permet de calculer les coûts générés par ces délais. Un facteur de correction doit toutefois lui être appliqué afin de respecter l'inflation et le taux de change⁸.

Par ailleurs, il est possible d'évaluer les coûts pouvant être attribués aux accidents survenus lors de l'exécution des travaux routiers, dus aux détours occasionnés par ces travaux, à la mauvaise signalisation ou au non-respect de la signalisation. La façon de comptabiliser ces coûts est expliquée à la section 3.3.2.

3.3.2 Les avantages

Voici les principaux avantages relatifs aux projets en transport :

- a) Réduction des coûts liés aux accidents ;
- b) Réduction du coût de fonctionnement des véhicules ;
- c) Réduction du temps d'attente et de déplacement ;
- d) Valeur résiduelle ou de revente des équipements ou des infrastructures ;
- e) Réduction des coûts environnementaux.

a) La réduction des coûts des accidents

La réduction du nombre d'accidents constitue un avantage important d'un projet. Pour déterminer la valeur monétaire du coût des accidents, on doit attribuer une valeur à la vie humaine, ce qui est toutefois difficile en raison de l'absence d'un marché pour ce sujet.

Une des approches utilisées pour estimer cette valeur est celle dite du capital humain, qui tient compte de la perte de production, des frais médicaux et funéraires et du remboursement des dommages matériels.

⁷ Étude de Winfrey (1969) incorporée en 1972 dans la publication : NCMRP Report 133, Procedures for Estimating Highway User Costs, Air Pollution and Noise Effects.

⁸ Une formation sur les files d'attente est disponible au Ministère.

Cependant, l'approche dite de la disposition à payer est de plus en plus utilisée pour le calcul des coûts et est généralement favorisée par les économistes. Cette méthode permet d'évaluer la somme que chaque individu est disposé à payer pour obtenir une diminution de la probabilité de décéder ou d'être blessé. Cette valeur est obtenue par des sondages ou par des études portant, par exemple, sur les primes de risques versés aux travailleurs. En plus des coûts liés à la perte de production, aux frais médicaux et funéraires, au remboursement des dommages matériels et autres (coûts pouvant être calculés directement), cette méthode inclut des coûts liés à la perte de la qualité de vie, à la souffrance et au chagrin. Il s'agit d'une méthode davantage axée sur la sécurité comparativement à la méthode dite du « capital humain ».

Le recours à cette méthode, a priori, représente ainsi un moyen de mieux contourner les problèmes d'éthique à la quantification de la valeur de la vie humaine puisque la disposition à payer repose sur une probabilité de décéder plutôt que sur la certitude d'être victime d'un accident.

Les tableaux 7.1 et 7.2 de l'annexe 7 présentent les valeurs attribuées aux victimes d'accidents selon la gravité de leurs blessures (légères, graves ou mortelles) ainsi que les valeurs concernant les dommages matériels. Les écarts de valeurs entre les deux méthodes sont importants et modifient grandement les résultats. En effet, selon la méthode « Disposition à payer » 3,3 millions de dollars (en dollars de 1997) est suggérée pour un accident mortel par l'Association des transporteurs du Canada (ATC) alors que selon la méthode « Capital humain » 472 000 \$ (en dollars de 1997) est proposé pour le même type d'accident par la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ). Transports Canada a fixé à 1,6 millions de dollars (en dollars de 1997) la valeur d'un accident mortel en se basant sur des études et des pratiques internationales. Il ajoute dans son guide sur l'analyse avantages-coûts réalisé en 1994 : « Pour éviter que l'attrait d'un projet donné visant l'amélioration de la sécurité ne repose que sur une seule valeur absolue pour le nombre d'accidents fatals évités, les avantages devraient être soumis à une analyse de sensibilité pour déterminer la rentabilité du projet selon qu'on aurait utilisé des valeurs plus élevées (2,5 millions de dollars) ou inférieure (500 000 \$) ». Le Ministère songe à utiliser une pratique similaire : des travaux sont en cours à cet effet.

En ce qui concerne l'analyse avantages-coûts en sécurité routière où la valeur attribuée à la vie humaine est particulièrement importante, il importe de comparer la proportion d'accidents observés sur le site étudié et celle de l'ensemble des sites comparables afin de mieux interpréter les résultats de l'analyse avantages-coûts. De même qu'il est préférable d'effectuer l'analyse en fonction de la topologie des accidents et des types d'interventions pour obtenir des résultats plus significatifs. À cette fin, il est pertinent de consulter les documents relatifs à la formation en sécurité du Ministère.

Exemple : Accès au Parc industriel d'Iberville

De 1992 à 1994, il y a eu quatre accidents dont un mortel sur l'autoroute 35 vis-à-vis l'accès de la rue Croisetière : tous ces accidents seront éliminés dans le cas où les accès à l'autoroute 35 sont fermés. À l'intersection de la route 104 et du Chemin du 3^e rang, il y a eu pour la même période 13 accidents qui auraient été évités si l'intersection avait été bien aménagée. La fermeture des accès sur l'autoroute 35 contribuera à augmenter la sécurité des usagers. La réduction des accidents constitue des avantages pour la société et les usagers ; elle est évaluée selon la notion « disposition à payer » par accident (annexe 13).

**Coût moyen des accidents selon la notion « disposition à payer » (DAP)
(\$ de 1993)**

Gravité de l'accident	Coût moyen (\$)
Décès	2 993 960
Blessés graves ou légers	103 240*
Dommages matériels seulement	6 194

Source : Ministry of Transportation and Highways, The Economic Appraisal of Highway Investment : A Guidebook, Version 1.1, Planning Services Branch, Colombie Britannique, 1992, p. B39.

* Les auteurs ne disposaient pas, à l'époque, de valeur propre à chaque type de blessé (grave ou léger).

Avantages en sécurité selon différents scénarios (DAP)

	Gravité des accidents	Nombre d'accidents (3 ans)	Coût total (\$)	Coût annuel (\$)
Scénario I	Mortels	1	2 993 960	
	Blessés graves	0	0	
	Blessés légers	3	309 720	
	Dommages matériels	13	80 522	
Total			3 384 202	1 128 067
Scénario II	Mortels	1	2 993 960	
	Blessés graves	0	0	
	Blessés légers	3	309 720	
	Dommages matériels	0 ⁹	0	
Total			3 303 680	1 101 227

b) La réduction du coût de fonctionnement des véhicules

Le coût de fonctionnement des véhicules, appelé aussi coût d'opération des véhicules, comprend la consommation de carburant et de lubrifiants, l'usure des pneus, la dépréciation ainsi que les coûts d'entretien et de réparations. Ces coûts varient selon le type de véhicules, de la vitesse du véhicule, des cycles d'accélération et de décélération, de la pente de la route, des caractéristiques de la surface de la route, de la présence de courbes, etc.

Certains logiciels ont pour but d'évaluer les coûts de fonctionnement des véhicules (ex. : ARFCOM d'Australie, pour la consommation de carburant) tandis que plusieurs autres incluent un module spécifique pour calculer ces coûts (ex. : Microbencost, UBCS, HDM III, etc.¹⁰). Les auteurs de l'analyse avantages-coûts de l'Accès au parc industriel d'Iberville ont utilisé une autre méthodologie qui sera traitée au point suivant.

⁹ Le scénario II ne prévoyait pas d'accidents évités avec dommages matériels seulement, mais compte tenu de la répartition habituelle de la gravité des accidents, il serait préférable d'en inclure.

¹⁰ La firme de consultants Les conseillers ADEC propose une structure qui s'inspire des modèles développés dans ces logiciels à l'annexe 6. La personne ressource au Ministère est Pierre Fernandez Galvan de la Direction générale de Montréal et de l'Ouest du Québec (pfgalvan@mtq.gouv.qc.ca).

c) La réduction des coûts liés au temps d'attente et de déplacement

L'analyse économique attribue une valeur au temps d'attente et de déplacement, qui est par conséquent considérée dans une analyse avantages-coûts. Ainsi, le temps perdu dans le déplacement aurait pu être utilisé à d'autres fins plus productives. Il s'agit du coût d'opportunité. De plus, le temps d'attente ou de déplacement peut engendrer des effets négatifs coûteux tels que des retards au travail, à l'établissement d'enseignement ou à toute autre destination, ceci entraînant une réduction du salaire ou une journée de travail prolongée. Ainsi, une réduction du temps d'attente et de déplacement peut constituer un avantage du projet.

Les coûts liés à la valeur du temps d'attente et de déplacement peuvent être estimés de plusieurs manières. L'estimation basée sur la rémunération horaire moyenne des salariés et sur la valeur accordée au loisir au Québec est la plus utilisée. Ils varient considérablement selon le motif du déplacement (travail, loisir, etc.) (voir annexe 8).

Les enquêtes origine-destination permettent de connaître les motifs de déplacement par classe de véhicule ; en l'absence de telles enquêtes, les Directions territoriales peuvent fournir de telles données.

Ces coûts doivent particulièrement être pris en compte lors de projets ayant un impact sur un fort volume de circulation, surtout en milieu urbain et semi-urbain.

Exemple : Il s'agit d'une augmentation des coûts relatifs au temps d'attente et de déplacement causé par le détour dans l'analyse avantages-coûts « l'Accès au Parc industriel d'Iberville ».

Scénario 1 : Évaluation des impacts sur les usagers

Destination	Origine	Détour km	Distance additionnelle (véh-km)	Retard (véh-h)	Consommation d'essence (litres)	Coûts* (\$)
Parc industriel	A-35 nord	0,30	56 250	1 125	5 906	15,902
	A-35 sud	3,05	396 500	7 930	41 632	112 093
A-35 nord	Parc industriel	1,05	196 875	3 938	20 672	55 662
	Quartier résidentiel	0,00	0	0	0	0
Quartier résidentiel	A-35 nord	0,15	24 375	488	2 559	6 895
	A-35 sud	0,95	23 750	475	2 494	6 714
A-35 sud	Parc industriel	2,10	157 500	3 150	16 538	44 525
	Quartier résidentiel	2,10	194 250	3 885	20 397	54 914
Total		9,70	1 049 500	20 991	110 198	296 705

Données : Coût horaire camion = 24 \$, Coût horaire auto = 10,71 \$, Prix de l'essence/l = 0,5 \$, 6 % de camions.

* Les montants apparaissant dans cette colonne ont été arrondis.

Scénario 2 : Évaluation des impacts sur les usagers

Destination	Origine	Détour km	Distance additionnelle (véh-km)	Retard (véh-h)	Consommation d'essence (litres)	Coûts (\$)
Parc industriel	A-35 nord	0,1	24 375	488	2 559	6 896
	A-35 sud	1,90	247 000	4 940	25 935	69 827
A-35 nord	Parc industriel	-0,15	-28 125	-563	-2 953	-7 957
	Quartier résidentiel	0,00	0	0	0	0
Quartier résidentiel	A-35 nord	0,00	0	0	0	0
	A-35 sud	0,94	70 500	1 410	7 403	19 931
A-35 sud	Parc industriel	1,06	79 500	1 590	8 348	22 475
	Quartier résidentiel	1,95	180 375	3 608	18 939	50 998
Total		5,85	573 625	11 473	60 231	162 170

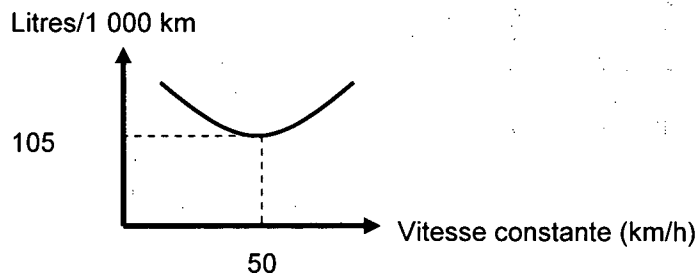
Données : Coût horaire camion = 24 \$, Coût horaire auto = 10,71 \$, Prix de l'essence/l = 0,5 \$, 6 % de camions.

Calculs des paramètres du scénario 1

Destination Parc Industriel, Origine A-35 Nord

- Distance additionnelle : $513,7 \text{ [DJMA]} \times 365 \times 0,3 \text{ [détour]} = 56\,250 \text{ [véh-km]}$
- Retard : $56\,250 \text{ [véh-km]} \div 50 \text{ km/h [vitesse]} = 1\,125 \text{ [véh-h]}$
- Consommation d'essence : $0,105 \text{ [litre/km]} \times 56\,250 \text{ [véh-km]} = 5\,906 \text{ litres}$

Carburant nécessaire pour parcourir 1 000 km selon la vitesse [véhicule de 1 730 kg] terrain plat



Référence : Energy Ontario Traffic Management Measures to Reduce Energy Consumption, 1981.

- Coûts : $5\,906 \text{ litres} \times 0,50 \$ + (6 \% - \text{parc des véhicules camions} - \text{de } 1\,125 \times 24 \$) + (94 \% - \text{parc des véhicules autos} - \text{de } 1\,125 \times 10,71 \$) = 15\,902 \text{ (arrondi)}$

d) La valeur résiduelle ou de revente des équipements ou infrastructures

La valeur résiduelle des équipements ou des infrastructures se mesure par la valeur de revente ou de récupération d'un bien duquel sont enlevés les coûts d'élimination, de remplacement, de réparation, de transfert ou de vente de toutes les composantes. En fait, il s'agit de la valeur d'un bien à la fin de la période de calcul. Une valeur résiduelle peut aussi être accordée à l'expertise (ingénierie) dans le cas où les plans et les études réalisées pour le projet pourront être utilisés éventuellement.

La valeur résiduelle est calculée à la fin de l'horizon considéré, sur la base d'un investissement total encouru lors de l'année précédant la mise en service de l'infrastructure. Un taux de dépréciation, habituellement de 5 %, est alors appliqué. Bien que cette technique sous-estime quelque peu la valeur résiduelle de la nouvelle infrastructure, elle demeure valable. Une valeur résiduelle ne doit être accordée qu'aux biens du projet les plus importants en matière de coûts. L'analyse avantages-coûts « Accès au parc industriel d'Iberville » n'aborde pas ce sujet.

Voici un exemple tiré de l'analyse avantages-coûts de la route 185¹¹ : Un investissement total de 183,8 millions de dollars est fait en 2009-2010 pour une route mise en service en 2010-2011. Un taux de dépréciation annuel de 5 % est appliqué. La valeur résiduelle de l'investissement, 28 ans plus tard (2038-2039), est évaluée à 46,9 millions de dollars pour une valeur actualisée de 3,1 millions de dollars.

e) Réduction des impacts environnementaux

La réduction des coûts liés aux impacts négatifs du bruit, de la pollution et de tout autre élément nuisible à l'environnement peut être considéré comme un avantage. Toutefois, ces coûts sont difficilement mesurables quoique certaines méthodes permettent de les quantifier indirectement. Ces coûts peuvent être plus facilement inclus dans une analyse multicritère.

Le fonctionnement des véhicules engendre, comme effet secondaire, l'émission de divers types de gaz et de particules et produit de la pollution sonore. Les coûts sociaux ainsi engendrés sont principalement à l'égard de la santé et de la qualité de vie en général.

L'importance de ces coûts dépend non seulement des facteurs qui régissent directement la consommation de carburant (le type de véhicules et de carburant, la géométrie de la route, la vitesse du véhicule, les conditions météorologiques, les caractéristiques de surface de la route, etc.) mais aussi de facteurs tels que le type de site (urbain ou rural et la densité de population), des caractéristiques de la route et de l'aménagement de la route, etc. L'annexe 9 présente certains coûts liés à l'émission des polluants des véhicules.

¹¹ Route 185 - Nouveau-Brunswick, Analyse avantages-coûts des avenues de solution, Anne-Marie Ferland, Service de l'économie et du plan directeur en transport, ministère des Transports.

3.4 Actualiser les avantages et les coûts¹²

a) La pertinence de l'actualisation

Les avantages et les coûts d'un projet sont encourus sur une longue période, généralement d'une durée minimale de 20 ans. Toutefois comme le précise le Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada : « Il importe à la collectivité que les avantages d'un projet se fassent sentir immédiatement plutôt que dans un avenir lointain »¹³. De plus, selon Transports Canada¹⁴ « Il est préférable de retarder les dépenses parce que les ressources courantes peuvent être affectées à d'autres fins. ».

Dans cette perspective, les avantages consommés ou investis immédiatement ont une valeur supérieure à celle des avantages effectifs à long terme. « La valeur alors attribuée aux avantages varie selon le moment de l'intervention et ce, même en dollars constants (sans inflation). Le dollar utilisé dans un an aura une valeur moindre que celui utilisé aujourd'hui en raison des opportunités renoncées durant l'année, il s'agit du coût d'opportunité (voir annexe 11, tableau 11.1) »¹⁵. En d'autres termes, le capital mobilisé dans un projet sur une période définie représente un coût puisque ce capital ne peut être utilisé dans un projet ou à d'autres fins. En effet, ce capital aurait pu rapporter un certain intérêt s'il avait été investi dans un placement, par exemple, plutôt que dans le projet.

b) La valeur actualisée

Afin de tenir compte du coût d'opportunité, attribuable à l'écoulement du temps, il faut convertir les coûts et des avantages en « valeur actualisée » : les valeurs actuelles et futures des coûts et des avantages sont comparées sur une base commune, habituellement en valeur de la première année d'analyse du projet. Pour ce faire, les coûts et les avantages produits dans les années futures sont multipliés par un facteur d'actualisation : $1 / (1+r)^n$ où :

r = taux d'actualisation

n = année au cours de laquelle sera effectif le coût ou l'avantage.

La valeur actualisée des coûts et des avantages s'obtient à l'aide de la formule suivante :

$VA = s/(1+r)^n$ où VA = valeur actualisée

s = valeur future

r = taux d'actualisation

n = année au cours de laquelle sera effectif le coût ou l'avantage.

¹² L'analyse avantages-coûts traite de l'actualisation des coûts et avantages différemment d'une analyse financière (voir annexe 1).

¹³ Secrétariat du Conseil du Trésor, guide sur l'analyse avantages-coûts, 1996.

¹⁴ Transports-Canada, guide sur l'analyse avantages-coûts, 1994.

¹⁵ Transports Canada, *Guide sur l'analyse avantages-coûts*, 1994.

c) Les déterminants de la valeur actualisée

La valeur actualisée des coûts et avantages diminue avec le temps et la croissance du taux d'actualisation :

- Plus les coûts et avantages sont effectifs à long terme, plus leur valeur diminue;
- Plus le taux d'actualisation augmente, plus la valeur actualisée des coûts et avantages produite dans le futur sera réduite. (voir Annexe 11, tableau 11,2, figure 11,1)

Exemple : - Taux d'actualisation de 5 %, investissement de 1 000 \$ dans 30 ans valent 243 \$ après actualisation en dollars d'aujourd'hui.

- Taux d'actualisation de 10 %, la valeur actualisée de ces 1 000 \$ dans 30 ans ne serait que de 63 \$.

d) Actualiser selon le type de coûts et d'avantages

Tous les coûts et avantages futurs sont actualisés à chaque année de la période d'analyse. Cependant, le coût initial du projet (immobilisations) est généralement actualisé à la première année du projet. Toutefois, des coûts additionnels des immobilisations peuvent être prévus à des moments précis au cours de la période d'analyse; ces coûts doivent être comptabilisés à ces périodes.

Par exemple, dans l'étude de l'Accès au parc industriel d'Iberville, le coût des immobilisations de 440 000 \$ sont actualisés à 400 000 \$ la première année seulement alors que les coûts aux usagers et les avantages en sécurité sont actualisés à chaque année de la période d'analyse. Si toutefois, il s'avérait que d'autres immobilisations étaient nécessaires à la huitième année et à la seizième année, elles seraient actualisées et comptabilisées à ces moments précis.

e) L'actualisation et l'inflation

En général, il est recommandé de ne pas tenir compte de l'inflation dans l'actualisation des coûts et des avantages puisque l'analyse avantages-coûts suppose que tous les coûts du projet évolueront au même rythme. L'estimation des coûts doit alors être réalisée en dollars constants tout au long de la période d'analyse. Toutefois, si le coût de certains « inputs » subit davantage de fluctuations, ces dernières pourront être considérées à la condition de prédire avec certitude la fluctuation du coût de chacun des « inputs » sur toute la période de l'analyse (ce qui est souvent très difficile à réaliser).

f) La valeur du taux d'actualisation

Comme le précise le Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada : « il y a gaspillage des ressources si le taux d'actualisation servant à l'évaluation des dépenses publiques est inférieur au rendement marginal de ces fonds s'ils étaient investis dans le secteur privé. »¹⁶

¹⁶ Secrétariat du Conseil du Trésor, guide sur l'analyse avantages-coûts, 1996.

Le taux d'actualisation utilisé dans les analyses avantages-coûts de projets publics, appelé taux d'actualisation collectif ou social, est ainsi plus élevé que celui utilisé dans une analyse de rentabilité financière (pratiquée habituellement dans le secteur privé). Le taux d'actualisation d'une analyse financière est calculé à partir du taux d'intérêt du marché, celui de la Banque du Canada, duquel est soustrait l'inflation; il s'agit donc du taux réel et non nominal.

Les taux d'actualisation utilisés par divers organismes publics variaient, en 1997, de 3 % à 10 %, mais la valeur la plus fréquente est de 8 %.

Province	Taux d'actualisation collectif
Colombie-Britannique	8
Manitoba	8
Québec	7 à 10
Nouvelle-Écosse (ministère des Transports de N.-É.)	8
Terre-Neuve	5
Alberta	4
Ontario (ministère des Transports de l'Ontario)	8
Canada	
Conseil du Trésor	10 ¹⁷
Transports Canada	10
Royaume-Uni (AIPCR-C9)	6
États-Unis (AIPCR-C9)	7
(LCCA)	3 à 5

Taux d'actualisation privé (analyse financière) : 3 à 4 %.

Références : Hicks Brian, Transports Canada, 1997 (consultation auprès des ministères des Transports provinciaux).

Association mondiale de la route (AIPCR), Méthodes d'évaluation économique des projets routiers dans les pays membres de l'AIPCR, 1997.

FHWA, Life Cycle Cost Analysis in Pavement Design (LCCA), 1997.

¹⁷ Le Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada justifie, dans son guide sur l'analyse avantages-coûts de 1996, le choix d'un taux d'actualisation de 10 % (analyse de sensibilité de 5 et 15 %) : « Jenkins a évalué à environ 9,5 % le taux collectif pondéré de rendement du capital au Canada entre 1965-1969. Il a aussi constaté que, dans le secteur de la fabrication, le taux collectif de rendement (15,1 % de cette période) était le plus élevé de toute l'économie. Voir « Returns and Taxation from Private in Canada ». Nous pouvons donc retenir 10 et 15 % comme point médian et supérieur de notre analyse de sensibilité. Les 15 % peuvent se défendre par l'argument de Mishan, selon lequel l'emploi d'un taux d'actualisation qui reflète un taux commercial de rendement du capital convaincra la décideur que seuls sont acceptés les projets publics dont le rendement prévu est plus élevé que les investissements privés les plus rentables. Voir Mishan, Cost-Benefit Analysis. Le taux d'actualisation collectif de 5 % peut s'expliquer par le fait que, selon Hewell et autres, il était environ le véritable prix d'offre du capital au Canada entre 1955 et 1972. Voir « The Supply Price of Capital in Macroeconomic Models ».

Une façon de déterminer le taux d'actualisation est de procéder à une analyse de sensibilité. Il est recommandé d'effectuer une analyse de sensibilité en variant le taux d'actualisation de 7 % à 12 %. Ce type d'analyse est décrit à la section 3.6. À noter que le taux de 10 % utilisé dans l'exemple est un taux réel et non nominal; en 1990, la moyenne annuelle du taux d'intérêt nominal était de 14%.

Exemple : Accès au Parc industriel d'Iberville

Disposition à payer		
	Scénario 1	Scénario 2
Taux d'actualisation	10 %	10 %
Avantages sécurité annuels (\$)	1 128 067	1 101 067
Coût immobilisation	440 000	803 000
Coûts aux usagers annuels	296 705	162 170

Scénario 1

VA = $s / (1+r)^n$

- Immobilisation : $440\ 000\ \$ / (1 + 0,10)^1 = 400\ 000\ \$$
- Coûts aux usagers : $296\ 705\ \$ / (1 + 0,10)^1 = 269\ 731,82\ \$$
 $296\ 705\ \$ / (1 + 0,10)^2 = 245\ 210,74\ \$$
- Avantages en sécurité annuels : $1\ 128\ 067\ \$ / (1 + 0,10)^1 = 1\ 025\ 515,45\ \$$
 $1\ 128\ 067\ \$ / (1 + 0,10)^2 = 932\ 286,78\ \$$

Valeurs actualisées Scénario 1 (10 %)

Immobilisation 440 000 \$ Coûts aux usagers 296 705 \$ Avantages en sécurité 1 128 067 \$

Année	Facteur d'actualisation (1/(1+r)ⁿ)	Immobilisation (\$ actualisés)	Coûts aux usagers (\$ actualisés)	Avantages en sécurité (\$ actualisés)
1	0,9091	400 000,00	269 731,82	1 025 515,45
2	0,8264		245 210,74	932 286,78
3	0,7513		222 918,86	847 533,43
4	0,6830		202 653,51	770 484,94
5	0,6209		184 230,46	700 440,85
6	0,5645		167 482,24	636 764,41
7	0,5132		152 256,58	578 876,74
8	0,4665		138 415,07	526 251,58
9	0,4241		125 831,88	478 410,53
10	0,3855		114 392,62	434 918,66
-	-		-	-
-	-		-	-
-	-		-	-
20	0,1486		44 103,31	167 679,97
TOTAL		400 000,00	2 526 016,92	9 603 870,28

3.5 Comparer les scénarios

La comparaison des différents scénarios se fait à l'aide des critères d'investissement.

3.5.1 Utiliser un ou plusieurs critères d'investissement

Un critère d'investissement sert à identifier le scénario qui offre le meilleur investissement ou le projet qui doit être considéré en priorité. Les principaux critères d'investissement utilisés sont l'avantage net (valeur actualisée nette :VAN), le ratio avantages-coûts (A/C), le ratio avantages-coûts marginal, le taux de rendement interne (TRI), le délai de récupération et le rendement de la première année.

Chaque critère est utilisé dans un contexte particulier d'analyse avantages-coûts. L'annexe 12 présente la définition, les avantages et les inconvénients de chaque critère. Seuls l'avantage net et le ratio avantages-coûts seront traités dans ce guide en raison de leur efficacité supérieure aux autres critères.

3.5.1.1 L'avantage net et le ratio A/C

L'avantage net et le ratio A / C sont de loin les critères les plus valorisés et les plus utilisés par les économistes. Voici leur définition et leurs principaux avantages et inconvénients :

Avantage net (VAN)	Ratio A / C
Définition	Définition
Calculer la VAN de chaque scénario afin d'identifier celui détenant la plus grande VAN donc, le plus rentable.	Déterminer le rapport entre le total des avantages et le total des coûts de l'intervention. Lorsque le rapport (A/C) est supérieur à 1, une intervention a un avantage plus grand que son coût.
VAN = VAA-VAC	
VAN = valeur actuelle nette	
VAA = valeur actuelle des avantages	
VAC = valeur actuelle des coûts	

Avantages	Avantages
Assure un avantage collectif maximal favorisant les avantages et non sur les coûts contrairement au ratio A / C.	Permet d'identifier l'intervention qui entraîne le plus grand avantage par dollar investi.

Inconvénient	Inconvénient
Les coûts du scénario choisi peuvent être supérieurs à l'enveloppe budgétaire disponible. Toutefois, le projet peut être réalisé sur plus d'une année et ainsi utiliser plusieurs enveloppes budgétaires.	Favorise le projet le moins coûteux même si l'avantage collectif n'est pas maximal.

Exemples :	1 000 \$ avantages actualisés (VAA)
Scénario A	500 \$ coûts actualisés (VAC)
	500 \$ VAN (VAA-VAC)
	2 / 1 A/C
Scénario B	2 500 \$ avantages actualisés (VAA)
	1 750 \$ coûts actualisés (VAC)
	750 \$ VAN (VAA-VAC)
	1,43 A/C

Selon la VAN, le scénario B est le plus rentable alors que selon le ratio A/C, le scénario A présente le meilleur rendement. Il est toutefois suggéré d'utiliser la VAN afin de maximiser l'avantage collectif (le bien-être de la société).

3.5.1.2 L'utilisation des critères (VAN, ratio A / C) et l'objectif du projet

Dépendamment de l'importance de chaque avantage et de chaque coût, il est possible d'accepter un scénario avec l'un ou l'autre des critères ci-dessus qui ne maximisent pas nécessairement l'objectif recherché du projet.

Par exemple, l'objectif d'un projet est la sécurité soit, réduire au maximum le nombre d'accidents. Or, il s'avère qu'en utilisant la VAN ou le ratio A / C, le scénario choisi n'est pas celui présentant la réduction maximale des coûts d'accidents.

Exemple : L'analyse avantages-coûts : Route 185 Rivière-du-Loup–Nouveau-Brunswick : 4 scénarios :

Scénarios	Interventions ponctuelles	Élargissement quatre voies séparées	Construction d'une autoroute	Interventions ponctuelles et élargissement
Coûts économiques (en \$ constants de 1998)				
Investissement	42 900 232	95 724 172	307 779 055	114 581 619
Entretien (incl. Réhabilitation)	617 556	9 448 039	13 253 718	9 661 396
Total	43 517 789	105 172 211	321 032 772	124 243 015
Avantages économiques (en \$ constants de 1998)				
Réduction des coûts d'accidents	51 409 870	46 354 291	60 603 357	73 760 617
Avantage en temps			9 885 856	
Valeur résiduelle	754 554	2 917 286	11 738 352	3 130 759
Total	52 164 424	49 271 577	82 227 565	76 891 376
Rapport avantages-coûts	1,20	0,47	0,26	0,62

Le meilleur scénario gagnant est celui traitant des interventions ponctuelles car il est le seul présentant une VAN et un ratio A / C supérieur à 1. Cependant, le scénario suggérant les interventions ponctuelles et élargissement détient la réduction maximale des coûts d'accidents : 73,7 millions contre 51,4 M \$ pour le scénario ayant le meilleur ratio A/C.

3.5.1.3 Application des critères (VAN, ratio A/C) au cas « Accès au Parc d'Iberville »

L'exemple ci-dessous démontre l'application de la VAN et du ratio A/C dans le cas de l'analyse avantages-coûts : Accès au Parc industriel d'Iberville.

Les deux scénarios sont évalués selon leur rentabilité économique. L'analyse est effectuée par le biais du rapport des avantages sur les coûts, calculée sur un horizon de 20 ans et en utilisant un taux d'actualisation de 10 % réel (sans inflation). Le rapport est obtenu par :

$$VAN = \sum_j \frac{a_n}{(1+r)^n} - \sum_j \frac{c_n}{(1+r)^n}$$

où a sont les avantages, c sont les coûts, r est le taux d'actualisation et n est l'année.

GUIDE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS DES PROJETS PUBLICS EN TRANSPORT

L'ensemble des avantages comprend les avantages annuels en sécurité alors que l'ensemble des coûts inclut les coûts d'immobilisation de la première année et les coûts annuels associés au détournement effectués par les usagers. Le tableau qui suit résume les résultats de l'analyse économique effectuée pour les deux scénarios retenus en référence au statu quo.

	SCÉNARIO I	SCÉNARIO II
Disposition à payer		
Taux d'actualisation:	10%	10%
Avantages sécurité annuels (\$):	1 128 067,00	1 101 227,00
Coût d'immobilisation (\$):	440 000,00	803 000,00
Coût aux usagers annuel (\$):	296 705,00	162 170,00

Valeurs actualisées Scénario I (10 %)

Exemple : Accès au Parc industriel d'Iberville (suite)

Année	Facteur d'actualisation (1/(1+r) ⁿ)	Immobilisation (\$ actualisés)	Coûts aux usagers (\$ actualisés) VAC = s/(1+r) ⁿ	Avantages en sécurité (\$ actualisés) VAA = s/(1+r) ⁿ	Avantages nets (\$ actualisés)
1	0,9091	400 000,00	269 731,82	1 025 515,45	355 783,64
2	0,8264		245 210,74	932 286,78	687 076,03
3	0,7513		222 918,86	847 533,43	624 614,58
4	0,6830		202 653,51	770 484,94	567 831,43
5	0,6209		184 230,46	700 440,85	516 210,39
6	0,5645		167 482,24	636 764,41	469 282,18
7	0,5132		152 256,58	578 876,74	426 620,16
8	0,4665		138 415,07	526 251,58	387 836,51
9	0,4241		125 831,88	478 410,53	352 578,64
10	0,3855		114 392,62	434 918,66	320 526,04
11	0,3505		103 993,29	395 380,60	291 387,31
12	0,3186		94 539,36	359 436,91	264 897,55
13	0,2897		85 944,87	326 760,83	240 815,96
14	0,2633		78 131,70	297 055,30	218 923,60
15	0,2394		71 028,82	270 050,27	199 021,45
16	0,2176		64 571,65	245 500,25	180 928,59
17	0,1978		58 701,50	223 182,04	164 480,54
18	0,1799		53 365,00	202 892,77	149 527,76
19	0,1635		48 513,64	184 447,97	135 934,33
20	0,1486		44 103,31	167 679,97	123 576,66
Total		400 000,00	2 526 016,92	9 603 870,28	6 677 853,36
A/C		3,28			

FORMULES UTILISÉES AVEC LE LOGICIEL EXCEL

DISPOSITION À PAYER	SCÉNARIO I
Taux d'actualisation:	10%
Avantages sécurité annuels (\$):	1 128 067,00
Coût immobilisation (\$):	440 000,00
Coût aux usagers annuel (\$):	296 705,00

$$\frac{\text{Coûts aux usagers annuels}}{(1 + \text{Taux d'actualisation})^{\text{année}}}$$

$$\frac{\text{Avantages sécurité annuels}}{(1 + \text{Taux d'actualisation})^{\text{année}}}$$

Valeurs actualisées Scénario I				
Année	Immobilisation (\$)	Coûts aux usagers (\$)	Avantages en sécurité (\$)	Avantages nets (\$)
1	400 000,00	269 731,82	1 025 515,45	355 783,64
2		245 210,74	932 286,78	687 076,03
3		222 918,86	847 533,43	624 614,58
4		202 653,51	770 484,94	567 831,43
5		184 230,46	700 440,85	516 210,39
6		167 482,24	636 764,41	469 282,18
7		152 256,58	578 876,74	426 620,16
8		138 415,07	526 251,58	387 836,51
9		125 831,88	478 410,53	352 578,64
10		114 392,62	434 918,66	320 526,04
11		103 993,29	395 380,60	291 387,31
12		94 539,36	359 436,91	264 897,55
13		85 944,87	326 760,83	240 815,96
14		78 131,70	297 055,30	218 923,60
15		71 028,82	270 050,27	199 021,45
16		64 571,65	245 500,25	180 928,59
17		58 701,50	223 182,04	164 480,54
18		53 365,00	202 892,77	149 527,76
19		48 513,64	184 447,97	135 934,33
20		44 103,31	167 679,97	123 576,66
Total	400 000,00	2 526 016,92	9 603 870,28	6 677 853,36

A/C 3,28

Somme de la colonne

Total des avantages en sécurité

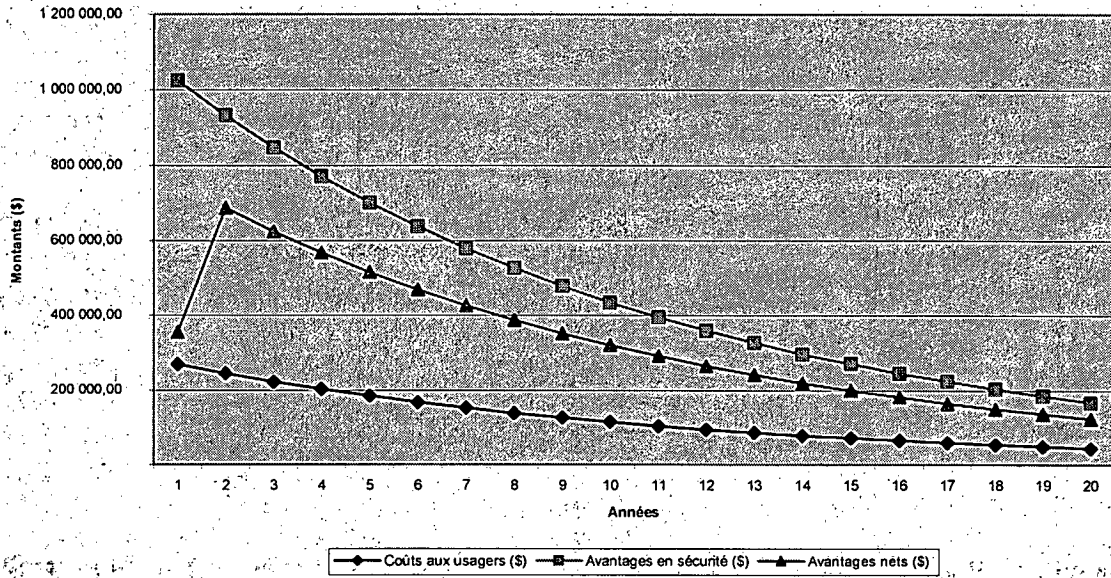
Total des coûts « immobilisation + coûts aux usagers »

Avantages en sécurité – (Immobilisation + Coûts aux usagers)

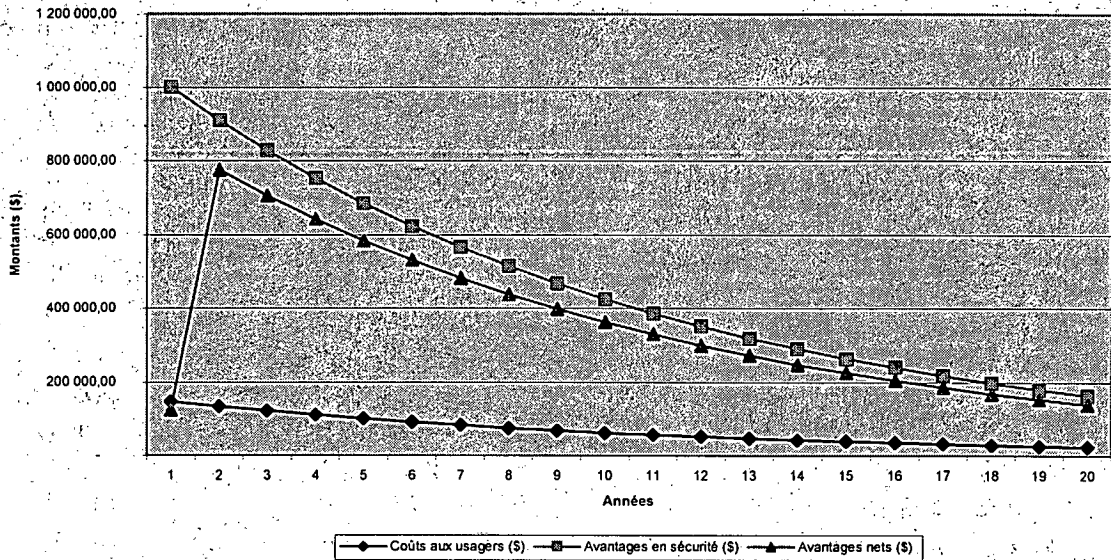
GUIDE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS DES PROJETS PUBLICS EN TRANSPORT

Valeurs actualisées Scénario II (10 %)				
Disposition à payer				
Année	Immobilisation (\$ actualisés)	Coûts aux usagers (\$ actualisés)	Avantages en sécurité (\$ actualisés)	Avantages nets (\$ actualisés)
1	730 000,00	147 427,27	1 001 115,45	123 688,18
2		134 024,79	910 104,96	776 080,17
3		121 840,72	827 368,14	705 527,42
4		110 764,29	752 152,86	641 388,57
5		100 694,81	683 775,33	583 080,51
6		91 540,74	621 613,93	530 073,20
7		83 218,85	565 103,58	481 884,72
8		75 653,50	513 730,52	438 077,02
9		68 775,91	467 027,75	398 251,84
10		62 523,56	424 570,68	362 047,12
11		56 839,60	385 973,35	329 133,75
12		51 672,36	350 884,86	299 212,50
13		46 974,87	318 986,24	272 011,36
14		42 704,43	289 987,49	247 283,06
15		38 822,21	263 624,99	224 802,78
16		35 292,92	239 659,08	204 366,16
17		32 084,47	217 871,89	185 787,42
18		29 167,70	198 065,36	168 897,66
19		26 516,09	180 059,41	153 543,32
20		24 105,54	163 690,38	139 584,84
Total	730 000,00	1 380 644,63	9 375 366,23	7 264 721,61
A/C	4,44			

Valeurs actualisées Scénario I (10%)



Valeurs actualisées Scénario II (10%)



Comparaison des avantages-coûts des scénarios retenus

Scénario	Avantages actualisés (\$)	Coûts d'immobilisations actualisés (\$)	Coûts aux usagers actualisés (\$)	Coûts actualisés (\$)	Avantages nets (\$ VAN)	Rapport A/C
I	9 603 870	400 000	2 526 017	2 926 017	6 677 853	3,28
II	9 375 366	730 000	1 380 645	2 110 645	7 264 721	4,44

Le scénario II, prévoyant la construction d'un nouvel axe vis-à-vis la sortie sud de l'autoroute 35, s'avère donc le plus rentable. Malgré son coût initial de construction important, correspondant au double de celui du scénario I, le scénario 2 minimise les pertes subies par les usagers du parc industriel et les résidents limitrophes à l'autoroute 35. Ce scénario permet d'assurer une croissance du trafic généré par le développement du parc industriel à moyen et à long terme (intersection opérante au niveau de service B) (annexe 15).

3.6 L'analyse de sensibilité¹⁸

Tel que mentionné précédemment, l'analyse avantages-coûts s'exerce à partir de paramètres dont certaines estimations de coûts et d'avantages peuvent varier considérablement comme la valeur attribuée à la vie humaine. Il est alors conseillé d'utiliser l'analyse de sensibilité pour déterminer la fermeté ou le réalisme du choix d'un scénario. Cette analyse consiste à faire varier la valeur des paramètres à l'intérieur d'une étendue de valeurs raisonnables d'une part et à utiliser quelques critères d'investissement d'autre part. Il pourra ainsi obtenir comme résultat l'une ou l'autre des situations suivantes :

- les résultats obtenus semblent solides ;
- une légère variation de la valeur des paramètres et du résultat de critères d'investissement différents remet en question le choix du scénario.

La première situation permet d'obtenir une marge de confiance pour l'ordonnement des différents scénarios et l'identification de ceux qui doivent être réalisés compte tenu des avantages nets et de la contrainte budgétaire. La deuxième situation exige une prudence de la part de l'analyste quant aux conclusions et peut supposer une révision de l'analyse.

Enfin, toute analyse avantages-coûts doit expliciter les scénarios étudiés, les hypothèses retenues, la valeur attribuée aux différents paramètres et l'application des divers critères d'investissement. Ce rapport doit permettre au lecteur de juger de la démarche poursuivie et de la rigueur du travail réalisé.

(Accès au Parc industriel d'Iberville)

Exemple 1 : Variation du taux d'actualisation.

Exemple 2 : Variation de la valeur accordée à la vie humaine (méthode capital humain, disposition à payer) taux d'actualisation 10 %.

¹⁸ L'analyse de risques n'est pas traitée dans ce document.

Exemple 1 : Variation du taux d'actualisation et impact sur les critères (VAN, ratio A/C).

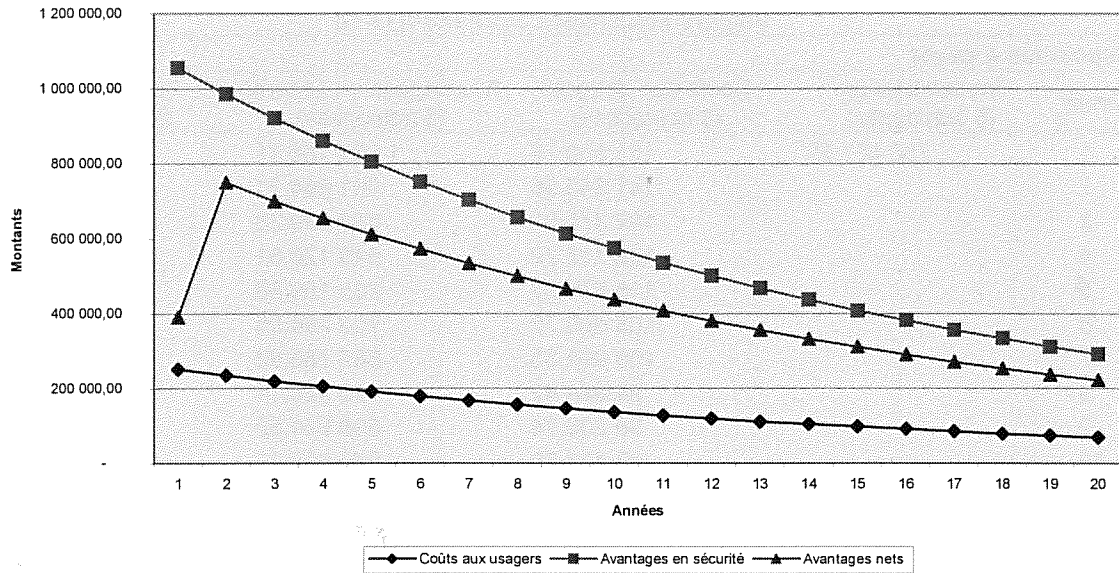
Tableaux comparatifs des scénarios I et II (à 7 %)

	SCÉNARIO I	SCÉNARIO II		
Disposition à payer				
Taux d'actualisation:	7%	7%		
Avantages sécurité annuels (\$):	1 128 067,00	1 101 227,00		
Coût immobilisation (\$):	440 000,00	803 000,00		
Coût aux usagers annuel (\$):	296 705,00	162 170,00		
Valeurs actualisées Scénario I (7 %)				
Année	Immobilisation (\$ actualisés)	Coûts aux usagers (\$ actualisés)	Avantages en sécurité (\$ actualisés)	Avantages nets (\$ actualisés)
1	411 214,95	277 294,39	1 054 268,22	365 758,88
2		259 153,64	985 297,41	726 143,77
3		242 199,66	920 838,70	678 639,04
4		226 354,82	860 596,91	634 242,09
5		211 546,56	804 296,18	592 749,62
6		197 707,07	751 678,67	553 971,60
7		184 772,96	702 503,43	517 730,47
8		172 685,01	656 545,26	483 860,25
9		161 387,86	613 593,71	452 205,84
10		150 829,78	573 452,06	422 622,28
11		40 962,41	535 936,51	394 974,10
12		131 740,57	500 875,24	369 134,67
13		123 122,03	468 107,70	344 985,67
14		115 067,31	437 483,83	322 416,52
15		107 539,55	408 863,39	301 323,85
16		100 504,25	382 115,32	281 611,07
17		93 929,20	357 117,12	263 187,92
18		87 784,30	333 754,32	245 970,02
19		82 041,40	311 919,93	229 878,52
20		76 674,21	291 513,95	214 839,74
Total	411 214,95	3 143 297,00	11 950 757,87	8 396 245,92
A/C	3,36			

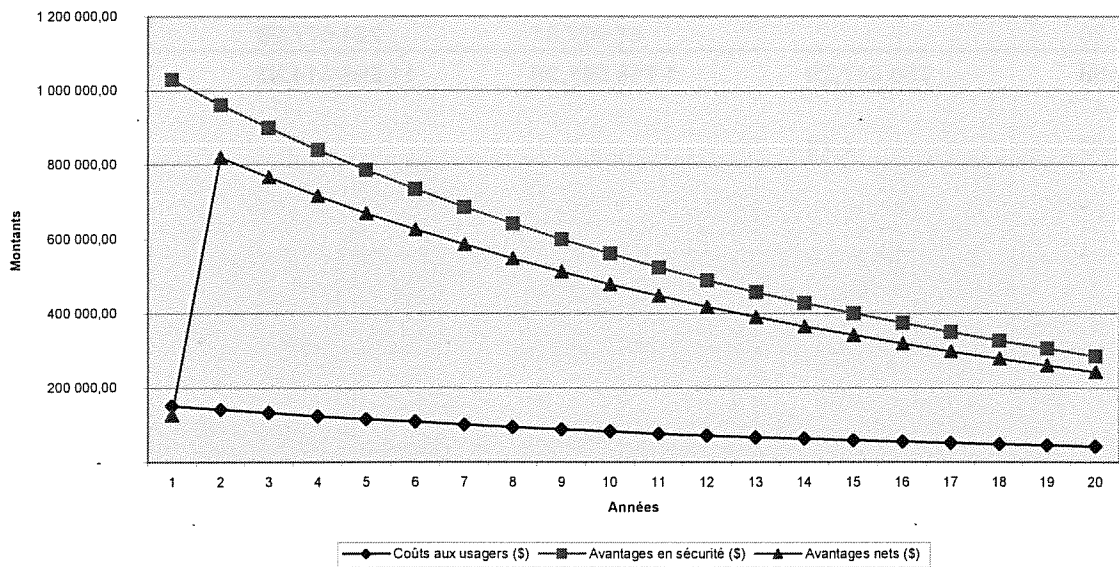
Tableaux comparatifs des scénarios I et II (à 7 %) – (suite)

Valeurs actualisées Scénario II (7 %)				
Disposition à payer				
Année	Immobilisation (\$ actualisés)	Coûts aux usagers (\$ actualisés)	Avantages en sécurité (\$ actualisés)	Avantages nets (\$ actualisés)
1	750 467,29	151 560,75	1 029 184,11	127 156,07
2		141 645,56	961 854,31	820 208,75
3		132 379,03	898 929,26	766 550,24
4		123 718,72	840 120,81	716 402,09
5		115 624,97	785 159,63	669 534,66
6		108 060,72	733 794,05	625 733,33
7		100 991,33	685 788,83	584 797,50
8		94 384,42	640 924,14	546 539,72
9		88 209,74	598 994,52	510 784,79
10		82 439,00	559 807,97	477 368,96
11		77 045,80	523 185,01	446 139,22
12		72 005,42	488 957,96	416 952,54
13		67 294,78	456 970,05	389 675,27
14		62 892,32	427 074,82	364 182,49
15		58 777,87	399 135,34	340 357,47
16		54 932,59	373 023,68	318 091,10
17		51 338,87	348 620,27	297 281,40
18		47 980,25	325 813,33	277 833,08
19		44 841,36	304 498,44	259 657,09
20		41 907,81	284 577,98	242 670,17
Total	750 467,29	1 718 031,29	11 666 414,53	9 197 915,95
A/C	4,73			

Valeurs actualisées Scénario I (7%)



Valeurs actualisées Scénario II (7%)



GUIDE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS DES PROJETS PUBLICS EN TRANSPORT

Tableaux comparatifs des scénarios I et II (à 13 %)

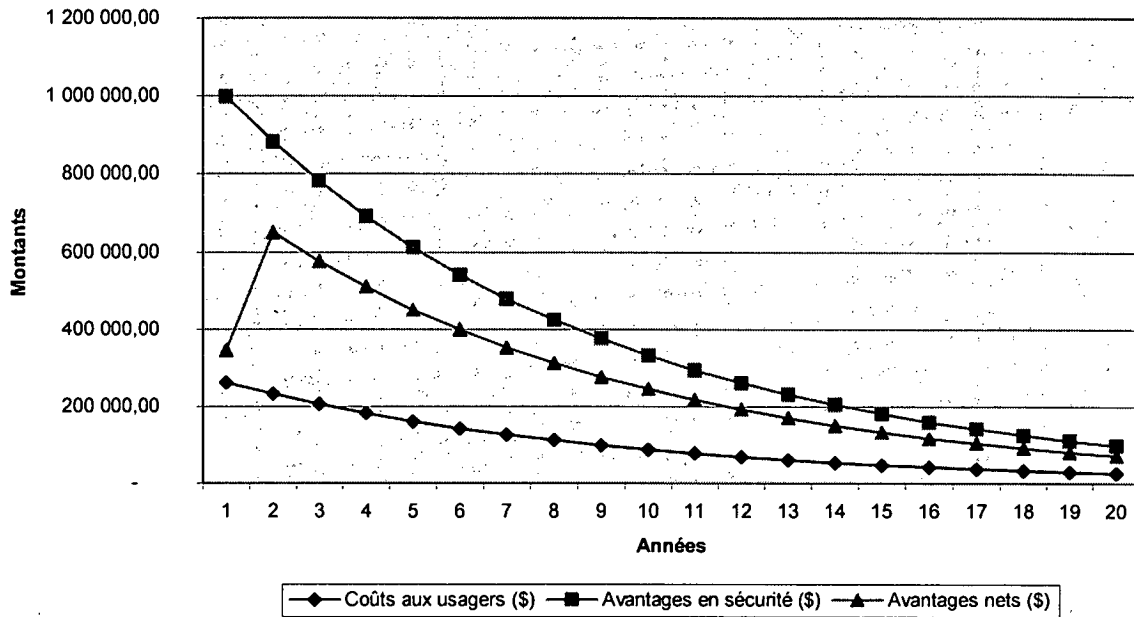
	SCÉNARIO I	SCÉNARIO II
Disposition à payer		
Taux d'actualisation :	13%	13%
Avantages sécurité annuels (\$)	1 128 067,00	1 101 227,00
Coût immobilisation (\$):	440 000,00	803 000,00
Coût aux usagers annuel (\$):	296 705,00	162 170,00

Valeurs actualisées Scénario I				
Année	Immobilisation (\$ actualisés)	Coûts aux usagers (\$ actualisés)	Avantages en sécurité (\$ actualisés)	Avantages nets (\$ actualisés)
1	389 380,53	262 570,80	998 289,38	346 338,05
2		232 363,54	883 441,93	651 078,39
3		205 631,45	781 807,02	576 175,57
4		181 974,73	691 864,62	509 889,88
5		161 039,59	612 269,57	451 229,99
6		142 512,91	541 831,48	399 318,57
7		126 117,62	479 496,89	353 379,27
8		111 608,51	424 333,53	312 725,01
9		98 768,59	375 516,40	276 747,80
10		87 405,84	332 315,39	244 909,56
11		77 350,30	294 084,42	216 734,12
12		68 451,59	260 251,70	191 800,11
13		60 576,63	230 311,24	169 734,61
14		53 607,64	203 815,25	150 207,62
15		47 440,39	180 367,48	132 927,10
16		41 982,64	159 617,24	117 634,60
17		37 152,78	141 254,20	104 101,41
18		32 878,57	125 003,71	92 125,15
19		29 096,08	110 622,75	81 526,68
20		25 748,74	97 896,24	72 147,50
Total	389 380,53	2 084 278,92	7 924 390,44	5 450 730,99
A/C	3,20			

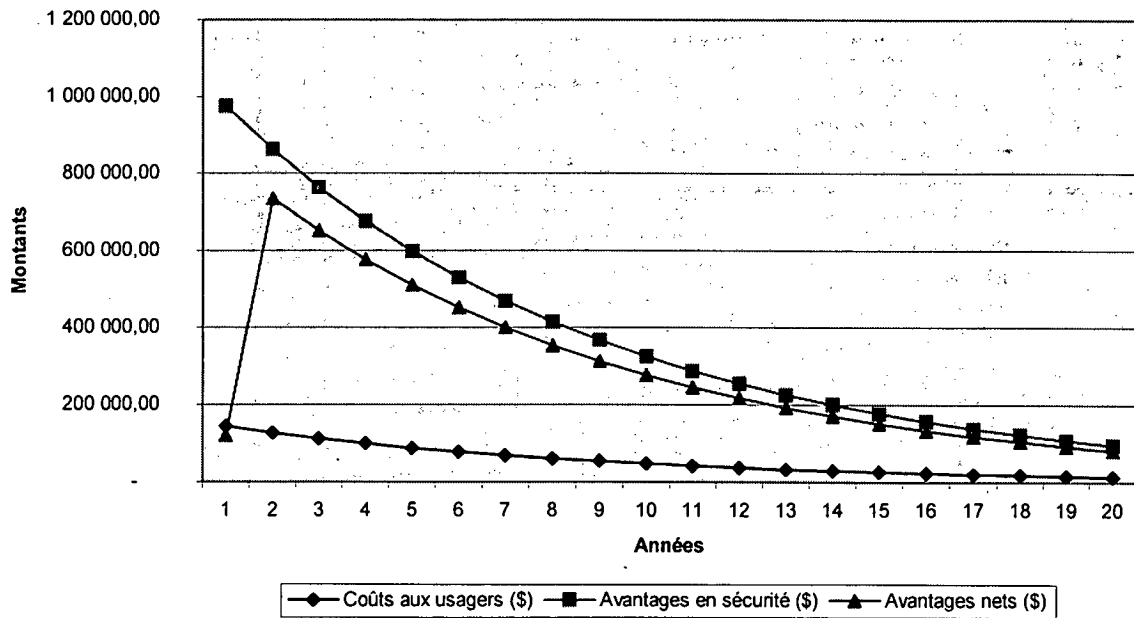
Tableaux comparatifs des scénarios I et II (à 13 %) – (suite)

Année	Valeurs actualisées Scénario II			
	Immobilisation (\$ actualisés)	Coûts aux usagers (\$ actualisés)	Avantages en sécurité (\$ actualisés)	Avantages nets (\$ actualisés)
1	710 619,47	143 513,27	974 537,17	120 404,42
2		127 002,90	862 422,27	735 419,38
3		112 391,94	763 205,55	650 813,61
4		99 461,90	675 403,14	575 941,24
5		88 019,38	597 701,90	509 682,52
6		77 893,26	528 939,73	451 046,48
7		68 932,08	468 088,26	399 156,17
8		61 001,84	414 237,40	353 235,55
9		53 983,93	366 581,77	312 597,83
10		47 773,39	324 408,64	276 635,25
11		42 277,34	287 087,29	244 809,96
12		37 413,57	254 059,55	216 645,98
13		33 109,36	224 831,46	191 722,11
14		29 300,32	198 965,90	169 665,58
15		25 929,48	176 076,01	150 146,53
16		22 946,45	155 819,48	132 873,04
17		20 306,59	137 893,35	117 586,76
18		17 970,43	122 029,51	104 059,08
19		15 903,04	107 990,72	92 087,68
20		14 073,48	95 567,01	81 493,52
Total	710 619,47	1 139 203,96	7 735 846,11	5 886 022,67
A/C	4,18			

Valeurs actualisées Scénario I (13%)



Valeurs actualisées Scénario II (13%)

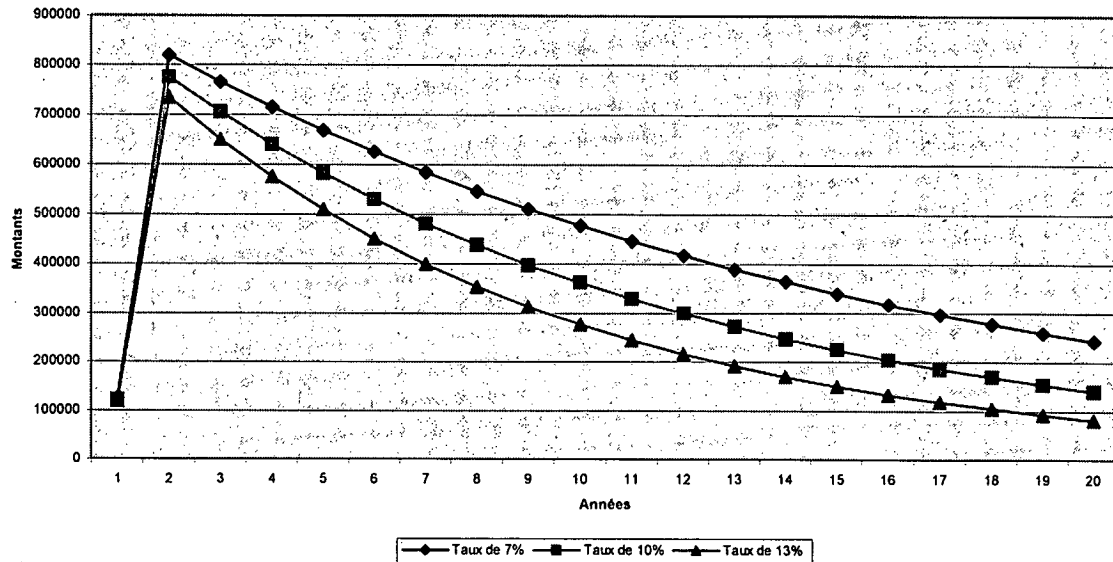


GUIDE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS DES PROJETS PUBLICS EN TRANSPORT

Disposition à payer					
(%)	Scénario	Avantages actualisés	Coûts d'immobilisation	Coûts aux usagers	Coûts actualisés
7	Scénario 1	11 950 758	411 214,95	3 143 297,00	3 554 512
	Scénario 2	11 666 414	750 467,29	1 718 031,29	2 468 498
10	Scénario 1	9 603 870	400 000,00	2 526 016,92	2 926 017
	Scénario 2	9 375 366	730 000,00	1 380 644,63	2 110 645
13	Scénario 1	7 924 390	389 380,53	2 084 278,92	2 473 659
	Scénario 2	7 735 846	710 619,47	1 139 203,96	1 849 823

Analyse de sensibilité					
Disposition à payer					
(%)	Scénario	Avantages actualisés	Coûts actualisés	VAN	A/C
7	Scénario 1	11 950 758	3 554 512	8 396 246	3,36
	Scénario 2	11 666 414	2 468 498	9 197 916	4,73
10	Scénario 1	9 603 870	2 926 017	6 677 853	3,28
	Scénario 2	9 375 366	2 110 645	7 264 721	4,44
13	Scénario 1	7 924 390	2 473 659	5 450 731	3,20
	Scénario 2	7 735 846	1 849 823	5 886 023	4,18

Variation du taux d'actualisation pour le Scénario II



Les résultats obtenus semblent donc solides, peu importe le taux d'actualisation utilisé (7,10 ou 13 %) et le critère d'investissement (VAN, ratio A/C), le choix du scénario demeure le même : scénario II.

Exemple 2 : Variation de la valeur accordée à la vie humaine selon la méthode « disposition à payer » et de celle du « capital humain »

**Coût moyen des accidents selon la notion « capital humain » (CH)
(\$ de 1993)**

Gravité de l'accident	Coût moyen (\$)
Décès	429 222
Blessés graves	96 215
Blessés légers	2 637
Dommages matériels seulement	6 736

Avantages en sécurité selon différents scénarios (CH)

	Gravité des accidents	Nombre d'accidents (3 ans)	Coût total (\$)	Coût annuel (\$)
Scénario I	Mortels	1	429 222	
	Blessés graves	0	0	
	Blessés légers	3	7 911	
	Dommages matériels seulement	13	87 568	
Total			524 701	174 900
Scénario II	Mortels	1	429 222	
	Blessés graves	0	0	
	Blessés légers	3	7 911	
	Dommages matériels seulement	0	0	
Total			437 133	145 711

Tableaux comparatifs des scénarios I et II (à 7 %)

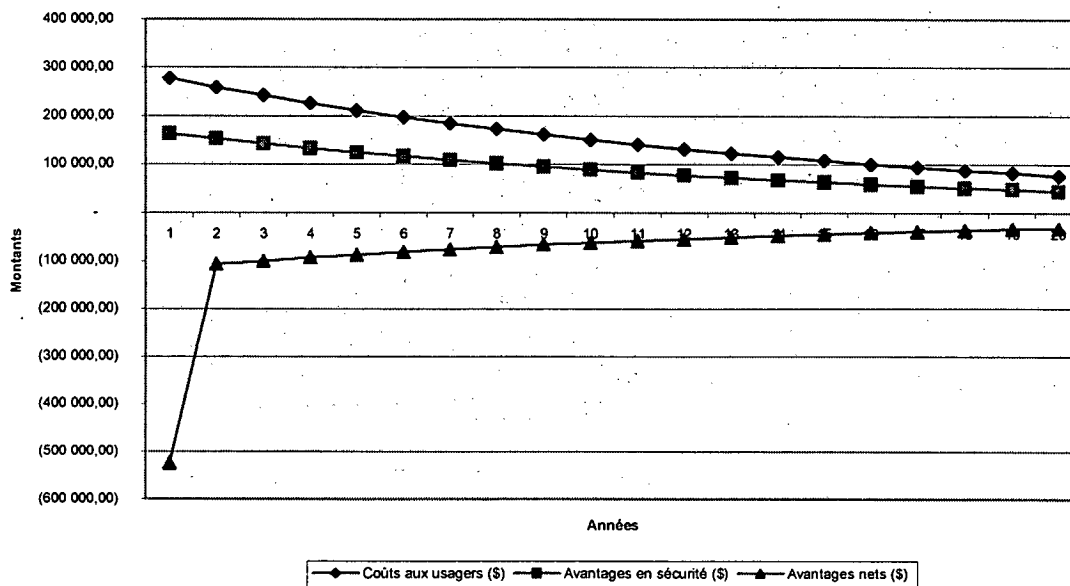
	SCÉNARIO I	SCÉNARIO II
Capital humain		
Taux d'actualisation:	7%	7%
Avantages sécurité annuels (\$):	174 900,00	145 711,00
Coût immobilisation (\$):	440 000,00	803 000,00
Coût aux usagers annuel (\$):	296 705,00	162 170,00

Valeurs actualisées Scénario I				
Année	Immobilisation (\$ actualisés)	Coûts aux usagers (\$ actualisés)	Avantages en sécurité (\$ actualisés)	Avantages nets (\$ actualisés)
1	411 214,95	277 294,39	163 457,94	(525 051,40)
2		259 153,64	152 764,43	(106 389,20)
3		242 199,66	142 770,50	(99 429,16)
4		226 354,82	133 430,37	(92 924,45)
5		211 546,56	124 701,28	(86 845,28)
6		197 707,07	116 543,25	(81 163,81)
7		184 772,96	108 918,93	(75 854,03)
8		172 685,01	101 793,39	(70 891,62)
9		161 387,86	95 134,01	(66 253,85)
10		150 829,78	88 910,29	(61 919,49)
11		140 962,41	83 093,73	(57 868,68)
12		131 740,57	77 657,69	(54 082,88)
13		123 122,03	72 577,28	(50 544,74)
14		115 067,31	67 829,24	(47 238,08)
15		107 539,55	63 391,81	(44 147,74)
16		100 504,25	59 244,68	(41 259,57)
17		93 929,20	55 368,86	(38 560,34)
18		87 784,30	51 746,60	(36 037,70)
19		82 041,40	48 361,31	(33 680,10)
20		76 674,21	45 197,48	(31 476,73)
Total	411 214,95	3 143 297,00	1 852 893,09	(1 701 618,86)
A/C	0,52			

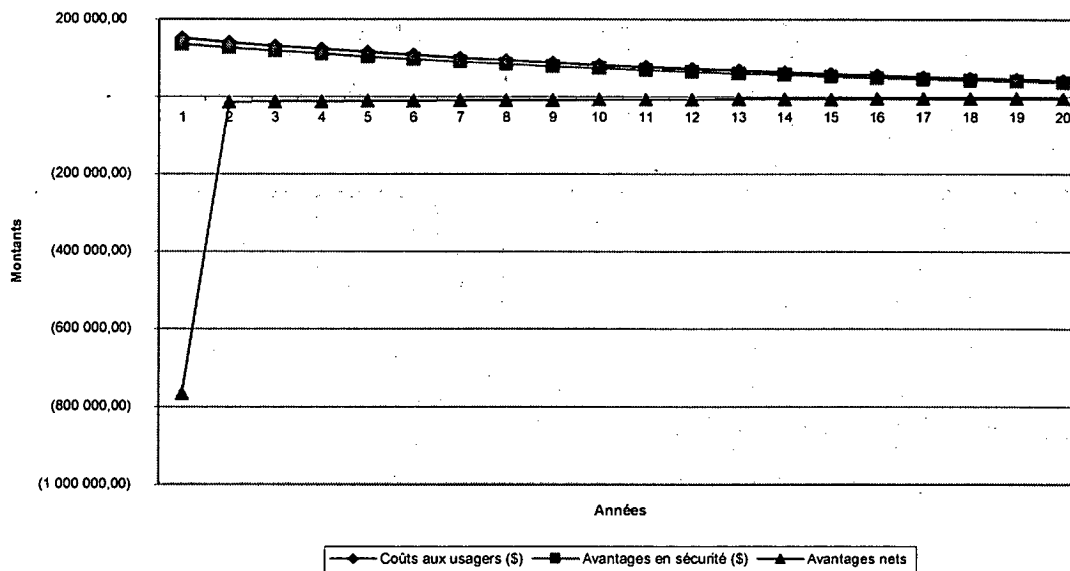
Tableaux comparatifs des scénarios I et II (à 7 %) – (suite)

Année	Valeurs actualisées Scénario II			
	Immobilisation (\$ actualisés)	Coûts aux usagers (\$ actualisés)	Avantages en sécurité (\$ actualisés)	Avantages nets (\$ actualisés)
1	750 467,29	151 560,75	136 178,50	(765 849,53)
2		141 645,56	127 269,63	(14 375,93)
3		132 379,03	118 943,58	(13 435,45)
4		123 718,72	111 162,22	(12 556,49)
5		115 624,97	103 889,93	(11 735,04)
6		108 060,72	97 093,39	(10 967,33)
7		100 991,33	90 741,49	(10 249,84)
8		94 384,42	84 805,13	(9 579,29)
9		88 209,74	79 257,13	(8 952,61)
10		82 439,00	74 072,08	(8 366,92)
11		77 045,80	69 226,25	(7 819,55)
12		72 005,42	64 697,43	(7 307,99)
13		67 294,78	60 464,88	(6 829,90)
14		62 892,32	56 509,24	(6 383,08)
15		58 777,87	52 812,37	(5 965,50)
16		54 932,59	49 357,36	(5 575,23)
17		51 338,87	46 128,37	(5 210,50)
18		47 980,25	43 110,63	(4 869,62)
19		44 841,36	40 290,31	(4 551,05)
20		41 907,81	37 654,49	(4 253,32)
Total	750 467,29	1 718 031,29	1 543 664,41	(924 834,17)
A/C	0,63			

Valeurs actualisées Scénario I (7%)



Valeurs actualisées Scénario II



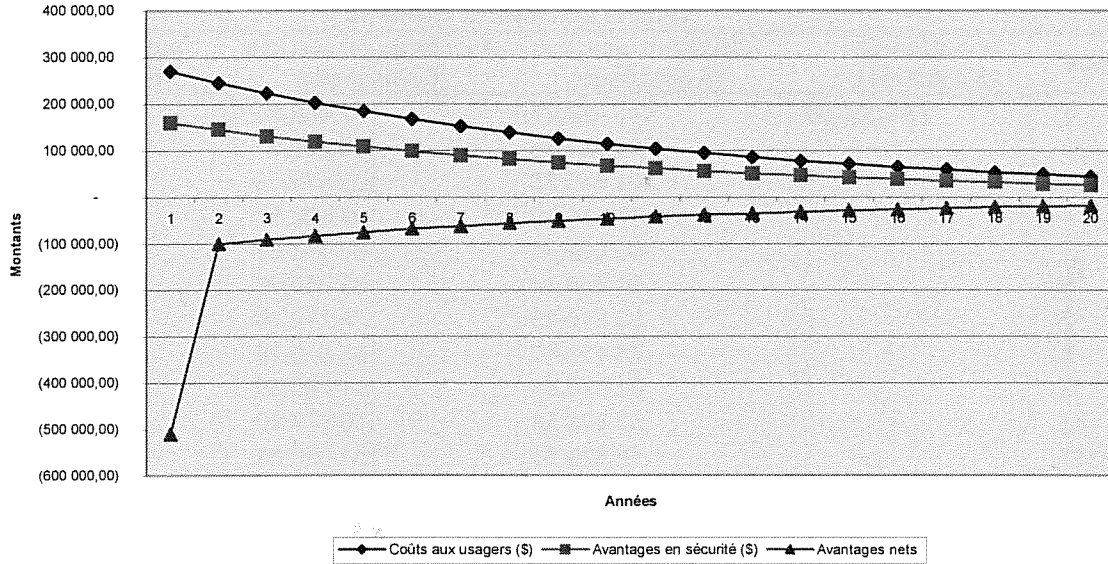
Tableaux comparatifs des scénarios I et II (à 10 %)

	SCÉNARIO I	SCÉNARIO II		
Capital humain				
Taux d'actualisation:	10%	10%		
Avantages sécurité annuels (\$):	174 900,00	145 711,00		
Coût immobilisation (\$):	440 000,00	803 000,00		
Coût aux usagers annuel (\$):	296 705,00	162 170,00		
Valeurs actualisées Scénario I				
Année	Immobilisation (\$ actualisés)	Coûts aux usagers (\$ actualisés)	Avantages en sécurité (\$ actualisés)	Avantages nets (\$ actualisés)
1	400 000,00	269 731,82	159 000,00	(510 731,82)
2		245 210,74	144 545,45	(100 665,29)
3		222 918,86	131 404,96	(91 513,90)
4		202 653,51	119 459,05	(83 194,45)
5		184 230,46	108 599,14	(75 631,32)
6		167 482,24	98 726,49	(68 755,75)
7		152 256,58	89 751,35	(62 505,22)
8		138 415,07	81 592,14	(56 822,93)
9		125 831,88	74 174,67	(51 657,21)
10		114 392,62	67 431,52	(46 961,10)
11		103 993,29	61 301,38	(42 691,91)
12		94 539,36	55 728,53	(38 810,83)
13		85 944,87	50 662,30	(35 282,57)
14		78 131,70	46 056,64	(32 075,06)
15		71 028,82	41 869,67	(29 159,15)
16		64 571,65	38 063,34	(26 508,32)
17		58 701,50	34 603,03	(24 098,47)
18		53 365,00	31 457,30	(21 907,70)
19		48 513,64	28 597,55	(19 916,09)
20		44 103,31	25 997,77	(18 105,54)
Total	400 000,00	2 526 016,92	1 489 022,29	(1 436 994,63)
A/C	0,51			

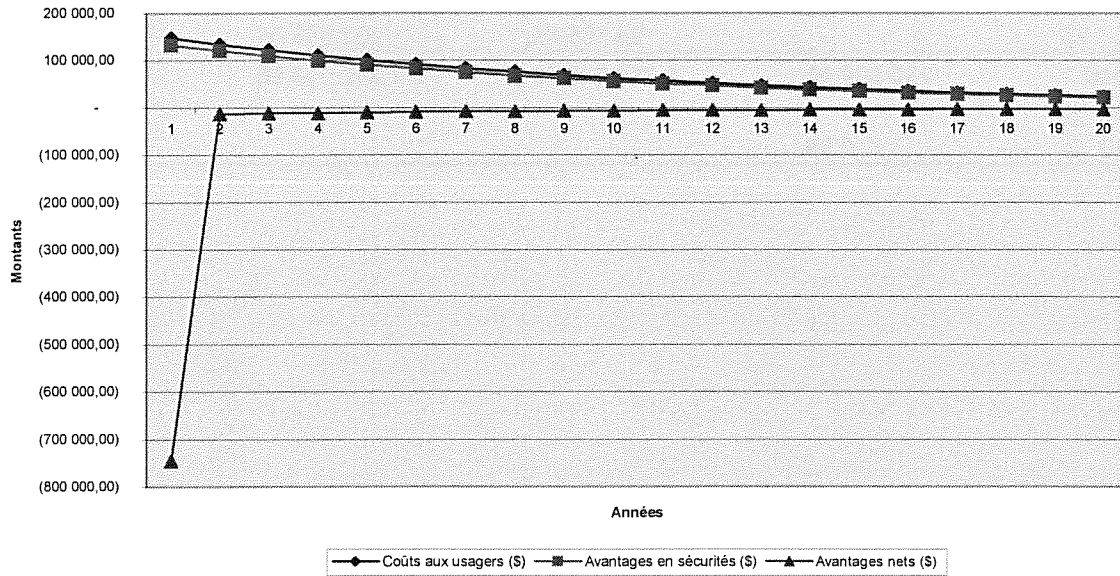
Tableaux comparatifs des scénarios I et II (à 10 %) – (suite)

Valeurs actualisées Scénario II				
Année	Immobilisation (\$ actualisés)	Coûts aux usagers (\$ actualisés)	Avantages en sécurité (\$ actualisés)	Avantages nets (\$ actualisés)
1	730 000,00	147 427,27	132 464,55	(744 962,73)
2		134 024,79	120 422,31	(13 602,48)
3		121 840,72	109 474,83	(12 365,89)
4		110 764,29	99 522,57	(11 241,72)
5		100 694,81	90 475,07	(10 219,74)
6		91 540,74	82 250,06	(9 290,68)
7		83 218,85	74 772,78	(8 446,07)
8		75 653,50	67 975,26	(7 678,24)
9		68 775,91	61 795,69	(6 980,22)
10		62 523,56	56 177,90	(6 345,66)
11		56 839,60	51 070,82	(5 768,78)
12		51 672,36	46 428,02	(5 244,34)
13		46 974,87	42 207,29	(4 767,59)
14		42 704,43	38 370,26	(4 334,17)
15		38 822,21	34 882,05	(3 940,15)
16		35 292,92	31 710,96	(3 581,96)
17		32 084,47	28 828,14	(3 256,33)
18		29 167,70	26 207,40	(2 960,30)
19		26 516,09	23 824,91	(2 691,18)
20		24 105,54	21 659,01	(2 446,53)
Total	730 000,00	1 380 644,63	1 240 519,88	(870 124,75)
A/C	0,59			

Valeurs actualisées Scénario I (10%)



Valeurs actualisées Scénario II (10%)



Tableaux comparatifs des scénarios I et II (à 13 %)

	SCÉNARIO I	SCÉNARIO II
Capital humain		
Taux d'actualisation:	13%	13%
Avantages sécurité annuels (\$):	174 900,00	145 711,00
Coût immobilisation (\$):	440 000,00	803 000,00
Coût aux usagers annuel (\$):	296 705,00	162 170,00

Valeurs actualisées Scénario I				
Année	Immobilisation (\$ actualisés)	Coûts aux usagers (\$ actualisés)	Avantages en sécurité (\$ actualisés)	Avantages nets (\$ actualisés)
1	389 380,53	262 570,80	154 778,76	(497 172,57)
2		232 363,54	136 972,35	(95 391,18)
3		205 631,45	121 214,47	(84 416,98)
4		181 974,73	107 269,45	(74 705,29)
5		161 039,59	94 928,71	(66 110,87)
6		142 512,91	84 007,71	(58 505,20)
7		126 117,62	74 343,11	(51 774,51)
8		111 608,51	65 790,36	(45 818,15)
9		98 768,59	58 221,56	(40 547,04)
10		87 405,84	51 523,50	(35 882,33)
11		77 350,30	45 596,02	(31 754,28)
12		68 451,59	40 350,46	(28 101,13)
13		60 576,63	35 708,37	(24 868,26)
14		53 607,64	31 600,33	(22 007,31)
15		47 440,39	27 964,89	(19 475,49)
16		41 982,64	24 747,69	(17 234,95)
17		37 152,78	21 900,61	(15 252,17)
18		32 878,57	19 381,07	(13 497,49)
19		29 096,08	17 151,39	(11 944,68)
20		25 748,74	15 178,22	(10 570,52)
Total	389 380,53	2 084 278,92	1 228 629,05	(1 245 030,40)
A/C	0,50			

Tableaux comparatifs des scénarios I et II (à 13 %) – (suite)

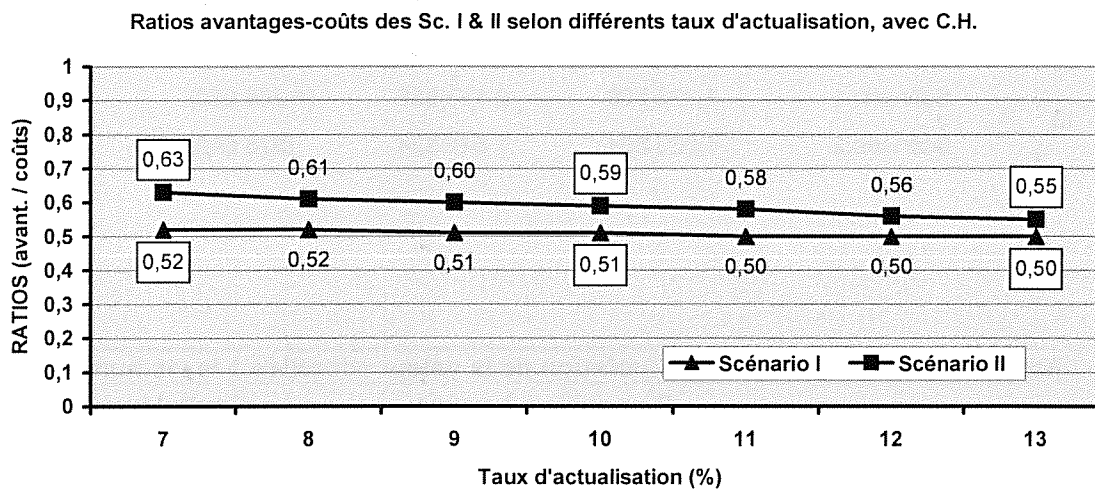
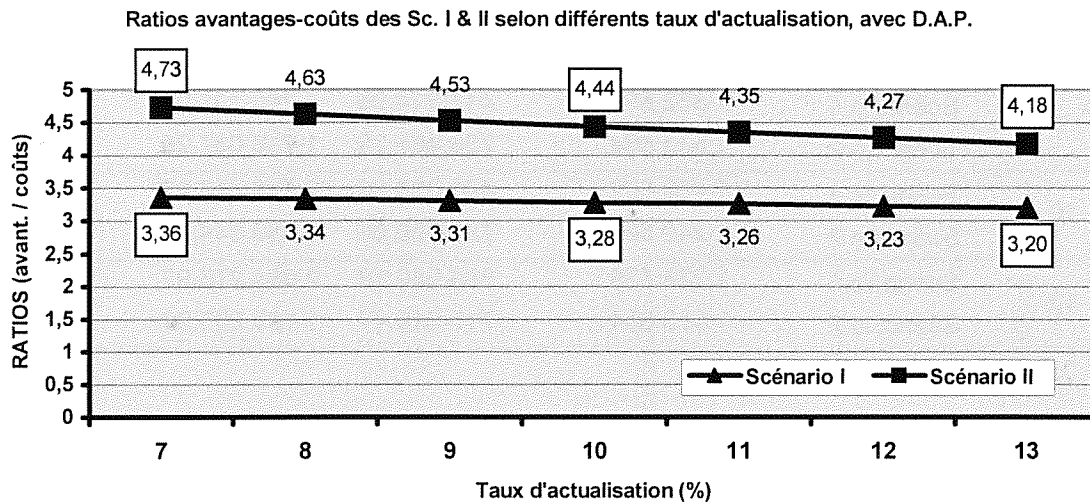
Année	Valeurs actualisées Scénario II			
	Immobilisation (\$ actualisés)	Coûts aux usagers (\$ actualisés)	Avantages en sécurité (\$ actualisés)	Avantages nets (\$ actualisés)
1	710 619,47	143 513,27	128 947,79	(725 184,96)
2		127 002,90	114 113,09	(12 889,81)
3		112 391,94	100 985,03	(11 406,91)
4		99 461,90	89 367,29	(10 094,61)
5		88 019,38	79 086,09	(8 933,29)
6		77 893,26	69 987,69	(7 905,56)
7		68 932,08	61 936,01	(6 996,07)
8		61 001,84	54 810,63	(6 191,22)
9		53 983,93	48 504,98	(5 478,95)
10		47 773,39	42 924,76	(4 848,63)
11		42 277,34	37 986,52	(4 290,82)
12		37 413,57	33 616,39	(3 797,19)
13		33 109,36	29 749,01	(3 360,34)
14		29 300,32	26 326,56	(2 973,76)
15		25 929,48	23 297,84	(2 631,64)
16		22 946,45	20 617,56	(2 328,89)
17		20 306,59	18 245,63	(2 060,96)
18		17 970,43	16 146,57	(1 823,86)
19		15 903,04	14 289,00	(1 614,04)
20		14 073,48	12 645,13	(1 428,35)
Total	710 619,47	1 139 203,96	1 023 583,58	(826 239,86)
A/C	0,55			

GUIDE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS DES PROJETS PUBLICS EN TRANSPORT

Capital humain					
(%)	Scénario	Avantages actualisés	Coûts d'immobilisation	Coûts aux usagers	Coûts actualisés
7	Scénario 1	1 852 893	411 214,95	3 143 297,00	3 554 512
	Scénario 2	1 543 664	750 467,29	1 718 031,29	2 468 498
10	Scénario 1	1 489 022	400 000,00	2 526 016,92	2 92 6017
	Scénario 2	1 240 520	730 000,00	1 380 644,63	2 110 645
13	Scénario 1	1 228 629	389 380,53	2 084 278,92	2 473 659
	Scénario 2	1 023 854	710 619,47	1 139 203,96	1 849 824

Capital humain					
%	Scénario	Avantages actualisés	Coûts actualisés	VAN	A/C
7	Scénario 1	1 852 893	3 554 512	(1 701 619)	0,52
	Scénario 2	1 543 664	2 468 498	(924 834)	0,63
10	Scénario 1	1 489 022	2 926 017	(1 436 995)	0,51
	Scénario 2	1 240 520	2 110 645	(870 125)	0,59
13	Scénario 1	1 228 629	2 473 659	(1 245 030)	0,50
	Scénario 2	1 023 854	1 849 824	(826 640)	0,55

Analyse de sensibilité selon la variation de la valeur accordée à la vie humaine					
(%)	Scénario	Disposition à payer		Capital humain	
		VAN	A/C	VAN	A/C
7	Scénario 1	8 396 246	3,36	(1 701 619)	0,52
	Scénario 2	9 197 916	4,73	(924 834)	0,63
10	Scénario 1	6 677 853	3,28	(1 436 995)	0,51
	Scénario 2	7 261 542	4,44	(870 125)	0,59
13	Scénario 1	5 450 731	3,20	(1 245 030)	0,50
	Scénario 2	5 886 023	4,18	(826 240)	0,55



Une fois de plus, les résultats obtenus semblent solides, peu importe le taux d'actualisation utilisé (7,10 ou 13 %), le critère d'investissement (VAN ou ratio A/C), le choix du scénario demeure le même : scénario II. Toutefois, l'approche d'attribution d'une valeur à la vie humaine, en utilisant celle dite du capital humain le projet ne devrait pas être réalisé puisque le ratio est inférieur à 1 peu importe le taux d'actualisation ou le critère d'investissement utilisés. Cependant, le classement des scénarios demeure le même favorisant le scénario 2.

Conclusion

L'application de l'analyse avantages-coûts, telle que décrite dans le guide, servira à identifier le projet qui permet de retirer le meilleur avantage économique dans l'intérêt de la société. De plus, l'application proposée permet d'assurer une certaine uniformité dans la réalisation des analyses avantages-coûts au Ministère et par conséquent, accroît sa crédibilité en cette matière.

Dans ce cadre, le guide propose une démarche en six étapes :

- Définir le problème, l'objectif de l'investissement, les contraintes et les scénarios ;
- Établir l'horizon temporel (période couverte par le calcul) ;
- Identifier et quantifier les avantages et les coûts tels que les coûts initiaux d'implantation du projet et la réduction des coûts liés aux accidents ou la réduction des coûts liés au temps d'attente et de déplacement ;
- Actualiser les avantages et les coûts ;
- Comparer les scénarios en utilisant un ou plusieurs critères d'investissement ;
- Réaliser une analyse de sensibilité.

Des paramètres sont associés à chacune de ces étapes tels que la valeur de la vie humaine, le taux d'actualisation et des critères d'investissement. Concernant la valeur de la vie humaine, afin de limiter les variations importantes des résultats selon la méthode employée (disposition à payer ou capital humain), le Ministère examine la possibilité d'utiliser une valeur se situant entre les valeurs proposées par ces deux méthodes. En ce qui a trait au taux d'actualisation, le guide suggère un taux se rapprochant davantage de 7 ou 8 % plutôt que de 3 ou 4 % afin de viser l'efficacité économique et non strictement financière. Enfin, quant aux critères d'investissement, le guide propose d'utiliser la valeur actualisée nette combinée au ratio avantages-coûts étant donné leur efficacité supérieure à celle des autres critères abordés. Afin de s'assurer de la fermeté ou du réalisme du choix d'un scénario, le guide conseille de faire varier la valeur des paramètres à l'intérieur d'une étendue de valeurs raisonnables.

Bien que les pressions politiques et autres contraintes peuvent influencer l'application de l'analyse avantages-coûts telle que décrite dans ce guide, cette dernière permet aux analystes de mieux étoffer et défendre leur dossier et constitue un outil essentiel à la prise de décision.

Annexes

Annexe 1 :	Analyse économique versus analyse financière.....	53
Annexe 2 :	Opinions d'économistes de réputation internationale concernant les retombées économiques.....	54
Annexe 3 :	Position de l'analyse avantages-coûts par rapport aux autres méthodes d'analyse	56
Annexe 4 :	Étude d'opportunité	57
Annexe 5 :	Analyse multicritère	59
Annexe 6 :	Coûts d'opération des véhicules (« Véhicule opération cost »).....	61
Annexe 7 :	Coût moyen par accident selon la DAP ou le CH.....	63
Tableau 7.1 :	Coût moyen par accident selon la DAP ou le CH (en dollars de 1997).....	63
Tableau 7.2 :	Coût moyen par accident selon la DAP ou le CH.....	65
Annexe 8 :	Coûts liés au temps d'attente et de déplacement.....	66
Annexe 9 :	Coûts des polluants atmosphériques émis par les véhicules routiers au Canada.....	67
Annexe 10 :	Coûts typiques de construction, d'entretien et de réhabilitation	68
Annexe 11 :	Taux d'actualisation.....	70
Tableau 11.1 :	Table du facteur d'actualisation $(1/(1+r)^n)$	70
Tableau 11.2 :	Valeur actualisée d'un investissement (s) selon la durée de vie du projet (n) et le taux d'actualisation (r) $VA = s/(1+r)^n$	71
Figure 11.1 :	Valeur actualisée selon la durée et le taux d'actualisation	73
Annexe 12 :	Avantages et inconvénients de quelques critères d'investissement en analyse avantages-coûts (A-C)	74
Annexe 13 :	Mouvement du trafic – Accidents à éviter	76
Annexe 14 :	Scénario 1.....	77
Annexe 15 :	Scénario 2.....	78

Annexe 1 : Analyse économique versus analyse financière

Analyse économique

- Vise à maximiser le rendement de s investissements pour la société :
 - les avantages que procure le projet à certaines personnes rendraient possible l'indemnisation de celles qui sont moins favorisées de telle sorte que le niveau de bien-être de l'ensemble de la société soit plus élevé après qu'avant la réalisation du projet.
- Utilise un taux d'actualisation de 7 à 10 % qui reflète le coût d'opportunité social du capital; les coûts pour l'organisme concerné ainsi que ceux pour l'ensemble de la société sont considérés ;
- Compte habituellement le coût initial du projet plutôt qu'une annuité de l'amortissement (déboursé annuel du capital et de l'intérêt); le taux d'actualisation inclut déjà cette charge.

Analyse financière

- Vise à maximiser le profit d'une entreprise ou les recettes fiscales du gouvernement; sert à favoriser les décisions d'investissement dans l'intérêt de leurs actionnaires et administrateurs, à comparer le montant des recettes fiscales gouvernementales engendrées par un projet à son coût de réalisation ;
- S'apparente à une méthode utilisée dans le secteur privé et utilise un taux variant de 3 à 5 % ;
- Ne considère que le coût réel d'un emprunt requis et ne prend en compte que les coûts encourus. Le taux d'actualisation égale la différence entre le taux d'intérêt du marché et l'inflation ;
- Compte les annuités de l'amortissement (déboursé annuel du capital et de l'intérêt)

Source : Fernand Martin, *Faiblesses, embûches et abus dans les analyses avantages-coûts*, Université de Montréal, 1995.

Annexe 2 : Opinions d'économistes de réputation internationale concernant les retombées économiques.

Plusieurs économistes de réputation internationale considèrent qu'effectivement **les retombées économiques ne doivent être considérées** dans une analyse avantages-coûts afin d'éviter le double comptage : Fernand Martin (1990), Mohring et Harwitz (1962), Kraft et al. (1971), Plassard (1977), Julien (1987), Transports Canada (1994), Secrétariat du Conseil du Trésor (1998).

2.1. Fernand Martin (1990), économiste canadien :

« Le double comptage :

Il y a un grand nombre de cas de double comptage dans le calcul de la valeur des projets.

Les cas typiques sont :

- inclure les retombées économiques brutes dans les avantages d'un projet : il est évident que dans le cas du **plein emploi** les retombées économiques se font complètement aux dépens des **effets multiplicateurs de projets rivaux** de sorte que **l'avantage net est nul**.

On peut cependant compter une **partie** des retombées économiques comme avantage du projet dans le cas du chômage à **certaines conditions**. L'**avantage social** des retombées économiques ne concerne (approximativement) que la **main-d'œuvre** et consiste dans la **différence entre son coût** nominal (prix d'un bien incluant l'inflation) et son **prix** de référence (coût d'opportunité : la valeur de ce à quoi on renonce en utilisant un facteur quelconque). Les **conditions** à satisfaire sont les suivantes :

- a) le chômage n'est pas corrigible par des mesures fiscales et monétaires praticables;
- b) le projet en question engendre des investissements **qui n'auraient pas pu être faits autrement**, et / ou **ne provoque** aucun déplacement d'activités économiques, c'est-à-dire le projet est complètement incrémental. »

2.2. Mohring et Harwitz (1962), économistes américains, concluaient dans le même sens :

« Trois conditions justifient l'effet multiplicateur d'un projet :

- le projet en question engendre des investissements qui **n'auraient pas pu être faits autrement**;
- le projet utilise des ressources qui autrement **n'auraient pas pu être utilisées**;
- le projet **ne provoque** aucun déplacement d'activités, c'est-à-dire complètement incrémental ».

2.3. Kraft et al. (1971), économiste américain, est du même avis :

« les résultats des études empiriques ne **parviennent pas** à conclure à un lien certain entre **développement régional et infrastructures routières** ».

2.4. Plassard (1977), économiste français, après avoir exhaustivement examiné des études empiriques, affirmait la même conclusion :

« aucune étude n'est parvenue à montrer que la construction d'une route **entraîne systématiquement des effets favorables**. Elle tendait même davantage à renforcer les inégalités existantes plutôt qu'à les réduire. »

2.5. Julien (1987), économiste canadien, ajoute que :

« La réussite des régions passe par la concertation régionale qui peut seule assurer la mise en commun des ressources collectives. Les infrastructures routières ne peuvent donc pas générer le développement économique, elles ne peuvent **que concrétiser** un dynamisme local déjà existant. »

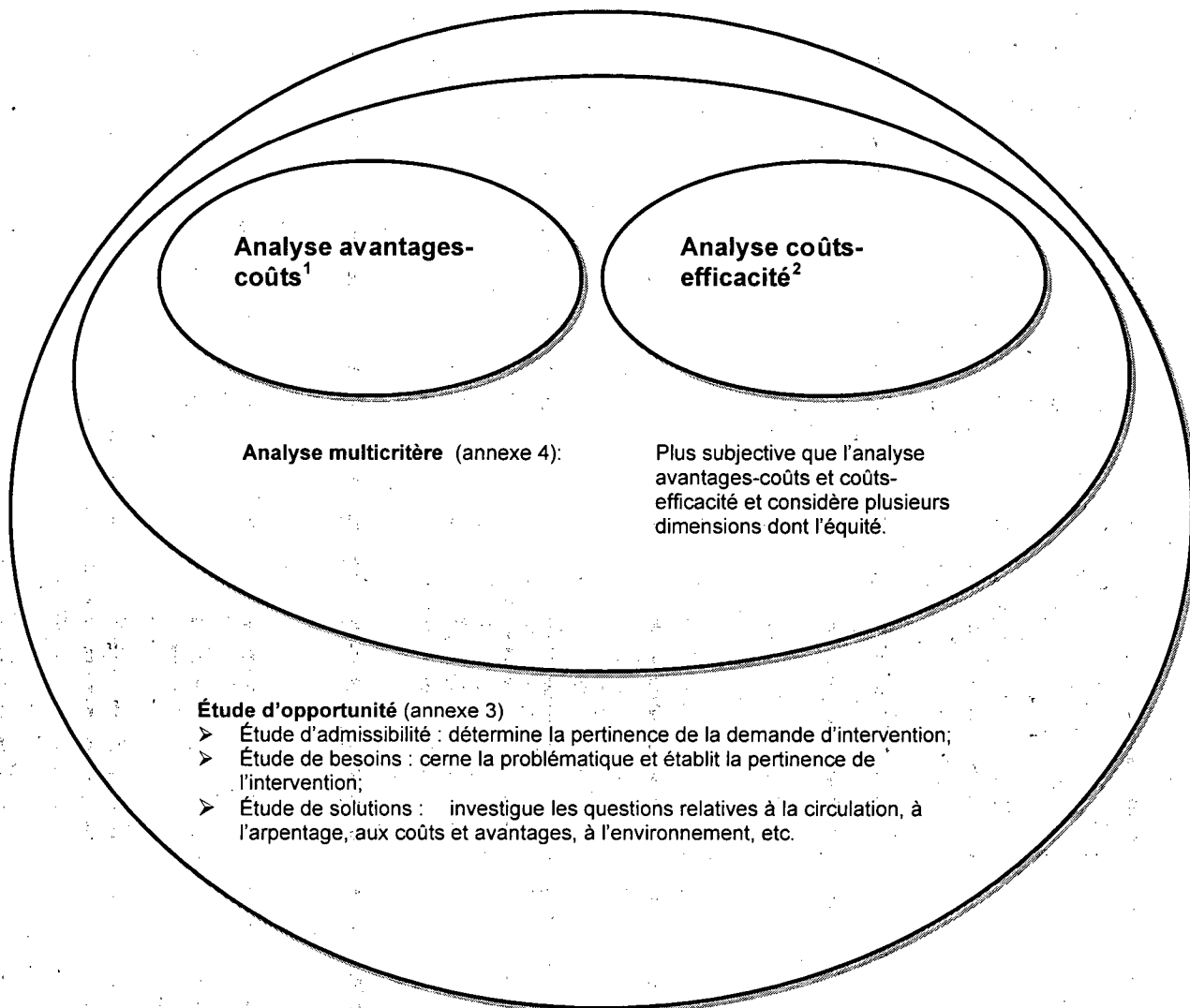
2.6. Transports Canada (1994) aborde la question comme les auteurs précédents :

« On commet souvent l'erreur dans le cadre d'une analyse avantages-coûts, de considérer les retombées économiques, ou effets multiplicateurs, comme des avantages. Lorsque l'on considère les avantages possibles d'un projet de transport, il ne faut s'attarder qu'aux **avantages directs**. Par exemple, l'ajout d'un brise-glace peut amener des économies de carburant et de temps de navigation; ces avantages doivent être inclus dans l'analyse. Pour certaines personnes, ces économies peuvent se traduire par une augmentation de leur revenu mais on ferait une erreur de considérer les incidences secondaires, ou effets multiplicateurs, qui découlent de l'utilisation de ce revenu. Sinon, les avantages d'un projet seraient **comptés deux fois**. L'estimation des effets d'un projet doit comprendre l'activité économique **uniquement si, en l'absence du projet, elle n'avait pas eu lieu.** »

2.7. Secrétariat du Conseil du Trésor (1998) ne fait pas exception :

« Il convient rarement d'appliquer des multiplicateurs aux fins des analyses pour le gouvernement fédéral. Il est par conséquent recommandé de **ne pas inclure de multiplicateurs** à moins que leur application ne soit clairement justifiée. »

Annexe 3 : Position de l'analyse avantages-coûts par rapport aux autres méthodes d'analyse



1 Ne considère que les coûts et avantages spécifiques à la rentabilité économique et mesurables de façon monétaire.

2 Considère les coûts et avantages économiques et non économiques
Évite d'attribuer une valeur monétaire aux avantages et coûts plus difficilement monnayables telle que la valeur de la vie humaine, leur alloue plutôt une valeur numérique (ex. : Nombre d'accidents évités).

Annexe 4 : Étude d'opportunité

Un projet de développement du réseau routier ou d'intervention sur celui-ci, compte tenu de la complexité de la démarche, ne saurait être réalisé en quelques jours ou en quelques semaines, selon l'envergure de l'intervention requise.

Des contraintes techniques, environnementales, économiques et administratives imposent de suivre une démarche rigoureuse, afin de s'assurer que les motifs d'intervention sont valables, que la solution répond aux problèmes soulevés et au meilleur coût possible.

À cet effet, le « Cheminement type d'un projet routier » en cinq phases a été développé et en trace les grandes lignes depuis l'évaluation du problème jusqu'à la construction proprement dite. Il s'agit des phases « Opportunité, Conception, Plans et devis, Acquisition et Construction ». Celles-ci regroupent l'ensemble des démarches administratives et techniques à considérer tout au long du processus.

Le service du plan, analyse et soutien technique a développé le « Guide d'étude d'opportunité » qui assure la cohérence de la démarche à la phase « **Opportunité** » d'un projet. Il a pour objet l'étude d'une demande d'intervention sur le réseau routier qui sera effectuée en référence à la planification gouvernementale, ministérielle, régionale et aux normes techniques en vigueur.

Le guide est structuré en deux tomes. Le premier propose une méthode générale pour effectuer les études. Un exemple théorique fondé sur un cas réel illustre l'application de la méthode. Elle est ainsi appliquée à chacune des étapes de la phase « Opportunité ». Celles-ci correspondent respectivement à l'étude d'**admissibilité** d'une demande, à l'étude des **besoins** ou de la problématique et à l'étude des **solutions** susceptibles d'être retenues. L'organigramme ci-joint résume la démarche.

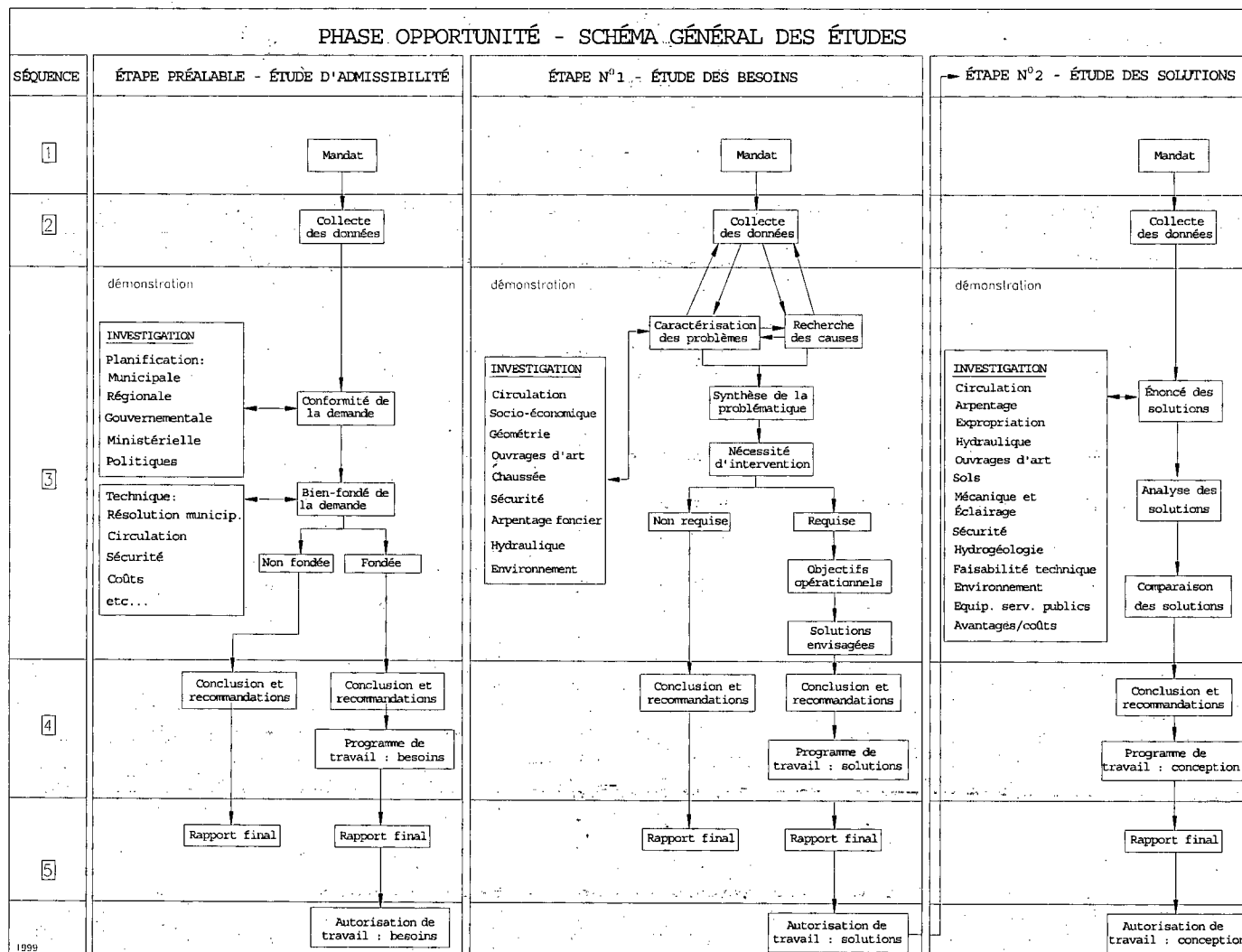
Le second tome explique le cheminement d'un projet routier à la phase « Opportunité ». Il décrit essentiellement le cadre de gestion et le cadre technique propre à cette phase. À cet effet, il présente les tâches et les activités des gestionnaires et des spécialistes dont la contribution est nécessaire pour réaliser les différentes études.

Une étude d'opportunité peut être effectuée sur des cas ponctuels comme le réaménagement d'une intersection, l'installation d'un feu de circulation, l'étagement d'un passage à niveau ou dans des cas plus linéaires comme le contournement d'un village, le développement d'un nouvel axe routier, l'élargissement d'une route, etc. Elle requiert la contribution de plusieurs spécialistes qui vont effectuer autant d'études sectorielles nécessaires à la réalisation de l'étude d'opportunité.

Le guide aborde tous ces aspects mais, selon l'objectif poursuivi et l'ampleur du sujet, on pourra se limiter à certains points de la démarche. Dans le cas le plus complexe, la démarche qui comporte trois étapes fait appel à tous les domaines d'expertise mentionnés dans l'organigramme ci-joint. Pour un cas plus simple, la démarche comporte toujours trois étapes mais peut se limiter à une ou quelques expertises seulement.

Source : Gilbert Saint-Laurent, Service du plan, analyse et soutien technique, ministère des Transports du Québec, *Guide d'étude d'opportunité*, 1997.

GUIDE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS DES PROJETS PUBLICS EN TRANSPORT
ANNEXE 4 (SUITE)



Annexe 5 : Analyse multicritère

a) Pertinence de l'analyse multicritère

La complexité des enjeux en matière de transport oblige le Ministère à considérer dans l'évaluation des projets plusieurs éléments interdépendants, souvent difficiles à évaluer en termes monétaires et parfois même non quantifiables.

Composantes de l'analyse multicritère¹⁹ appliquée au transport

- Paysage et qualité urbaine :
 - Impact sur les riverains;
- Étalement urbain;
- Commodité du conducteur :
 - Confort, stress;
- Sécurité routière;
- Perturbation et inconvénients lors de la réalisation des travaux;
- Impact sur l'environnement :
 - Pollution atmosphérique (gaz à effet de serre);
 - Nappe phréatique;
 - Bruit;
- Mobilité (accessibilité au réseau) :
 - Impact sur les services essentiels;
- Équité (particulièrement entre les régions);
- Développement économique;
- Analyse avantages-coûts;

L'importance accordée à ces éléments dans l'analyse de projets diffère selon les divers intervenants et le consensus est difficile à obtenir. L'analyse multicritère, sans être une panacée à cette problématique, est souvent utilisée dans ce contexte. En effet, elle permet de tenir compte de critères de décision pour lesquels il n'existe pas de mesure quantitative satisfaisante et de valeurs monétaires. L'analyse multicritère constitue ainsi un outil efficace pour orienter le gestionnaire vers le choix de l'option répondant davantage aux attentes signifiées ou imposées, entre autres, par les intervenants du milieu lors de la réalisation d'un projet spécifique. Elle fait partie intégrante de la prise de décision.

¹⁹ Commission européenne, Direction générale des transports (1996). Cost-benefit and Multicriteria Analysis, Recherche Transport, EURET, Action concertée.

b) Processus de l'analyse multicritère

L'analyse multicritère est appliquée de la façon suivante :

- définition des critères et de leurs indicateurs;
- application d'une pondération des critères;
- évaluation partielle de chaque projet ou scénario en fonction de chaque critère;
- synthèse des évaluations partielles pour obtenir un classement des projets ou scénarios;
- réalisation d'une analyse de sensibilité.

c) Exemple d'analyse multicritère appliquée à un projet routier en chaussée²⁰

Critères (indicateurs)

- Qualité de la technique (degré de fiabilité, insensibilité de la technique aux conditions atmosphériques lors de la mise en œuvre, intégration de la technique aux infrastructures en place).
- Gestion des risques (maîtrise des risques de dépassements budgétaires, d'avenant au contrat);
- Maîtrise de la mise en œuvre (de la technique, localement) ;
- Facilité de la surveillance durant les travaux (points critiques);
- Maîtrise des délais (durée des travaux, préparation plans et devis);
- Facilité d'entretien (accotements, réparations, etc.);
- Bonne viabilité hivernale;
- Possibilité de recyclage des matériaux lors de l'exécution;
- Risque de contamination des ressources en eau potable (puits, source d'approvisionnement);
- Niveau de sécurité (pour l'usager de la route, pour les travailleurs);

²⁰ Guide de l'analyse des multicritères pour la construction et la conservation des chaussées au ministère des Transports, juin 1998, Jacques Lacourse.

Annexe 6 : Coûts d'opération des véhicules (« Véhicule opération cost »)

Les équations suivantes sont utilisées selon qu'il s'agisse d'un écoulement libre ou de circulation entravée²¹:

1. Équations de calcul des VOC (Vehicule Operation Cost) dans des situations de circulation à écoulement libre :

Automobile :
$$\text{VOC} = -61,6375 + 14,9257 \cdot G + 3,92726 / (G+1) + 1253,51 \cdot V^{-1/2} + 1,33748 \cdot V - 68,1542 \cdot G \cdot V^{-1/2} - 0,063320 \cdot G \cdot V$$

Camions légers :
$$\text{VOC} = 10^{(3,18568 - 0,0414 \cdot V + 0,017460 \cdot V \cdot \log(V) + 0,013685 \cdot G \cdot \log(V) + 0,037659 \cdot \log(V) / (G+1))}$$

Camions lourds :
$$\text{VOC} = 10^{(3,20318 - 0,037551 \cdot V + 0,016034 \cdot V \cdot \log(V) + 0,019906 \cdot G \cdot \log(V) + 0,039256 \cdot \log(V) / (G+1))}$$

Autobus :
$$\text{VOC} = 10^{(3,29120 - 0,033775 \cdot V + 0,035575 / (G+1) + 0,014089 \cdot V \cdot \log(V) + 0,014434 \cdot G \cdot \log(V) - 0,000125 \cdot V \cdot G)}$$

2. Équations de calcul des VOC dans des situations de circulation entravée (congestion)

Automobile :
$$\text{VOC} = (-57,71 + 1253,51 \cdot (V^{-1/2}) + 1,3375 \cdot V)$$

Camions légers :
$$\text{VOC} = 10^{(3,18568 - 0,0414 \cdot V + 0,01746 \cdot V \cdot \log(V) + 0,03793 \cdot \log(V))}$$

Camions lourds :
$$\text{VOC} = 10^{(3,20318 - 0,0375 \cdot V + 0,01603 \cdot V \cdot \log(V) + 0,039256 \cdot \log(V))}$$

Autobus :
$$\text{VOC} = 10^{(3,327 - 0,0338 \cdot V + 0,0141 \cdot V \cdot \log(V) + 0,0393 \cdot \log(V))}$$

Où

V = Vitesse en kilomètres-heure

COV = Coûts d'opération des véhicules (en \$ par 1000 km)

G = Pente en pourcentage

log = Logarithme base 10

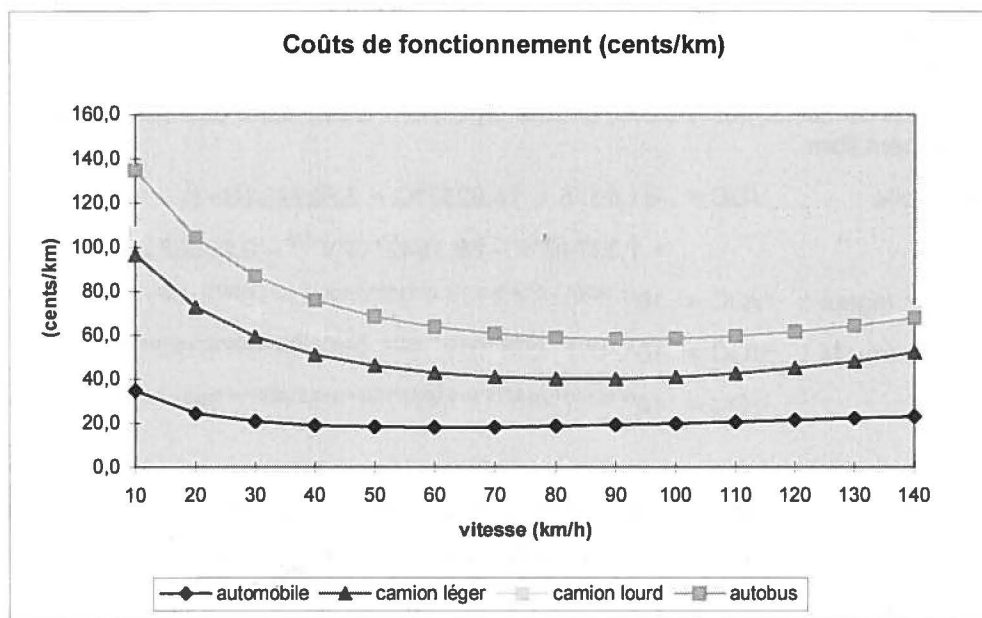
Pour estimer ces équations, il faut disposer préalablement de données sur la vitesse des véhicules. Il est possible d'estimer la vitesse moyenne des véhicules circulant lors de la période étudiée (généralement l'heure de pointe du matin ou celle du soir) en divisant le nombre total de véhicules-kilomètres par le nombre total de véhicules-heures, selon le type de véhicule et le scénario considéré.

Une fois les VOC calculés, à partir des vitesses moyennes estimées, sont multipliés par le nombre de véhicules-kilomètres par type de véhicule. Ils sont ensuite généralement multipliés par un facteur de 5, puisque la période étudiée (habituellement lors de pointe du matin et du soir) représente généralement 20 % du débit journalier sur les routes. Ils sont enfin multipliés par 255 jours ouvrables pour obtenir les coûts annuels.

Les calculs sont réalisés par les modèles HDM-III et ARFCOM ainsi que par des techniques de régression multiples.

²¹ « Évaluation des coûts de la congestion routière dans la grande région de Montréal », Les Conseillers ADEC Inc., pour le ministère des Transports du Québec, décembre, 1997.

**GUIDE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS DES PROJETS PUBLICS EN TRANSPORT
ANNEXE 6 (SUITE)**



Source: Les conseillers Adec Inc., Évaluation des coûts de la congestion dans la grande région de Montréal, 1997.

Vitesse - cent/km				
(km/h)	automobile	camion léger	camion lourd	autobus
10	34,8	96,4	106,5	134,9
20	24,5	72,6	83,3	104,2
30	20,7	59,3	70,0	86,7
40	19,0	51,2	61,9	75,6
50	18,3	46,0	56,8	68,4
60	18,1	42,8	53,8	63,6
70	18,2	40,9	52,2	60,6
80	18,6	40,1	51,9	58,9
90	19,1	40,2	52,5	58,2
100	19,8	41,0	54,1	58,5
110	20,5	42,6	56,6	59,6
120	21,4	44,9	60,1	61,5
130	22,2	48,0	64,7	64,2
140	23,2	52,1	70,4	67,8

Source : Les conseillers Adec Inc., Évaluation des coûts de la congestion dans la grande région de Montréal, 1997.

**GUIDE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS DES PROJETS PUBLICS EN TRANSPORT
ANNEXE 7**

**Annexe 7 : Coût moyen par accident selon la DAP ou le CH
Tableau 7.1 : Coût moyen par accident selon la DAP ou le CH (en dollars de 1997)**

Québec

	Mortels (\$)	Blessés (\$)		Domage (\$) (dommage matériel seulement) - toute gravité -
		graves	légers	
Disposition à payer (DAP)	3 305 107	546 533	54 983	6 838
Capital humain (CH)	472 571	109 213	9 742	6 995

Autres provinces canadiennes

	Mortels (\$)	Blessés (\$)	DMS (\$)
Manitoba disposition à payer	2 800 000	175 000	2 700
Ontario disposition à payer	6 300 000	27 000	6 100
capital humain	800 000	20 000	6 000
Colombie-Britannique disposition à payer	4 170 000	97 000	6 000

Autres pays

	Mortels (\$)	Blessés (\$)		DMS (\$)
		graves	légers	
France	889 502	91 592	19 457	4 951
Norvège	3 323 999	954 486	10 013	3 006
États-Unis	4 506 960	1 884 976	211 547	17 148

Sources et méthodes

Les données calculées selon la méthode « Disposition à payer » ont été proposées par l'Association des Transporteurs du Canada (ATC) dans son document : Highway User Costs Table, ATC, 1993. Alors que les données calculées selon la méthode « capital humain » ont été établies par la Société de l'Assurance Automobile du Québec (SAAQ) dans son document « Évaluation et évolution de 1985 à 1994 des coûts de l'insécurité routière au Québec ». Ces données ont été indexées par le Ministère²².

Les données spécifiques aux provinces canadiennes proviennent d'un document réalisé par monsieur Brian Hicks de Transports Canada en vue de l'utilisation d'un logiciel appelé « MicroBenCost Default Values ».

Les données propres aux pays proviennent d'un ouvrage réalisé en 1999 par l'Association mondiale de la Route (AIPCR), il s'intitule : « Méthodes d'évaluation économique des projets routiers dans les pays membres de l'AIPCR ». La méthode d'estimation utilisée DAP ou CH n'est pas précisée.

Voici les principaux constats observés suite à la comparaison de trois ouvrages (*An Analysis of Official Economic Evaluations of Traffic Accident Fatalities in 20 Motorized Countries*, Rune Elvik, Institute of Transport Economics, avril 1994; *La valeur de la vie humaine*, Tremblay, Pierre, stagiaire, service de l'économie et du plan directeur du MTQ, 1996) et (*Méthodes d'évaluation économique des projets routiers dans les pays membres de l'AIPCR*, comité du financement et de l'évaluation économique, 1999) :

- Angleterre, États-Unis, Nouvelle-Zélande, Suède, Suisse : Utilisation, avant 1991 de la méthode capital humain ou d'une méthode du capital humain ou mixte, après 1991 utilisation de la méthode disposition à payer ;
- Norvège, Australie : application avant 1997 de la méthode du capital humain et après 1997 de la méthode disposition à payer ;
- Finlande avant 1997 approche mixte « décisions publiques » et capital humain, après 1997 disposition à payer ;
- Allemagne, Canada (Québec), Autriche, Portugal : avant et après 1991 : capital humain même situation en 1997
- France, Espagne: approche mixte : capital humain et disposition à payer; même situation en 1997
- Danemark : approche mixte (« décisions publiques », capital humain)

²² Une mise à jour des données pour les deux méthodes est réalisée en mai de chaque année par le Service des politiques et analyses en sécurité du Ministère (ldussault@mtq.gouv.qc.ca).

GUIDE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS DES PROJETS PUBLICS EN TRANSPORT
ANNEXE 7 (SUITE)

Un ouvrage soutenu par le FHWA et BC MoTH décrit la composition des deux méthodes : disposition à payer, capital humain :

- Capital humain : la majorité de la valeur monétaire est allouée à la productivité; les soins médicaux, les frais funéraires et les dommages matériels composent l'autre proportion;
- Disposition à payer : la majorité de la valeur monétaire est attribuée à la peine et perte de la qualité de la vie (65,1 %); la productivité (salaire et autres rémunérations) (13,8 %), dommages matériels (11,5 %), soins médicaux et réhabilitation (3,4 %), procédures administratives et légales (2,3 %). Parmi les autres éléments, il y a les délais de voyage et les services d'urgence.

Tableau 7.2: Coût moyen par accident selon la DAP ou le CH

Coût moyen par accident selon la DAP ou le CH (en dollars de 1999)

Accidents :	Mortels	Blessés		DMS*
		Graves	Légers	
Disposition à payer (DAP)	3 421 790 \$	565 830 \$	56 920 \$	7 080 \$
Capital humain (CH)	473 150 \$	112 550 \$	10 140 \$	7 240 \$

* Dommages matériels seulement

Une mise à jour des données pour les deux méthodes est réalisée en mai de chaque année par le Service des politiques et analyses en sécurité du Ministère (ldussault@mtq.gouv.qc.ca).

Annexe 8 : Coûts liés au temps d'attente et de déplacement

En 1997, au Québec, excluant les heures supplémentaires, la valeur horaire du temps s'établit à²³ :

- 16,80 \$ pour les déplacements en automobile pendant le travail, tant pour le conducteur que pour le passager;
- 9,89 \$ pour les déplacements en automobile afin de se rendre au travail ;
- 7,07 \$ pour les déplacements en automobile ayant pour motif les études;
- 3,53 \$ pour les déplacements en automobile ayant d'autres motifs;
- 23,79 \$ pour le conducteur d'un autobus;
- 7,07 \$ pour les déplacements d'un passager en autobus;
- 27,78 \$ pour le chauffeur d'un camion léger;
- 30,23 \$ pour le chauffeur d'un camion lourd.

²³ Les conseillers ADEC Inc., ministère des Transports du Québec, Évaluation des coûts de la congestion routière dans la Grande Région de Montréal, déc. 1997; les auteurs se sont inspirés des données de l'Institut de la Statistique du Québec.

Annexe 9 : Coûts des polluants atmosphériques émis par les véhicules routiers au Canada

Le type et la quantité de polluants atmosphériques émis par les véhicules routiers sont assez bien connus. Quant à l'évaluation de leur impact, diverses méthodes ont été proposées pour leur associer un prix en s'appuyant sur le coût :

- des dispositifs requis pour éviter de produire une quantité équivalente de polluants (par exemple des filtres catalytiques dans les autos);
- des conséquences de cette pollution;
- de procédés permettant de réabsorber ou de neutraliser ces polluants.

Les écarts entre les diverses évaluations présentées dans la littérature sont parfois étonnants. Par exemple, le coût associé aux émissions d'oxydes d'azote s'échelonne, selon les organismes réglementaires, de 42 \$ à 40 000 \$ par tonne.

Les valeurs figurant ci-dessous, considérées comme des ordres de grandeur, ont été calculées à partir d'une série d'études répertoriées par Todd Litman en 1995 (37 rapports d'instituts de recherche et d'organismes réglementaires).

Quantités émises	CO ₂	CO	HC	NO _x	SO _x	Particules	Total
			(g/km)				
Autos	204	14,65	1,958	1,19	0,04	0,062	
Autobus diesel	1 346	18,65	1,367	8,33	1,12	2,430	
Articulé diesel	1 724	23,87	1,715	10,58	1,43	2,716	
			Coût médian des polluants				
			(\$ par tonne)				
	62	1 226	4 459	5 688	2 423	3 373	
			Coût des polluants par type de véhicule				
			(¢ / km)				
Autos	1,268	1,795	0,873	0,675	0,011	0,021	4,64
Autobus diesel	8,370	2,285	0,610	4,737	0,271	0,820	17,09
Articulé diesel	10,716	2,926	0,765	6,017	0,346	0,916	21,69
			(¢ / passager-km)				
Autos	0,975	1,381	0,672	0,519	0,008	0,016	3,57
Autobus diesel	0,418	0,114	0,030	0,237	0,014	0,041	0,85

Source : Litman, Todd, *Transportation Cost Analysis : Techniques, Estimates and Implications*. Victoria Transportation Policy Institute, Canada, février 1995.

GUIDE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS DES PROJETS PUBLICS EN TRANSPORT
ANNEXE 10

Annexe 10 : Coûts typiques de construction, d'entretien et de réhabilitation

Classification des interventions (catégorie, code et description) provient du Manuel de programmation du Ministère, *Axe Conservation des chaussées et autres éléments*. (ministère des Transports du Québec)

Catégorie 11 : Pose de surface de roulement			
Code	Description	Coût	Période de performance
1100	Couche d'usure	5,50 \$/m ²	6 à 12 ans
1105	Revêtement de surface (BB)	7,50 \$/m ² (140 kg/m ²)	10 à 15 ans
1120	Traitement de surface	1,50 \$/m ²	7 à 10 ans
1125	Traitement anti-fissure	4,50 \$/m ²	Variable
1130	Chape d'étanchéité	2,75 \$/m ²	7 à 12 ans
1135	Micro-revêtement (BB, BC)	3,50 \$/m ²	7 à 10 ans
1145	Revêtement BB sur structure	7,50 \$/m ² (planage et couche d'usure)	7 à 12 ans
1150	Remise en état – refuge	---	---
1155	Remise en état – stationnement	---	---
1160	Traitement des fissures	2,00 \$/m.lin. BB 4,50 \$/m.lin. BC	3 à 5 ans
1190	Technologies innovatrices – Surface de roulement	---	---
---	Regarnissage de joint de dalle en béton (produit bitumineux)	7,00 \$/m.lin.	4 à 7 ans
1200	Réparation de chaussée en béton de ciment :		
	Réparation en profondeur	200 à 300 \$/m ³	8 à 12 ans
	Réparation en surface	225 à 275 \$/m ²	5 à 10 ans
	Réparation en surface d'épaufrure	100 \$/m.lin.	5 à 10 ans
	Stabilisation de dalle	15 \$/m.lin de joint	4 à 6 ans
	Restauration du transfert de charge	25 \$/m.lin. de joint	10 à 15 ans
	Exécution de joint de relaxation	30 à 45 \$/m.lin. de joint	3 à 5 ans
1205	Planage	2,75 \$/m ²	---
1210	Recyclage à froid	6,00 \$/m ²	12 à 15 ans
1215	Thermo-régénération	5,00 \$/m ²	7 à 12 ans
1220	Meulage (BC)	5,50 \$/m ²	8 à 12 ans

GUIDE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS DES PROJETS PUBLICS EN TRANSPORT
ANNEXE 10 (SUITE)

Catégorie 11 : Pose de surface de roulement			
Code	Description	Coût	Période de performance
1230	Correction à l'enrobé bitumineux	2,50 \$/m ²	---
1290	Techniques innovatrices – Revêtement	---	---
1335	Renforcement en enrobé bitumineux	10 \$/m ² (190 kg/m ²) 12 \$/m ² (240 kg/m ²)	12 à 15 ans
1340	Reconstruction du revêtement en BB (épaisseur 200 mm)	30 \$/m ²	15 à 20 ans
1345	Reconstruction du revêtement en BC (épaisseur 250 mm)	45 \$/m ²	30 ans
1350	Nouveau revêtement en BC (goujons inclus)	140 à 170 \$/m ³	30 ans
	Recouvrement en béton non collé, goujons inclus, avec couche de séparation en enrobé 40 mm	145 à 175 \$/m ³	30 ans
1355	Autres techniques – Réfection du revêtement	---	---
1400	Réfection de remblai d'approche (remblai léger)	1,7 M\$/structure	30 à 50 ans
1405	Aménagement de transition (revêtement inclus)	90 \$/m ² + 16 \$/m ² si BC	20 ans et plus
1410	Réfection de la structure de chaussée (revêtement non inclus)	74 \$/m ²	30 ans et plus
1415	Renforcement en matériaux granulaires et BB	De 20 à 30 \$/m ² selon épaisseur BB	12 à 15 ans
1420	Réfection des fondations (revêtement inclus)	90 \$/m ² + 16 \$/m ² si BC	15 à 20 ans BB 30 ans BC
1425	Isolation de la structure de la chaussée (isolant 38 mm, BB 150 mm)	40 \$/m ²	20 ans et plus
1430	Décohéssionnement avec stabilisation (revêtement non inclus)	12 \$/m ²	15 à 20 ans
	Décohéssionnement sans stabilisation (revêtement non inclus)	5,50 \$/m ²	15 à 20 ans
1435	Autres techniques – Structures de chaussée	---	---

GUIDE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS DES PROJETS PUBLICS EN TRANSPORT
ANNEXE 11

Annexe 11 : Taux d'actualisation

Tableau 11.1 : Table du facteur d'actualisation $(1/(1+r)^n)$

Année	Taux d'actualisation		
	7,5 %	10 %	12,5 %
0	1,0000	1,0000	1,0000
1	0,9302	0,9091	0,8889
2	0,8563	0,8264	0,7901
3	0,8050	0,7513	0,7023
4	0,7488	0,6830	0,6243
5	0,6966	0,6209	0,5549
6	0,6480	0,5645	0,4933
7	0,6028	0,5132	0,4385
8	0,5607	0,4665	0,3897
9	0,5216	0,4241	0,3464
10	0,4852	0,3855	0,3079
11	0,4513	0,3505	0,2737
12	0,4199	0,3186	0,2433
13	0,3906	0,2897	0,2163
14	0,3633	0,2633	0,1922
15	0,3380	0,2394	0,1709
16	0,3144	0,2176	0,1519
17	0,2925	0,1978	0,1350
18	0,2720	0,1799	0,1200
19	0,2531	0,1635	0,1067
20	0,2354	0,1486	0,0948
21	0,2190	0,1351	0,0843
22	0,2037	0,1228	0,0749
23	0,1895	0,1117	0,0666
24	0,1763	0,1015	0,0592
25	0,1640	0,0923	0,0526
26	0,1525	0,0839	0,0468
27	0,1419	0,0763	0,0416
28	0,1320	0,0693	0,0370
29	0,1228	0,0630	0,0329
30	0,1142	0,0573	0,0292

NOTE : Chaque inscription représente la valeur actualisée de 1 \$ reçu ou dépensé durant l'année « n » au taux d'actualisation « r ».

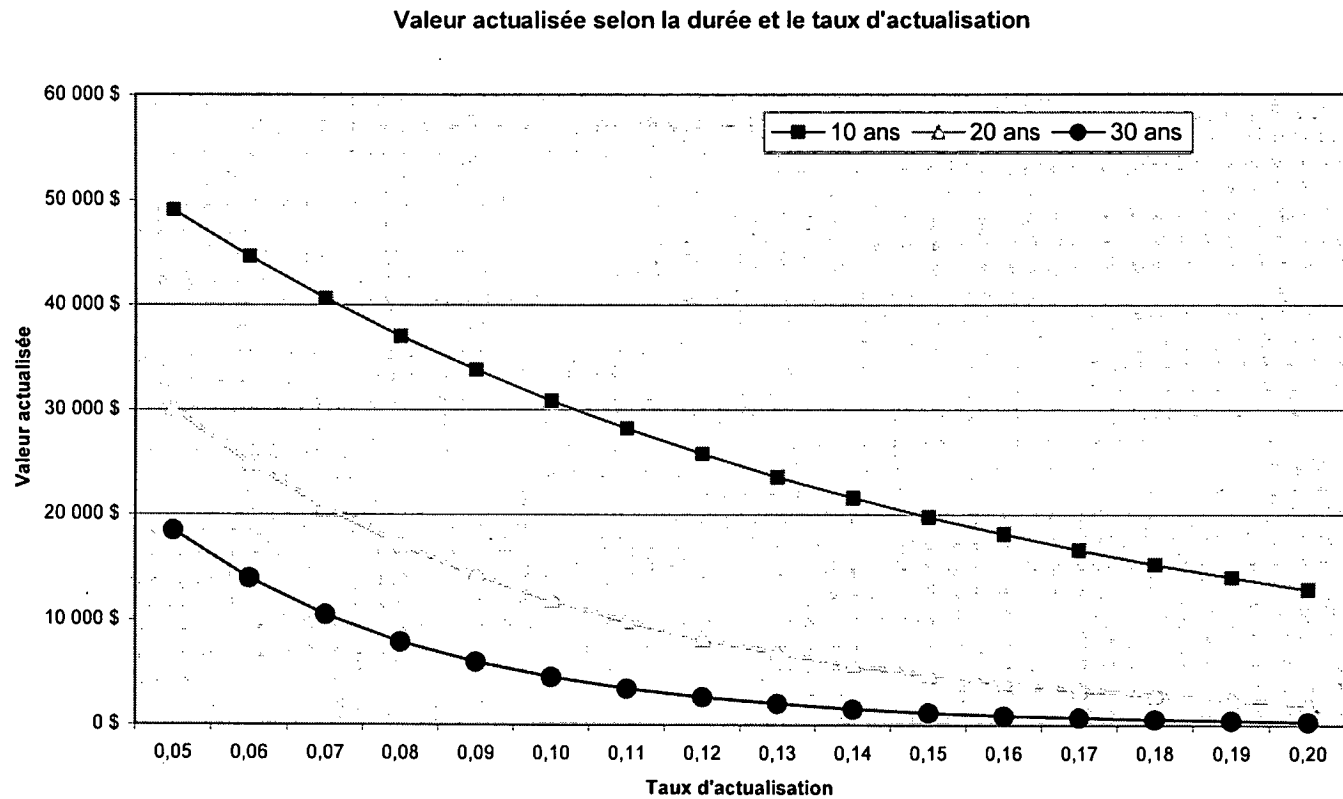
Tableau 11.2 : Valeur actualisée d'un investissement (s) selon la durée de vie du projet (n) et le taux d'actualisation (r) $VA = s/(1+r)^n$

s	r	Nombre d'année		
		10	20	30
40 000 \$	0,05	24 557 \$	15 076 \$	9 255 \$
40 000 \$	0,06	22 336 \$	12 472 \$	6 964 \$
40 000 \$	0,07	20 334 \$	10 337 \$	5 255 \$
40 000 \$	0,08	18 528 \$	8 582 \$	3 975 \$
40 000 \$	0,09	16 896 \$	7 137 \$	3 015 \$
40 000 \$	0,10	15 422 \$	5 946 \$	2 292 \$
40 000 \$	0,11	14 087 \$	4 961 \$	1 747 \$
40 000 \$	0,12	12 879 \$	4 147 \$	1 335 \$
40 000 \$	0,13	11 784 \$	3 471 \$	1 023 \$
40 000 \$	0,14	10 790 \$	2 910 \$	785 \$
40 000 \$	0,15	9 887 \$	2 444 \$	604 \$
40 000 \$	0,16	9 067 \$	2 055 \$	466 \$
40 000 \$	0,17	8 321 \$	1 731 \$	360 \$
40 000 \$	0,18	7 643 \$	1 460 \$	279 \$
40 000 \$	0,19	7 024 \$	1 233 \$	217 \$
40 000 \$	0,20	6 460 \$	1 043 \$	169 \$
60 000 \$	0,05	36 835 \$	22 613 \$	13 883 \$
60 000 \$	0,06	33 504 \$	18 708 \$	10 447 \$
60 000 \$	0,07	30 501 \$	15 505 \$	7 882 \$
60 000 \$	0,08	27 792 \$	12 873 \$	5 963 \$
60 000 \$	0,09	25 345 \$	10 706 \$	4 522 \$
60 000 \$	0,10	23 133 \$	8 919 \$	3 439 \$
60 000 \$	0,11	21 131 \$	7 442 \$	2 621 \$
60 000 \$	0,12	19 318 \$	6 220 \$	2 003 \$
60 000 \$	0,13	17 675 \$	5 207 \$	1 534 \$
60 000 \$	0,14	16 185 \$	4 366 \$	1 178 \$
60 000 \$	0,15	14 831 \$	3 666 \$	906 \$
60 000 \$	0,16	13 601 \$	3 083 \$	699 \$
60 000 \$	0,17	12 482 \$	2 597 \$	540 \$
60 000 \$	0,18	11 464 \$	2 190 \$	418 \$
60 000 \$	0,19	10 536 \$	1 850 \$	325 \$
60 000 \$	0,20	9 690 \$	1 565 \$	253 \$
80 000 \$	0,05	49 113 \$	30 151 \$	18 510 \$
80 000 \$	0,06	44 672 \$	24 944 \$	13 929 \$

GUIDE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS DES PROJETS PUBLICS EN TRANSPORT
ANNEXE 11 (SUITE)

s	r	Nombre d'année		
		10	20	30
80 000 \$	0,07	40 668 \$	20 674 \$	10 509 \$
80 000 \$	0,08	37 055 \$	17 164 \$	7 950 \$
80 000 \$	0,09	33 793 \$	14 274 \$	6 030 \$
80 000 \$	0,10	30 843 \$	11 891 \$	4 585 \$
80 000 \$	0,11	28 175 \$	9 923 \$	3 495 \$
80 000 \$	0,12	25 758 \$	8 293 \$	2 670 \$
80 000 \$	0,13	23 567 \$	6 943 \$	2 045 \$
80 000 \$	0,14	21 580 \$	5 821 \$	1 570 \$
80 000 \$	0,15	19 775 \$	4 888 \$	1 208 \$
80 000 \$	0,16	18 135 \$	4 111 \$	932 \$
80 000 \$	0,17	16 643 \$	3 462 \$	720 \$
80 000 \$	0,18	15 285 \$	2 920 \$	558 \$
80 000 \$	0,19	14 048 \$	2 467 \$	433 \$
80 000 \$	0,20	12 920 \$	2 087 \$	337 \$
100 000 \$	0,05	61 391 \$	37 689 \$	23 138 \$
100 000 \$	0,06	55 839 \$	31 180 \$	17 411 \$
100 000 \$	0,07	50 835 \$	25 842 \$	13 137 \$
100 000 \$	0,08	46 319 \$	21 455 \$	9 938 \$
100 000 \$	0,09	42 241 \$	17 843 \$	7 537 \$
100 000 \$	0,10	38 554 \$	14 864 \$	5 731 \$
100 000 \$	0,11	35 218 \$	12 403 \$	4 368 \$
100 000 \$	0,12	32 197 \$	10 367 \$	3 338 \$
100 000 \$	0,13	29 459 \$	8 678 \$	2 557 \$
100 000 \$	0,14	26 974 \$	7 276 \$	1 963 \$
100 000 \$	0,15	24 718 \$	6 110 \$	1 510 \$
100 000 \$	0,16	22 668 \$	5 139 \$	1 165 \$
100 000 \$	0,17	20 804 \$	4 328 \$	900 \$
100 000 \$	0,18	19 106 \$	3 651 \$	697 \$
100 000 \$	0,19	17 560 \$	3 084 \$	541 \$
100 000 \$	0,20	16 151 \$	2 608 \$	421 \$

Figure 11.1 : Valeur actualisée selon la durée et le taux d'actualisation



**GUIDE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS DES PROJETS PUBLICS EN TRANSPORT
ANNEXE 12**

Annexe 12 : Avantages et inconvénients de quelques critères d'investissement en analyse avantages-coûts (A-C)

Avantage net (VAN)	Ratio Avantages-coûts (A/C)	Ratio avantage/coût marginal (« incrémental »)	Taux de rendement interne (TRI)
<p>Définition Calculer la valeur actuelle nette d'un projet. VAN = VAB-VAC VAN = valeur actuelle nette VAB = valeur actuelle avantages VAC = valeur actuelle coûts</p>	<p>Définition Déterminer en dollars le rapport entre l'ensemble des avantages et l'ensemble des coûts de l'intervention. Lorsque le rapport (A/C) est supérieur à 1, une intervention a un avantage plus grand que son coût.</p>	<p>Définition Comparer les différentes solutions possibles d'un projet. Comparer plusieurs projets entre eux.</p>	<p>Définition Le taux auquel la valeur des avantages égale celle des coûts (le taux d'actualisation nécessaire pour obtenir la VAN du flux d'avantages nets équivalent à zéro). Ce critère est surtout utilisé dans des analyses financières de projets privés.</p>
<p>Avantages</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Permet d'identifier l'intervention qui représente la plus grande valeur actuelle nette. ➤ Le critère qui assure un maximum d'avantages collectifs. ➤ Évite de ramener les coûts sur une même base par conséquent, ne favorise pas les projets les moins coûteux. ➤ Devrait donc être le critère « favori » du Ministère. 	<p>Avantages</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ce ratio permet d'identifier l'intervention qui entraîne le plus grand avantage par dollar investi. ➤ Peut donc être utilisé par le Ministère. 	<p>Avantages</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Identifier le scénario qui représente le meilleur investissement en cas de sérieuses contraintes budgétaires. ➤ Permet de sélectionner les interventions non seulement pour un site particulier, mais aussi pour plusieurs sites où il y a plus d'une intervention possible. ➤ Réduit l'impact des projets à très faibles coûts et justifie les améliorations additionnelles basées sur les avantages supplémentaires prévues. ➤ Peut donc être utilisé par le Ministère. 	<p>Avantages</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Simple à calculer. ➤ Peut être utile comme critère supplémentaire lorsque combiné à la VAN.
<p>Inconvénients</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Le meilleur projet aura l'avantage ultime net à la fin mais ses coûts peuvent dépasser l'enveloppe budgétaire permise (inconvénient applicable également aux ratio A/C). ➤ Toutefois, le projet peut être réalisé sur plusieurs années et ainsi, utiliser plusieurs enveloppes budgétaires. 	<p>Inconvénients</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Favorise le projet le moins coûteux mais n'assure pas un avantage maximal du point de vue de la collectivité. ➤ Le ratio peut varier davantage que celui des autres méthodes selon la variable choisie par l'utilisateur (par exemple, le taux d'actualisation). 	<p>Inconvénient</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ L'intervention au coût le plus élevé présente un rendement supérieur par dollar investi comparativement aux autres interventions étudiées. 	<p>Inconvénients</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Lorsqu'un scénario comporte des coûts de remplacement considérables durant la période, les avantages nets passent du positif au négatif pendant la période d'analyse, il en résulte plus d'un TRI. ➤ Ne tient pas compte du coût du capital et ne peut alors indiquer l'investissement maximal à un moment précis. ➤ Est donc déconseillé pour le Ministère lorsque utilisé seul.

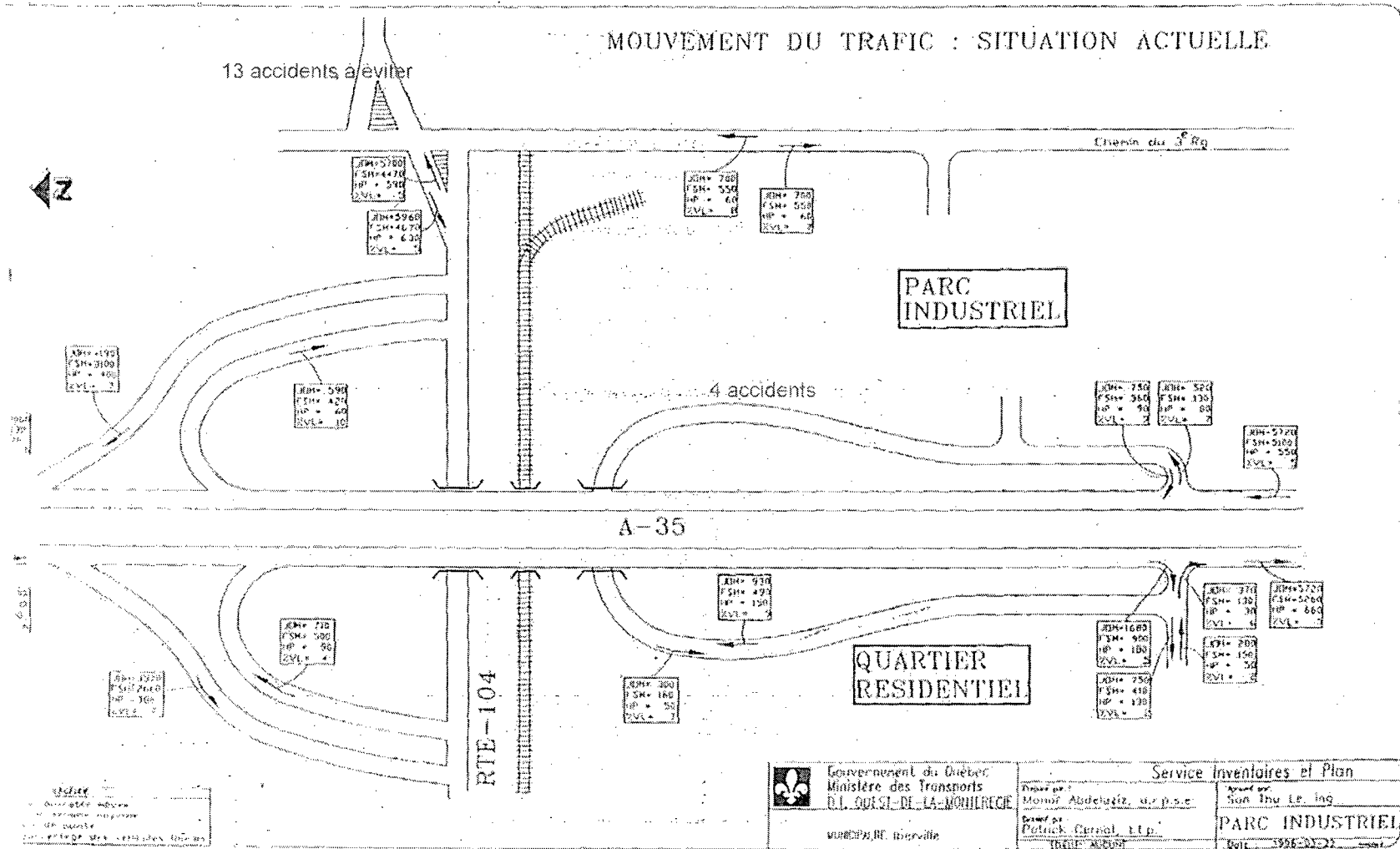
GUIDE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS DES PROJETS PUBLICS EN TRANSPORT
ANNEXE 12 (SUITE)

**Annexe 12 : Avantages et inconvénients de quelques critères d'investissement en analyse avantages-coûts (A/C)
 (suite)**

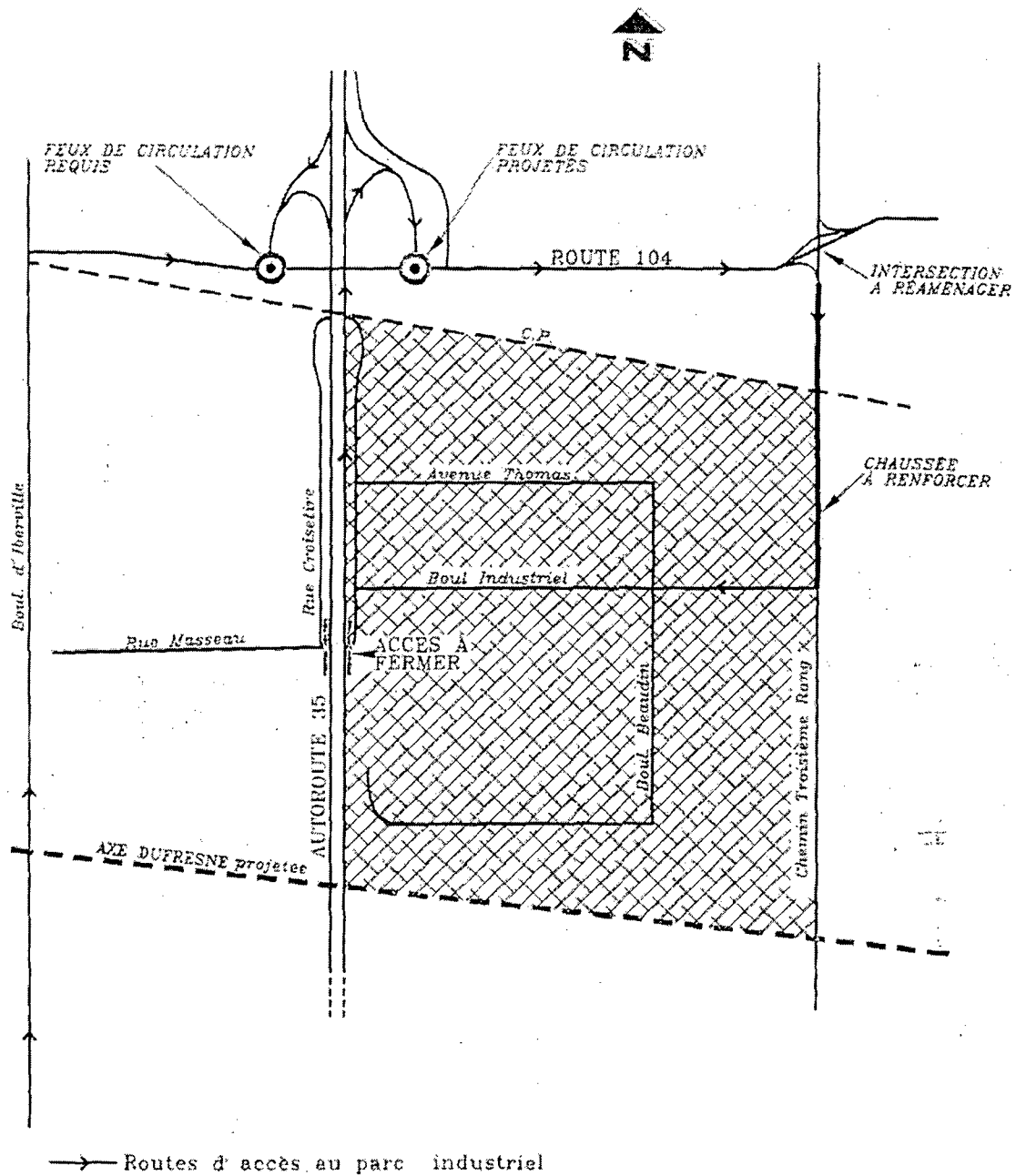
Délai de récupération	Rendement de la première année
<p>Définition</p> <p>Le nombre d'années qui doivent s'écouler avant que les avantages nets permettent de récupérer l'investissement initial.</p>	<p>Définition</p> <p>Avantages escomptés de la première année d'opération par rapport aux coûts escomptés de la 1^e année d'opération. Le projet peut être reporté jusqu'à ce que le ratio soit égal au taux d'actualisation. Exemple : élargissement d'une route à fort débit: reporter le projet dans 2 ans, le débit sera encore plus élevé donc, hausse des avantages de l'intervention.</p>
<p>Avantages</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Simple à calculer ➤ Évite de faire des prévisions à très long terme : estimer des coûts et avantages dans plusieurs années. 	<p>Avantages</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Simple à calculer ➤ Évite de faire des prévisions à très long terme : estimer des coûts et avantages dans plusieurs années.
<p>Inconvénients</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ne fait pas ressortir la solution la plus économique parce qu'il exclut les avantages nets après la période de la récupération. Même si celle-ci est courte, les résultats ne seront pas nécessairement plus élevés; biaise ainsi les résultats. ➤ Est donc déconseillé pour le Ministère. 	<p>Inconvénients</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pénalise les projets dont les avantages sont lents à venir. ➤ Susceptible de faire de mauvaises estimations puisque ne considère pas les coûts et les avantages à long terme; biaise ainsi les résultats. ➤ Est donc déconseillé pour le Ministère.

GUIDE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS DES PROJETS PUBLICS EN TRANSPORT
ANNEXE 13

Annexe 13 : Mouvement du trafic – Accidents à éviter

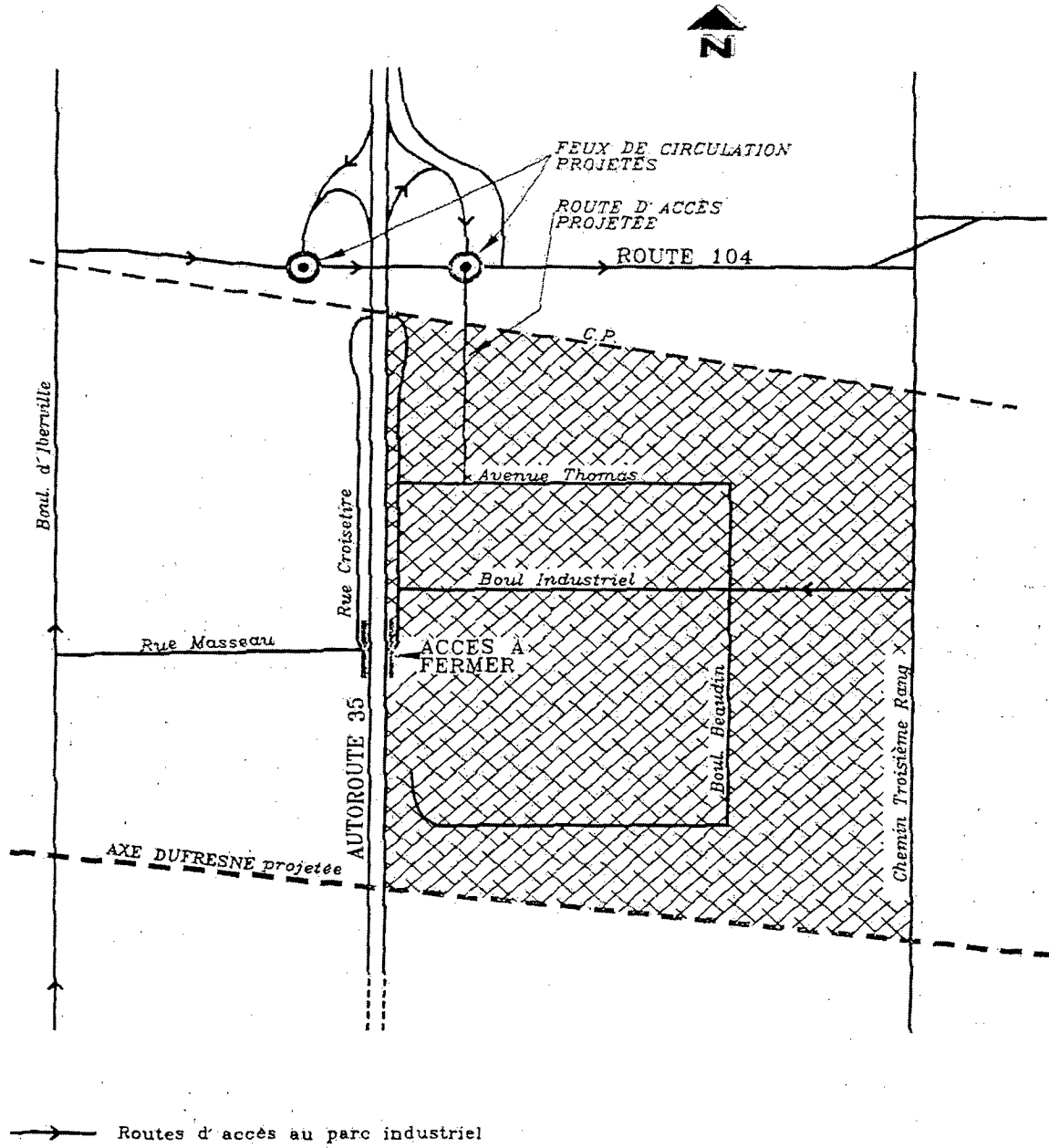


Annexe 14 : Scénario 1



Gouvernement du Québec Ministère des Transports D.L. OUEST-DE-LA-MONTÉRÉGIE	Service Inventaires et Plan	
	Préparé par : Son Thu Le, ing.	SCENARIO 1
Fermeture des allées à l'Autoroute 35 par la rue Croiselière	Dessiné par : Patrick Cernat, s.l.p.	PARC INDUSTRIEL D'IBERVILLE

Annexe 15 : Scénario 2



Gouvernement du Québec Ministère des Transports D.T. QUÉBEC-DE-LA-MONTÉRÉGIE	Service Inventaires et Plan	
Nouvel accès au parc industriel Iberville - variante vers l'avenue Thomas	Préparé par : Son Thu Le, ing.	SCENARIO 2C
	Dessiné par: Patrick Cernat, t.t.p.	PARC INDUSTRIEL D'IBERVILLE
	Chemin. 30207	Date: 1996

Bibliographie

- Association mondiale de la route (AIPCR) *Méthodes d'évaluation économique des projets routiers dans les pays membres de l'AIPCR, 1997.*
- Babin, André, Erwin Roy et Maryan Tremblay *Modalités, externalités et prix de référence pour l'analyse bénéfiques-coûts des projets en transport, Montréal, ministère des Transports du Québec, 1991.*
- Bureau of Transport and Communications Economics *Evaluation of the black spot programm report 90, Australie, 1998.*
- Commission Européenne *Cost-benefit and Multicriteris A nalysis, Recherche Transport, EURET, Action concertée. Commission Européenne, direction générale des transports (1996).*
- Conseil du Trésor du Canada *Guide de l'analyse avantages-coûts, Ottawa, gouvernement du Canada, 1976.*
- Conseil du Trésor du Canada *Guide de l'analyse avantages-coûts, Ottawa, gouvernement du Canada, juillet 1998.*
- Elvik, Rune *A Framework for Cost-Benefit Analysis of the Dutch Road Safety Plan, Institute of Transport Economics, 1997.*
- Fallu, Donald *Données permettant l'évaluation des bénéfices aux usagers dans les analyses coûts-bénéfices de projets routiers par le système PPS, Québec, ministère des Transports du Québec, 1984.*
- Ferland, Anne-Marie *Portrait économique de l'industrie du transport aérien au Québec, ministère des Transports du Québec, février 1998.*
- Francoeur, Michel *L'analyse bénéfiques/coûts et l'implantation d'échangeurs autoroutiers en milieu rural, Montréal, ministère des Transports du Québec, 1981.*
- Gauthier, Gilles et Marie Thibault *L'analyse coûts-avantages, défis et controverses, École des Hautes Études Commerciales, 1999.*
- Gosling, J.J. and L.B. Jackson *Getting the Most Out of Benefit-Cost Analysis: Application in the Wisconsin Department of Transportation, Government Finance Review, February 1986.*
- Hauer, Ezra *Observational before-aft er studies in road safety, 1997.*
- Hewell and all *The supply Pri ce of Capital in Macroeconomic Models, 1974.*
- Huston, Sheilagh *Recent Approaches to Discounting in Cost Benefit Analysis, Planning Services Branch, Research and Development S ection, Victoria, B.C., Ministry of Transportation and Highways, P lanning Services Branch, 1996.*

GUIDE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS DES PROJETS PUBLICS EN TRANSPORT

- Jenkins, G. et G.Y. Kuo *On Measuring the Social Opportunity Cost of Foreign Exchange*, Revue canadienne d'économie, 1995.
- Juneau, François *Analyse avantages-coûts d'un projet de stationnement d'échange au métro Longueuil*, Montréal, ministère des Transports du Québec, 1990.
- Juneau, François et Roger Vandal *Analyse avantages-coûts des différentes options relatives aux voitures de métro MR-63*, Montréal, ministère des Transports du Québec et Société de transport de la Communauté urbaine de Montréal, 1989.
- Lanoie, Paul *La valeur d'une vie humaine : où en sommes-nous ?* Document pédagogique, École des Hautes études commerciales, Montréal, 1998.
- Les Conseillers ADEC Inc. *Évaluation des coûts de la congestion routière dans la Grande Région de Montréal*, ministère des Transports du Québec, décembre 1997.
- Litman, Todd *Transportation Cost Analysis : Techniques, Estimates and Implications*, Victoria Transport Policy Institute, Victoria, Colombie-Britannique, 1995.
- Litman, Todd *Transportation Cost Analysis : Techniques, Estimates and Implications*, Victoria Transportation Policy Institute, Canada, février 1995.
- Lyll, Peter *Economic Analysis of Highway Improvement Initiatives*, Ottawa, Association des transports du Canada, 1994.
- Martin, Fernand *Faiblesses, embûches et abus dans les analyses avantages-coûts*, Université de Montréal, 1993.
- Martin, Fernand *Recueil de cas*, Université de Montréal, 1987.
- McAllister, D.M. *Evaluation in Environmental Planning*, Cambridge, MIT Press, 1982.
- McFarland, William F. *A Method for Evaluating the Benefits of Research Projects*, College Station, Texas Transportation Institute, Texas A&M University System, 1988.
- Meyer, John R. et Mahlon R. Straszheim *Techniques of Transport Planning, Pricing and Evaluation*, Tome 1, New-York, The Brookings Institute, 1971.
- Miller, Ted.; et al. *The Cost of Highway Crashes*, prepared by the Urban Institute for the Federal Highway Administration, May 1991.
- Ministère des Transports du Québec *Route 185, Rivière-du-Loup – Nouveau-Brunswick : analyse avantages-coûts des avenues de solution*, Québec, 15 juillet 1998.
- Ministère des Transports *La mobilité au service du développement socio-économique du*

GUIDE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS DES PROJETS PUBLICS EN TRANSPORT

- | | |
|---|---|
| du Québec | <i>Québec. Plan d'action ministériel 1997-1999.</i> |
| Ministère des Transports
du Québec | <i>Étude d'impact des nouvelles normes de charges et dimensions, décembre 1998.</i> |
| Ministère des Transports
du Québec | <i>Plan d'action ministériel en matière de sécurité routière, 1997.</i> |
| Ministère des Transports
du Québec | <i>Une vision sécuritaire sur des kilomètres, 1997.</i> |
| Ministère des Transports
du Québec | <i>Étude d'opportunité : Accès au parc industriel d'Iberville, Direction Ouest de Montréal, M. Abdelaziz Manar, M. Norm and Aumais, 1996</i> |
| Ministry of Transportation
and Highways | <i>The Economic Appraisal of Highway Investment : a guidebook, version 1.1, Province of British Columbia, Planning Services Branch, Economic Analysis, 1992.</i> |
| Mishan, Edward J. | <i>Cost-benefit Analysis, New-York, Praeger, 1976.</i> |
| Mishan, Edward J. | <i>Evaluation of life and limb : a theoretical approach, Journal of Political Economy, vol. 79, 1971.</i> |
| Murdoch University | <i>Indicators of Transport Efficiency in 37 Global Cities, February 1997.</i> |
| Niskanen, W. A. et al. | <i>Benefit-cost and Policy Analysis, Chicago, Aldine, 1973.</i> |
| Pellerin, Guy, Duchesne et
Alain Trudeau | <i>Caractéristiques d'une desserte ferroviaire à haute fréquence sans voie réservée aux autobus sur le pont Champlain, ligne Montréal-St-Hilaire-Est, Rapport synthèse, Montréal, ministère des Transports du Québec, 1990.</i> |
| Per-Olou, Johansson | <i>Evaluating Health Risks and Economic Approach, 1996.</i> |
| Ranger, Louis L'évaluati | <i>on économique des projets d'investissements d'infrastructures dans le secteur des transports routiers, Montréal, Centre de recherche sur les transports, 1974.</i> |
| Reynolds, Quentin | <i>Benefit Cost Analysis Manual, 1992.</i> |
| Saint-Laurent, Gilbert | <i>Guide d'étude d'opportunité, volume 1, Méthode, ministère des Transports du Québec, 1997.</i> |
| Schelling, T. C. | <i>The live you save may be your own. In problems in public expenditure analysis, brookings ed. S. B. Chase, Washington, 1968.</i> |

GUIDE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS DES PROJETS PUBLICS EN TRANSPORT

- Service de l'environnement
Ministère des Transports
du Québec *Aéroport nordique : Povungnituk , étude des impacts sur
l'environnement, 1990.*
- Sloan, Frank A. *Valuing Health Care. Cost, Benefits and Effectiveness of
Pharmaceuticals and other Medical Technologies, Cambridge
University Press.*
- Société de l'assurance
automobile *Évaluation des coûts de l'insécurité routière au Québec , Québec,
juin 1992.*
- Sugden, Robert et Alan
Williams *The Principles of Practical Cost-Benefit Analysis, Oxford, Oxford
University Press, 1985.*
- Transportation Research
Board *Synthesis of Highway Practice, Transportation Research Board,
National Research Council, 1969.*
- Transports Canada *Guide d'analyse coûts-avantages, septembre 1994.*
- Transurb inc. *Projet de train haute vitesse Québec - Ontario, Analyse avantage -
coût, Transurb Inc. pour les ministères des Tr ansports du Canada,
du Québec et de l'Ontario, Montréal, juillet 1995.*
- Viscusi, W. K. *Risk analysis, Journal of Risk and Uncertainty, no 8, 1994.*