

$$\sum_j \frac{A_j}{(1+i)^j} / \sum_j \frac{C_j}{(1+i)^j}$$

Guide de l'analyse avantages-coûts des projets publics en transport

Partie 1 :
PRÉCIS MÉTHODOLOGIQUE

2006

Guide de l'analyse avantages-coûts des projets publics en transport

Partie 1 :
PRÉCIS MÉTHODOLOGIQUE

2006

Anne-Marie Ferland
Service des affaires socio-économiques
Direction des affaires corporatives

Ministère des Transports du Québec

ISBN 978-2-550-53570-6 (PDF)

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2008

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives Canada, 2008

REMERCIEMENTS

L'auteure tient à remercier les personnes suivantes pour leur contribution à la réalisation du présent guide :

Pour leurs commentaires judicieux :

M. Denis Cormier, Direction de la sécurité en transport et du camionnage
M^{me} Sylvie Gravel, Direction de l'Île-de-Montréal
M. François Juneau, Direction du transport terrestre des personnes
M^{me} Évangéline Lévesque, Chef du Service de l'économie et du plan directeur en transport
M. Abdelaziz Manar, Direction de l'Ouest-de-la-Montérégie
M. Robert Patry, Service de l'économie et du plan directeur en transport
M. Étienne St-Amour, Direction de la sécurité en transport et du camionnage
M. André St-Sauveur, Service de l'économie et du plan directeur en transport

Pour la réalisation technique du guide :

M^{me} Guylaine Boily, Service de l'économie et du plan directeur en transport

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	vii
1. LES FONDEMENTS DE LA MÉTHODE	1
1.1 L'analyse avantages-coûts et le choix des investissements publics	1
1.1.1 Les biens publics	1
1.1.2 L'intervention gouvernementale.....	1
1.1.3 Le critère de l'efficacité économique.....	2
1.2 Un aperçu de l'analyse avantages-coûts.....	3
1.3 La notion de coût d'opportunité	4
1.4 La portée de l'analyse avantages-coûts	4
1.4.1 La portée géographique de l'analyse avantages-coûts.....	4
1.4.2 Pièges à éviter : ce que n'est pas l'analyse avantages-coûts.....	5
1.4.2.1 L'analyse avantages-coûts n'est pas une étude d'impact économique.....	5
1.4.2.2 L'analyse avantages-coûts n'est pas une analyse de rentabilité financière	7
2. MÉTHODOLOGIE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS.....	9
2.1 L'analyse avantages-coûts : contexte d'application.....	9
2.2 Les étapes de réalisation de l'analyse avantages-coûts	9
2.2.1 Définir le problème, l'objectif de l'investissement, les contraintes et les scénarios.....	10
2.2.1.1 Définir le problème	10
2.2.1.2 L'objectif de l'investissement.....	10
2.2.1.3 Les contraintes	10
2.2.1.4 Les scénarios	10
2.2.2 Établir l'horizon temporel de l'analyse	11
2.3 Déterminer et quantifier les coûts et les avantages des projets	12
2.3.1 Les coûts.....	13
2.3.1.1 Coûts initiaux d'implantation	14
2.3.1.2 Coûts d'entretien et d'exploitation	14
2.3.1.3 Coûts récupérables	14
2.3.1.4 Coûts liés aux retards générés par les travaux	15
2.3.2 Les avantages.....	16
2.3.2.1 La réduction des coûts liés au temps d'attente et de déplacement.....	16
A) Calcul des valeurs horaires du temps.....	17
B) Problématique des faibles gains en temps réalisés par une majorité d'usagers	19

2.3.2.2	La réduction des coûts liés aux accidents	20
A)	<i>Méthodes pour mesurer la valeur économique de la vie humaine</i>	20
B)	<i>Les valeurs à utiliser dans les analyses avantages-coûts du Ministère....</i>	22
2.3.2.3	La réduction du coût d'utilisation des véhicules	22
2.3.2.4	Bénéfices apportés par la réduction de certains impacts environnementaux	23
A)	<i>Les émissions atmosphériques émises par les véhicules motorisés.....</i>	24
B)	<i>L'estimation des taux d'émission de polluants atmosphériques produits par les véhicules motorisés.....</i>	24
C)	<i>La valeur de la réduction des polluants atmosphériques et des gaz à effet de serre.....</i>	25
D)	<i>La valeur de la réduction de la pollution sonore</i>	26
2.3.2.5	La valeur résiduelle ou de revente des équipements ou des infrastructures	27
2.4	Actualiser les avantages et les coûts.....	27
2.4.1	Qu'est-ce que l'actualisation?	27
2.4.2	La valeur actualisée	27
2.4.3	L'actualisation et l'inflation	28
2.4.4	Détermination du taux d'actualisation	29
2.5	Comparer les scénarios / Les critères d'investissement.....	30
2.5.1	La valeur actualisée nette (VAN) et le rapport avantages-coûts (A/C)	31
2.5.2	Les critères d'investissement et l'objectif du projet.....	32
2.6	L'analyse de sensibilité.....	32
3.	L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS ET LES PARTENARIATS PUBLIC-PRIVÉ (PPP).....	35
3.1	L'analyse avantages-coûts dans le cadre de l'analyse d'un projet envisageable en PPP.....	36
3.2	Les particularités de l'analyse avantages-coûts appliquée aux projets en PPP	39
3.2.1.	Définir le problème, l'objectif de l'investissement, les contraintes et les scénarios (projet de référence et comparateur public).....	40
3.2.2	Établir l'horizon d'analyse	40
3.2.3.	Déterminer et quantifier les avantages et les coûts	40
3.2.4	Réaliser une analyse de risque et évaluer le biais d'optimisme.....	42
3.2.5	Actualiser les avantages et les coûts.....	43
3.2.6	Comparer les scénarios	44
3.2.7	Réaliser une analyse de sensibilité.....	44
4.	LES ÉTUDES COMPLÉMENTAIRES ET AUTRES ANALYSES	45
4.1	L'étude d'opportunité d'un projet routier	45
4.2	L'analyse multicritère	48
4.3	L'étude d'impact économique	49

4.4 L'analyse coûts-efficacité.....	50
CONCLUSION	51
BIBLIOGRAPHIE.....	53

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 – Position de l'analyse avantages-coûts par rapport aux autres méthodes d'analyse	46
FIGURE 2 – Étude d'opportunité – Schéma général des études	47

INTRODUCTION

Les autorités du ministère des Transports ont régulièrement des décisions à prendre quant à l'allocation des ressources financières à faire parmi les projets de conservation, d'amélioration et de développement des infrastructures de transport. Les décisions sur la répartition des ressources productives sont d'autant plus difficiles que le contexte budgétaire est limité par la rareté de ces dernières. Dans ce contexte :

- *Comment les autorités du Ministère peuvent-elles savoir que leurs décisions, qui déterminent l'emploi d'énormes quantités de ressources productives, seront réellement rentables pour la société?*
- *Comment le décideur public peut-il s'assurer que les projets dans lesquels il s'apprête à investir serviront réellement l'intérêt public?*
- *Comment s'assurer que les dollars dépensés dans un projet engendreront des bienfaits qui dépasseront les coûts encourus par l'ensemble de la société pour la réalisation de ce projet?*

La réponse à ces questions se trouve dans l'utilisation d'une méthodologie d'aide à la décision mise au point par les économistes pour évaluer *l'opportunité* ou *la rentabilité sociale et économique* de la réalisation des projets, soit l'analyse avantages-coûts, aussi appelée analyse bénéfiques-coûts. **Brièvement, l'analyse avantages-coûts est une démarche qui permet de comparer, sur une base monétaire commune, les projets ou les solutions possibles d'un projet, en mesurant les bénéfices et les coûts économiques occasionnés par chacun d'eux, en vue d'établir celui qui sera le plus rentable économiquement pour la société.**

Le présent guide a été conçu afin de présenter de façon claire et concise, la méthodologie de l'analyse avantages-coûts, ses fondements ainsi que les limites associées à son application, dans le but de favoriser une utilisation normalisée et uniforme de cette technique d'évaluation des projets au Ministère. Il présente une procédure normalisée pour l'établissement des valeurs monétaires des avantages et des coûts des projets à utiliser dans le cadre d'une analyse avantages-coûts des projets en transport.

Le *Guide* est constitué de trois documents. Le premier, intitulé *Précis méthodologique*, présente les fondements théoriques à la base de l'analyse avantages-coûts, le détail de la démarche, les méthodes de calcul des paramètres et les études qui peuvent être réalisées en complément à l'analyse avantages-coûts ou dans lesquelles peut s'inscrire cette dernière. Le deuxième document présente un cas d'application de l'analyse avantages-coûts alors que le troisième contient l'ensemble des valeurs des paramètres à utiliser dans les analyses avantages-coûts au Ministère. Ce dernier document fera l'objet d'une mise à jour sur une base annuelle.

L'intégration à l'analyse avantages-coûts des questions d'actualité que sont le développement durable et les partenariats public-privé (PPP) constituent des thèmes qui seront à développer dans les prochaines éditions du guide.

1. LES FONDEMENTS DE LA MÉTHODE

Avant d'aborder la méthodologie de l'analyse avantages-coûts, il est essentiel de présenter les notions indispensables que sont celles des principes économiques à la base de la méthode et du rôle de l'administrateur public ou de l'intervention gouvernementale dans la prestation de services publics. Cela permettra à l'analyste affecté à l'analyse d'un projet d'éviter les erreurs communes de classification et de quantification des avantages et des coûts d'un projet.

1.1 L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS ET LE CHOIX DES INVESTISSEMENTS PUBLICS

Pour quelles raisons les instances gouvernementales s'engagent-elles dans des domaines tels que le transport qui normalement seraient réservés aux entreprises privées? La réponse se trouve dans l'existence de ce qui est appelé en science économique : **les biens publics**.

1.1.1 Les biens publics

Un bien public est un bien ou un service pour lequel le mécanisme des prix ne peut opérer normalement parce que la consommation de ce bien par un individu n'empêche pas la consommation de ce même bien simultanément par un autre individu. On parle ici de non-exclusion ou d'absence de rivalité dans la consommation. Les ondes radio et leur captation sont un exemple de bien public.

Dans un contexte normal, le prix des biens et des services est généralement fixé par le jeu de l'offre et de la demande qui définit à terme un prix d'équilibre. La demande d'un bien étant donnée, le producteur fixe son offre et son prix selon ce que le consommateur est prêt à payer. Ce faisant, il s'assure d'exclure de la consommation de ce bien tous les consommateurs qui ne sont pas prêts à payer le prix du marché.

Dans le cas d'un bien public, c'est-à-dire un bien dont la consommation par un individu n'exclut pas la consommation simultanée de ce bien par un autre individu, le producteur est dans l'impossibilité de fixer un prix à partir de la demande car certains consommateurs pourront de toute façon, peu importe le prix fixé, consommer le bien gratuitement. Il serait en effet très coûteux, voire impossible pour les producteurs, d'exclure ces individus de la consommation de ce bien.

C'est précisément dans ces situations, où l'on est en présence de marchés inefficaces et d'un mauvais fonctionnement du mécanisme des prix, qu'interviendra le plus souvent le gouvernement dans la prestation de biens et services à la communauté.

1.1.2 L'intervention gouvernementale

L'allocation des ressources financières et productives par le décideur public sert principalement deux objectifs, soit :

- **l'efficacité économique**, c'est-à-dire l'augmentation du niveau de bien-être de la société dans son ensemble, dans la prestation de biens et services là où le mécanisme des prix ne fonctionne pas ou fonctionne difficilement;

- **l'équité**, sous forme de redistribution des revenus et d'accessibilité égale aux services pour tous les citoyens, par exemple dans le cas du transport en commun subventionné.

Pour atteindre ces objectifs, l'administration publique dispose des outils que sont la taxation, les transferts aux particuliers et aux entreprises, la réglementation et la prestation de biens et services, ce qui nous intéresse plus particulièrement ici.

Comme il a été indiqué plus tôt, lorsqu'un bien ou un service procure des bénéfices à plus d'une personne à la fois et qu'un prix ne peut être fixé par le jeu de l'offre et de la demande, on est en présence d'un bien public. L'intervention gouvernementale, soit la prestation du bien ou du service par l'autorité gouvernementale, est alors justifiée, pour des raisons d'accessibilité à ce bien ou service et d'équité entre les contribuables. Il est à mentionner qu'il existe d'autres situations de mauvais fonctionnement du mécanisme des prix militant en faveur de l'intervention gouvernementale, soit la présence d'externalités négatives (ex. : émissions polluantes) ou de types de marché (rendements d'échelle croissants) qui favorisent l'apparition de monopoles.

Cela étant dit, une fois envisagée l'intervention sous forme de la prestation de biens ou de services publics, le décideur public doit évaluer si l'action ou les différentes options qui s'offrent à lui pour parvenir au but poursuivi, qui pourra demander de surcroît l'emploi d'énormes quantités de ressources productives, servira réellement l'intérêt de la société. Sur quelles bases le gouvernement pourra-t-il s'appuyer pour mesurer l'opportunité de son action et justifier son intervention?

1.1.3 Le critère de l'efficacité économique

Pour s'assurer que les ressources qui lui sont confiées par l'ensemble des contribuables n'auraient pas pu être affectées à des fins plus rentables pour l'ensemble de la société, **le décideur public appuie ses décisions sur le critère de l'efficacité économique** qui se définit comme suit :

Efficacité économique

- L'efficacité ou l'allocation efficace des ressources est atteinte lorsque la valeur totale des biens et services produits est maximisée et lorsque aucune autre réorganisation des ressources ne peut accroître la satisfaction des besoins de la collectivité;
- Elle se produit au point où il n'y a aucun moyen d'affecter ailleurs un ensemble donné des ressources (terrains, main-d'œuvre et capital) de façon que la valeur des biens et services soit plus grande que celle des biens et services auxquels il faut renoncer.

L'analyse avantages-coûts applique spécifiquement le concept de **l'efficacité économique** :

L'allocation efficace des ressources est obtenue lorsque l'ensemble des avantages que procure un projet à certaines personnes rendrait théoriquement possible l'indemnisation de celles qui sont moins favorisées ou défavorisées par le projet, de telle sorte que le **niveau de bien-être de l'ensemble de la société** est plus élevé après qu'avant la réalisation du projet (critère d'efficacité économique de Hicks-Kaldor). 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.

1.2 UN APERÇU DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS

L'analyse avantages-coûts, appliquée aux projets publics, sert à comparer les avantages et les coûts des projets, ou des solutions possibles d'un projet, afin de déterminer celui qui permet de retirer le meilleur avantage économique, soit celui qui maximise le rendement des investissements pour la société. L'établissement du scénario ou du projet le plus rentable économiquement pour la société devra nécessairement tenir compte de la contrainte que constitue le contexte budgétaire restreint auquel doit faire face le gouvernement.

Une solution qui satisfait le critère d'efficacité économique sera obtenue lorsque la somme des avantages économiques d'un projet sera supérieure à la somme des coûts économiques d'un projet. Ainsi, l'ensemble des avantages que procure la solution à certaines personnes rendrait théoriquement possible l'indemnisation de celles qui sont défavorisées par la solution, de telle sorte que le niveau de bien-être de l'ensemble de la société sera plus élevé après qu'avant la réalisation du projet.

Le tableau suivant présente la nature des avantages et des coûts pour la collectivité que peut entraîner la réalisation d'un projet en transport. Il peut être question de projet routier, de transport en commun ou d'infrastructure aérienne, maritime ou ferroviaire. Dans ces derniers modes, les paramètres des coûts et des avantages pourront être différents.

Coûts et avantages économiques possibles d'un projet en transport

Coûts économiques	Avantages économiques
<ul style="list-style-type: none">• Coûts initiaux d'implantation• Coûts d'entretien et d'exploitation• Coûts récupérables• Coûts liés aux retards générés par les travaux	<ul style="list-style-type: none">• Réduction du coût de déplacement• Réduction des coûts liés aux accidents• Réduction du coût d'utilisation des véhicules• Bénéfices apportés par la réduction de certains impacts environnementaux• Valeur résiduelle ou de revente des équipements ou des infrastructures

Dans une analyse avantages-coûts, l'ensemble des coûts et des avantages d'un projet sont comptabilisés :

- en dollars courants de l'année de référence;
- au moment où ils sont encourus (coûts) ou réalisés (avantages);
- sur l'ensemble de la durée de vie de l'infrastructure à réaliser, qui constitue l'horizon d'analyse;

- puis actualisés pour tenir compte du coût des opportunités sacrifiées et du taux de préférence pour le temps (un dollar dépensé aujourd'hui [et ses effets] a généralement une valeur supérieure pour les individus que ce même dollar dépensé plus tard).

Tous les éléments présentés ici seront détaillés ultérieurement.

1.3 LA NOTION DE COÛT D'OPPORTUNITÉ

À la base de l'analyse avantages-coûts se trouve le principe du coût d'opportunité qui sert à l'établissement des valeurs des avantages et des coûts économiques d'un projet.

Mais qu'est-ce que le coût d'opportunité? **Le coût d'opportunité (appelé aussi coût d'option ou coût de renonciation) représente ce à quoi une personne ou la société doit renoncer lorsqu'elle utilise une ressource productive (capital ou main-d'œuvre) à une fin plutôt qu'à une autre.** Il représente la valeur du meilleur usage qui aurait pu autrement être fait d'une ressource. Ainsi, en affectant 700 M\$ au réaménagement d'une route, la société devra renoncer par exemple à la construction de deux hôpitaux, dont la valeur au total est également de 700 M\$.

Dans l'analyse avantages-coûts, la valeur des ressources (capital et main-d'œuvre) accaparées par un projet est égale à la valeur du meilleur usage concurrent auquel on sacrifie l'utilisation de ces ressources.

Propriétés du coût d'opportunité :

- À l'instar du prix d'une ressource, le coût d'opportunité est déterminé par la loi de l'offre et de la demande, suivant la rareté relative des ressources concernées. Dans un contexte de plein emploi ou de rareté des ressources humaines, physiques et financières, le coût d'opportunité sera plus élevé que dans un contexte économique d'abondance;
- Le prix d'une ressource qui, sans la réalisation d'un projet, serait inemployée est nul; la ressource ou le facteur de production autrement inemployé ne doit donc pas être pris en compte dans l'analyse avantages-coûts. La société ne renonce à aucun bien ou service en utilisant ces ressources;
- Dans le cas où le plein emploi existe, le coût d'opportunité de la main-d'œuvre est nécessairement supérieur à zéro.

Dans l'analyse avantages-coûts, la méthode du coût d'opportunité est utilisée pour attribuer des valeurs à l'ensemble des coûts et des avantages d'un projet (coûts du capital, valeur du temps, etc.).

1.4 LA PORTÉE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS

1.4.1 La portée géographique de l'analyse avantages-coûts

Comme indiqué plus tôt, l'objectif de l'analyse avantages-coûts est d'analyser les projets (ou les solutions possibles d'un projet) qui favorisent une allocation économiquement efficace des

ressources dans le but de dégager celui qui maximisera le niveau de bien-être de la société dans son ensemble.

Mais de qui parle-t-on lorsqu'on parle de la société dans son ensemble?

- Les sommes que le gouvernement alloue à des projets d'investissement, que ce soit dans les domaines de l'éducation ou du transport pour ne nommer que ceux-là, sont des ressources qui lui sont confiées par l'ensemble des contribuables québécois.
- **Les coûts** d'un projet public évalués dans le cadre d'une analyse avantages-coûts **seront donc assumés ou subis par l'ensemble des contribuables.**
- En conséquence, les avantages d'un investissement public pris en compte par l'entremise d'une analyse avantages-coûts doivent être ceux dont profitent l'ensemble des contribuables et non ceux qui s'appliquent seulement, par exemple, aux résidents des localités adjacentes au territoire où l'on envisage l'implantation d'une nouvelle route.

De cela, il découle que :

- la portée géographique des analyses avantages-coûts des projets en transport réalisées au Ministère est nécessairement celle de l'ensemble du territoire du Québec.

1.4.2 Pièges à éviter : ce que n'est pas l'analyse avantages-coûts

1.4.2.1 L'analyse avantages-coûts n'est pas une étude d'impact économique

Mais qu'est-ce au juste qu'une étude d'impact économique (ou analyse de retombées économiques)?

- Une étude d'impact économique est l'étude des effets directs (sur les premiers fournisseurs) et indirects (sur les fournisseurs des premiers fournisseurs) que produiront les bénéfices et les coûts d'un investissement sur le plan local, régional ou de l'économie dans son ensemble au chapitre de l'emploi, de la valeur ajoutée, des recettes fiscales, des importations, etc.
- Au Québec, les retombées économiques d'un projet peuvent être mesurées à l'aide du modèle intersectoriel de l'Institut de la statistique du Québec (ISQ).

L'analyse avantages-coûts n'est donc pas une étude d'impact économique car elle n'a pas pour objet de mesurer les impacts économiques d'un projet, que ce soit en matière d'emplois ou de valeur ajoutée créés (salaires, gages et autres revenus avant impôt) ou de recettes fiscales. Des études de retombées économiques peuvent toutefois être réalisées à titre de **complément d'information utile pour le décideur qui est intéressé à savoir comment les bénéfices nets calculés sur la base d'une analyse avantages-coûts seront distribués** à l'intérieur d'une économie locale, régionale ou dans l'économie dans son ensemble à la suite du projet. **Toutefois, en aucun cas, les retombées économiques ne devraient être additionnées aux avantages monétaires d'une analyse avantages-coûts.**

Pourquoi l'analyse avantages-coûts ne tient-elle pas compte des retombées économiques d'un projet?

En ce qui touche la création d'emplois :

- Il est assez risqué de prétendre qu'un projet peut générer de la création nette d'emplois. Les emplois procurés par le projet sont souvent spécialisés et exigent d'être occupés par des personnes qui détiennent certaines compétences en la matière et, en ce sens, **nul ne peut affirmer que les ressources productives affectées au projet ne l'auraient pas été ailleurs en l'absence du projet;**
- Par ailleurs, il est aisément concevable que même un projet totalement inutile pourrait créer des emplois et engendrer une hausse de la valeur ajoutée et des recettes fiscales. Prenons comme exemple la construction d'un pont au milieu d'un champ qui créera nécessairement de l'emploi et générera des recettes fiscales. Est-ce que ce projet est tout autant souhaitable? Bien évidemment, il ne l'est pas;
- D'autre part, la « création d'emplois » mesurée par modèle intersectoriel représente le nombre d'emplois directs et indirects **créés ou maintenus** par un projet ou, en d'autres termes, la charge de travail utilisée par les différents secteurs productifs sollicités par le projet. Il ne s'agit pas à proprement dit de création d'emplois;
- Pour l'ensemble de ces raisons, la prise en compte, dans l'analyse avantages-coûts, des emplois générés par un projet, tels que ceux calculés sur la base d'une analyse d'impact économique (de l'ISQ) d'un projet, constitue une erreur.

En ce qui touche les recettes fiscales :

- Les recettes fiscales (impôts et taxes) ne constituent qu'un transfert entre les agents économiques. En effet, les recettes fiscales prélevées par le gouvernement sont nécessairement affectées à d'autres secteurs productifs dans un processus de redistribution de la richesse collective, que ce soit sous la forme d'investissements en infrastructures, d'un programme de transfert aux particuliers ou aux entreprises pour ne citer que ces quelques exemples;
- En ce sens, les recettes fiscales n'engendrent pas d'accroissement de la « richesse » de la société;
- Pour cette raison, il n'est pas nécessaire de comparer le montant des recettes fiscales gouvernementales engendrées par un projet à son coût de réalisation. Les ajouter aux avantages d'un projet constituerait une erreur car il ne s'agit que d'un transfert entre contribuables;
- Le même raisonnement s'applique aux subventions gouvernementales.

Pour ce qui est de la valeur ajoutée au coût des facteurs (rémunération des facteurs de production, soit les salaires et les avantages sociaux) et de la contribution du secteur extérieur dans l'approvisionnement des secteurs productifs mis à contribution dans la réalisation du projet, ils ne sauraient également discriminer la pertinence économique de réaliser un projet ou un autre.

Erreurs fréquemment commises à l'égard des retombées économiques

Inclusion des emplois créés dans l'analyse avantages-coûts :

- Il ne s'agit pas d'une création d'emplois proprement dite, mais d'un transfert de ressources d'une utilisation à une autre : les ressources spécialisées employées pour la réalisation d'un projet donné auraient été employées ailleurs si le projet n'avait pas été réalisé. Peut-être qu'une part des travailleurs sur le chantier auraient été au chômage autrement, mais il est difficile d'en quantifier le nombre.

Inclusion, dans l'analyse avantages-coûts, de l'impact sur le tourisme dans la région où se situe le nouvel investissement :

- La nouvelle infrastructure rend, par exemple, la région avoisinante plus attrayante du point de vue touristique en raison d'un accès plus rapide et plus sécuritaire aux infrastructures touristiques :
 - En premier lieu, il s'agit d'un impact local;
 - Par ailleurs, les nouvelles dépenses touristiques qui pourraient être effectuées dans la région seront composées de dépenses qui auraient été faites ailleurs autrement, le budget de vacances et de loisir des ménages n'ayant pas augmenté à cause de la mise en place de la nouvelle infrastructure plus sécuritaire;
 - Les nouvelles dépenses touristiques dans la région se feront donc nécessairement au détriment d'autres régions touristiques. Globalement, **il n'y aura donc aucun gain en ce qui a trait à l'impact sur le tourisme pour l'ensemble des contribuables québécois.**

Prise en compte, dans l'analyse avantages-coûts, de l'impact de l'implantation de nouvelles entreprises dans la région où se situe le projet :

- Le même raisonnement que celui qui a été fait concernant l'impact sur le tourisme s'applique. Il s'agit d'un déplacement spatial de l'activité économique et de la consommation d'un pôle devenu moins attrayant vers un pôle devenu plus attrayant par suite de la mise en place de la nouvelle infrastructure. Pour l'économie dans son ensemble, il n'y a pas de pertes économiques. Les pertes commerciales des uns seront compensées par les gains des autres marchands.

1.4.2.2 L'analyse avantages-coûts n'est pas une analyse de rentabilité financière

À la différence de l'analyse avantages-coûts, qui poursuit l'objectif de maximiser le bien-être de l'ensemble des contribuables par le choix de l'option la plus efficace économiquement, l'analyse de rentabilité financière sert des objectifs tout autres :

- Elle s'applique particulièrement aux projets privés et vise à maximiser le profit d'une entreprise (ou les recettes du gouvernement dans certains cas comme les projets impliquant la tarification ou le péage);

- Elle sert à favoriser les décisions d'investissement dans l'intérêt de leurs actionnaires et administrateurs, et non dans l'intérêt de la société dans son ensemble;
- Elle compare, sur une base annuelle, les recettes et les déboursés financiers qui découlent d'un projet (et non les avantages et les coûts économiques du projet pour la société);
- Autre différence notable, l'analyse financière comptabilise à titre de coûts (ou déboursés) les annuités de l'amortissement, soit les déboursés annuels du capital et de l'intérêt;
- L'analyse avantages-coûts prend pour sa part en compte les coûts économiques du projet, qui correspondent aux coûts d'opportunité des ressources de la main-d'œuvre et du capital, et ce, au moment de leur utilisation.

2. MÉTHODOLOGIE DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS

2.1 L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS : CONTEXTE D'APPLICATION

L'analyse avantages-coûts peut être réalisée dans le cadre d'études de projets d'envergure, comme la construction d'un nouvel axe routier, ou de projets d'envergure moindre tels que certains projets de réfection d'infrastructures de transport.

Dans le cas de projets d'envergure, l'analyse avantages-coûts pourra être réalisée dans le cadre d'une analyse plus globale d'un projet qu'on appelle « étude d'opportunité¹ ». Celle-ci se compose d'une étude d'admissibilité, d'une étude des besoins et d'une étude des solutions.

L'étude d'admissibilité sert à déterminer le bien-fondé de la demande de l'intervention. Une fois le bien-fondé de l'intervention établi, 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.

L'étude des solutions se réalise à l'aide d'analyses multiples dont celles des avantages et des coûts, des analyses en ingénierie, en environnement ainsi que des analyses multicritère et coûts-efficacité.

Notons que les résultats de l'analyse avantages-coûts sont souvent intégrés dans une analyse multicritère.

2.2 LES ÉTAPES DE RÉALISATION DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS

Qu'elle s'insère ou non dans le cadre d'une étude d'opportunité, la réalisation d'une analyse avantages-coûts se décompose en sept étapes qui sont présentées ci-dessous; les sections qui suivent décrivent en détail chacune d'elles.

Étapes de l'analyse avantages-coûts

1. *Définir le problème, l'objectif de l'investissement, les contraintes et les scénarios;*
2. *Établir l'horizon temporel;*
3. *Déterminer et quantifier les avantages et les coûts des scénarios;*
4. *Actualiser les avantages et les coûts;*
5. *Comparer les scénarios;*
6. *Réaliser une analyse de sensibilité;*
7. *Réaliser des études complémentaires.*

¹ Gilbert Saint-Laurent et autres, *Guide de réalisation des études d'opportunité. Volumes 1 et 2*, ministère des Transports du Québec, 2003.

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

2.2.1.1 Définir le problème

La première étape consiste à préciser les enjeux, les grandes questions à examiner et les limites de l'étude. Plus particulièrement, la définition du problème de transport doit porter sur les éléments à résoudre et non sur les conséquences du problème. Le mandat, la mission et les activités du Ministère dans le domaine étudié, la déficience de ses activités ou des services dans ce domaine doivent également être signalés.

2.2.1.2 L'objectif de l'investissement

Au moment de l'élaboration d'une analyse avantages-coûts, il importe de déterminer adéquatement les objectifs de l'intervention, sa pertinence et les résultats attendus. Cela facilite l'ensemble de l'analyse. L'objet d'un investissement peut être par exemple d'améliorer les temps de parcours, d'assurer un nouveau lien plus efficace ou de faire bénéficier un site d'accès sécuritaires.

2.2.1.3 Les contraintes

Dans cette étape de l'analyse, il importe de faire état des contraintes financières, institutionnelles, administratives, juridiques, politiques ou humaines qui pourraient avoir un impact sur l'élaboration et la définition des scénarios d'intervention. Il faut ainsi s'assurer que :

- les ressources financières requises seront disponibles dans le délai prescrit (lorsqu'elles sont connues);
- les projets s'inscrivent dans la structure de fonctionnement de l'organisation;
- l'organisation a 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 pourront être 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 possible.

2.2.1.4 Les scénarios

À l'étape préliminaire, de nombreux scénarios d'intervention doivent être considérés et aucun d'entre eux ne doit être négligé. Une présélection doit ensuite être réalisée sur la base de l'aptitude de la solution à répondre à la problématique à résoudre, en tenant compte de la satisfaction des contraintes, de la faisabilité technique, etc., afin de ne conserver que deux ou

trois scénarios qui satisfont plus adéquatement les objectifs et les contraintes et qui feront l'objet d'une analyse approfondie.

Les scénarios retenus aux fins d'analyse doivent être :

- complets : un scénario complet comprend toutes les mesures nécessaires à sa réalisation;
- indépendants : un scénario indépendant ne fait état que des avantages et des coûts qui lui sont propres.

Parmi les scénarios retenus, on doit déterminer un scénario de référence qui peut représenter :

- le statu quo ou la situation sans projet;
- le statu quo amélioré : des interventions mineures sont prévues, mais sans encourir d'investissements majeurs².

Le scénario de référence doit faire ressortir le maximum réalisable avec les installations existantes³.

Dans la mesure du possible, il est toujours préférable de comparer au statu quo des scénarios présentant les caractéristiques similaires : même ampleur (budget, etc.), mêmes durées d'application (solutions ayant le même terme – court, moyen, long).

2.2.2 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 au nombre d'années de vie utile des infrastructures et des équipements ou à la période durant laquelle l'infrastructure est dite « efficace ».

Principes à respecter dans l'établissement de l'horizon d'analyse :

- 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 des scénarios;
- 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 vie utile 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 (voir aussi p. 26).

² *Guide sur l'analyse avantages-coûts*, Secrétariat du Conseil du Trésor, Gouvernement du Canada, juillet 1998.

³ *Guide de l'analyse coûts-avantages à Transports Canada*, Transports Canada, septembre 1994.

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.

2.3 DÉTERMINER ET QUANTIFIER LES COÛTS ET LES AVANTAGES DES PROJETS

Afin de discriminer les projets ou les scénarios d'un projet d'investissement les plus avantageux de ceux qui sont moins avantageux économiquement pour l'ensemble de la société, l'analyse avantages-coûts demande que soient comptabilisés, pour chacune des années de l'horizon temporel d'analyse, les coûts et les avantages générés par le projet.

Les coûts considérés dans l'analyse avantages-coûts sont les sommes à déboursier pour la réalisation du projet et les effets négatifs du projet pour les utilisateurs ou l'ensemble de la société (coûts sociaux). **Ils correspondent à la valeur des biens et services auxquels on doit renoncer en réalisant le projet (coût d'opportunité).** Les avantages sont quant à eux les effets positifs attendus à la suite de la réalisation du projet. Par avantages, on entend tous les biens et services fournis par le projet ou tout ce qui accroît le niveau de bien-être des agents économiques par rapport à la situation initiale ou au scénario de référence.

Les coûts et les avantages habituellement considérés dans l'analyse avantages-coûts de projets en transport sont les suivants :

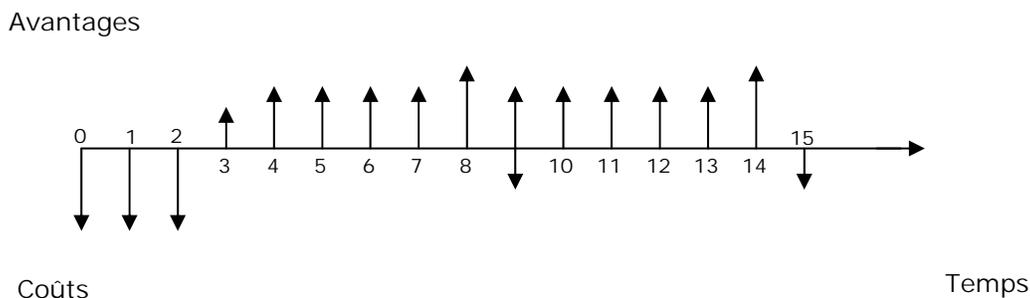
Les coûts

- Coûts initiaux d'implantation;
- Coûts d'entretien et d'exploitation;
- Coûts récupérables;
- Coûts liés aux retards générés par les travaux.

Les avantages

- Réduction des coûts de déplacement;
- Réduction des coûts liés aux accidents;
- Réduction du coût d'utilisation des véhicules;
- Bénéfices apportés par la réduction de certains impacts environnementaux;
- Valeur résiduelle ou de revente des équipements ou des infrastructures.

Les avantages sont généralement obtenus sur l'ensemble de l'horizon d'analyse du projet (qui correspond à la durée de vie utile de l'infrastructure), à compter de l'année de mise en service de la nouvelle infrastructure. Ils sont généralement influencés par le volume de trafic supporté par l'infrastructure. Pour leur part, les coûts sont généralement contractés en début d'exercice puis à intervalles réguliers pour les interventions d'entretien.



Bien que plusieurs des avantages et des coûts des projets en transport soient a priori difficilement quantifiables monétairement, tels que les coûts environnementaux, il est possible de leur attribuer une valeur monétaire sur la base de méthodes et de paramètres issus d'études scientifiques portant sur ces sujets. Les sections qui suivent présentent ces méthodologies et les hypothèses sur lesquelles elles reposent.

Il est à noter que deux méthodes peuvent être utilisées pour comptabiliser les coûts et les avantages d'un projet : la méthode dite « incrémentale » et la méthode « absolue ». La méthode « incrémentale » reflète la valeur des coûts et des avantages **additionnels** que confère à la société chacune des solutions par **rapport à la situation actuelle (statu quo ou statu quo amélioré)** alors que la méthode dite « absolue » comptabilise **la totalité** des coûts et avantages de chaque scénario. Plus simple, la méthode « absolue » est celle qui est habituellement utilisée au Ministère.

Rappelons que les taxes étant un transfert entre agents économiques (voir à ce sujet la section 1.4.2.1), tous les avantages et les coûts d'un projet doivent être comptabilisés en excluant les taxes.

2.3.1 Les coûts

Les coûts relatifs aux projets en transport sont généralement les :

- Coûts initiaux d'implantation;
- Coûts d'entretien et d'exploitation;
- Coûts irrécupérables;
- Coûts liés aux retards générés par les travaux.

D'autres catégories de coûts peuvent être considérées dans l'analyse avantages-coûts, par exemple l'augmentation des coûts liée à l'augmentation des temps de déplacement. Cependant, si au cours de la période d'analyse, il y a une diminution du temps des déplacements, cette diminution ne devra pas être comptabilisée comme un avantage mais comme un coût négatif.

2.3.1.1 Coûts initiaux d'implantation

Les coûts initiaux d'implantation sont ceux estimés au moment de la mise sur pied du projet. Ces coûts peuvent être estimés à partir de l'expérience acquise dans le cadre de projets semblables, c'est-à-dire à partir de la moyenne des prix soumissionnés dans des projets récents de même envergure. Les coûts d'implantation d'une nouvelle infrastructure de transport sont généralement liés aux activités suivantes :

- 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 (comprenant les coûts relatifs aux poursuites judiciaires);
- Gestion (administration);
- Autres coûts associés à la réalisation de l'intervention : coûts liés aux aménagements paysagers, coûts relatifs aux mesures d'atténuation des impacts (particulièrement pour les projets urbains), etc.

Les coûts d'implantation sont généralement fournis par les ingénieurs affectés à la conception du projet.

2.3.1.2 Coûts d'entretien et d'exploitation

Les coûts d'entretien et d'exploitation des équipements ou des infrastructures de transport sont les coûts générés par les opérations. Il s'agit des coûts récurrents tels que l'épandage de sels de déglacage, le déneigement et la réparation des surfaces de la chaussée ou des structures (ouvrages d'art). Le traitement des fissures d'une route est un exemple de coûts d'entretien ou d'exploitation.

Une liste des coûts des interventions sur les chaussées est présentée à la section 1 de la partie 3 du guide portant sur les paramètres. Il s'agit de coûts présentés en dollars/kilomètre linéaire, qui doivent être multipliés par la largeur de la chaussée à laquelle ils s'appliquent (en incluant ou non les accotements). Ces coûts sont tirés du système de gestion des chaussées (GCH-6011) du Ministère. Il est à noter qu'à ces coûts, doivent être ajoutés des coûts relatifs à la signalisation des travaux ainsi que des frais et activités connexes, par exemple la préparation des devis, la réparation des glissières de sécurité, du système d'éclairage, des ponceaux. Ces coûts supplémentaires peuvent faire augmenter de 15 à 50 % (et même plus dans certaines circonstances) le coût total des travaux, selon le contexte de leur réalisation.

2.3.1.3 Coûts récupérables

Les coûts relatifs à un projet considérés dans l'analyse avantages-coûts sont les coûts encourus au moment de la réalisation de celui-ci, à compter de la première année de construction jusqu'à la dernière année de l'horizon d'analyse. Il s'agit donc des coûts présents (pourvu que les travaux débutent à l'année courante) et des coûts futurs associés à l'investissement.

Mais qu'en est-il des dépenses effectuées dans le passé pour la réalisation des infrastructures existantes situées à l'emplacement même des travaux dont fait l'objet le projet en cours d'analyse? À cet égard, deux situations peuvent se présenter :

- Il s'agit de **coûts récupérables** : l'infrastructure existante ou une partie de l'infrastructure existante située à l'emplacement des travaux est réutilisée dans le projet à venir. En raison de sa réutilisation et du fait que l'équipement dispose toujours d'une valeur (valeur de revente) positive, la valeur de revente de l'équipement doit être considérée dans le coût de l'investissement (ex. : la valeur d'une emprise).
- Il s'agit de **coûts irrécupérables** : les coûts des infrastructures existantes ou d'une partie de l'infrastructure existante située à l'emplacement des travaux ne sont pas pris en compte dans l'analyse compte tenu de leur valeur nulle et du fait qu'elles ne sont pas utilisables dans le cadre de l'investissement projeté.

Coûts irrécupérables : un exemple

Soit un projet visant la sécurité des conducteurs sur une autoroute. Le projet consiste en deux opérations :

- Remplacer les poteaux des panneaux de signalisation de la chaussée existants par de plus fragiles afin d'amortir le choc des collisions; et
- Éloigner les nouveaux panneaux de la chaussée pour éviter les collisions.

La dépense encourue dans le passé pour l'achat et l'installation des poteaux existants est non récupérable puisque ces poteaux, étant rigides, ne peuvent être réutilisés pour le projet. Leur coût ne sera donc pas comptabilisé.

Les coûts récupérables n'apparaîtront pas sous une rubrique spécifique; ils seront inclus dans les coûts initiaux d'implantation de l'infrastructure.

2.3.1.4 Coûts liés aux retards générés par les travaux

Les coûts aux usagers durant les travaux peuvent être évalués à partir du logiciel TRAVAUX. Ce logiciel mesure, en termes monétaires, les effets de la configuration d'un chantier sur les retards, la longueur des files d'attente, sur les coûts d'utilisation des véhicules et les émissions polluantes atmosphériques. Pour ce faire, il prend en compte les caractéristiques de chantier (capacité, longueur de l'entrave, qualité de la surface de roulement, vitesse, durée des travaux, etc.) et les conditions de circulation (débits horaires, pourcentage de camions). Ce logiciel est accessible sur le site intranet de la Direction générale de Montréal et de l'Ouest, sous l'onglet « Outils et données ». Certains paramètres utilisés dans ce logiciel peuvent être ajustés aux valeurs établies dans le présent guide.

2.3.2 Les avantages

Les principaux avantages découlant des projets en transport sont généralement les suivants :

- Réduction des coûts liés au temps d'attente et de déplacement;
- Réduction des coûts liés aux accidents;
- Réduction du coût d'utilisation des véhicules;
- Bénéfices apportés par la réduction de certains impacts environnementaux;
- Valeur résiduelle ou de revente future des équipements ou des infrastructures.

De prime abord, certains de ces avantages paraissent difficiles à mesurer, tant sous l'angle quantitatif qu'en valeurs monétaires, comme les bénéfices liés à la réduction des impacts environnementaux ou la valeur de la réduction du temps de déplacement. Le présent guide décrit quelques méthodes de mesure de ces impacts, mais le choix de l'une ou l'autre pourra dépendre de la disponibilité et du niveau de détail des données. Du côté de la valorisation des impacts en termes monétaires, qui constitue l'objet principal du guide, les dernières techniques mises au point par les économistes seront présentées. Ces techniques constituent les meilleures solutions disponibles à ce jour pour la mesure monétaire de ces impacts.

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

Un des avantages souvent substantiel des projets en transport est la réduction des temps de déplacement qu'entraîne une amélioration des conditions de circulation. La composante monétaire associée à ce gain en temps dans l'analyse avantages-coûts peut être établie assez facilement si on convient d'entrée de jeu que :

- Le temps passé par un individu à se déplacer a un coût et il s'agit d'un coût d'opportunité, en ce sens qu'il réduit son temps disponible pour la réalisation d'autres activités telles que le travail, le loisir, les études ou le magasinage.
- Les gains en temps réalisés au cours d'un déplacement représentent pour l'individu un gain en ce qui a trait à son budget-temps disponible, une possibilité d'affecter celui-ci à une activité comme le travail, le loisir, etc.
- Le temps d'attente ou de déplacement supplémentaire engendre des coûts tels que des retards au travail, à l'établissement d'enseignement ou à toute autre destination, cela entraînant une réduction du salaire ou la prolongation d'une journée de travail.

En fait, pour la société, gagner du temps représente un gain potentiel en production.

Cela étant dit, sur quelles bases doit-on s'appuyer pour mesurer adéquatement la valeur d'un gain en temps (ou d'une augmentation du budget-temps) obtenu par les usagers à la suite d'une amélioration des conditions de circulation découlant d'un projet en transport?

La valeur du temps sera la plus adéquatement mesurée en termes monétaires par son coût d'opportunité, soit la valeur de la meilleure utilisation qui aurait pu être faite de ce temps en d'autres circonstances. Elle correspondra, en théorie, à la valeur qu'un consommateur serait prêt à payer pour augmenter son budget-temps d'une unité à un revenu donné, soit à la valeur marginale du temps.

Comme il n'existe pas de marché pour le temps des personnes, on ne dispose pas de prix pour en mesurer la valeur. Pour pallier ce manque, les économistes ont conçu des méthodes qui consistent à mesurer la valeur du temps des individus au moyen d'analyses des choix individuels qui impliquent des économies de temps.

À cet effet, les analyses les plus couramment utilisées sont celles qui touchent au marché du travail (où s'y transige du temps entre employeur et employé) et celles qui se penchent sur les choix que font les individus entre les différents modes de transport (automobile, train, avion). Ces dernières établissent la valeur du temps en mesurant la différence entre les déboursés monétaires et entre les temps de déplacement qu'entraînent des moyens de transport substitués. Des méthodes s'appuyant sur des enquêtes auprès des individus, qu'on appelle « méthode des préférences déclarées », sont également utilisées pour évaluer la valeur du temps des individus.

La méthode d'évaluation des gains en temps présentée dans ce guide s'appuie sur des valeurs liées au marché du travail, ajustées en fonction du motif de déplacement. Bien qu'on observe généralement que la valeur du temps diminue avec la longueur du trajet et qu'elle augmente avec le revenu de l'individu, les valeurs du temps calculées ici correspondent à des valeurs moyennes, par groupe homogène.

Des valeurs horaires du temps ont été calculées selon la méthodologie qui suit. Elles sont présentées à la section 1 de la partie 3 de ce guide portant sur les paramètres.

A) Calcul des valeurs horaires du temps

Des valeurs horaires moyennes du temps sont établies pour les usagers se déplaçant en automobile, par camion et en autobus. Mentionnons que pour les projets situés dans les grandes agglomérations, les enquêtes origine-destination permettent de connaître les motifs de déplacement des usagers par classe de véhicule; en l'absence de telles enquêtes, les directions territoriales du Ministère peuvent fournir de telles données.

Déplacements en automobile

Motif affaires, conducteur et passager

Étant donné que pour ce type d'utilisateur (pour lequel les heures rémunérées comprennent les heures passées sur la route) les économies de temps liées à une amélioration des conditions routières devraient être affectées au travail, la valeur du temps gagné correspond à la valeur de la production marginale de ce travailleur, qui équivaut au coût du travailleur pour son employeur. Ce coût correspond au salaire brut de l'employé auquel doivent être ajoutées les cotisations de l'employeur versées au titre de divers programmes sociaux.

Motif de déplacement « autre » (qu'affaires, navettage et études)

La valeur du temps de ces usagers correspond à son coût d'opportunité, soit au coût marginal d'une unité de temps consacrée au loisir ou au magasinage. Si on considère qu'un individu

alloue son budget-temps à l'une ou l'autre de ces deux activités, soit le loisir et le travail, le coût marginal d'une heure supplémentaire affectée au loisir sera égal au salaire net de cet individu.

Déplacements pour se rendre au travail (« navettage »)

Bien qu'il soit reconnu que pour la majorité des usagers, les contraintes liées à la durée de la semaine de travail font en sorte que les économies de temps résultant de la réalisation d'un projet en transport pourront difficilement être affectées au travail, la valeur horaire du temps consacré aux déplacements ayant pour motif de se rendre au travail est posée comme étant une moyenne entre la valeur du temps pour le motif « affaires » et la valeur du temps pour le motif « autres ». L'hypothèse posée ici est que des pertes de temps peuvent empiéter à la fois sur le temps de travail et le temps de loisir.

Déplacements ayant pour motif les études

La valeur horaire du temps des déplacements pour se rendre à un établissement d'enseignement est posée égale à 25 % de la valeur horaire du temps des déplacements ayant pour motif les affaires. Cette méthode se compare aux méthodes utilisées généralement dans des études similaires.

Déplacements par camion

Comme dans le cas des déplacements ayant pour motif les affaires, la valeur horaire du temps du camionneur correspond à la valeur de sa production marginale, qu'on estime par son salaire brut, ajusté pour tenir compte des contributions de l'employeur. À cette valeur sont additionnés des facteurs d'ajustement pour tenir compte de la perte de productivité liée à l'utilisation d'un camion en période de congestion et du délai de livraison pour la marchandise transportée. Cette méthode est tirée d'une étude de W. G. Waters menée pour le ministère des Transports de la Colombie-Britannique⁴. Des valeurs ont été calculées pour les camions lourds et les camions légers.

Déplacements en autobus

Conducteur d'autobus

La valeur horaire du temps pour le conducteur d'autobus correspond à sa production marginale soit à son salaire brut auquel sont ajoutées les diverses contributions sociales de son employeur.

⁴ W. G. Waters, *The value of travel time in British Columbia: Compendium of technical reports*, British Columbia Ministry of Transportation, 1994.

Passagers d'autobus

Les déplacements des passagers des autobus peuvent avoir plusieurs motifs, dont ceux de se rendre au travail ou de se rendre dans un établissement d'enseignement. La valeur du temps établie pour les passagers d'autobus devra être calculée en effectuant la moyenne pondérée des valeurs du temps pour le motif « navettage », pour le motif « études » et pour le motif « autres » selon les proportions respectives des déplacements en fonction de chacun de ces motifs.

En l'absence de données sur la répartition des déplacements par motif, l'analyste pourra se rabattre sur la distribution des motifs de déplacement des personnes qui utilisent le transport en commun à Montréal et à Québec, présentées à la section 1 de la partie 3 de ce guide portant sur les paramètres.

B) Problématique des faibles gains en temps réalisés par une majorité d'usagers

Une des problématiques soulevées au moment de l'évaluation des gains en temps dans l'évaluation d'un projet en transport est de savoir s'il faut considérer sur un même pied les petits gains en temps, réalisés le plus souvent par la majorité des usagers, et les gains plus importants, réalisés généralement par une minorité d'usagers.

Certaines évaluations fixent un seuil minimal de gain unitaire de temps (par usager) à partir duquel les gains en temps seront considérés. D'autres considèrent que « ...10 secondes sauvées par 60 personnes [doivent être] évaluées de la même façon que 10 minutes épargnées par 1 personne⁵ ».

Les arguments les plus souvent avancés pour soutenir la validité de cette dernière approche sont que même les plus faibles gains en temps augmentent la capacité opérationnelle des routes et que même si un nombre d'usagers a de faibles coûts d'opportunité pour de faibles gains en temps, d'autres pourront avoir un coût d'opportunité beaucoup plus élevé pour de faibles gains en temps.

En fait, la valeur du temps des usagers variera selon son importance, et ce, même dans des situations où le temps épargné est minime. « Il n'y a qu'à penser aux individus se dépêchant de traverser aux intersections bien que le feu de circulation soit jaune, ou aux individus qui exécutent toutes sortes de manœuvres de dépassement pour gagner quelques secondes⁶ »

Pour ces raisons, il est suggéré que les analyses avantages-coûts réalisées au Ministère tiennent compte de l'ensemble des gains en temps réalisés, si minimes soient-ils.

⁵ Les conseillers ADEC inc., *Évaluation des coûts de la congestion routière dans la grande région de Montréal*, ministère des Transports du Québec, décembre 1997.

2.3.2.2 La réduction des coûts liés aux accidents

Un des objectifs importants des projets en transport est l'amélioration de la sécurité des usagers, qui se traduit par une réduction du nombre d'accidents sur les routes. Pour pouvoir mesurer les gains en sécurité découlant des projets en transport, il faut toutefois connaître la valeur que représente pour la société une vie sauvée ou un accident de moins impliquant des blessés ou seulement des dommages matériels.

En ce qui concerne les accidents qui n'impliquent ni décès ni blessés, il est relativement aisé d'estimer leur coût pour la société, et ce, sur la base des prestations versées par la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) aux fins de remboursement des dommages matériels. Les coûts sociaux qui découlent de ce type d'accidents constituent toutefois des valeurs minimales, c'est-à-dire qu'elles excluent la couverture offerte à cet égard par les assureurs privés.

Les accidents mortels ou causant des blessures sont beaucoup plus difficiles à évaluer. Le problème qui se pose dans cette situation est plus que complexe. En effet, comment mesurer la valeur monétaire ou économique liée à la disparition d'une vie humaine ou à un blessé de plus dans la société, sans se heurter à des considérations d'ordre éthique ou d'équité?

A) Méthodes pour mesurer la valeur économique de la vie humaine

Deux approches ont été développées par les économistes pour estimer la valeur économique d'une vie humaine. Il s'agit de l'approche du capital humain et de l'approche de la disposition à payer.

L'approche du capital humain

L'approche du capital humain se base sur l'hypothèse que la valeur d'une vie humaine équivaut à la valeur de la production perdue à la suite du décès de cet être humain. Bien que cette approche soit simple à appliquer, elle est critiquée à plusieurs égards. En effet :

- Pour être conséquent, il faut déduire de la production perdue, la valeur de ce que l'individu aurait consommé. Cela pourra donner lieu à des valeurs de la vie humaine négatives.
- Sur la base de cette méthode, les individus n'ayant pas de revenus n'ont aucune valeur.
- D'autre part, selon cette méthode, la multiplication des êtres humains augmente la force de production ou le revenu national et donc le bien-être collectif. Or, une augmentation de la production ne signifie pas nécessairement une augmentation du bien-être de la collectivité (l'augmentation de la production peut faire suite à des événements en contradiction avec le bien-être de la société comme la lutte à la criminalité ou la reconstruction à la suite d'un désastre naturel, etc.).

L'approche de la disposition à payer

On sait que la vie humaine a des substituts, c'est-à-dire que certaines personnes consacrent à d'autres utilités des ressources ou des efforts qui pourraient être utilisés pour maintenir la vie

(comportements à risque, fumeurs, alcooliques, etc.). Pour les autres, ceux qui ont un comportement cohérent avec une valeur positive de la vie, on utilise, en l'absence de marché où se transige la vie, la méthode de la disposition à payer, proposée par Edward J. Mishan (1971), qui détermine le prix que les gens sont disposés à payer pour conserver la vie.

L'approche de la disposition à payer, généralement favorisée par les économistes, et qui est de plus en plus utilisée, permet d'évaluer la somme que chaque individu est disposé à payer pour obtenir une diminution de sa probabilité de mourir ou d'être blessé. Le recours à cette méthode représente un moyen de contourner les problèmes d'éthique liés à la quantification de la valeur de la vie humaine puisque la disposition à payer repose sur une probabilité de mourir plutôt que sur la certitude d'être victime d'un accident.

La disposition à payer pour diminuer le risque de décès ou de blessures peut être mesurée de deux façons. La première méthode consiste à mesurer la disposition à payer à l'aide de questionnaires (méthode des préférences déclarées) remplis par les individus. Cette méthode tend toutefois à produire des valeurs infinies, les individus oubliant qu'ils sont soumis à une contrainte budgétaire.

L'autre méthode, appelée « Méthode hédoniste » ou des « préférences révélées » consiste à observer les transactions et les comportements des individus, à partir desquels il est possible d'inférer le prix que les gens mettent implicitement sur leur vie. Deux types de méthodologies sont utilisées à cet égard :

- **Méthodologie liée au marché du travail** : Il s'agit de comparer, à l'aide de modèles économétriques, des emplois en tout point semblables, excepté en ce qui a trait au risque supporté volontairement. Normalement, toutes choses étant égales par ailleurs, les gens exigent de recevoir une compensation si leur emploi est risqué... et sont prêts à être payés moins pour éviter un emploi risqué. Dans le cas d'un emploi risqué, le gain supplémentaire pour compenser le risque mesure la disposition à payer ou à accepter une compensation pour la perte de la vie;
- **Méthodologie liée au marché des biens de consommation** : Il s'agit d'évaluer les dépenses faites par les individus pour conserver ou prolonger la vie sachant que l'achat de certains biens, dont certains équipements de sécurité tels que les systèmes de sécurité, les détecteurs de fumée ou les sièges d'autos, révèle ce que les gens sont prêts à payer pour diminuer le risque de décès.

Limites de la méthode des préférences révélées

- À des hauts niveaux de risque, les mesures concernent des individus en santé et sont donc peu représentatives de la société dans son ensemble.
- Il y a parfois une différence entre les préférences déclarées et les préférences révélées d'un individu qui montre qu'un individu peut entretenir simultanément plusieurs valeurs de la vie (obésité et port de la ceinture de sécurité).
- Les évaluations des emplois doivent être assez sophistiquées pour tenir compte du fait que des facteurs autres que le risque peuvent déterminer les écarts de salaires (syndicalisation, âge, expérience, etc.).

B) Les valeurs à utiliser dans les analyses avantages-coûts du Ministère

L'évaluation à partir de la méthode de la disposition à payer est tirée d'une étude canadienne, du ministère des Transports de la Colombie-Britannique, basée sur une méthode appelée « méthode globale », de plus en plus utilisée sur le plan international. Cette méthode allie la méthode du capital humain et celle de la disposition à payer. En effet, aux coûts liés à la perte de production, aux frais médicaux et funéraires, au remboursement des dommages matériels et aux autres coûts pouvant être calculés directement (méthode du capital humain), sont ajoutées une évaluation de la souffrance et une évaluation de la perte de qualité de vie pour la personne blessée et sa famille proche (ou la famille proche d'une personne décédée dans le cas d'un accident mortel) attribuable à un accident, mesurée à partir de la méthode de la disposition à payer.

Les coûts par victime évalués à partir de la méthode du capital humain sont pour leur part tirés de l'étude de B. Bordeleau de la Société de l'assurance automobile du Québec « Évaluation et évolution de 1985 à 2000 des coûts d'insécurité routière au Québec ».

Les valeurs découlant de l'application des deux méthodes (disposition à payer ajustée et capital humain) affichent des écarts très importants, le coût d'un décès étant évalué à 3,4 M\$ à partir de la méthode de la disposition à payer comparativement à un peu plus de 474 000 \$ selon la méthode du capital humain. **Étant donné cet écart, il est suggéré que les analyses avantages-coûts effectuées au Ministère privilégient les valeurs établies selon la disposition à payer et qu'une analyse de sensibilité des résultats soit effectuée à l'aide des valeurs établies à partir de la méthode du capital humain. De cette façon, il sera possible de savoir si la rentabilité d'un projet donné repose seulement sur des valeurs de la vie humaine qui sont élevées.**

Par ailleurs, comme l'évaluation des gains en sécurité routière découlant d'une intervention se fait généralement en évaluant le nombre d'accidents qui seront évités sur la base des taux ou des fréquences d'accidents observés sur des sites comparables, les évaluations de coûts par victime doivent être transformées en différents coûts par accident, qui sont plus appropriés pour les analyses en sécurité.

Pour les besoins des analyses avantages-coûts réalisées au Ministère, des coûts moyens par victime et par accident, selon la gravité des blessures et pour les accidents avec dommages matériels seulement, ont été établis à partir de la méthode de la disposition à payer et de la méthode du capital humain. Ils sont présentés à la section 2 de la partie 3 de ce guide portant sur les paramètres.

2.3.2.3 La réduction du coût d'utilisation des véhicules

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

Le ministère des Transports du Québec dispose, **en région urbaine**, de modèles de simulation qui mesurent, séparément :

- les coûts d'utilisation des véhicules (à partir des formules modifiées tirées d'une étude de Peter Bein réalisée pour le compte du ministère des Transports de la Colombie-Britannique)⁶;
- la consommation de carburant (à partir de MOBILE 6), qu'il faut multiplier par le coût du carburant, sans les taxes.

À l'extérieur des zones urbaines, les équations de Bein non modifiées peuvent être utilisées. Il s'agit d'équations mesurant le coût d'utilisation des véhicules, en incluant le carburant, pour les automobiles, les camions légers, les camions lourds et les autobus, et ce, dans des situations de circulation à écoulement libre et de circulation dense (congestion).

Le lecteur trouvera à la section 3 de la partie 3 du présent guide les équations de Bein permettant d'évaluer le coût d'utilisation des véhicules incluant le coût du carburant à l'extérieur des régions urbaines (équations non modifiées), c'est-à-dire là où les outils du Service de la modélisation des systèmes de transport ne sont pas disponibles. Il trouvera également les équations à utiliser dans les zones urbaines, c'est-à-dire celles modifiées pour exclure le coût du carburant. Pour utiliser ces équations, il faut disposer préalablement de données sur la vitesse des véhicules.

2.3.2.4 Bénéfices apportés par la réduction de certains impacts environnementaux

L'implantation et l'exploitation d'infrastructures de transport ont généralement des incidences sur l'environnement, que ce soit en raison du bruit produit par la circulation des véhicules motorisés ou de leur impact sur les écosystèmes naturels, sur le paysage, sur la nappe phréatique ou sur le niveau de pollution atmosphérique découlant de la circulation de véhicules sur la nouvelle infrastructure de transport. Les impacts sur l'environnement peuvent constituer un avantage ou être négatifs et constituer des coûts pour la société.

Il est à noter que bien souvent, les impacts environnementaux peuvent être difficilement prévisibles (ex. : les risques associés au transport des matières dangereuses par camion) ou difficilement mesurables (ex. : en raison d'un manque de données ou parce que les difficultés méthodologiques sont considérables, comme dans le cas de l'évaluation des impacts cumulatifs, des impacts synergiques). Dans certains cas, les impacts environnementaux peuvent être tout simplement inconnus.

Puisque l'implantation, l'utilisation et l'entretien d'une nouvelle infrastructure routière peuvent tous apporter une panoplie de conséquences potentielles sur l'environnement naturel et humain, et ce, tout au cours de la durée de vie normale de la route (notion d'analyse de cycle de vie de 30 à 50 ans selon le cas), il est plus pragmatique de considérer ici seulement quelques enjeux environnementaux. À cette fin donc, il est proposé de s'attarder à l'évaluation monétaire des avantages de la réduction de quelques impacts environnementaux seulement :

1. L'évaluation des bénéfices reliés à la réduction de la pollution atmosphérique causée par la circulation motorisée;

⁶ Peter Bein et autres, *British Columbia Vehicle Operating Costs*, Economic analysis project report, Planning and Policy Branch, British Columbia Ministry of Transportation and Highways, Décembre 1996, 55 p.

2. L'évaluation des bénéfices reliés à la réduction des émissions atmosphériques de CO₂ (GES) causées par la circulation motorisée;
3. L'évaluation des bénéfices reliés à la réduction des perturbations sonores.

A) Les émissions atmosphériques émises par les véhicules motorisés

Les émissions atmosphériques produites par les véhicules motorisés peuvent être classées en deux catégories, soit les émissions atmosphériques polluantes et les gaz à effet de serre (GES), soit le CO₂ principalement.

Les émissions polluantes sont réputées avoir des incidences à l'échelle locale, soit dans les environs du lieu où elles sont émises par les véhicules. Elles peuvent occasionner des dommages à la santé humaine, tels que des maladies respiratoires chroniques, des cancers et même des décès.

Les principales émissions atmosphériques polluantes produites par les véhicules motorisés sont les suivantes :

- CO : Monoxyde de carbone;
- HC : Hydrocarbures;
- HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques;
- NOx : Oxydes d'azote;
- SOx : Oxydes de soufre;
- PM : Particules fines (PM₁₀ et PM_{2,5});
- COV : Composés organiques volatils.

Les gaz à effet de serre (GES) qui ont pour origine l'activité humaine ont pour leur part des incidences environnementales négatives à portée plus globale et à plus long terme. Les gaz à effet de serre dus à la circulation routière sont :

- CO₂ : Gaz carbonique;
- CH₄ : Méthane;
- N₂O : Protoxyde d'azote.

Les déplacements motorisés par automobile sont la principale source mobile des GES (CO₂ équivalent) au Québec. Il est généralement admis que les GES provoquent un réchauffement des températures à l'échelle de la planète. Les effets de ces changements climatiques se traduisent par une augmentation du nombre et de la sévérité des événements météorologiques extrêmes et par des changements dans les patrons d'occupation du territoire, des activités humaines et des habitats naturels.

B) L'estimation des taux d'émission de polluants atmosphériques produits par les véhicules motorisés

Afin d'estimer la quantité de polluants atmosphériques émise par les véhicules circulant sur son réseau, le Ministère dispose d'un modèle d'émissions polluantes (MOBILE 6C). Il s'agit d'un

modèle américain distribué par l'Environment Protection Agency. Ce modèle est intégré au modèle de transport de la région de Montréal (MOTREM) du Service de la modélisation et des systèmes de transport.

Le modèle d'émissions polluantes permet de générer, **pour des projets situés en milieu urbain**, des taux moyens d'émissions en grammes/kilomètre ou en grammes/véhicules selon :

- le polluant;
- le type de route (autoroute, artère);
- la classe de véhicules (auto-essence, auto-diesel, moto, autobus-essence, etc.);

et ce, selon certaines heures de la journée, la vitesse pratiquée (5, 10, 15 km/h, etc.) et l'année (1998, 2000, 2003 et 2006).

L'estimation de la pollution générée par les transports urbains s'appuie sur un ensemble de données climatiques, sur les caractéristiques du parc de véhicules (âge des véhicules, kilométrage, pourcentage de véhicules au diesel) et les activités (pourcentage de démarrage à froid de la flotte de véhicules, distribution des départs par heure, etc.) de la flotte de véhicules du Québec (selon les données de la SAAQ et des enquêtes origine-destination).

Dans le cas des GES, MOBILE 6C n'estime pas l'ensemble des gaz à effet de serre produits par les véhicules, mais seulement les quantités de CO₂. Toutefois, connaissant les proportions respectives de CO₂, de CH₄ et de N₂O produites par les différents types de catalyseurs installés sur les véhicules automobiles au Québec, on peut estimer la production de CH₄ et de N₂O à partir des émissions de CO₂. Ainsi :

1 gramme CH₄ → 21 grammes CO₂

1 gramme N₂O → 310 grammes CO₂

Dans le cas des projets situés en dehors des zones urbaines, pour lesquels des simulations à l'aide du modèle d'émissions atmosphériques ne sont pas disponibles, l'analyste peut s'appuyer sur les taux moyens d'émission et la consommation moyenne de carburant pour les automobiles, les camions légers et les camions lourds, qui sont présentés à la section 4 de la partie 3 de ce guide portant sur les paramètres. Ces taux moyens ont été calculés sur la base des données du modèle Mobile6C-MOTREM, version 4, du Service de la modélisation des systèmes de transport (SMST).

C) La valeur de la réduction des polluants atmosphériques et des gaz à effet de serre

Une fois évaluées les quantités de polluants et de GES émis par les véhicules à la suite d'un projet en transport routier donné (celles-ci pouvant être supérieures ou inférieures au niveau observé avant la réalisation du projet routier), l'étape suivante consiste à attribuer une valeur monétaire à la variation de ces émissions.

Le coût de la pollution atmosphérique comprend habituellement le coût social des mortalités qui en découlent, le coût des maladies chroniques et respiratoires ainsi que les dommages causés aux écosystèmes naturels et aux habitats humains.

Pour estimer ces coûts, différentes pratiques sont utilisées :

- **La méthode des préférences déclarées** : Évaluation à l'aide de questionnaires de la disposition à payer des individus pour éviter ou diminuer la probabilité que ne surviennent les problématiques de santé publique spécifiques liées à la pollution atmosphérique causée par la circulation routière;
- **La méthode des préférences révélées** : Évaluation à l'aide de modèles économiques de la demande des maisons, par exemple en fonction d'un certain nombre d'attributs dont la qualité de l'air et le bruit;
- **La méthode des « fonctions de dommage »** : Évaluation à l'aide d'études épidémiologiques, de l'incidence d'un polluant sur une problématique de santé donnée (décès, cancer, bronchite chronique, asthme, etc.) et attribution d'une valeur monétaire à cette incidence à l'aide de paramètres tirés d'études économiques (disposition à payer, préférences révélées, etc.) :
Ex. : Nombre de décès = population * β * concentration d'un polluant dans l'atmosphère
Où β = Incidence de la concentration d'un polluant sur le nombre de décès dans la population (en % par exemple)
- **Estimations basées sur les coûts médicaux et les pertes de revenus entraînés** par les problématiques de santé attribuables à la pollution (s'apparente à la méthode du capital humain).

Cela étant dit, comme nous ne disposons pas à ce jour de données sur les coûts globaux associés à chacun des polluants atmosphériques émis par les véhicules, le Ministère utilise les valeurs tirées d'une compilation réalisée par Kevin Bell⁷ en 1994, intégrée dans une étude de Todd Litman de 1995⁸. Cette compilation fait ressortir les valeurs médianes des polluants trouvées dans un ensemble de 37 rapports de recherche portant sur le sujet réalisés par des organismes gouvernementaux. Ces valeurs sont présentées à la section 4 de la partie 3 de ce guide portant sur les paramètres.

En ce qui concerne la valeur des gaz à effet de serre, celle-ci doit être mesurée à partir du coût unitaire de son équivalent CO₂.

D) La valeur de la réduction de la pollution sonore

Le coût du bruit pour la société peut être mesuré à partir d'études sur les préférences révélées telles que décrites ci-dessus ou par les frais requis pour la mise en place de mesures d'atténuation de la pollution sonore. Pour l'heure, le Ministère estime que la meilleure évaluation du coût du bruit est celle du coût des mesures mises en place pour en atténuer les effets, par exemple les murs anti-bruit pour réduire le climat sonore le long des autoroutes.

⁷ Kevin Bell, *Valuing Emissions from Germiston Generating Project*, Convergence Research, Seattle, 1994.

⁸ Litman, Todd, *Transportation Cost Analysis : Techniques, Estimates and Implications*. Victoria Transportation Policy Institute, Canada, février 1995.

2.3.2.5 La valeur résiduelle ou de revente des équipements ou des infrastructures

La valeur résiduelle des équipements ou des infrastructures qui font l'objet d'une construction ou d'une réfection majeure se mesure par la valeur de revente ou de récupération du bien à la fin de l'horizon d'analyse, de laquelle sont soustraits les coûts d'élimination, de remplacement, de réparation, de transfert ou de vente de ses composantes. Une valeur résiduelle peut aussi être accordée à l'expertise (ingénierie) dans le cas où les plans et les études réalisés pour un 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. Le taux de dépréciation annuel habituellement utilisé est de 5 %. Une valeur résiduelle ne doit être accordée qu'aux biens du projet les plus importants en matière de coûts. Le coût des terrains sur lesquels se situe le projet ne doit pas être inclus dans cette valeur, étant donné que les terrains ne perdent généralement aucune valeur au cours de la période d'analyse.

2.4 ACTUALISER LES AVANTAGES ET LES COÛTS

2.4.1 Qu'est-ce que l'actualisation?

Les avantages et les coûts d'un projet sont encourus sur une longue période, minimalement d'une durée de 20 ans, généralement de 30 ans. L'actualisation consiste à ramener tous ces avantages et ces coûts, qui se réalisent sur l'ensemble de l'horizon d'analyse ou au cours de quelques années de celui-ci, sur une base commune, soit en dollars actuels (dollars d'aujourd'hui). Pour ce faire, on applique aux avantages et aux coûts réalisés le taux d'actualisation. Mais en quoi consiste le taux d'actualisation?

Le **taux d'actualisation** est un taux qui est utilisé pour tenir compte du coût d'opportunité attribuable à l'écoulement du temps. Il se compose des éléments suivants :

- Coût d'opportunité du capital : il s'agit du coût pour la société du capital mobilisé par l'autorité publique sur une période définie. Ce coût représente les opportunités qui auraient pu être réalisées en employant ces sommes autrement, dans un autre projet public par exemple;
- Taux de préférence pour le temps : le taux de préférence pour le temps, implicitement inclus dans le coût d'opportunité, traduit la réalité selon laquelle un dollar dépensé aujourd'hui a généralement une valeur plus grande pour les individus que ce même dollar dépensé plus tard. Le même raisonnement s'applique aux avantages d'un projet, qui ont une valeur d'autant plus élevée qu'ils se manifestent dans un avenir rapproché.

2.4.2 La valeur actualisée

Donc, afin de tenir compte du coût d'opportunité attribuable à l'écoulement du temps, il faut convertir les coûts et les avantages en valeurs actualisées. Ainsi, les valeurs actuelles et futures des coûts et des avantages seront comparées sur une base commune, soit en dollars 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** égal à :

$$1/(1+r)^n$$

Où :

r = taux d'actualisation

n = année au cours de laquelle est 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 (du coût ou de l'avantage)

r = taux d'actualisation

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

Tous les coûts et avantages futurs pour chacune des années de la période d'analyse doivent être actualisés. Une fois transformés, les avantages et les coûts actualisés sont additionnés pour obtenir la somme des avantages actualisés et la somme des coûts actualisés.

Propriétés de la valeur actualisée (traduisant le taux de préférence pour le temps)

La valeur actualisée des coûts et des avantages diminue avec le temps. En effet :

- Plus les coûts et les avantages sont réalisés dans un avenir lointain, plus leur valeur diminue (ex. : en appliquant un taux d'actualisation de 5 %, un investissement de 1 000 \$ dans 30 ans vaut 231 \$ en dollars d'aujourd'hui).

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

- Plus le taux d'actualisation augmente, plus la valeur actualisée des coûts et des avantages produits dans le futur diminue (ex. : en appliquant un taux d'actualisation de 10 %, la valeur actualisée d'une dépense de 1 000 \$ dans 30 ans ne sera que de 57 \$, comparativement à 231 \$ avec un taux d'actualisation de 5 %).

2.4.3 L'actualisation et l'inflation

Comme l'évolution des coûts futurs des intrants d'un projet ne peut être connue avec certitude, tous les coûts et les avantages futurs d'un projet doivent être comptabilisés en dollars constants, soit en dollars de l'année de référence. On suppose ainsi que tous les coûts du projet évolueront au même rythme. Toutefois, si on connaît avec certitude l'évolution future du coût de certains intrants, celle-ci pourra être considérée à la condition toutefois de pouvoir prédire avec certitude les fluctuations sur l'ensemble de la période de l'analyse, ce qui est très difficile à réaliser.

En conséquence, le taux d'actualisation sera un taux d'actualisation réel, c'est-à-dire qui ne tient pas compte de l'inflation.

2.4.4 Détermination du taux d'actualisation

Les autorités publiques ont trop souvent tendance à s'inspirer des taux d'actualisation (ou d'une moyenne de ces taux) utilisés dans d'autres juridictions comparables.

Pour notre part, nous avons plutôt choisi de nous doter d'une méthode permettant d'établir, année après année, le coût d'opportunité du capital qui servira à titre de taux d'actualisation dans les analyses avantages-coûts réalisées au Ministère. Cette méthode est tirée du guide de l'analyse coûts-avantages réalisé par Gilles Gauthier de l'École des hautes études commerciales¹¹.

Le coût d'opportunité du capital comme valeur du taux d'actualisation

Le taux d'actualisation des investissements publics doit traduire ce à quoi la société doit renoncer lorsque des sommes sont affectées à un projet public par une instance gouvernementale. Mais à quoi la société renonce-t-elle dans une telle situation?

Lorsque le décideur public entreprend un projet quelconque, les sommes requises pour sa réalisation devront nécessairement provenir du secteur privé, soit des entreprises ou des particuliers, par l'entremise d'une augmentation des impôts des entreprises par exemple. En raison de ce prélèvement supplémentaire, la société sera privée des fonds qui autrement auraient été investis par les entreprises (ou les particuliers) du secteur privé et qui auraient procuré un rendement donné. C'est précisément ce taux de rendement, soit le coût d'opportunité du capital du secteur privé, qui représente ce à quoi on doit renoncer en tant que société et qui doit être utilisé comme taux d'actualisation des activités du secteur public. Ce faisant, on s'assure que « seules les activités du secteur public qui offrent un taux de rendement supérieur à celui que pourrait réaliser le secteur privé seront recommandées⁹ ».

La mesure du coût d'opportunité du capital

Étant donné que les sources de financement du gouvernement proviennent de différents secteurs de l'économie, le coût d'opportunité du capital privé consistera en une moyenne de différents taux de rendement.

Considérant que des variations des sommes prélevées par le gouvernement auront des incidences sur les investissements des entreprises, sur l'épargne et sur la consommation des particuliers, le coût d'opportunité d'un transfert de ressources du secteur privé vers le secteur public sera égal à la moyenne pondérée suivante :

$$R_p = p_i r_i + p_e r_e + p_c r_c$$

Où :

R_p = taux d'actualisation des investissements du secteur public

⁹ Gilles Gauthier, *Analyse coûts-avantages : un guide pratique*, Centre d'études en administration internationale, École des hautes études commerciales, 2^e édition, 1997, 165 pages (version électronique).

- = taux de rendement des activités du secteur privé
- = coût d'opportunité du capital du secteur privé

- p_i = poids s'appliquant au rendement des investissements des entreprises, établi sur la base des investissements en capital fixe des entreprises
- r_i = rendement des investissements des entreprises égal à la moyenne du rendement des obligations à long terme des sociétés canadiennes (90 %) et du rendement de l'indice composé de Standard & Poors (10 %)
- p_e = poids s'appliquant au rendement de l'épargne, établi sur la base de l'épargne personnelle des contribuables
- r_e = rendement des investissements des entreprises égal à la moyenne du rendement des obligations à long terme des sociétés canadiennes (90 %) et du rendement de l'indice composé de Standard & Poors (10 %); l'hypothèse étant qu'une diminution de l'épargne personnelle réduit les sommes disponibles pour les prêts aux entreprises
- p_c = poids s'appliquant au taux de rendement implicite de la consommation, établi sur la base de la consommation de biens durables et de biens semi-durables des individus
- r_c = rendement moyen des dépôts de 5 ans des particuliers, des certificats de placements garantis de 5 ans et des obligations du Québec de 10 ans; l'hypothèse étant que le rendement implicite de la consommation doit être égal au rendement offert par l'épargne.

Certains noteront que les investissements publics pourront être financés autrement que par des recettes fiscales, soit par des emprunts ou à partir de l'épargne étrangère. Dans de tels cas, le principe demeure le même en ce sens que le taux d'actualisation sera égal à ce à quoi on renonce en recourant à ce type de financement. Dans le cas d'un financement par emprunt, par le même raisonnement que précédemment, le meilleur taux d'actualisation sera toujours le coût d'opportunité du capital dans le secteur privé.

Le calcul du taux d'actualisation est présenté à la section 5 de la partie 3 de ce guide portant sur les paramètres. Celui-ci repose sur des taux de rendement des activités du secteur privé pour lesquels des données sont disponibles.

2.5 COMPARER LES SCÉNARIOS / LES CRITÈRES D'INVESTISSEMENT

La comparaison des différents projets ou des solutions possibles d'un projet se fait à l'aide des critères d'investissement. Un critère d'investissement sert à identifier le scénario qui offre le meilleur rendement ou le projet qui doit être considéré en priorité. Les principaux critères d'investissement utilisés dans l'analyse avantages-coûts sont :

- l'avantage net (valeur actualisée nette : VAN);
- le rapport avantages-coûts (A/C).

Les sections suivantes présentent la définition, les avantages et les inconvénients de chaque critère.

2.5.1 La valeur actualisée nette (VAN) et le rapport avantages-coûts (A/C)

La valeur actualisée nette (VAN) et le rapport avantages-coûts (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 :

Valeur actualisée nette (VAN)	Rapport A/C
Définition	Définition
Somme des avantages actualisés d'un projet de laquelle on soustrait la somme de ses coûts actualisés.	Rapport entre la somme des avantages actualisés et la somme des coûts actualisés de l'intervention. Lorsque le rapport A/C est supérieur à 1, l'intervention génère des avantages plus grands que ses coûts.
$VAN = VAA - VCA$	
VAN = valeur actualisée nette	$Rapport\ A/C = \frac{\Sigma\ des\ avantages\ actualisés}{\Sigma\ coûts\ actualisés}$
VAA = Σ des avantages actualisés	
VCA = Σ coûts actualisés	
Avantage	Avantage
Assure un avantage collectif maximal.	Permet d'identifier l'intervention qui entraîne le plus grand avantage par dollar investi.
Inconvénient	Inconvénient
Ne favorise pas le projet le moins coûteux.	Favorise le projet le moins coûteux même si l'avantage collectif n'est pas maximal.

Exemple d'application des deux critères d'investissement

Scénario A	Avantages actualisés (VAA) : 1 000 \$ Coûts actualisés (VCA) : 500 \$ VAN (VAA-VCA) = 500 \$ Rapport A/C = 1 000 \$ / 500 \$ = 2
Scénario B	Avantages actualisés (VAA) = 2 500 \$ Coûts actualisés (VCA) = 1 750 \$ VAN (VAA-VCA) = 750 \$ Rapport A/C = 2 500 \$ / 1 750 \$ = 1,43

Sur la base du critère de la VAN, le scénario B est le plus rentable alors que selon le rapport A/C, le scénario A présente le meilleur rendement. Dans un tel cas, il est généralement suggéré de favoriser la VAN afin de maximiser l'avantage collectif (le bien-être de la société).

2.5.2 Les critères d'investissement et l'objectif du projet

Dépendamment de l'importance de chaque avantage et de chaque coût, il est possible que le scénario maximisant les effets recherchés, par exemple la réduction du nombre d'accidents, ne soit pas celui qui affiche la plus grande rentabilité économique (sur la base de la valeur actualisée nette [VAN] ou du rapport avantages-coûts). En effet, dans l'exemple qui suit, le seul scénario rentable économiquement est celui des interventions ponctuelles car il est le seul présentant une VAN positive et un ratio A/C supérieur à 1. Cependant, c'est le scénario des interventions ponctuelles et de l'élargissement de la route qui entraîne la réduction maximale des coûts d'accidents : 73,7 M\$ contre 51,4 M\$ pour le scénario ayant le meilleur ratio A/C.

Exemple :

L'analyse avantages-coûts de la route 185 entre Rivière-du-Loup–Nouveau-Brunswick

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
Valeur actualisée nette (VAN)	8,6	- 55,9	- 238,8	- 47,4
Rapport avantages-coûts	1,20	0,47	0,26	0,62

2.6 L'ANALYSE DE SENSIBILITÉ

Au moment de la réalisation d'une analyse avantages-coûts, il est conseillé d'effectuer une analyse de sensibilité afin de vérifier la solidité des résultats obtenus. **Généralement, l'analyse de sensibilité consiste à faire varier, à l'intérieur d'une étendue de valeurs raisonnables, certains paramètres tels que ceux de la valeur de la vie humaine ou du taux d'actualisation ou d'autres paramètres pour lesquels on dispose de valeurs fiables. Il peut aussi s'agir par exemple des prévisions de déplacements. On peut également**

mesurer la sensibilité des résultats obtenus à partir de différents critères d'investissement. À la suite de l'analyse de sensibilité, l'une ou l'autre des situations suivantes surviendra soit :

- Les résultats obtenus demeurent semblables et on peut affirmer qu'ils sont solides.
- Une variation de la valeur des paramètres et/ou du critère d'investissement entraîne des résultats différents et remet en question le choix du scénario privilégié.

La première situation permet d'obtenir une marge de confiance pour l'ordonnancement des différents scénarios et l'identification de ceux qui doivent être réalisés compte tenu des avantages nets et de la contrainte budgétaire. Pour sa part, la deuxième situation exige une certaine dose de prudence de la part de l'analyste. Cette situation pourra entraîner une révision des conclusions de l'analyse.

3. L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS ET LES PARTENARIATS PUBLIC-PRIVÉ (PPP)

Dans le cas des projets majeurs, c'est-à-dire ceux dont la valeur est supérieure ou égale à 40 millions de dollars, le Ministère doit procéder à l'évaluation de l'opportunité de réaliser le projet en partenariat public-privé, si certaines conditions sont respectées. Cette obligation fait suite à la directive émise à cet effet par le Conseil du trésor en 2003, à l'adoption en mai 2004 du Plan de modernisation de l'État 2004-2007 et à la politique-cadre sur les partenariats public-privé de juin 2004¹⁰, qui ont respectivement exprimé la volonté du gouvernement de recourir davantage aux partenariats avec le secteur privé pour la réalisation de projets d'envergure, les estimant susceptibles de se traduire par des gains de qualité et d'efficacité supérieurs à ceux réalisés en mode de prestation conventionnel. En particulier, on estime que des gains d'efficacité pourraient être réalisés :

1. **par le regroupement et l'intégration dans un seul contrat de plusieurs activités** faisant habituellement l'objet de plusieurs contrats (ex. : conception, réalisation et exploitation d'une infrastructure pour une longue période);
2. **en tirant avantage de la concurrence** au sein des entreprises habilitées à réaliser le projet et en faisant appel à l'expertise et à l'innovation du secteur privé;
3. **par la réduction et l'amélioration de la gestion des risques**, le partage des risques étant établi en fonction de l'aptitude de chacun à les assumer;
4. **par l'utilisation d'une approche client** en vertu de laquelle la rémunération du partenaire privé s'effectue en fonction de la performance, lorsque le service est effectivement rendu. Selon cette approche, le partenaire s'engage à respecter les échéanciers prévus et à absorber tout dépassement de coûts, sous peine de devoir faire face à des pénalités.

La prestation d'un projet en transport en partenariat avec le secteur privé pourra prendre différentes formes selon la nature du projet. Les principales formes de partenariat auxquelles le Ministère pourrait avoir recours impliquent la délégation à un partenaire privé de l'une ou l'autre des combinaisons suivantes de responsabilités à l'égard d'une infrastructure, soit :

1. la conception et la construction de l'infrastructure;
2. la gestion de l'exploitation et de l'entretien de l'infrastructure;
3. la conception, la construction, l'entretien et le financement de l'infrastructure, avec ou sans péage.

Dans ce dernier cas, on allègue que des gains d'efficacité importants pourraient être réalisés compte tenu du fait que « ...pour réduire les frais d'entretien d'une route, le partenaire privé aura intérêt à augmenter la qualité de la construction¹¹ ».

¹⁰ Ministère des Transports du Québec, Service du partenariat public-privé, *Démarche de préféabilité en partenariat public-privé d'un projet majeur en transport*, janvier 2007.

¹¹ Source : Site intranet du ministère des Transports : <http://www.intranet/dgpst/dpmpg/sppp/avantages.asp>.

3.1 L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS DANS LE CADRE DE L'ANALYSE D'UN PROJET ENVISAGEABLE EN PPP

L'évaluation de l'opportunité de la réalisation en partenariat public-privé d'un projet majeur en transport comprend plusieurs étapes, qui sont énumérées à l'intérieur de l'encadré de la page 38, qui présente le cheminement d'un projet majeur susceptible d'être réalisé en PPP. Il s'agit des étapes 1 et 2 de l'analyse de pré faisabilité en partenariat, de l'analyse de faisabilité, du processus d'attribution, de l'autorisation finale et de la signature de l'entente.

D'abord, comme mentionné précédemment, le projet doit répondre à des critères d'admissibilité permettant de déterminer si une analyse de pré faisabilité en PPP est nécessaire. Ces critères sont les suivants :

Critères d'admissibilité des projets majeurs

Pour un projet d'immobilisation ou d'exploitation et d'entretien :

1. La valeur estimée du coût des immobilisations est égale ou supérieure à 40 millions de dollars;
Ou
2. La valeur actualisée estimée des paiements de toute provenance pour la durée du contrat en PPP est égale ou supérieure à 75 millions de dollars;
Ou
3. Il s'agit d'une expérience pilote dont l'objectif est de reproduire ce type de projet à une plus grande échelle;
Et
4. Il s'agit d'un projet intégré avec, autant que possible, un début et une fin en continu. Une phase de réalisation est souhaitable à moins que l'exploitation et l'entretien des routes soient en continu. Prendre en considération les projets qui sont morcelés ou fractionnés;
Et
5. La nature des engagements ou des autorisations gouvernementales n'exclut pas le mode de prestation en PPP.

Pour un projet d'immobilisation :

6. Il y a nécessité et la volonté d'une mise en service rapide de l'ensemble du projet, c'est-à-dire autour de cinq ans à partir du début du processus d'octroi;
Et
7. Favoriser les projets qui ne seraient pas trop définis, idéalement assez tôt dans le processus de conception.

Si ces conditions sont satisfaites, le projet pourra passer à l'étape 1 de la pré faisabilité en PPP. Sinon, le projet suivra le processus habituel pouvant conduire au mode de prestation conventionnel. Selon la nature des conditions d'admissibilité non respectées, le projet pourra être retravaillé et soumis à nouveau.

L'étape 1 de la pré faisabilité, soit l'analyse sommaire de la pré faisabilité en PPP du projet, consiste à évaluer de façon sommaire si le projet répond à certains critères, c'est-à-dire si celui-ci :

- est d'envergure suffisante, compte tenu de la complexité du processus;
- comporte des avantages marqués sur le plan social et économique :

- à cet effet, il est recommandé qu'une analyse avantages-coûts préliminaire soit réalisée;
- est axé sur des résultats à atteindre mesurables plutôt que sur des moyens;
- évolue dans un marché concurrentiel;
- présente un potentiel de réduction du coût total pour le Ministère.

Ainsi, l'analyse sommaire de la préfaisabilité donne une indication du potentiel de base du projet pour sa réalisation en PPP. Si l'analyse sommaire de la préfaisabilité est positive, une analyse de préfaisabilité détaillée peut être amorcée.

L'étape 2 de la préfaisabilité, soit l'analyse détaillée de la préfaisabilité en PPP du projet, vise à définir de façon précise les besoins à combler et les résultats recherchés, à évaluer un éventail de solutions qui permettraient de répondre aux résultats recherchés et à déterminer la meilleure solution, sur la base d'analyses techniques, financières, économiques (analyse avantages-coûts détaillée), environnementales, etc., du projet livré en mode conventionnel (comparateur public). C'est à cette étape qu'on évalue, de façon préliminaire, si le mode de prestation de services en PPP pourrait être intéressant pour la réalisation de la solution retenue.

Le cheminement d'un projet majeur susceptible d'être réalisé en PPP

Le projet répond-il aux critères d'admissibilité et obtient-il l'appui des autorités?

↳ **SI OUI, POURSUITE À L'ÉTAPE 1**

1. Réalisation de la première étape de l'analyse de la préfaisabilité (vérifier notamment si le projet comporte des avantages marqués sur le plan social et économique) et validation par les autorités

↳ **SI UN PPP EST ENVISAGEABLE, POURSUITE À L'ÉTAPE SUIVANTE**

2. Réalisation de la seconde étape de l'analyse de la préfaisabilité

Énoncé du besoin

Spécification des résultats recherchés

Détermination des solutions possibles

Évaluation et choix de la solution la plus vraisemblable

- a. Évaluation préliminaire (de type multicritère)
- b. Détermination des solutions réalistes
- c. Évaluation détaillée des solutions réalistes
 - i. Faisabilité technique et technologique
 - ii. Incidence sur les ressources humaines
 - iii. Incidences réglementaires, légales et environnementales
 - iv. Analyse de risque
 - v. Analyse financière sommaire
 - vi. Analyse qualitative
 - vii. Incidence budgétaire
 - viii. **Analyse avantages-coûts**

- d. Détermination de la solution la plus vraisemblable

Appréciation préliminaire du mode de prestation en PPP

Validation par les autorités

↳ **SI UN PPP EST ENVISAGEABLE, POURSUITE À L'ÉTAPE SUIVANTE**

3. Réalisation de l'analyse de faisabilité

- a. Analyse de la solution livrée en PPP (projet de référence)
- b. Analyse de la solution livrée par le secteur public (comparateur public)
- c. Comparaison du projet de référence au comparateur public (analyse de la valeur)
- d. Rédaction du dossier d'affaires initial et validation auprès des autorités

↳ **SI UN PPP EST ENVISAGEABLE, POURSUITE À L'ÉTAPE SUIVANTE**

4. Processus d'attribution (par le Ministère, accompagné de l'Agence des partenariats public-privé)

- a. Consultation avec le secteur privé (facultatif)
- b. Élaboration de la stratégie d'attribution et autorisations gouvernementales
- c. Préparation des documents nécessaires (appel de qualification, appel d'offres, etc.) et lancement du processus d'attribution
- d. Évaluation des offres et choix du candidat privilégié

↳ **SI UN PPP EST ENVISAGEABLE, POURSUITE À L'ÉTAPE SUIVANTE**

5. Autorisation finale et signature de l'entente

- a. Autorisations du gouvernement de conclure l'entente de partenariat

Source : Adapté du Secrétariat du Conseil du Trésor du Québec, *Le dossier d'affaires – Guide d'élaboration*, septembre 2002.

L'étape 3, l'analyse de faisabilité, est l'étape où le Ministère, accompagné de l'Agence des partenariats public-privé, évalue si le PPP pourrait représenter la meilleure valeur pour l'argent investi, par l'évaluation comparative détaillée des coûts et des bénéfices socioéconomiques et financiers du projet selon le mode conventionnel et en PPP, sur la base des composantes de l'avant-projet préliminaire du mode conventionnel. À cette étape, une analyse avantages-coûts détaillée du projet livré en partenariat (projet de référence) doit être réalisée. L'analyse de la valeur, soit la comparaison entre les deux modes de réalisation, permet ensuite d'évaluer lequel des modes de prestation du service ou de réalisation de l'infrastructure apportera une plus grande plus-value à la collectivité.

L'analyse avantages-coûts trouve donc sa place aux trois étapes suivantes du cheminement d'un projet majeur en PPP, soit :

- À l'étape 1 de la préfaisabilité, où il est recommandé qu'une analyse avantages-coûts préliminaire soit réalisée afin de déterminer si le projet comporte des avantages marqués sur le plan social et économique;
- À l'étape 2 de la préfaisabilité, soit au moment de l'évaluation de la solution la plus vraisemblable pour répondre au besoin défini, à l'aide notamment de l'analyse avantages-coûts détaillée;
- À l'étape 3 de l'analyse de la faisabilité, soit l'analyse détaillée du projet de référence et du comparateur public où une analyse avantages-coûts détaillée du projet réalisé en partenariat doit être réalisée.

Des analyses avantages-coûts pourront également être réalisées au moment du processus d'attribution, pour analyser la qualité des offres en PPP par rapport au mode conventionnel ou pour comparer les offres entre elles (« best value for money »).

À noter que ce qui distingue les analyses avantages-coûts réalisées à chacune de ces étapes est non pas la méthodologie utilisée, qui demeure la même, mais le niveau de détail et de précision de l'analyse.

3.2 LES PARTICULARITÉS DE L'ANALYSE AVANTAGES-COÛTS APPLIQUÉE AUX PROJETS EN PPP

La réalisation de l'analyse avantages-coûts détaillée d'un projet envisagé en partenariat public-privé reprend, à une exception près, les mêmes étapes que celles qui sont présentées de façon détaillée à l'intérieur de ce guide. En effet, aux étapes présentées précédemment, s'ajoute celle de l'analyse du risque et du biais d'optimisme, qui s'insère à l'étape précédant l'actualisation dans la démarche de réalisation de l'analyse avantages-coûts. Les étapes de réalisation de l'analyse avantages-coûts dans le cadre de l'évaluation de la réalisation d'un projet en PPP deviennent donc les suivantes :

8. Définir le problème, l'objectif de l'investissement, les contraintes et les scénarios à comparer (projet de référence et comparateur public);
9. Établir l'horizon temporel;
10. Déterminer et quantifier les avantages et les coûts :
 - a. les coûts,
 - b. les avantages;

11. Réaliser une analyse de risque et évaluer le biais d'optimisme;
12. Actualiser les avantages et les coûts;
13. Comparer les scénarios;
14. Réaliser une analyse de sensibilité.

Certains éléments particuliers aux étapes de réalisation d'une analyse avantages-coûts d'un projet en PPP n'ont pas été traités précédemment dans ce guide. Ces particularités sont présentées à l'intérieur des sections qui suivent, lesquelles reprennent brièvement chacune des étapes de l'analyse avantages-coûts afin de bien dégager les similitudes et les différences d'application de la méthode, que l'on se situe ou non dans la perspective de la prestation d'un projet en PPP.

3.2.1. Définir le problème, l'objectif de l'investissement, les contraintes et les scénarios (projet de référence et comparateur public)

Dans l'évaluation d'un projet en PPP, les questions relatives à la définition de la problématique, des objectifs poursuivis et des contraintes doivent être traitées selon le cadre cité précédemment, au regard des éléments qui auront été soulevés à l'étape 2 de l'analyse de la préfaisabilité du projet.

Par ailleurs, l'établissement des scénarios à comparer exige, comme dans l'analyse avantages-coûts d'un projet conventionnel, l'établissement d'un scénario de référence qui représente soit le statut quo ou le statut quo amélioré et qui devra servir de base aux calculs nécessaires à la réalisation des analyses avantages-coûts du projet de référence et du comparateur public.

3.2.2 Établir l'horizon d'analyse

L'horizon d'analyse qui doit être considéré au moment de la réalisation de l'analyse avantages-coûts du projet de référence et du comparateur public doit correspondre à la durée de vie utile de l'infrastructure visée par le projet. Celle-ci devrait normalement équivaloir à la durée d'un éventuel contrat de partenariat.

Advenant qu'un partenariat permette le devancement des travaux par rapport à la situation qui prévaudrait en mode de prestation conventionnel, l'horizon d'analyse du projet de référence et du comparateur public devra débuter la même année, soit celle à laquelle commenceront les travaux sous l'hypothèse d'un partenariat, et ce, même si les travaux de construction sous l'hypothèse d'une prestation en mode conventionnel débuteraient l'année suivante.

3.2.3. Déterminer et quantifier les avantages et les coûts

a) Les coûts

La composition et la valeur des coûts à prendre en considération dans l'analyse avantages-coûts pourront différer selon que l'on se situe dans la perspective du projet de référence ou du comparateur public. En effet, à la liste des coûts à prendre en compte présentée à la section 2.3.1, pourront s'ajouter des coûts qui sont spécifiques à l'élaboration et à la mise en place d'un

partenariat avec le secteur privé. Ces coûts additionnels, qui affecteront plus particulièrement le projet de référence, pourraient comprendre des coûts tels que les coûts spécifiques de transaction encourus durant le processus d'acquisition et de suivi des projets en partenariat ou les coûts de facturation et de recouvrement des droits de péage.

De plus, comme mentionné précédemment, les coûts de réalisation du projet livré en partenariat pourront être moins élevés que ceux du projet réalisé en mode conventionnel en raison des gains d'efficacité qui pourraient résulter du regroupement et de l'intégration des activités et de la meilleure gestion du risque.

Les coûts de réalisation des deux solutions pourront également s'échelonner sur des horizons différents, compte tenu du fait que la livraison d'un projet en partenariat pourrait occasionner un devancement des travaux ou une réduction des échéanciers de construction.

Les hypothèses quant à la valeur des gains d'efficacité qui pourraient être réalisés advenant la prestation d'un projet en partenariat sont des données qui doivent être fournies par les chargés de projet qui se seront penchés sur la question. Il en va de même pour les hypothèses touchant le calendrier de réalisation des travaux.

Considérations relatives aux droits de péage

L'imposition de droits de péage est occasionnellement envisagée pour financer les projets réalisés en partenariat. Ces coûts aux usagers ne doivent cependant pas être pris en compte dans l'analyse avantages-coûts des projets en partenariat. Ils représentent en effet des transferts entre les contribuables, au même titre que les impôts et les taxes (voir à ce sujet la section 1.4.2.1).

Les péages auront néanmoins une incidence sur l'ampleur des avantages générés par les projets, compte tenu de l'impact qu'auront ceux-ci sur la fréquentation de la nouvelle infrastructure et, conséquemment, sur la valeur des gains réalisés par les utilisateurs.

b) Les avantages

Les avantages potentiels d'un projet en transport livré en partenariat sont les mêmes que ceux d'un projet conventionnel, c'est-à-dire la réduction du temps de déplacement, la réduction du coût d'utilisation des véhicules, la réduction du nombre d'accidents, la réduction de certaines émissions polluantes et la valeur résiduelle de l'infrastructure à la fin de l'horizon d'analyse.

Aussi, les méthodes servant à mesurer ces avantages sous l'angle monétaire, qui sont décrites à la section 2.3.2 du présent document, demeurent pertinentes dans le cadre de l'analyse de la réalisation en partenariat d'un projet en transport.

Par ailleurs, comme mentionné précédemment, l'instauration de péages pour le financement d'un projet en PPP aura une incidence sur l'ampleur des gains procurés par le projet. Dans les milieux urbains, les modèles de déplacements du Ministère peuvent fournir une mesure de l'effet des péages sur la demande de transport. Ailleurs, des hypothèses doivent être formulées.

3.2.4 Réaliser une analyse de risque et évaluer le biais d'optimisme

L'analyse de risque

« L'idée que l'allocation optimale du risque entraîne une réduction des coûts et améliore par conséquent l'efficacité de la prestation des services publics figure parmi les principaux arguments en faveur des PPP¹². » La gestion des risques serait donc un élément important dans le processus du choix du mode de réalisation du projet.

Il est possible d'estimer la valeur du risque associé à un projet donné à l'aide d'une démarche qui consiste à calculer l'espérance mathématique de l'effet de tous les risques pouvant affecter celui-ci. Cette démarche, qui suit une méthode qui est présentée de façon détaillée dans le document *Guide d'élaboration du Comparateur public, du Projet de référence et de l'Analyse de la valeur des projets routiers en partenariat public-privé*, du Centre de recherche et d'expertise en évaluation (CREXE), devrait être menée en étroite collaboration avec les chargés de projet associés au dossier à l'étude. Elle se compose des étapes suivantes :

1. Faire l'inventaire et la classification des risques;
2. Évaluer monétairement les conséquences des risques dans le cas de leur occurrence;
3. Estimer la probabilité de réalisation de chaque risque identifié;
4. Calculer la valeur globale du risque associé au projet.

Les risques associés à un projet peuvent prendre différentes formes (risques associés à des facteurs économiques, tel le taux de change, sociaux ou politiques, risques associés à la disponibilité de matériaux ou de main-d'œuvre, etc.). Le tableau qui suit présente un exemple de calcul de la valeur d'un risque pour un projet de construction d'une infrastructure en transport. Cet exemple est tiré du document *Guide d'élaboration du Comparateur public, du Projet de référence et de l'Analyse de la valeur des projets routiers envisagés en partenariat public-privé*.

Valeur du risque du projet (en millions de dollars)

Risque	Ampleur du risque (i) : (années de retard)	Conséquence ΔB_i (M \$)	Probabilité p_i	Valeur $\Delta B_i \times p_i$ (M \$)
Retard de construction	-1 (avance)	5	0.30	1.5
	Pas de retard	0	0.20	0
	1 an	-10	0.30	-3
	2 ans	-20	0.10	-2
	3 à 4 ans	-40	0.10	-4
$E(B_r) = \sum_i p_i (\Delta B_i)$			1	-7.5

¹² Centre de recherche et d'expertise en évaluation (CREXE), *Guide d'élaboration du comparateur public, du projet de référence et de l'analyse de la valeur des projets routiers envisagés en partenariat public-privé*, 2007, p. 35.

Source : Centre de recherche et d'expertise en évaluation (CREXE), *Guide d'élaboration du Comparateur public, du Projet de référence et de l'Analyse de la valeur des projets routiers envisagés en partenariat public-privé*, 2007, p. 32.

Pour être incorporée dans l'analyse avantages-coûts, l'analyse des risques doit être conduite en tenant compte de la distribution de l'occurrence possible de chaque risque dans le temps. Ainsi, le risque associé à un projet pourra être distribué sur plus d'une année à l'intérieur de l'horizon d'analyse selon l'année d'occurrence probable de chacun des risques.

L'analyse des risques du projet vise ultimement la répartition optimale de ceux-ci entre le Ministère et un partenaire privé, dans l'éventualité d'un partenariat. Cette répartition, qui doit être réalisée selon les directives des chargés de projet spécialistes de la question, prendra normalement la forme d'un transfert de risque vers le secteur privé, qui réduira le risque assumé par le secteur public dans le projet de référence. Dans le comparateur public, l'hypothèse de base est qu'une très grande portion du risque est ultimement assumée par le secteur public.

Évaluer le biais d'optimisme

Le biais d'optimisme se définit comme étant la tendance systématique qu'ont les administrations publiques à surestimer les revenus et à sous-estimer les coûts et les délais de réalisation des projets publics. Il s'agit donc d'un risque supplémentaire lié au projet qui doit être évalué selon la méthodologie d'évaluation des risques décrite dans la section précédente, et ce, à l'aide de données historiques concernant des projets comparables. Contrairement aux autres risques, le risque associé au biais d'optimisme devra être attribué en entier au projet, que celui-ci soit réalisé en partenariat ou selon le mode de prestation conventionnel. C'est pourquoi il est calculé à part des autres risques.

Il est important de noter que le biais d'optimisme lié aux recettes de péage ne doit pas être pris en compte, étant donné que les revenus de péage ne sont pas comptabilisés dans l'analyse avantages-coûts.

Le lecteur intéressé à avoir plus de détails sur la façon d'évaluer le biais d'optimisme associé à un projet est invité à consulter le document *Guide d'élaboration du Comparateur public, du Projet de référence et de l'Analyse de la valeur des projets routiers envisagés en partenariat public-privé* du CREXE.

3.2.5 Actualiser les avantages et les coûts

L'actualisation des avantages et des coûts d'un projet envisagé en partenariat doit être réalisée en utilisant la formule qui suit. Il s'agit de la formule présentée à la section 2.4.2 de ce guide, ajustée pour la prise en compte du risque et du biais d'optimisme associé au projet :

$$\begin{aligned} \text{VAC}_n &= (C_n + R_n + B_n) / (1+r)^n \\ \text{VAA}_n &= A_n / (1+r)^n \end{aligned}$$

Où :

VAC_n = valeur actualisée du coût à l'année n

C_n = valeur du coût à l'année n

R_n = valeur du risque à l'année n

B_n = valeur du biais d'optimisme à l'année n

VAA_n = valeur actualisée de l'avantage à l'année n

A_n = valeur de l'avantage à l'année n

r = taux d'actualisation

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

Comme dans le cas d'un projet conventionnel, tous les coûts et avantages futurs pour chacune des années de la période d'analyse doivent être actualisés. Une fois transformés, les avantages et les coûts actualisés sont additionnés pour obtenir la somme des avantages actualisés et la somme des coûts actualisés.

Il est à noter que le taux d'actualisation qui doit être utilisé dans l'analyse avantages-coûts des projets en partenariat est le taux d'actualisation social, comme décrit à la section 2.4 de ce guide. Ce taux diffère du taux d'actualisation qui aura été utilisé dans l'analyse financière du projet et qui représente le coût d'opportunité du capital utilisé pour le projet, soit le coût d'emprunt des fonds publics (taux d'intérêt).

3.2.6 Comparer les scénarios

Les critères d'investissement que sont la valeur actualisée nette (VAN) et le rapport avantages/coûts sont toujours pertinents dans l'analyse comparative de l'efficacité économique d'un projet livré en mode conventionnel (comparateur public) et livré en partenariat (projet de référence).

3.2.7 Réaliser une analyse de sensibilité

La dernière étape de la réalisation d'une analyse avantages-coûts consiste à vérifier la robustesse des résultats en faisant varier, à l'intérieur d'une étendue de valeurs raisonnables, certains paramètres tels que la valeur de la vie humaine, le taux d'actualisation ou la prévision de déplacements.

Dans l'évaluation des projets en partenariat, l'analyste pourrait également vouloir mesurer l'impact sur les résultats de l'analyse avantages-coûts de l'établissement de probabilités de réalisation de certains risques un peu plus ou un peu moins optimistes que celles qui ont été établies au départ.

4. LES ÉTUDES COMPLÉMENTAIRES ET AUTRES ANALYSES

L'analyse avantages-coûts, qui mesure la rentabilité économique et sociale d'un projet, peut être réalisée seule ou faire partie d'une démarche plus large. Elle peut être incluse dans une démarche d'étude d'opportunité ou être réalisée simultanément avec d'autres analyses complémentaires les unes des autres. Elle pourra s'intégrer à l'intérieur ou non d'une analyse multicritère. Selon les désirs du décideur, le projet soumis à l'analyse avantages-coûts pourra également faire l'objet d'une étude d'impact économique.

Cette section présente les relations et les distinctions à faire entre les différents types d'analyses à la disposition des décideurs pour évaluer les diverses facettes permettant la prise de décision concernant la réalisation d'un projet donné. Sont présentés l'étude d'opportunité, l'analyse multicritère, l'étude d'impact économique et l'analyse coûts-efficacité.

La figure 1 présente la position de chacune de ces méthodes d'analyse les unes par rapport aux autres.

4.1 L'ÉTUDE D'OPPORTUNITÉ D'UN PROJET ROUTIER

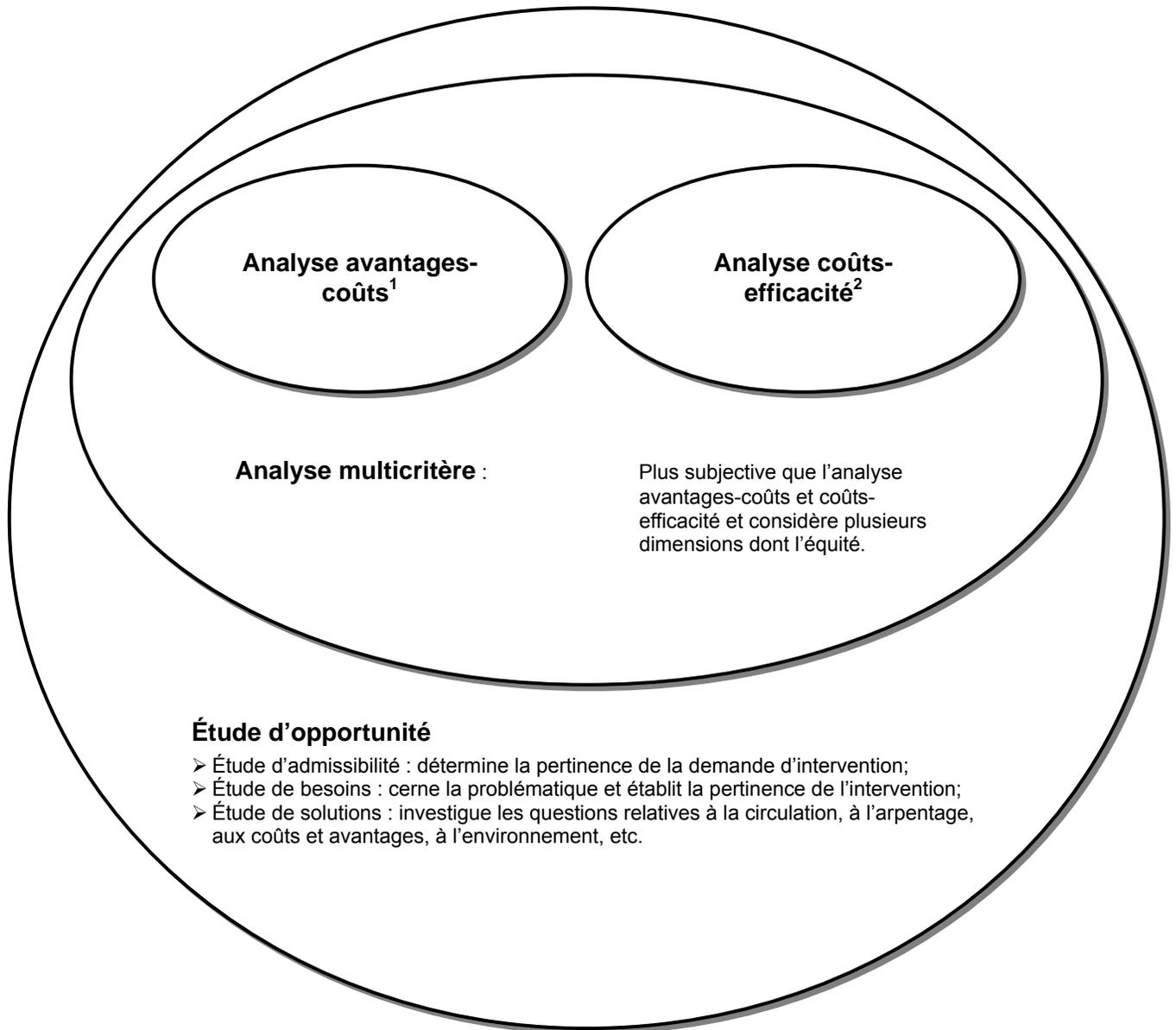
Compte tenu de la complexité de la démarche de planification et de préparation, un projet de transport et plus spécifiquement de développement du réseau routier ou d'intervention sur celui-ci ne saurait être réalisé en quelques jours ou en quelques semaines. D'autre part, des contraintes techniques, environnementales, économiques et administratives imposent de suivre une démarche rigoureuse, afin de s'assurer que les motifs d'intervention sont valables et que la solution répond aux problèmes soulevés, et ce, au meilleur coût possible.

Pour les projets routiers, un « Cheminement d'un projet routier type » en cinq phases a été élaboré. Il trace les grandes étapes à réaliser depuis l'évaluation du problème jusqu'à la construction proprement dite. Il est composé 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 de réalisation d'un projet. Bien que la démarche puisse être différente dans le détail, les différentes phases peuvent aussi s'appliquer aux projets de transport dans les autres modes.

La phase « Opportunité » a pour objet l'étude d'une demande d'intervention en référence à la planification ministérielle, régionale et aux normes techniques en vigueur. Précédée d'une étude d'**admissibilité** d'une demande, elle se compose de l'étude des **besoins** ou de la problématique de transport et de l'étude des **solutions** susceptibles d'être retenues. L'analyse avantages-coûts se situe à l'étape de l'étude des solutions de l'étude d'opportunité. La figure 2 résume la démarche de l'étude d'opportunité d'un projet routier.

Une étude d'opportunité peut être effectuée pour des projets 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 de plus long terme 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 que nécessaires à la réalisation de l'étude d'opportunité.

FIGURE 1 – Position de l'analyse avantages-coûts par rapport aux autres méthodes d'analyse



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

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

FIGURE 2 – Étude d'opportunité - Schéma général des études

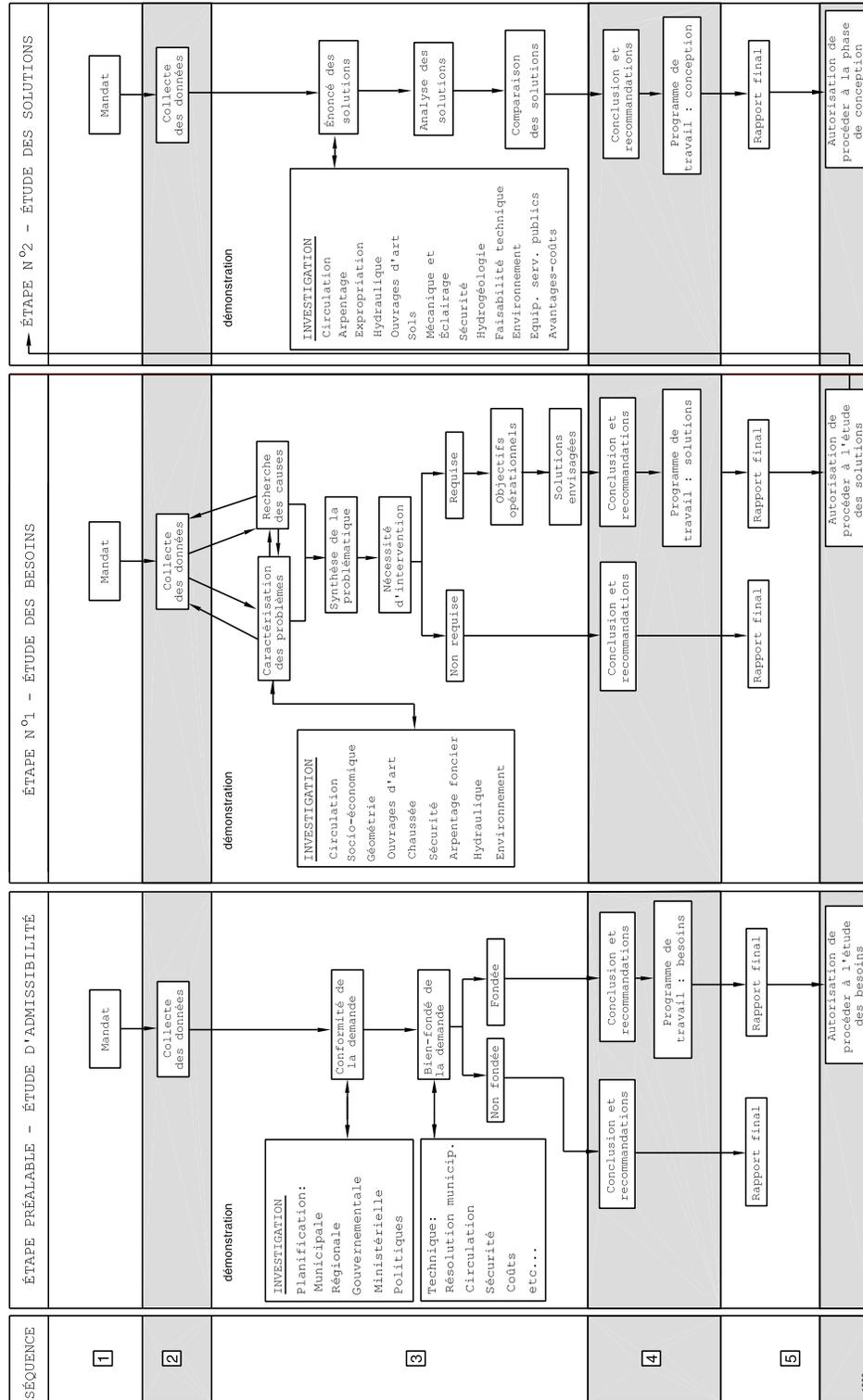


Figure 1-2 PHASE ÉTUDE D'OPPORTUNITÉ – SCHÉMA GÉNÉRAL DES ÉTUDES

Un guide d'étude d'opportunité¹³ a été élaboré au ministère des Transports et mis à jour en 2003. Ce guide présente l'ensemble des étapes de réalisation de l'étude d'opportunité ainsi que le cadre de gestion et le cadre technique propres à ce type d'étude, soit les tâches et les activités des gestionnaires et des spécialistes dont la contribution est nécessaire pour réaliser les différentes études.

4.2 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.

À cet effet, l'analyse multicritère est un outil d'aide à la décision qui considère la plupart des dimensions influant sur la prise de décision relativement à un projet donné, qu'elles soient mesurables monétairement ou non. Elle permet de tenir compte simultanément de facteurs mesurables et non mesurables monétairement tels que les considérations liées à la sécurité routière, les impacts sur la pollution atmosphérique, sur la nappe phréatique, le paysage et la qualité de l'environnement en milieu urbain. Elle est plus utilisée dans les projets où ces dimensions non mesurables monétairement détiennent une importance majeure.

Les étapes de réalisation d'une analyse multicritère sont les suivantes :

- Établissement des critères et de leurs indicateurs;
- Détermination des poids accordés à chacun des critères (établis en consensus par les intervenants engagés dans l'étude);
- Évaluation de chaque projet ou scénario d'intervention en fonction de chaque critère;
- Synthèse des évaluations et ordonnancement des projets ou des scénarios.

Il est entendu que ce type d'étude laisse place à la subjectivité car les éléments déterminants sont la pondération et l'évaluation comparative des différents critères.

L'analyse multicritère peut être comprise ou non dans une étude d'opportunité et peut englober potentiellement l'analyse coûts-efficacité (qui sera décrite ultérieurement) ou l'analyse avantages-coûts.

¹³ Gilbert Saint-Laurent et autres, *Guide de réalisation des études d'opportunité, Volumes 1 et 2*, ministère des Transports du Québec, 2003.

Composantes (critères) faisant généralement partie de l'analyse multicritère¹⁴ appliquée aux transports

- Qualité des ensembles paysagers naturels et bâtis :
 - Impact sur les riverains;
- Étalement urbain;
- Commodité du conducteur :
 - Confort, stress;
- Sécurité de la route et de ses abords;
- 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.

4.3 L'ÉTUDE D'IMPACT ÉCONOMIQUE

L'étude d'impact économique, aussi appelée « analyse de retombées économiques » peut être réalisée à l'aide du modèle intersectoriel du Québec. Ce modèle, développé par l'Institut de la statistique du Québec (ISQ), est basé sur la structure des relations entre les industries et il permet de retracer les échanges de biens et de services entre tous les secteurs de l'économie québécoise. Il permet ainsi de simuler les effets sur l'économie québécoise de projets d'immobilisation (investissement) ou de dépenses d'exploitation ou de fonctionnement.

Les effets économiques évalués par les études d'impact économique se traduisent en termes de main-d'œuvre (nombre de salariés et autres travailleurs), de valeur ajoutée (salaires et gages avant impôts, revenu net des entreprises individuelles, etc.), de subventions, de taxes indirectes (TVQ, TPS, taxes spécifiques, etc.), d'importations, de fiscalité (impôt du Québec et impôt fédéral sur le revenu) et de parafiscalité (cotisations diverses – Régime des rentes du Québec [RRQ], Fonds des services de santé [FSS], etc.). Le modèle calcule les effets directs sur les secteurs directement touchés par la dépense initiale et les effets indirects dans le secteur des fournisseurs.

¹⁴ Commission européenne, Direction générale des transports (1996). *Cost-benefit and Multicriteria Analysis*, Recherche Transport, EURET, Action concertée.

L'étude d'impact économique est une étude qui peut être réalisée en complément de l'analyse avantages-coûts, mais ses résultats ne doivent en aucun cas être comptabilisés à titre d'avantages dans une analyse avantages-coûts (voir à ce sujet la section 1.4.2.1). Elle pourra toutefois se révéler utile pour connaître comment les bénéfices nets calculés sur la base d'une analyse avantages-coûts seront distribués à l'intérieur de l'économie locale, régionale ou dans l'économie dans son ensemble à la suite du projet.

4.4 L'ANALYSE COÛTS-EFFICACITÉ

L'analyse coûts-efficacité est une analyse qui s'apparente à l'analyse avantages-coûts, mais qui est réalisée lorsqu'on ne veut pas se limiter à la rentabilité économique d'un projet et que les avantages dont on veut tenir compte sont difficilement mesurables en termes monétaires. L'analyse coûts-efficacité mesurera les impacts d'un projet en nombre plutôt qu'en dollars (ex. : nombre d'accidents évités plutôt que valeur des accidents évités). L'analyse coûts-efficacité se situe au même niveau que l'analyse avantages-coûts dans le cadre des études d'opportunité.

CONCLUSION

L'analyse avantages-coûts est un outil d'aide à la prise de décision qui permet de comparer les projets ou les solutions possibles d'un projet afin d'identifier celui qui sera le plus rentable économiquement pour la société, sur la base du critère de l'efficacité économique.

Le *Guide de l'analyse avantages-coûts des projets en transport* a été conçu en vue de doter le ministère des Transports d'une procédure normalisée pour l'établissement et la mesure des avantages et des coûts dans le cadre de la réalisation des analyses avantages-coûts. Une fois énoncés les fondements et les limites de la méthode, le *Guide* présente la méthodologie de l'analyse avantages-coûts à utiliser, qui s'appuie sur sept étapes :

- Définir le problème, l'objectif de l'investissement, les contraintes et les scénarios;
- Établir l'horizon temporel (période couverte par l'analyse);
- Déterminer et quantifier les avantages et les coûts tels que les coûts initiaux d'implantation du projet, 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;
- Réaliser des études complémentaires.

Des paramètres sont associés à chacune de ces étapes, qu'on pense à la valeur de la vie humaine, au taux d'actualisation ou à la valeur des émissions polluantes.

Quoique plusieurs facteurs puissent souvent influencer les décisions relatives à la réfection ou à l'implantation d'infrastructures de transport, il demeure que l'analyse avantages-coûts est un outil décisionnel qui, associée ou non à la réalisation d'autres études telles que l'étude d'opportunité ou l'analyse multicritère, constitue la meilleure méthode de mesure de l'opportunité et de la rentabilité économique et sociale d'un projet en transport.

Les paramètres à utiliser dans le cadre des analyses avantages-coûts feront l'objet de mises à jour annuelles. D'autre part, le *Guide* pourra être modifié dans les éditions à venir afin que soient intégrées des méthodes toujours améliorées d'attribution des valeurs des avantages et des coûts, particulièrement en ce qui concerne les paramètres de la valeur de la vie humaine, du coût d'utilisation des véhicules et des incidences environnementales. Les prochaines éditions du *Guide* devraient par ailleurs traiter des considérations d'actualité que sont celles des partenariats public-privé (PPP) et du développement durable.

BIBLIOGRAPHIE

- Association mondiale de la route (AIPCR) *Méthodes d'évaluation économique des projets routiers dans les pays membres de l'AIPCR, 1997.*
- Babin, André et Pierre Fournier *Modèles d'émission des polluants, de GES et de consommation de carburant pour les modèles de transport, version 4, Transports Québec, Septembre 2006.*
- Babin, André et Pierre Tremblay *Modélisation des émissions de sources routières et de leur dispersion dans la région de Montréal, présentation dans le cadre du Congrès annuel de l'ASPCAS, Montréal, le 27 mai 2004.*
- Babin, André, Erwin Roy et Maryan Tremblay *Modalités, externalités et prix de référence pour l'analyse bénéfico-coûts des projets en transport, Montréal, ministère des Transports du Québec, 1991.*
- Bein, Peter et autres *British Columbia vehicle operating costs, Economic analysis project report, Planning and Policy Branch, British Columbia Ministry of Transportation and Highways, December 1996*
- B.C. Ministry of Transportation and Highways *The economic appraisal of highway investment: a guidebook, Version 1.1, Planning service branch, 1992.*
- Boiteux, Marcel et autres *Les prix de la vie, dans le cadre des « Rendez-vous des Annales des Mines », Session du 22 mai 2003.*
- Bordeleau, B. *Évaluation et évolution de 1985 à 2000 des coûts d'insécurité routière au Québec, Société de l'assurance automobile du Québec, 2002.*
- Bureau of Transport and Communications Economics *Evaluation of the black spot programm report 90, Australie, 1998.*
- Centre de recherche et d'expertise en évaluation (CREXE) *Guide d'élaboration du comparateur public, du projet de référence et de l'analyse de la valeur des projets routiers envisagés en partenariat public-privé, 2007*
- Commission Européenne *Cost-benefit and Multicriteris Analysis, 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, juillet 1998.
- Conseil du Trésor du Québec *Le dossier d'affaires – Guide d'élaboration*, septembre 2002.
- Dionne Georges et autres *Évaluation des bénéfices liés à une amélioration de la sécurité routière : revue de la littérature et proposition pour le Québec*, Chaire de gestion des risques, HEC Montréal et CRT, Université de Montréal, Septembre 2002.
- Dionne, Georges et Paul Lanoie *Public choice about the value of a statistical life for cost-benefit analysis : the case of road safety*, AEI-Brooking for regulatory studies, Septembre 2003.
- 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.
- Francoeur, Michel *L'analyse bénéfices/coûts et l'implantation d'échangeurs autoroutiers en milieu rural*, Montréal, ministère des Transports du Québec, 1981.
- Gauthier, Gilles *L'analyse coûts-avantages : un guide pratique*, CETAI, 2^e édition, 1997, 165 pages. (Version électronique).
- 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.
- Gourvil, Louis et Fanny Joubert *Évaluation de la congestion routière dans la région de Montréal*, Transport Québec, Québec, 2004.
- Hauer, Ezra *Observational before-after studies in road safety*, 1997.
- Hewell and autres *The supply Price of Capital in Macroeconomic Models*, 1974.

- Huston, Sheilagh *Recent Approaches to Discounting in Cost Benefit Analysis*, Planning Services Branch, Research and Development Section, Victoria, B.C., Ministry of Transportation and Highways, Planning Services Branch, 1996.
- Institut de la statistique du Québec *Les études d'impact économique, deux exemples*, Québec, 1999.
- Jenkins, G. et G.Y. Kuo « On Measuring the Social Opportunity Cost of Foreign Exchange », *Revue canadienne d'économie*, 1995.
- Jones, Joseph Konrad et autres *Modèle d'évaluation des impacts des travaux routiers sur les coûts aux usagers de la route*, École polytechnique, Laboratoire de circulation et de sécurité, 2002.
- 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 Transportation Policy Institute, Canada, février 1995.
- Lyall, Peter *Economic Analysis of Highway Improvement Initiatives*, Ottawa, Association des transports du Canada, 1994.
- Manar, Abdelaziz *Élargissement des ponts 1 et 2 Monseigneur-Langlois (route 201), Reconstruction versus réaménagement*, Transports Québec, Avril 2004.

- Martin, Fernand *Faiblesses, embûches et abus dans les analyses avantages-coûts*, Université de Montréal, 1993.
- Martin, Fernand *La vie humaine a-t-elle une valeur économique ?*, Université de Montréal, 15 février 2003.
- Martin, Fernand *Recueil de cas*, Université de Montréal, 1987.
- McAllister, D.M. *Evaluation in Environmental Planning*, Cambridge, MIT Pres, 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.
- Michaud, Pierre-Carl *Évaluation des bénéfices et choix des projets impliquant la sauvegarde de vies humaines*, École des hautes études commerciales, Juin 2001.
- Miller, Ted. et autres *The Cost of Highway Crashes*, prepared by the Urban Institute for the Federal Highway Administration, May 1991.
- Ministère des Transports du Québec *Analyse avantages-coûts*, Direction du transport terrestre des personnes, Novembre 2001.
- Ministère des Transports du Québec *Démarche de préféabilité en partenariat public-privé d'un projet majeur en transport*, janvier 2007.
- Ministère des Transports du Québec *Détermination d'un coût d'accident en fonction d'une typologie d'accident et impact sur la sécurité routière*, Québec, Juin 2004.
- Ministère des Transports du Québec *Étude d'impact des nouvelles normes de charges et dimensions*, décembre 1998.
- Ministère des Transports du Québec *Étude d'opportunité : Accès au parc industriel d'Iberville*, Direction Ouest de Montréal, M. Abdelaziz Manar, M. Normand Aumais, 1996.
- Ministère des Transports du Québec *La mobilité au service du développement socio-économique du Québec*. Plan d'action ministériel 1997-1999.

Ministère des Transports du Québec	<i>Plan d'action ministériel en matière de sécurité routière, 1997.</i>
Ministère des Transports du Québec	<i>Route 185, Rivière-du-Loup – Nouveau-Brunswick : analyse avantages-coûts des avenues de solution, Québec, 15 juillet 1998.</i>
Ministère des Transports du Québec	<i>Une vision sécuritaire sur des kilomètres, 1997.</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.	“Evaluation of life and limb : a theoretical approach”, <i>Journal of Political Economy</i> , vol. 79, 1971.
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, Erwin Roy et Alain Trudeau	<i>Coût et 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	<i>L'évaluation 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 et autres	<i>Guide de réalisation des études d'opportunité, Volumes 1 et 2, ministère des Transports du Québec, 2003.</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>
Secrétariat du Conseil du Trésor du Québec	<i>Le dossier d'affaires – Guide d'élaboration, septembre 2002.</i>

- 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.*
- 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 Transports du Canada, du Québec et de l'Ontario, Montréal, juillet 1995.*
- Viscusi, W. K.
- Risk analysis, Journal of Risk and Uncertainty, no 8, 1994.*
- Waters, W. G.
- The value of travel time in British Columbia: Compendium of technical reports, British Columbia Ministry of Transportation, 1994.*

