

**ESTIMATION DES COÛTS DE L'USURE DES ROUTES
ET DU CAPITAL ROUTIER**

Étude réalisée pour Transports Canada

par

Ronald Hirshhorn

31 mars 2002

1. INTRODUCTION

Dans bien des pays, on s'intéresse de plus en plus au financement intégral de l'utilisation des installations de transport par les usagers. La Conférence européenne des ministres des transports a mis de l'avant une stratégie d'internalisation générale suivant laquelle la tarification du transport correspondrait le plus possible aux coûts sous-jacents dans les pays de l'Union européenne^[i]. Ailleurs, on s'est d'abord employé à élaborer un système comptable qui ferait ressortir dans leur intégralité les coûts économiques et sociaux de chaque mode de transport. Aux États-Unis, devant l'intérêt suscité récemment par le concept du financement par l'utilisateur, on a réalisé davantage d'études sur l'évaluation des coûts routiers et leur répartition entre les diverses catégories d'usagers^[iii].

La présente étude vise à participer, de concert avec Transports Canada, à l'établissement d'un cadre d'évaluation des coûts des modes de transport routier. Nous nous pencherons sur deux éléments généraux des coûts des services de transport routier qui sont difficiles à déterminer : le coût de l'usure des routes et le coût du capital. Nous passerons en revue les études qui ont été réalisées au Canada et à l'étranger afin de chiffrer ces coûts, ainsi que les conditions à respecter afin que les estimations soient fiables.

La méthodologie de la détermination des coûts des infrastructures routières est analysée dans le contexte de deux objectifs de Transports Canada : la comptabilisation des coûts complets selon le mode de transport routier, et l'élaboration de méthodes pratiques de calcul des coûts aux fins de l'utilisation efficiente des infrastructures. Quoique apparentés, la détermination des coûts efficients et l'élaboration d'un cadre de comptabilisation des coûts complets sont deux exercices distincts. La présente étude porte sur les questions conceptuelles pertinentes et les difficultés méthodologiques liées à l'estimation des coûts efficients, ainsi qu'à l'évaluation et à la répartition des coûts totaux d'infrastructures. Nous aborderons également les problèmes de données, tout particulièrement dans l'optique de l'élaboration d'une mesure du stock routier et autoroutier qui constituerait un excellent fondement de l'estimation du coût du capital routier.

La section suivante est consacrée à certaines questions fondamentales liées au cadre de détermination des coûts routiers et à la tarification efficiente. Bien que l'analyse soit en grande partie théorique, nous passerons en revue les conclusions des dernières études canadiennes sur la relation existant entre les coûts routiers et les frais payés par les usagers au Canada. La section 3 traite des questions liées à l'estimation des coûts inhérents à l'usure et à la détérioration des routes. Nous nous intéresserons notamment aux efforts déployés afin d'estimer la tarification efficiente qui devrait être exigée en contrepartie de l'usure des routes, de même que les données nécessaires à l'élaboration d'une mesure des coûts complets de l'usure et de la détérioration.

Un cadre comptable qui fait ressortir l'ensemble des coûts selon le mode doit tenir compte du coût du capital. Les problèmes de concepts et de données auxquels on est confronté lorsqu'on tente d'évaluer le coût du capital du réseau routier canadien sont décrits à la section 4. Nous proposerons une méthodologie pour élaborer une mesure du coût du capital qui pourrait être intégrée à un système de détermination des coûts permettant de déterminer si les utilisateurs de véhicules paient pour emprunter les routes. Pour savoir si les différentes catégories d'usagers acquittent leur juste part des coûts, il est essentiel de vérifier si la répartition des coûts routiers est appropriée. D'autres méthodes de répartition des coûts communs, notamment les approches fondées sur l'équité et l'efficacité, sont analysées à la section 5. Les conclusions de l'étude sont présentées à la section 6.

2. QUESTIONS CONCEPTUELLES

2.1 Comptabilisation des coûts routiers complets

La présente étude ne porte que sur une partie des coûts d'utilisation des véhicules à moteur. Un cadre comptable exhaustif devrait englober non seulement les coûts des infrastructures publiques – l'objet de la présente étude – , mais également les coûts d'utilisation des véhicules, et les coûts engendrés par les effets de l'utilisation des routes qui sont assumés par les usagers et la société. À des fins d'illustration, la Commission royale sur le transport des voyageurs au Canada (la Commission) s'est livrée à des calculs des coûts complets des modes de transport interurbain de passagers, ce qui comprend une estimation des coûts découlant des accidents et de l'impact environnemental. Au tableau 1, nous avons présenté les résultats d'une récente tentative d'estimation des coûts sociaux complets de l'utilisation des autoroutes aux États-Unis (Delucchi, 1998a). Les externalités sont soit monétaires – par exemple, le coût de la réparation des véhicules accidentés, que les automobilistes non assurés imposent aux autres automobilistes^[iii] – soit non monétaires – les effets de la pollution atmosphérique sur la santé, la souffrance des accidentés et le temps perdu en raison de l'encombrement. Le temps de déplacement constitue la majeure partie des coûts non monétaires personnels. La troisième catégorie, les biens et services « groupés » produits par le secteur privé, englobent les éléments tels que le stationnement « gratuit » dans les centres commerciaux, qui ne sont pas vendus sur le marché, mais dont le coût est intégré au prix des biens et services autres que de transport (en l'occurrence, les produits vendus dans les centres commerciaux).

Si les coûts de l'usure des routes du capital (voir les sections 3 et 4) sont les principaux éléments des dépenses publiques, ce ne sont pas les seuls services et installations fournis par l'État. La catégorie 4 du tableau 1 englobe également les dépenses liées à l'utilisation des véhicules à moteur : la sécurité routière et l'application du code de la route; la protection-incendie; le fonctionnement de l'appareil judiciaire; la recherche-développement; la gestion publique. D'après l'étude de Delucchi, ces installations et services ne représentent que 7 % à 8 % du total des coûts sociaux de l'utilisation des routes aux États-Unis. Toutefois, ils constituent une très forte proportion (entre 18 % et 41 %) des coûts que les conducteurs de véhicule à moteur imposent aux administrations publiques, aux autres usagers de la route et à la société en général^[iv].

Tableau 1. Coûts sociaux annualisés de l'utilisation des véhicules à moteur (VM) sur les autoroutes américaines, 1990-1991

	Coûts totaux (milliards \$ US)		Pourcentage du total	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
(1) Coûts non monétaires personnels de l'utilisation des VM	527	968	32 %	29 %
(2) Biens et services produits et tarifés dans le secteur privé qui sont associés à l'utilisation des VM	827	980	49 %	30 %
(3) Biens et services « groupés » dans le secteur privé qui sont associés à l'utilisation des VM	76	279	5 %	8 %
(4) Infrastructures et services fournis par le secteur public qui sont associés à l'utilisation des VM	131	247	8 %	7 %
(5) Externalités monétaires de l'utilisation des VM	43	104	3 %	3 %
(6) Externalités non monétaires de l'utilisation des VM	68	730	4 %	22 %
Total des coûts sociaux du transport routier	1 673	3 308	100 %	100 %

Source : Mark A. Delucchi, The Annualized Social Cost of Motor-Vehicle Use in the U.S., 1991: Summary of Theory, Data, Methods and Results. UCD-ITS-RR-96-3(1), juin 1998.

2.2 Tarification efficiente de l'utilisation des routes

Comme nous l'avons fait remarquer dans l'introduction, la présente étude vise entre autres à examiner les données nécessaires à l'élaboration d'un système de tarification efficiente de l'utilisation des routes. Une tarification efficiente suppose que l'utilisateur acquitte la totalité des coûts inhérents à ses activités. Ainsi, l'utilisateur prend une décision en tenant compte de tous les coûts et avantages; par conséquent, l'utilisation des ressources est optimale. Suivant la règle énoncée dans Gillen et Oum (1992), la tarification doit, pour être efficiente, reposer sur l'écart entre le coût marginal social et le coût marginal privé de l'utilisation des routes. Lorsque le coût supplémentaire que les utilisateurs de véhicule doivent assumer pour emprunter la route (le coût marginal privé) diffère du coût supplémentaire auquel fait face la société (le coût marginal social), l'utilisation des ressources n'est pas efficiente. La tarification au coût marginal transmet à

l'usager de la route des signaux qui l'aident à prendre des décisions dans l'intérêt public.

L'efficacité globale du réseau routier repose sur les décisions à court terme prises par les usagers et les décisions à long terme prises par l'administration publique, qui doivent fournir la capacité de transport. Les décisions à court et à long termes sont interdépendantes. Les usagers devront débourser davantage si l'administration publique a sous-investi dans le réseau, c'est-à-dire si elle n'a pas accru la durabilité des routes et la capacité du réseau au point où toute augmentation des dépenses annulerait largement les économies réalisées grâce à la réduction des coûts relatifs à l'usure des routes et à l'encombrement (Small, Winston et Evans, 1989)^[v]. Cependant, comme la tarification des routes vise avant tout à influencer le comportement des usagers, l'efficacité est tributaire des coûts à court terme à cet égard. C'est le coût marginal social à court terme qui fournit à l'usager l'information dont il a besoin pour prendre des décisions socialement optimales, par exemple en ce qui a trait au véhicule utilisé, à la fréquence des déplacements, à l'itinéraire emprunté et à l'importance du chargement.

Incidence des économies d'échelle dans le secteur ferroviaire

Il y a longtemps que les économistes ont reconnu que la règle de la tarification efficace ne donne pas un résultat optimal si les marchés des produits et des services connexes sont caractérisés par une importante distorsion. Dans ce contexte, on peut améliorer la répartition des ressources en optant pour la tarification modifiée ou la tarification de second rang, qui atténue l'impact de la distorsion. Dans le cas des routes, cette question a suscité de l'intérêt, car, dans certains marchés, le prix établi par les sociétés de transport ferroviaire de marchandises était supérieur au coût marginal (il convient d'adopter cette stratégie si l'on veut recouvrer les coûts, entre autres les coûts communs associés aux infrastructures ferroviaires). Si les entreprises de camionnage, qui utilisent les infrastructures publiques, ont recours à la tarification au coût marginal, cela pourrait se traduire par une surutilisation des services de camionnage et une très mauvaise répartition des ressources de transport.

Braeutigam (1979) a étudié les règles de la tarification de second rang qui devraient prévaloir dans ces circonstances. Dans sa solution, le prix des services de camionnage et des autres services concurrents excède le coût marginal, ce qui se traduit par une perte d'efficacité dans ces secteurs; cette perte est cependant largement compensée par l'économie d'efficacité réalisée grâce à

l'augmentation de la demande de services de transport ferroviaire. L'intérêt suscité par ce concept est davantage théorique que pratique. L'administration publique aurait beaucoup de mal à obtenir les renseignements détaillés sur l'élasticité croisée et les autres paramètres essentiels à l'établissement de la tarification des routes. Braeutigam a lui-même reconnu qu'il est sans doute préférable de chercher avant tout à minimiser les pertes de bien-être occasionnées par les efforts de recouvrement des coûts dans le secteur du transport ferroviaire. L'autre solution qu'il propose - le tarif de transport ferroviaire serait supérieur au coût marginal suivant la règle de l'élasticité inverse énoncée par Baumol et Bradford (1970) – correspond sensiblement à la méthode actuellement employée dans le secteur du transport ferroviaire de marchandises.

La mise en œuvre de la tarification efficiente

En l'absence d'une mesure unique du « produit » de l'utilisation des routes, il est plus difficile d'estimer le coût marginal, lequel est essentiel à la tarification efficiente. Si les routes ne fournissent pas de produit distinct, contrairement, par exemple, à un fabricant de boîtes de céréales, leur apport au déplacement de différents types de véhicules est un service mesurable. Les coûts du produit des routes peuvent être mesurés à partir d'un déplacement donné ou de segments d'utilisation plus petits tels que le transport d'une tonne de marchandises sur une distance d'un kilomètre. Pour estimer le coût marginal, il faut déterminer quels coûts varient selon l'utilisation et expliquer pourquoi ces coûts augmentent lorsque les routes sont plus fréquentées.

Les études portant sur le coût marginal de l'usure des routes sont passées en revue ci-après. Cependant, dans des études récentes, on a tenté de produire des estimations globales des coûts marginaux sociaux qui englobent non seulement l'usure des routes, mais également les principales externalités de l'utilisation des routes. L'étude sur la répartition des coûts réalisée par le Department of Transportation des États-Unis en 1997 renferme des estimations représentatives des coûts marginaux du revêtement, de l'encombrement, des accidents et du bruit pour certains véhicules et conditions^[vi]. Le coût marginal de l'encombrement est estimé à partir du temps de déplacement supplémentaire représenté par l'augmentation d'un mille-véhicule pour un éventail de véhicules, de routes (urbaines et rurales) et de périodes (heures de pointe et heures creuses)^[vii]. Dans une étude du Transportation Research Board des États-Unis remontant à 1996, les coûts marginaux sociaux du transport de marchandises ont été estimés dans quatre cas. En plus du coût des infrastructures, les auteurs de l'étude ont tenu compte des coûts de l'encombrement, des accidents, de la pollution atmosphérique, du bruit et de la consommation de carburant^[viii].

D'après cette étude, les coûts marginaux varient dans une large mesure selon l'itinéraire, le type de route (route secondaire ou autoroute inter-États), le véhicule, le chargement, la période de livraison et la densité de population de la zone.

Un système de tarification efficiente de l'utilisation des routes suppose que les frais imposés aux usagers sont équivalents aux coûts marginaux et que les charges administratives sont raisonnables. Il convient de s'assurer que les frais visent des unités produites ou des activités qui sont étroitement et inévitablement associées aux dommages causés par l'utilisation des routes. Par exemple, Small, Winston et Evans soutiennent que la consommation de carburant n'est pas liée aux coûts de l'usure des routes et que la taxe sur le carburant, qui, depuis toujours, est prélevée en contrepartie de l'usure de la chaussée, crée des incitatifs pernicious[[ix](#)]. Pour les camions, les auteurs proposent un système de tarification à la distance qui est fortement progressif en ce qui a trait à la charge à l'essieu. Si, par le passé, les charges administratives élevées et les problèmes d'application de la loi ont dissuadé les administrations publiques de mettre en œuvre la tarification au poids et à la distance[[x](#)], les systèmes intelligents de régulation de la circulation sur les autoroutes, notamment les systèmes d'identification automatique des véhicules et le pesage en mouvement, permettent d'imputer les frais avec davantage de précision et de faire respecter la loi à moindre coût et plus efficacement. Pour les zones à forte circulation, Small, Winston et Evans plaident en faveur de l'imposition d'une taxe sur l'encombrement, qui varierait selon le moment de la journée et qui serait administrée à peu de frais au moyen de la technologie d'identification automatique des véhicules. En plus de ces frais, la Commission considère que la taxe sur le carburant doit être maintenue, car elle informe les automobilistes du coût des externalités environnementales.

2.3 Recouvrement des coûts

Une tarification équitable

Dans les études sur les coûts routiers, on s'est livré à de longues analyses pour déterminer si une tarification efficiente ferait en sorte que les utilisateurs de véhicules à moteur paient pour emprunter la route. L'objectif consiste à concevoir un système de tarification qui soit à la fois équitable et efficient; le concept de l'usager-payeur est considéré comme un guide fiable pour l'établissement de tarifs de transport équitables. Par exemple, la Commission soutient que l'objectif d'une tarification « équitable envers les contribuables, les voyageurs et les transporteurs » pourra être atteint « si le système est financé par ceux qui s'en servent » (Volume 1, p. 76).

Le système de financement par l'utilisateur risque de ne pas être équitable si les non-usagers tirent également des avantages importants des infrastructures routières[xi]. À cet égard, il est capital de déterminer si les routes sont des biens publics. Greene et Jones (1997) analysent les différents points de vue exprimés à cet égard et font remarquer que, même si elles ne correspondent pas parfaitement à la définition économique du bien public, les routes aménagées par l'État procurent des avantages externes non monétaires qui doivent être pris en compte[xii]. Par exemple, bien qu'il n'emprunte pas la route, le commerçant en profite du fait que son établissement est plus accessible; la tarification de l'utilisation de la route devrait probablement tenir compte de sa volonté de payer pour cet avantage. L'imputation de frais aux non-usagers en fonction de la valeur qu'ils attribuent à la voie publique est équitable; de plus, on s'assure ainsi que leurs préférences seront prises en compte dans le cadre de l'aménagement des infrastructures.

À l'opposé, on pourrait soutenir que ce sont principalement les usagers qui tirent parti des routes et que la solution de rechange à l'usager-payeur serait non pas un système de tarification fondé sur la volonté de payer, mais plutôt un régime qui refile aux contribuables la majeure partie des coûts des infrastructures. La Commission a été influencée par des données probantes selon lesquelles les contribuables subventionnent massivement les infrastructures de transport routier. De plus, la Commission est d'avis que, au nom de l'équité, les routes doivent être considérées comme les autres types d'infrastructures, qui, pour la plupart, ont été privatisées (chemins de fer) ou sont gérées de façon indépendante comme des entreprises (aéroports, ports et système de navigation aérienne). De même, Rothengatter (1994) soutient que, comme les usagers en

sont les principaux bénéficiaires, les infrastructures de transport doivent logiquement être considérées, non pas, comme un bien public, mais plutôt un bien dit de club (un bien consommé par un nombre limité d'utilisateurs).

Tarifification efficace et recouvrement des coûts

Une tarification reposant sur le coût marginal produit suffisamment de recettes pour éponger le coût des infrastructures s'il n'y a pas d'économie ni de déséconomie d'échelle importante (le coût marginal à long terme est égal au coût moyen à long terme) et si l'investissement dans les infrastructures est optimal (le coût marginal à court terme est égal au coût marginal à long terme). Dans certaines circonstances, ces conditions ne sont pas satisfaites.

Small, Winston et Evans (1989) ont étudié la nature des économies d'échelle dans la « production » de routes. Ils ont conclu que, si des économies d'échelle sont associées aux différents « produits », des rendements d'échelle presque constants caractérisent la production globale. On peut réaliser d'importantes économies au chapitre de l'investissement dans l'épaisseur du revêtement, qui se traduit par une augmentation largement proportionnée de la durabilité des routes; cependant, elles sont annulées par les déséconomies engendrées par la « production » simultanée du débit routier (qui requiert un investissement dans la capacité) et du chargement normal des véhicules (qui exige un investissement dans l'épaisseur du revêtement). Ces déséconomies s'expliquent du fait qu'il en coûte davantage pour augmenter l'épaisseur de la chaussée lorsque la capacité routière est accrue et qu'un plus grand nombre de voies doivent respecter la norme supérieure en matière de revêtement.

De plus, il n'est pas rare que l'investissement ne soit pas optimal. Le désir d'aménager un réseau interurbain qui satisfait à des normes minimales uniformes a milité en faveur de l'élargissement de certaines routes rurales et de l'accroissement de leur durabilité au-delà de ce qui serait justifié au nom de l'efficacité. À cet égard, la conclusion de Leore (1997) – la majeure partie du réseau autoroutier canadien serait sous-utilisé – est révélatrice. En outre, certaines autoroutes urbaines sont trop petites pour être optimales, car il est difficile d'acheter des terres et de « vendre » le projet du prolongement des autoroutes.

En général, on pourrait s'attendre à ce que la tarification efficiente assortie d'une taxe sur l'encombrement produise des recettes largement adéquates dans les tronçons d'autoroute aménagés dans les grandes régions urbaines et leurs environs, alors que la tarification au coût marginal se traduirait par un manque à gagner sur les routes rurales. Cela laisse entendre que, en l'absence d'un mécanisme de redistribution des recettes entre les différentes administrations et leurs composantes, la tarification efficiente serait à l'origine d'importantes disparités en ce qui a trait à la situation financière nette des différentes administrations publiques. Certaines provinces et de nombreuses petites municipalités pourront difficilement recouvrer les coûts.

D'autre part, en général, une tarification efficiente ne permet pas de recouvrer tous les autres coûts (non infrastructurels) que les usagers des routes imposent à la société. Par exemple, dans le cadre d'un système de tarification efficiente, les usagers acquitteraient des frais équivalant au coût des dommages marginaux à l'environnement qu'ils ont occasionnés; les coûts inframarginaux de l'externalité ne leur seraient pas intégralement imputés^[xiii]. Un tel système est efficient en cela qu'il encourage les usagers des routes à tenir compte des coûts environnementaux lorsqu'ils soupèsent les avantages et les coûts des déplacements ou des kilomètres supplémentaires. Cependant, cela signifie que, vraisemblablement, les coûts utilisés pour l'estimation de la tarification efficiente ne seront pas les mêmes que ceux que l'on trouverait dans un cadre visant à cerner les coûts sociaux complets du transport routier.

Les coûts routiers et les recettes fiscales au Canada

En plus de déterminer si un cadre de tarification efficiente de l'utilisation des routes permettrait de recouvrer les coûts, il faut se demander dans quelle mesure les taxes routières existantes se comparent aux coûts routiers au Canada. Doit-on augmenter considérablement la tarification pour que les routes canadiennes soient financées par ceux qui les empruntent? À cet égard, les études empiriques sur la situation de certaines provinces et le ratio de recouvrement des coûts au Canada ont fourni des réponses très différentes.

Pour répondre à cette question, on peut mettre en parallèle les dépenses d'infrastructures et les taxes sur le carburant et autres frais routiers. Cet exercice simple en apparence est compliqué par les transferts entre les administrations publiques, qui entraîne un double comptage sans un rajustement approprié, ainsi que par l'absence de comptes publics faisant clairement état de l'affectation des dépenses routières.

- Blanchard et coll. (1996) se sont penchés sur les tendances de 1965 à 1993 et ont constaté que, en 1993, les dépenses routières des administrations publiques atteignaient 10,8 milliards de dollars (dollars de 1986), et que les taxes sur le carburant et les autres recettes routières, qui ont plus que doublé de 1983 à 1993, s'élevaient à 10,4 milliards de dollars. Les provinces et les municipalités ont effectué le gros des dépenses, et les provinces ont perçu quelque 70 % des recettes routières en 1993.

- D'après le Comité d'examen de la Loi sur les transports au Canada (2001), les administrations publiques ont consacré 11,6 milliards de dollars à la construction de routes, à leur entretien, à l'application du code de la route, à la sécurité routière ainsi qu'à l'élaboration de politiques en la matière en 1998-1999. Si l'on inclut les installations à péage privées, les dépenses atteignent 12 milliards de dollars. Par comparaison, les taxes sur le carburant et les autres taxes et frais routiers payés par les usagers des routes sont estimés à 14,3 milliards de dollars.

D'autres chercheurs ont tenté de comparer les recettes annuelles avec une estimation qui constitue un reflet fidèle de ce qu'il en coûte pour que les utilisateurs de véhicule puissent emprunter les routes. Au lieu d'utiliser les dépenses en capital, les chercheurs ont estimé les coûts annuels du capital. Dans certaines études, on a analysé les coûts du cycle de vie afin d'avoir une meilleure idée des coûts économiques annuels des services d'infrastructures.

- La Commission a calculé les coûts du cycle de vie pour produire des estimations représentatives des coûts annuels du transport interurbain intérieur. À l'échelle du réseau, les taxes et les frais routiers payés par les automobilistes représentaient 57 % des coûts des infrastructures interurbaines en 1991.

- Blanchard et coll. (1996) ont constaté que, en ayant recours à une mesure des coûts qui tient compte du coût d'opportunité du capital ainsi que des dépenses de fonctionnement et d'entretien, les coûts routiers pour 1993 passent à 15,9 milliards de dollars. Les recettes routières fédérales et provinciales, qui équivalaient presque aux dépenses routières dans leur analyse des recettes et des dépenses, ne représentent que 65 % des dépenses.

· Les analyses détaillées des coûts routiers de l'administration provinciale et des municipalités du Québec réalisées par Gaudry et coll. (1997) et Boucher (1996) ont donné des résultats très différents. Si Gaudry et coll. ont produit des estimations détaillées des coûts sociaux, à partir des travaux de la Commission, il est possible d'isoler leur estimation des recettes et des coûts relatifs aux infrastructures. Les chercheurs ont constaté que, en 1994, les taxes et les frais routiers ont largement couvert les coûts des routes, mais cela s'explique par les taxes relativement élevées payées par les automobilistes; dans le cas des camionneurs de la province, les montants versés étaient inférieurs aux coûts des infrastructures. Après avoir comparé les recettes et les coûts routiers provinciaux et municipaux (capital, amortissement, entretien et services policiers) de 1971 à 1993, Boucher arrive à la conclusion que les contribuables ont considérablement subventionné les usagers des routes provinciales durant toute cette période. Bien que, depuis 1980, le ratio des recettes aux coûts se soit amélioré à l'échelon provincial, c'est la tendance contraire qui a été observée à l'échelon municipal.

Si les données existantes sur les recettes et les dépenses routières laissent entendre que l'utilisation des routes est financée par les usagers, il n'est pas du tout évident qu'il en est ainsi lorsqu'on a recours à des données rajustées pour mieux refléter les coûts annuels des routes. La comparaison des recettes et des coûts routiers soulève certaines questions qui débordent du cadre de la présente étude. Cependant, des études antérieures démontrent que la méthode d'évaluation des coûts de l'usure des routes et des coûts du capital routier a une grande incidence sur l'interprétation des données, à savoir si les routes sont payées par ceux qui les utilisent.

3. COÛTS DE L'USURE ET DE LA DÉTÉRIORATION DES ROUTES

3.1 Estimation de la dégradation de la chaussée

La dégradation de la chaussée constitue un des principaux coûts d'utilisation des véhicules à moteur. Pour estimer ce coût, il importe de comprendre la relation existant entre la dégradation du revêtement et l'utilisation de la route. La route se détériore sous la pression exercée par le passage répété des camions, bien que d'autres facteurs soient en cause, tout particulièrement les incidences environnementales. Il a toujours été difficile d'isoler la charge des autres causes de la détérioration de différents types de revêtement. Bien que la dégradation des ponts entre également dans cette catégorie de dommages, le coût de ces structures est tributaire de facteurs particuliers qui ne sont pas abordés dans l'analyse qui suit.

Impact des camions sur le revêtement

Sous l'impact du passage répété des véhicules, la fatigue du revêtement se fissure par fatigue en laissant apparaître d'autres formes de rugosité. L'impact du véhicule est principalement tributaire, non pas de son poids brut, mais plutôt de la charge sur chaque essieu. Les ingénieurs spécialistes des chaussées utilisent le concept de la charge équivalente par essieu simple (CEES) pour mesurer l'impact de la charge par essieu; 1 CEES représente une charge de 18 000 livres (8 163 kilos) sur un essieu unique reposant sur des pneus jumelés. Lors d'essais routiers réalisés dans les années 1950, l'American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) a attribué des valeurs CEES au revêtement souple et au revêtement rigide. L'AASHTO a conclu que, pour les deux types de revêtement, la dégradation est liée à la puissance quatre de la charge par essieu. C'est cette règle empirique qui a été suivie pendant de nombreuses années. Suivant cette règle, une charge par essieu égale à A signifie que la puissance destructrice est d'environ $(A/18\ 000)^4$; par exemple, si la charge par essieu passe de 10 000 à 20 000 livres, la détérioration du revêtement est assujettie à un facteur d'accroissement de 16. D'après l'étude sur le poids et les dimensions des véhicules réalisée par l'Association des routes et transports du Canada (aujourd'hui connue sous le nom d'Association des transports du Canada), ce facteur devrait être légèrement rajusté à la baisse pour les chaussées canadiennes (de 4 à 3,8).

En général, pour mesurer la dégradation de la chaussée, on estime l'impact sur le calendrier de réfection des routes des sociétés de voirie. Lorsque la détérioration du revêtement franchit un certain seuil de rugosité – au Canada, c'est une diminution de l'indice de roulement qui donne le signal – , on ajoute un revêtement de renforcement. Lorsque la charge des camions augmente, la chaussée se détériore plus rapidement, et la société de voirie doit procéder à la réfection plus tôt que prévu. On peut évaluer les coûts de la dégradation des routes en calculant la variation de la valeur actualisée des coûts de réfection futurs suite à l'accélération du calendrier de réfection des chaussées. Les coûts représentatifs peuvent être estimés pour différents types et catégories de routes.

Dans leur étude, Small, Winston et Evans (1989) utilisent des équations réestimées selon lesquelles la relation entre la charge par essieu et la dégradation du revêtement est caractérisée par la puissance trois (par opposition à la puissance quatre). Leur calcul des coûts de l'usure des routes repose également sur l'hypothèse controversée voulant que le climat n'influe pas de façon indépendante sur la détérioration de la chaussée. Selon les chercheurs, le temps et les conditions climatiques ont un impact sur la chaussée en interaction avec la charge par essieu. Par conséquent, dans leurs calculs, l'impact net des conditions climatiques est une plus grande vulnérabilité à la dégradation causée par les lourdes charges.

Dans une étude ultérieure sur la dégradation des routes de l'État de New York, Vitaliano et Held (1990) sont d'avis que les facteurs climatiques jouent séparément un rôle important. À partir des calculs effectués dans une étude de la Banque mondiale, les auteurs présument que seulement la moitié de la dégradation de la chaussée est attribuable à la circulation [\[xiv\]](#). Contrairement à Small, Winston et Evans, Vitaliano et Held ont également tenu compte des écarts entre la masse opérationnelle et le poids total maximum autorisé dans leurs calculs. Ils ont conclu que les résultats sont très différents lorsque la détérioration causée par la charge par essieu est estimée à partir de la masse opérationnelle plutôt que la masse brute immatriculée.

Dans l'étude sur la répartition des coûts routiers aux États-Unis réalisée par le Department of Transportation des États-Unis en 1997, l'évaluation de la dégradation du revêtement ne fait pas appel à la CEES et à la règle de la puissance quatre, mais plutôt à un modèle de simulation complexe, le modèle national d'établissement des coûts de la chaussée (NAPCOM). Ce modèle utilise l'information sur des tronçons de route représentatifs recueillie auprès des États au moyen du système de contrôle de la performance de la Federal Highway

Administration (HPMS). Cela comprend des renseignements détaillés sur les caractéristiques de la conception, l'état du revêtement et la composition du débit routier pour environ 100 000 tronçons. Les sous-modèles estiment l'impact de l'environnement et de divers types de fatigue liée à la circulation sur le revêtement souple et le revêtement fixe. L'impact de la charge par essieu varie selon le type de dommage^[xv] mais, en général, les résultats indiquent que l'accélération de l'usure causée par l'augmentation de la charge par essieu est davantage liée à la puissance trois qu'à la puissance quatre. Par conséquent, si on double la charge par essieu, la détérioration du revêtement peut augmenter par un facteur de 8, au lieu de 16.

Modélisation de la dégradation de la chaussée au Canada

Il existe des différences importantes entre le Canada et les États-Unis au chapitre des facteurs qui déterminent l'impact de la charge par essieu sur le revêtement. Par exemple, Hutchinson, Nix et Haas (1994) ont constaté que la performance prévue à l'aide du modèle proposé par Small, Winston et Evans est très différente des estimations produites par un modèle ontarien (OPAC). Le modèle de Small, Winston et Evans a radicalement sous-estimé la durée d'utilisation des chaussées en Ontario et a également fait abstraction de l'accroissement de la détérioration attribuable au climat ontarien.

De même, il convient de tenir compte des différences notables observées au chapitre des caractéristiques du revêtement, des conditions climatiques et du débit routier dans l'analyse de la détérioration des routes des différentes régions du Canada. En raison de ces écarts, les résultats d'un modèle provincial ou régional ne s'appliquent pas forcément aux autres parties du pays. Pour étudier le problème de l'estimation de la dégradation des chaussées dans une perspective pancanadienne, il convient de connaître les principaux facteurs qui déterminent l'influence sur l'état du revêtement du poids sur l'essieu. Ci-dessous, certains des principaux facteurs inhérents à la performance des revêtements sont analysés.

Caractéristiques du revêtement

Les caractéristiques du revêtement varient selon sa structure et la qualité du sol de plate-forme. Parmi les aspects importants de la structure du revêtement, mentionnons le type de revêtement (souple, rigide ou chaussée traitée), la qualité de la construction et la profondeur de la couche. Les revêtements souples, qui sont les plus répandus au Canada, s'incurvent ou fléchissent sous la

charge contrairement aux revêtements rigides, qui sont en béton de ciment Portland. Les revêtements souples doivent être remis en état plus tôt que les revêtements fixes; la pression accumulée de la charge par essieu peut entraîner non seulement des fissures (tout comme dans le cas des revêtements rigides), mais également une déformation permanente ou la formation d'ornières. En raison des écarts de performance marqués, l'impact sur les revêtements fixes et celui sur les revêtements souples sont modélisés séparément. Des modèles bien conçus tiennent également compte des différences entre les revêtements souples qui s'expliquent, par exemple, par des variations de la qualité de la construction (telles que l'uniformité des couches de revêtement), ainsi que des différences relatives à l'épaisseur du revêtement et à la qualité du sol de plate-forme.

Le tableau 2 fait état de l'impact des charges sur les revêtements fixes et les revêtements souples. Les données sont tirées des calculs faisant appel à des facteurs d'équivalence de la charge, qui ont été effectués dans une étude américaine récente [\[xvi\]](#). Les résultats diffèrent des estimations produites à l'aide du modèle NAPCOM, qui tient compte des différences observées au chapitre des facteurs environnementaux et de la construction des revêtements. Quoi qu'il en soit, ils démontrent que l'incidence de la charge par essieu varie énormément selon que le revêtement est rigide ou souple. On constate que l'impact de la masse du véhicule est inversement proportionnel au nombre d'essieux. Le facteur d'équivalence de la charge est moins élevé pour les camions porteurs à quatre essieux/64 000 livres que pour les camions porteurs à trois essieux/54 000 livres, ce qui indique qu'il faudrait davantage de véhicules de référence (c.-à-d. 18 000 livres à essieu simple) pour que la dégradation soit équivalente au deuxième cas. Le tableau révèle également que la charge par essieu a tendance à avoir beaucoup plus d'impact sur les revêtements souples que sur les revêtements rigides.

Toutefois, il convient de recourir à différents modèles afin d'analyser l'impact de la charge sur les routes en terre et en gravier, qui représentent plus de la moitié du réseau routier canadien. Par exemple, en Saskatchewan, seulement 47 % des 26 000 kilomètres de routes administrées par la province ont un revêtement de structure; 21 % sont en gravier; 32 % ont un revêtement à membrane mince ayant une capacité structurale semblable à celle du gravier [\[xvii\]](#). L'impact de la circulation des camions, qui ne cesse de croître, sur les routes en gravier et les revêtements à membrane mince de la Saskatchewan suscite de l'appréhension. Dans son étude sur les effets de la croissance du transport des céréales par camion en Saskatchewan, Barton (1998) fait remarquer que la qualité des routes en gravier et des revêtements à membrane mince est liée à la résistance du sol de plate-forme, lequel est très sensible à la teneur en eau. Il conclut que la

résistance de ces chaussées varie généralement selon un facteur se situant entre 6 et 10, en fonction de la période de l'année et du degré d'humidité du sol de plate-forme (p. 15). Dans le nord de la Saskatchewan, les 5 000 kilomètres de routes en gravier entretenues par la province travaillent sous la charge des gros camions poids lourds qui desservent les industries minière et forestière [\[xviii\]](#).

Tableau 2. Facteurs théoriques d'équivalence de la charge

Configuration	Masse brute (livres)	FEC Revêtement rigide (10 pouces d'épaisseur)	FEC Revêtement souple (5 pouces d'épaisseur) Fatigue Formation d'ornières	
Camion porteur à trois essieux	54 000	4,2	5,6	4,1
Camion porteur à quatre essieux	64 000	3,6	5,4	4,6
Semi-remorque à cinq essieux	80 000	2,8	4,6	5,1
Semi-remorque à six essieux	90 000	2,2	4,4	5,6

FEC : Facteur d'équivalence de la charge; établie avec un camion à essieu simple de 18 000 livres à pneus jumelés.

Source : Department of Transportation des États-Unis (2000).

Environnement

Il est particulièrement difficile d'établir une distinction entre l'impact des facteurs environnementaux et la dégradation attribuable à la charge par essieu; de plus, cet exercice a prêté le flanc à la controverse. Dans des études récentes, on a reconnu que les facteurs environnementaux sont susceptibles d'influer sur le degré d'usure attribuable à la charge par essieu, mais que, à eux seuls, ils accélèrent également la détérioration de la chaussée. Martin (1994), par exemple, pose comme postulat la relation suivante :

$$R(t) = R_0 + f_1(E, S, t) + f_2(E, S, L, t)$$

où,

$R(t)$ = Rugosité totale de la route dans le temps

R_0 = Rugosité initiale au temps $t = 0$

$f_1(E, S, t)$ = Variation de la rugosité qui n'est pas liée à la charge

$f_2(E, S, L, t)$ = Variation de la rugosité liée à la charge

E = Facteurs environnementaux

S = Résistance du revêtement et du sol de la plate-forme

L = Charge attribuable aux poids lourds

L'impact de la charge par essieu n'est pas le même d'un tronçon routier à l'autre, car les autres facteurs varient également; de plus, les facteurs environnementaux (E) et les caractéristiques du revêtement et du sol de la plate-forme (S) déterminent dans quelle mesure la charge par essieu influe sur la rugosité de la route. Par exemple, dans les régions soumises au cycle gel/dégel, l'estimation de la détérioration attribuable à la charge tient compte de la vulnérabilité accrue du revêtement à la circulation durant le dégel printanier. Une analyse exhaustive qui englobe les facteurs susmentionnés donne des résultats pour divers véhicules qui sont très différents de ceux obtenus à partir des facteurs d'équivalence de la charge (tableau 2).

Dans les travaux réalisés pour le compte de la Commission, Nix, Boucher et Hutchinson (1992) se fondent principalement sur le modèle OPAC (revêtement souple) établi pour le sud de l'Ontario, qui était alors un des rares modèles établissant une distinction entre la charge et le climat à titre de causes de détérioration. Cependant, comme les auteurs l'ont souligné, ce modèle suppose que ces deux causes sont complètement distinctes; il fait abstraction de l'effet produit en interaction illustrée dans l'équation susmentionnée. À partir de ce modèle, Nix, Boucher et Hutchinson concluent que l'importance des facteurs environnementaux est tributaire du débit routier. Leur apport à la détérioration va d'environ 50 % sur les routes achalandées (plus de 2 millions de CEES par année) à 80 % sur les routes peu fréquentées (moins de 250 000 CEES par année). De plus, ils ont constaté que l'importance de l'environnement dépend de la qualité de la chaussée; avec un revêtement plus résistant et plus épais qui est

plus en mesure de supporter la charge des véhicules, les facteurs environnementaux contribuent davantage au processus de détérioration. Comme les conditions climatiques, le débit routier et la qualité de la chaussée varient beaucoup d'un pays à l'autre, les données probantes sur l'impact des facteurs environnementaux qui ont été recueillies par d'autres pays ne sont peut-être pas très instructives. Toutefois, fait intéressant à souligner, les résultats du modèle OPAC pour les routes très achalandées vont sensiblement dans le même sens que les hypothèses formulées par Newbery (1988) relativement à l'apport des facteurs environnementaux au Royaume-Uni et celles que Vitaliano et Held (1990) utilisent dans leur analyse de la dégradation de la chaussée dans l'État de New York [\[xix\]](#). De même, dans une étude récente sur l'Australie, Martin (2001) estime que les facteurs environnementaux occasionnent environ la moitié de la détérioration des chaussées asphaltées entretenues, quelle que soit la charge des véhicules.

L'étude sur la performance du revêtement sur les itinéraires des camions à Winnipeg fournit des renseignements supplémentaires à cet égard. Alam, Clayton et Nix (1997) s'intéressent aux revêtements rigides – alors que la Commission s'est penchée sur les revêtements souples – dans une région caractérisée par des variations marquées des conditions climatiques durant l'année. À l'aide d'une équation non linéaire, ils ont modélisé l'évolution de la performance de trois catégories de revêtement associées avec différentes charges (mesurées en CEES par année). Le rythme de la détérioration s'est avéré similaire dans les trois catégories, ce qui laisse entendre qu'elle est principalement attribuable aux facteurs environnementaux. L'apport modeste de la charge par essieu s'explique par le débit routier relativement faible de Winnipeg, ainsi que par la rigueur de son climat. La durabilité supérieure des revêtements rigides (par rapport à celle des revêtements souples) peut également jouer un rôle.

Caractéristiques des véhicules

La performance des routes est tributaire de certaines caractéristiques des véhicules en plus de la charge par essieu. Idéalement, un système de tarification efficiente tiendrait compte d'autres facteurs, par exemple [\[xx\]](#) :

- **Écartement d'essieux**

Lorsque l'écartement entre deux essieux est marqué dans un tandem ou un tridem, chaque essieu a tendance à se comporter comme un essieu simple, ce qui accroît la détérioration par la fatigue du revêtement souple. Le tracteur semi-remorque classique à essieux tandem à l'arrière exerce une tension plus faible qu'un véhicule semblable avec un écartement de 10 pieds des essieux arrières, qui se comportent comme deux essieux simples [\[xxi\]](#).

- **Pneus**

Des études ont mis en relief certaines caractéristiques des pneus susceptibles d'accroître la détérioration des revêtements. Premièrement, le remplacement des pneus diagonaux par des pneus radiaux, qui sont plus gonflés, suscite de l'inquiétude. En effet, une pression de gonflage supérieure suppose que la masse est concentrée sur une surface plus petite, ce qui accroît la tension exercée sur les revêtements souples. Deuxièmement, la chaussée se détériore davantage en raison du déséquilibre de la charge, qui s'explique du fait que la pression et l'usure des pneus jumelés sont inégales. Troisièmement, des essieux reposant sur un pneu simple, par opposition à des pneus jumelés, peuvent accroître l'usure. Par exemple, une étude révèle qu'un camion à essieu directeur chaussé de pneus simples classiques et transportant une cargaison de 12 000 livres dégrade le revêtement souple davantage qu'un camion ayant un chargement de 20 000 livres qui a des pneus jumelés classiques [\[xxii\]](#).

- **Suspension**

D'après des études, l'usure du revêtement peut être moindre avec un système de suspension de qualité supérieure. Une étude de l'OCDE démontre que (sous réserve de certaines hypothèses), la suspension pneumatique augmenterait la durée de vie du revêtement épais de 60 % et du revêtement mince de 15 %. Le Mexique a entrepris d'adopter un règlement suivant lequel jusqu'à 2 200 livres de

charge pourront être ajoutées à chaque essieu doté de la suspension pneumatique ou de l'équivalent.

- **Essieu relevable**

Selon une enquête réalisée en 1988-1989, 17 % des camions qui circulent sur les routes de l'Ontario et 21 % des camions qui empruntent les routes du Québec sont munis d'essieux relevables. Les camions ayant plusieurs essieux très écartés qui peuvent être relevés sont plus faciles à manœuvrer, mais si l'essieu n'est pas abaissé au moment du chargement ou n'est pas bien ajusté, la chaussée en souffrira davantage. Par exemple, la CEES d'un camion porteur à quatre essieux ayant une masse brute de 62 000 livres augmente de près du double (de 2,1 à 4,0) si le premier essieu n'est pas abaissé de manière qu'il ne pèse rien ou presque. Si l'essieu est trop élevé, le camion peut être surchargé.

3.2 Coût marginal de la dégradation de la chaussée

Les coûts supplémentaires relatifs aux infrastructures qui sont attribuables à un véhicule en déplacement englobent non seulement le coût de la dégradation de la chaussée, mais également les coûts imposés aux autres usagers qui emprunteront la route. Newbery (1988) a démontré que le coût représenté par la diminution de la qualité de la chaussée que doivent éponger les autres usagers, l'externalité de la dégradation de la route, est identiquement nul dans un cas particulier important et négligeable dans tous les cas raisonnables (p.162). Dans le cadre du régime d'entretien habituel, on procède à la réparation de tronçons de la route lorsqu'ils franchissent un seuil préétabli de rugosité; non seulement l'augmentation du trafic modifie-t-elle l'état du tronçon, mais elle fait en sorte que la réparation a lieu plus tôt que prévu. Si les différents tronçons du réseau ont sensiblement le même âge, le débit routier a peu d'impact sur la répartition selon l'âge des tronçons et la qualité moyenne du réseau routier. Suivant ce « théorème fondamental », la plupart des études empiriques font abstraction de l'effet de la détérioration de la route et mettent uniquement l'accent sur la dégradation du revêtement attribuable au passage des véhicules.

L'estimation du coût marginal à court terme du revêtement consiste à calculer la valeur actualisée des travaux de réparation et d'entretien supplémentaires qui doivent être exécutés en raison du passage d'un véhicule. À cette fin, on doit disposer des renseignements suivants : l'apport du débit routier (par opposition au climat et à d'autres facteurs) à la détérioration de la chaussée; le coût des travaux de réparation et d'entretien et le moment de leur exécution; la cause de la

détérioration de la chaussée selon le type de véhicule (la charge par essieu, et, éventuellement, d'autres facteurs); le débit routier annuel selon le type de véhicule. Les études des administrations publiques sur la répartition des coûts, par exemple celles du Department of Transportation des États-Unis (1997), de la Australian Inter-State Commission (1990) et du Department of Transportation du Royaume-Uni (1991), mettaient l'accent sur le coût moyen de l'utilisation des routes plutôt que sur le coût marginal. On trouve le coût marginal dans l'étude américaine, bien que, contrairement aux données d'autres études, les estimations reposent sur les dépenses annuelles, par opposition aux coûts de réfection et d'entretien du cycle de vie.

Dans des études portant sur le coût marginal, les estimations varient beaucoup. Cela s'explique en partie du fait que les routes à l'étude n'ont pas les mêmes caractéristiques, de même que par les différences notables observées au chapitre de la méthodologie. Par exemple, l'estimation de la tarification efficiente reposant sur le coût marginal d'entretien aux États-Unis de Small, Winston et Evans (SWE) est beaucoup plus élevée que l'estimation du coût marginal de la détérioration des routes de l'État de New York de Vitiliano et Held (VH). Le camion semi-remorque à cinq essieux ayant une masse brute de 80 000 livres, un type de véhicule très répandu, devrait acquitter environ 0,16 \$ (dollars américains de 1985) le mille sur les autoroutes inter-États suivant le régime de SWE, comparativement à 0,03 \$ le mille avec le régime de tarification proposé par VH. Comme nous l'avons vu ci-dessus, VH, contrairement à SWE, ont réduit les coûts d'entretien estimatifs (de 50 %) afin de tenir compte du climat, ce qui constitue une des raisons expliquant les écarts très prononcés entre les résultats.

Au Canada, Nix, Boucher et Hutchinson (1992) ont produit des estimations du coût marginal dans le cadre de l'étude réalisée pour le compte de la Commission. Les estimations, qui ont été calculées à l'aide du modèle OPAC et à partir des coûts de construction habituellement observés dans le sud de l'Ontario, révèlent que le coût marginal augmente très rapidement à mesure que le débit routier diminue. Le coût marginal par CEES passe de 0,04 \$ (dollars canadiens de 1989) dans le cas d'une route construite en fonction de 250 000 CEES par année à 0,005 \$ pour une route prévue pour deux millions de CEES. Nous pouvons effectuer une comparaison approximative avec les estimations américaines susmentionnées à l'aide des calculs de Nix, Boucher et Hutchinson du coût marginal de la détérioration d'une route moyennement achalandée occasionnée par un camion semi-remorque à cinq essieux de 80 000 livres. Si l'on utilise les facteurs d'équivalence de la charge fournis par l'AAHSTO, le coût marginal s'établit à environ 0,05 \$ (dollars canadiens de 1989) le mille, ce qui est bien inférieur à l'estimation de SWE. Cependant, si l'on tient compte de l'inflation

et des écarts de taux de change, cela correspond sensiblement au coût marginal estimé par VH. Contrairement à SWE et à VH, Nix, Boucher et Hutchinson ont fondé leurs estimations sur le coût global du cycle de vie de la chaussée, ce qui comprend le coût de construction. Par conséquent, les coûts évitables à court terme qui sont associés aux activités des utilisateurs de véhicules et dont on devrait tenir compte pour établir la tarification efficiente de l'utilisation des routes ont été surestimés.

Dans une étude récente, Hajek, Tighe et Hutchinson (1998) ont établi une distinction entre les coûts de réfection du revêtement existant et ses coûts d'entretien. Les auteurs ont utilisé le modèle OPAC pour analyser les répercussions des modifications apportées à la réglementation ontarienne du poids et des dimensions des camions. Leurs estimations du coût marginal associé au revêtement existant de diverses catégories de route sont présentées au tableau 3. Comme dans l'étude de la Commission, le coût marginal est très sensible au débit routier. Les estimations du tableau 3 sont bien inférieures à celles calculées par Nix, Boucher et Hutchinson et aux estimations américaines.

Tableau 3. Revêtement existant des routes ontariennes - coût marginal

Catégorie de route	Débit routier habituel (CEES annuel/voie)	Coût marginal du revêtement (\$/CEES - km)
Autoroutes urbaines	625 000	0,0013
Routes de dégagement principales	300 000	0,0047
Routes de dégagement secondaires	85 000	0,0082
Routes collectrices	30 000	0,0206
Routes locales	1 500	0,3070

Source : Hajek, Tighe et Hutchinson (1998)

Les estimations du coût marginal présentées dans l'étude sur la répartition des coûts réalisée par le Department of Transportation des États-Unis constituent un autre élément de comparaison. Au terme de l'application du modèle NAPCOM, la part des coûts liés aux facteurs environnementaux et des autres coûts non liés à la charge se situe entre un peu moins de 10 % et un peu plus de 20 % du total des coûts de réfection des chaussées par l'administration fédérale. Les coûts associés à la charge ont ensuite été imputés aux catégories de véhicules à partir des estimations de leur apport à la détérioration du revêtement qui doit être corrigée. Le tableau 4 renferme les estimations américaines du coût marginal de la détérioration de la chaussée et des autres coûts marginaux (encombrement, accidents et bruit), avec l'exclusion notable de la pollution.

Au tableau 4, les coûts sont ventilés selon que la route traverse une région urbaine ou rurale. Le coût marginal social est beaucoup plus élevé en milieu urbain qu'en milieu rural dans une large mesure en raison des retards provoqués par l'encombrement des routes. Les estimations du coût marginal de la détérioration de la chaussée confirment l'impact de la charge par essieu. Par exemple, les coûts estimatifs sont plus bas dans le cas du camion à cinq essieux de 60 000 livres que pour l'ensemble routier à quatre essieux de 60 000 livres. Contrairement aux résultats obtenus au Canada, le coût marginal de la détérioration de la chaussée est plus élevé dans les couloirs plus fréquentés (milieu urbain) que dans les couloirs moins achalandés (milieu rural). De plus, les coûts de réfection sont plus élevés en milieu urbain même si la tendance est à la construction de routes qui respectent une norme plus sévère qu'en milieu rural.

Tableau 4. Coût marginal de la détérioration de la chaussée et autres coûts sociaux marginaux (à l'exclusion de la pollution) - routes et véhicules représentatifs, États-Unis, 2000

Catégorie de véhicule et de route	Coût marginal de la détérioration de la chaussée (cents le mille)	Coûts marginaux sociaux* (cents le mille)
Auto/route inter-États rurale	0	1,77
Auto/route inter-États urbaine	0,1	9,08
Camion porteur, 40 000 lb, 4 essieux/route inter-États rurale	1,0	4,01
Camion porteur, 40 000 lb, 4 essieux/route inter-États urbaine	3,1	29,94
Camion porteur, 60 000 lb, 4 essieux/route inter-États rurale	5,6	9,45
Camion porteur, 60 000 lb, 4 essieux/route inter-États urbaine	18,1	53,28
Ensemble routier, 60 000 lb, 5 essieux/route inter-États rurale	3,3	6,23
Ensemble routier, 60 000 lb, 5 essieux/route inter-États urbaine	10,5	32,79
Ensemble routier, 80 000 lb, 5 essieux/route inter-États rurale	12,7	16,00
Ensemble routier, 80 000 lb, 5 essieux/route inter-États urbaine	40,9	65,15

NOTA : * Coûts relatifs à la détérioration de la chaussée, à l'encombrement, aux accidents et au bruit; la pollution est exclue.

Les coûts correspondent au milieu de l'étendue.

Source : Department of Transportation des États-Unis (2000).

Les coûts marginaux de la détérioration de la chaussée estimés par le Department of Transportation des États-Unis sont beaucoup plus élevés que les estimations de Hajek, Tighe et Hutchinson pour l'Ontario. Par exemple, en supposant que les CEES sont calculées comme ci-dessus et que les estimations du modèle OPAC sont utilisées, un tracteur semi-remorque à cinq essieux de

80 000 livres engendrerait les coûts marginaux (de détérioration de la chaussée) suivants :

Autoroutes urbaines	0,007 \$/mille
Routes de dégagement principales	0,026 \$/mille
Routes de dégagement secondaires	0,045 \$/mille
Routes collectrices	0,113 \$/mille
Routes locales	1,680 \$/mille

Nous nous interrogeons à savoir si le modèle ontarien convient à l'estimation des coûts associés aux routes très peu achalandées^[xxiii], plus précisément aux routes locales et, éventuellement, aux routes collectrices. Toutes les autres estimations représentent une faible proportion des estimations américaines correspondantes.

Le Department of Transportation des États-Unis et Hajek et coll. rajustent les données afin de tenir compte des facteurs environnementaux et des autres facteurs non liés à la charge qui contribuent à la détérioration de la chaussée, bien que leur apport soit moins important dans l'étude américaine. Alors que les estimations canadiennes portent sur les chaussées souples, quelque 50 % des routes inter-États américaines ont un revêtement rigide ou composite (chaussée rigide recouverte d'un tapis souple). Les chaussées rigides sont plus durables, mais leur réfection est généralement plus coûteuse. Une autre différence est susceptible d'être plus importante : les estimations américaines sont produites à partir des coûts annuels de réfection, tandis que les estimations canadiennes reposent sur le calcul de la valeur actualisée des coûts d'entretien et de réfection étalés sur la durée prévue de la chaussée (60 ans). De plus, non seulement les estimations canadiennes et américaines portent sur des tronçons routiers qui se distinguent nettement de par leurs caractéristiques, mais la méthodologie employée est très différente. Ces différences d'ordre méthodologique méritent une analyse plus approfondie.

3.3 Coûts totaux de la détérioration des routes

Pour déterminer si les coûts sont recouverts, il convient de mettre en place un cadre comptable global qui tient compte des coûts totaux de la détérioration des routes. Dans ce contexte, on s'intéresse à la dégradation attribuable à la charge et aux autres facteurs. Voici les éléments nécessaires à l'estimation des coûts :

- détérioration attribuable à la charge;
- détérioration attribuable au vieillissement et aux facteurs environnementaux;
- activités d'entretien courant réalisées avec des véhicules (qui ne sont cependant pas associées à la charge), par exemple le nettoyage de l'accotement et du fossé et le marquage, qui seraient incluses dans l'évaluation générale des coûts marginaux (c.-à-d. qui s'ajouteraient à l'impact sur la chaussée)[\[xxiv\]](#);
- autres dépenses qui ne sont pas liées à la charge ou au débit routier, ce qui comprend les services de déneigement et de voirie.

Dans la plupart des analyses des coûts routiers, les coûts de la détérioration des chaussées sont établis à partir des dépenses annuelles des sociétés de voirie. Cependant, ces dépenses peuvent fluctuer d'une année à l'autre selon la conjoncture économique et les contraintes budgétaires. Le montant de ces dépenses a parfois peu à voir avec l'utilisation des routes et leur dégradation. Dans les études récentes sur la répartition des coûts routiers, les auteurs ont, règle générale, fait la moyenne des dépenses sur trois ans afin de définir une période de référence moins sensible aux distorsions engendrées par les grands projets d'investissement ou la réduction de la participation financière de l'administration fédérale. Pour résoudre le problème, il serait préférable de remplacer la méthode de financement par répartition actuellement employée par un cadre comptable reposant sur les coûts du cycle de vie.

Avec la méthode reposant sur les coûts du cycle de vie, les coûts d'entretien et de réfection correspondraient à la part des coûts d'entretien et de réfection pour toute la durée d'utilisation des chaussées qui doit être assumée par les usagers actuels. Une telle approche requiert des modèles routiers acceptables. On aurait recours aux modèles de dégradation des chaussées pour estimer les dépenses

annuelles qui doivent être engagées en raison de la détérioration attribuable à la charge et aux facteurs environnementaux. D'autres modèles seraient utilisés pour l'estimation des dépenses d'entretien liées au débit routier. Les estimations des dépenses fixes pourraient être fondées sur les coûts de la période de référence, rajustées annuellement en fonction des changements des coûts des intrants et de la productivité.

Bien que les estimations produites au moyen de la méthode faisant appel aux coûts du cycle de vie soient plus conformes à la définition du coût économique, il pourrait être difficile de faire accepter un cadre comptable reposant sur les coûts théoriques plutôt que sur les déboursés. L'utilisation de la méthode du financement par répartition pose moins de problèmes avec les coûts autres que les coûts du capital; par conséquent, on pourrait être incité à imiter d'autres pays à cet égard. Cependant, si la méthode du financement par répartition est adoptée, il pourrait néanmoins être nécessaire de procéder à des rajustements dans l'éventualité où les dépenses d'entretien et de réfection comptabilisées ne reflètent pas fidèlement le taux d'amortissement des actifs routiers. Les dépenses comptabilisées doivent être suffisantes en prévision de la baisse de valeur des actifs liée à l'utilisation au fil des ans (les éléments du coût marginal à court terme) et à l'obsolescence (qui s'explique par les facteurs environnementaux et le vieillissement). À cette fin, (1) la qualité du réseau routier doit être préservée; (2) des provisions suffisantes doivent être établies, car les coûts de reconstruction seront plus élevés à la fin de la durée d'utilisation de la chaussée, dans une cinquantaine d'années[xxv].

Lorsque la qualité de la chaussée est régulièrement vérifiée et que l'on procède à sa réfection lorsque l'indice de roulement franchit un certain seuil, l'on peut s'attendre à ce que la qualité moyenne du réseau soit assez constante. Dans la pratique, il semblerait que, en raison du contrôle des dépenses et des modifications périodiquement apportées aux opérations d'entretien, le réseau routier s'est considérablement éloigné du modèle de stabilité caractérisé par la qualité relativement constante des installations. Par exemple, dans son rapport de 1995, le vérificateur provincial de l'Ontario mentionne que, durant la décennie précédente, les routes de la province se sont nettement détériorées, le programme de réfection et d'entretien étant inadéquat.

C'est pourquoi Nix, Boucher et Hutchinson ont utilisé, non pas les dépenses publiques réelles, mais plutôt les estimations de l'Association des transports du Canada (ATC) en ce qui a trait aux dépenses que les différentes administrations devraient engager pour que les routes respectent des normes minimales

acceptables. Il convient de faire preuve de discernement pour déterminer le niveau adéquat des dépenses, et les estimations de l'ATC doivent être analysées attentivement. Par exemple, Nix, Boucher et Hutchinson font remarquer que les estimations de l'ATC du coût de reconstruction des routes englobent des modifications qui « ne représentent pas simplement le coût du maintien permanent du réseau routier du Canada dans son état actuel. » (p. 1100). Par ailleurs, comme ces auteurs l'ont souligné, les données de l'ATC présentent des avantages importants : « À l'inverse de ce qui se produit pour les dépenses, il n'y a dans ce cas pas de fluctuations dépendant d'éléments pouvant aller de mobiles politiques (augmentation des dépenses avant une élection) à un hiver particulièrement rigoureux (accroissement des dépenses de déneigement). » (p. 1085)

Alors que l'étude de la Commission met l'accent sur les coûts du cycle de vie des chaussées, on pourrait utiliser les données de l'ATC ou d'autres estimations des dépenses d'entretien nécessaires dans une analyse des coûts de l'entretien et de la détérioration qui fait appel à la méthode de financement par répartition. Suivant cette approche, on se servirait des données de l'ATC pour élaborer un facteur de rajustement qui serait intégré à l'évaluation des coûts routiers totaux. On calculerait les coûts d'entretien et les autres dépenses pour la période de référence (sans doute une moyenne calculée sur trois ans ou plus), et on rajusterait les chiffres afin de compenser l'insuffisance de l'amortissement (implicite) dans les dépenses de la période de base. L'objectif de la transparence serait atteint en cela que les usagers des routes auraient une idée précise des dépenses publiques en la matière par rapport aux estimations des dépenses nécessaires. La controverse est inévitable, mais, à tout le moins, cette approche oriente le débat sur l'importance du rajustement de l'amortissement qui devrait être effectué.

3.4 Conclusion : comment mieux évaluer l'usure et la détérioration des routes

L'analyse qui précède laisse entendre que, pour mieux évaluer l'usure et la détérioration des routes, il convient de réaliser d'autres études sur ce qui suit :

- Aux fins de l'analyse, il est capital de disposer de modèles qui font ressortir la dégradation de divers types de revêtement attribuable à différentes catégories de véhicules. Une analyse pancanadienne doit faire appel à divers modèles qui mettent en relief les différences relatives à l'impact de la charge des véhicules sur différentes chaussées (souple, rigide, gravier et revêtement traité). Idéalement, les modèles devraient tenir compte des différences marquées entre les catégories de route en ce qui a trait à la construction, aux matériaux et au sol de plate-forme.

- Une des principales difficultés auxquelles on se heurte lorsqu'on modélise la dégradation des routes est la distinction entre l'impact des véhicules et les effets du climat et du vieillissement. Dans d'autres études, il serait bon de vérifier si les facteurs environnementaux ont une incidence sur l'usure des routes séparément et en association avec la charge des véhicules. Le mauvais temps peut considérablement exacerber la dégradation occasionnée par une lourde charge par essieu, tout particulièrement si la route a été mal construite ou si le sol de plate-forme est de piètre qualité.

- Bien que les résultats américains ne puissent s'appliquer au contexte canadien, les modèles complexes élaborés aux États-Unis peuvent nous aider dans une large mesure à cerner les différents effets néfastes de la charge des véhicules sur les routes. Les sous-modèles du modèle NAPCOM tiennent compte d'un large éventail de facteurs liés à l'environnement, à la route et à la circulation dans l'analyse de l'impact de différentes catégories de véhicules sur les routes américaines.

- La dégradation des routes est attribuable non seulement à la charge par essieu, mais également à diverses caractéristiques des véhicules, entre autres l'écartement d'essieux, les pneus et la suspension. Il faudrait réaliser d'autres études pour établir l'importance de ces facteurs et déterminer s'il est possible et

souhaitable de prendre en considération certaines de ces caractéristiques dans le cadre de l'établissement de la tarification efficiente de l'utilisation des routes.

- Par ailleurs, une tarification efficiente de l'utilisation des routes devrait refléter les coûts qui ne sont pas associés à la charge des véhicules. On doit disposer de meilleures données sur la relation existant entre le débit routier et le coût d'activités telles que le nettoyage de l'accotement et du fossé et le marquage.

- Pour évaluer les coûts totaux de l'usure et de la détérioration, il est préférable d'utiliser les coûts du cycle de vie plutôt que d'estimer les dépenses d'entretien annuelles à partir des données des dernières années. Bien qu'elles soient plus faciles à comprendre et soient susceptibles d'être mieux acceptées, les dépenses récentes ne correspondent pas forcément aux coûts imposés par les usagers actuels des routes. Quelle que soit l'approche retenue, on devrait mettre l'accent sur ce qu'il en coûte pour que les routes respectent des normes de performance acceptables. On devrait réaliser des études sur ce qui serait une estimation juste des coûts du cycle de vie ou sur les rajustements qui doivent être effectués lorsque les dépenses annuelles récentes sont inférieures au minimum nécessaire afin que le réseau routier demeure intact.

4. COÛT DU CAPITAL ROUTIER

4.1 Méthodes d'évaluation du coût du capital

Le coût du capital est constitué (1) de l'amortissement, (2) du coût du capital actuellement utilisé pour la prestation des services routiers et (3) des nouveaux investissements nécessaires à l'expansion et à l'amélioration du réseau. Comme nous l'avons vu précédemment, on peut comptabiliser l'amortissement en établissant une provision suffisante pour les travaux d'entretien et de réfection périodiques. La présente section est consacrée à l'évaluation des deux autres composantes du capital.

Dans les études sur les coûts routiers, on a eu recours à des approches très différentes pour évaluer le capital routier (tableau 5). En général, les administrations publiques ont utilisé la méthode du financement par répartition, c'est-à-dire que le coût du capital est déterminé d'après les investissements effectués durant l'exercice à l'étude. Par exemple, l'analyse des frais imposés aux véhicules lourds réalisée récemment par la National Road Transport Commission (NRTC) de l'Australie (1998) repose sur un « accord » négocié, qui stipule que la NRTC doit utiliser la méthode de financement par répartition pour déterminer quelles dépenses seront recouvrées jusqu'à ce qu'une meilleure méthode de recouvrement puisse être utilisée (p. 3)[\[xxvii\]](#). Les deux études du tableau qui ont été réalisées par des chercheurs indépendants (Delucchi et Newbery) visent à évaluer le coût d'opportunité du capital, ce qui comprend les terrains, utilisé dans le réseau routier. Alors que Newbery applique le taux d'actualisation d'essai du gouvernement britannique à son estimation de la valeur du réseau routier, Delucchi amortit le capital routier de remplacement pour calculer le « coût de remplacement annualisé » du stock[\[xxviii\]](#). Delucchi établit un flux de coûts de manière que 1/nième du capital ayant une durée de n années soit remplacé chaque année. Nous avons exclu du tableau l'étude sur l'internalisation des coûts réalisée récemment par la Conférence européenne des ministres des transports (1998), qui repose sur une approximation du coût des infrastructures routières (capital, fonctionnement et entretien), que l'on a obtenue en multipliant les dépenses routières nationales par 1,3 (un ratio établi à partir d'études allemandes et suisses).

Tableau 5. Évaluation du coût du capital

	Objet de l'étude	Mesure du coût du capital	Base d'évaluation des immobilisations
Department of Transportation des États-Unis (1997)	Coûts routiers de l'administration fédérale, É.-U.	Investissements de l'administration fédérale	s.o.
Delucchi (1998b)	Tous les modes routiers, É.-U.	Coût d'opportunité	Valeur de remplacement, ce qui comprend le terrain
Department of Transport du Royaume-Uni (1990)	Tous les modes routiers, R.-U.	Investissements	s.o.
Newbery (1995)	Tous les modes routiers, R.-U.	Coût d'opportunité	Valeur de remplacement, ce qui comprend le terrain
NRTC (1998)	Camions lourds, Australie	Investissements	s.o.

s.o. = sans objet; NRTC= National Road Transport Commission de l'Australie

Suivant la méthode de financement par répartition, non seulement les nouveaux investissements visant à accroître la capacité du réseau routier ou à en améliorer la qualité, mais également toutes les dépenses d'investissement sont comptabilisées. Toutefois, il n'est pas certain que les coûts du capital seront plus élevés avec cette méthode, par opposition à celle qui repose sur le coût d'opportunité. Par exemple, selon Newbery (1995), en 1993-1994, le coût du capital représentait entre 55 % (taux d'actualisation de 5 %) et 66 % (taux de 8 %) des coûts routiers au Royaume-Uni. L'estimation la plus élevée équivaut au coût du capital établi dans l'étude sur la répartition des coûts aux États-Unis. Dans les deux cas, l'estimation est supérieure au pourcentage calculé dans l'étude du Department of Transport du Royaume-Uni (43 %).

Il existe de légères différences entre les études au chapitre de la définition du capital. Cependant, aux fins de l'estimation du total des coûts routiers, le choix de la rubrique de l'état comptable où les éléments sont comptabilisés revêt moins d'importance; il faut avant tout s'assurer que tous les éléments y sont inscrits et qu'ils sont évalués correctement. Si les activités d'entretien et de réparation décrites à la section 3 créent des biens durables, elles ne seront pas considérées comme des nouveaux investissements. Les comptes de fonctionnement et d'entretien engloberaient plutôt une estimation du coût annuel des biens durables en question. De même, si les dépenses en capital comprennent des investissements qui visent à remédier à la détérioration des routes et à compenser les lacunes du programme d'entretien, il convient d'en tenir compte pour déterminer la nature du rajustement de l'amortissement nécessaire. Si les dépenses d'entretien ne suffisent pas pour préserver le réseau routier, les dépenses routières totales, ce qui comprend les investissements ayant principalement un objectif de restauration, peuvent être adéquates.

De même, la minutie est de mise dans le traitement des coûts de l'encombrement, qui, en partie, sont le fruit de décisions d'investissement. Dans certaines études, par exemple Newbery (1988, 1990), on cherchait principalement à déterminer si une tarification efficiente, ce qui comprend la taxe sur l'encombrement des routes, est susceptible d'être équivalente au coût des services routiers. En revanche, dans d'autres rapports, le coût de l'encombrement est intégré à une mesure des coûts sociaux complets de l'utilisation des routes. Dans certaines des études récentes, un élément du double comptage a été abordé [\[xxviii\]](#). Gomez-Ibanez (1997, p.169) décrit le problème comme suit :

[TRADUCTION] Fondamentalement, deux options s'offrent à nous lorsqu'un autre véhicule emprunte la route : on peut tolérer une augmentation de l'encombrement ou on peut agrandir les installations de manière que le véhicule supplémentaire ne ralentisse pas la circulation. Quelle que soit l'option privilégiée, la société a un prix à payer : dans le premier cas, l'augmentation de l'encombrement imposée aux autres automobilistes (l'externalité de l'encombrement); dans le deuxième cas, l'accroissement du coût du capital découlant de l'agrandissement des installations. Cependant, il n'est pas nécessaire que la société acquitte ce prix deux fois. Le coût qui sera pris en compte varie selon que, suite à l'augmentation de la circulation, l'on tolérera l'encombrement accru ou l'on procédera à l'expansion du réseau routier.

Si l'on doit s'assurer que les éléments pertinents des coûts sont inclus et que le cadre comptable ne permet pas le double comptage, l'élaboration d'une mesure appropriée du capital constitue la principale embûche. D'autres méthodes d'évaluation que celles présentées au tableau 5 peuvent être envisagées. On pourrait mesurer le coût d'opportunité du capital en évaluant le stock routier au coût d'origine plutôt qu'au coût de remplacement. Contrairement à ce que proposent Newbery et Delucchi, on pourrait faire abstraction du coût des terrains dans l'estimation du capital routier. De même, le coût du capital pourrait uniquement correspondre au coût des nouveaux investissements. Les partisans de cette méthode d'évaluation font valoir que les usagers de la route ont déjà payé le stock de capital en acquittant la tarification et les taxes antérieures^[xxix]. À leur avis, l'imposition d'une taxe routière dont un élément correspondrait au coût d'opportunité du capital revient à refiler aux usagers de la route le coût d'un actif qu'ils possèdent déjà.

4.2 Autres méthodes d'évaluation du coût en capital

La méthode du financement par répartition qui est utilisée dans la plupart des rapports des administrations publiques présume que les investissements courants dans le réseau routier constituent un indicateur réaliste du coût annuel du capital « consommé » par les usagers de la route. Toutefois, rien ne prouve l'existence d'une telle relation. Si le réseau routier est bien établi ou connaît une croissance stable, la possibilité que de fortes fluctuations des investissements, qui feraient en sorte que les coûts imputés à certains usagers seraient trop élevés ou trop bas, est plus faible. Quoi qu'il en soit, il n'y a pas forcément de lien entre les investissements effectués au cours d'un exercice et le coût du capital utilisé pour la prestation des services routiers durant cette période. Selon Newbery (1990. p.26), le regroupement des dépenses courantes et des dépenses en capital pour l'estimation des « coûts routiers » – la méthode employée par le Department of Transport du Royaume-Uni – n'est guère logique. Cette affirmation fait écho à l'opinion largement répandue chez les économistes à l'égard de la comptabilisation du coût du capital suivant la méthode de financement par répartition.

Dans un état comptable mesurant les coûts annuels, il convient de mettre l'accent sur les ressources en capital utilisées durant l'exercice. C'est dans cette optique que, au Canada et ailleurs, on tente actuellement de réformer les pratiques comptables généralement observées dans le secteur public afin que l'on distingue nettement les dépenses courantes et les dépenses en capital. Les mesures du coût d'opportunité choisies par Newbery et Delucchi reposent

également sur cette approche. Dans le cadre de l'analyse des mesures du capital routier, il convient de distinguer les nouveaux investissements visant à agrandir ou à améliorer le réseau et le stock de capital routier existant.

Nouveaux investissements

Dans le cas des nouveaux investissements, il est relativement simple de mesurer le coût du capital. On reconnaît généralement que pour tout nouvel investissement, le coût annuel comprend l'amortissement et la rémunération versée aux bailleurs de fonds. Dans un système de comptes routiers où l'amortissement figure parmi les dépenses d'entretien et de réfection, ces coûts seraient rajustés en fonction des nouveaux investissements. De plus, les frais d'intérêt associés au financement des nouveaux investissements seraient comptabilisés.

Cette approche va dans le sens des recommandations formulées en vue de la réforme des comptes publics et de la création de comptes distincts pour le budget de fonctionnement et le budget d'équipement (dépenses en capital) du secteur public. Aux termes de cette proposition, les investissements publics seraient inscrits dans le budget d'investissement, et l'amortissement et les frais d'intérêts annuels correspondants seraient comptabilisés dans les dépenses du budget de fonctionnement. Dans un système de comptes routiers, le budget de fonctionnement nous renseigne sur les coûts annuels des programmes qui doivent être financés au moyen des taxes et des tarifs si l'on veut recouvrer les coûts. De plus, les recettes supplémentaires que doit engendrer un actif pour que ses coûts d'acquisition et de conservation soient couverts sont clairement indiquées dans ce budget. Cela pourrait inciter les décideurs à acquérir uniquement les biens dont le coût est justifié compte tenu des avantages qu'ils procurent[xxx].

Il est important de bien mesurer le coût annuel du capital non seulement en raison des autres avantages qui en découlent, mais également dans une optique intergénérationnelle. Il est juste que les usagers actuels et futurs se partagent le coût des actifs qui sont utiles durant une longue période. De plus, si la présente génération d'usagers devait financer tous les investissements publics à long terme, cela pourrait favoriser un sous-investissement dans les biens publics procurant des avantages à longue échéance. La croissance économique à long terme pourrait ralentir du fait qu'un facteur d'actualisation démesuré a été utilisé dans le cadre de l'évaluation des investissements ayant une plus longue période de « rentabilité ». Bien que le présent exercice vise principalement à élaborer

une méthode adéquate d'établissement des coûts routiers qui pourrait être le point de départ de l'analyse du recouvrement des coûts, il importe d'établir les coûts actuels et de les distinguer clairement des coûts qui engendrent des avantages pour les usagers futurs.

Capital routier existant

Si le capital routier existant était traité comme un nouvel investissement, les coûts annuels seraient constitués de l'amortissement estimé et du coût estimé du financement du stock routier. Là encore, avec une provision suffisante pour amortissement incluse dans les dépenses de réfection et d'entretien, le compte capital viserait à produire une mesure appropriée des frais d'intérêts. En théorie, c'est la bonne méthode d'évaluation du capital routier et c'est essentiellement l'approche retenue par Newbery et Delucchi. Cependant, on peut se demander quelle part du stock de capital qui est le fruit des décisions d'investissement antérieures devrait être imputée aux usagers actuels des routes. Cet aspect, qui détermine dans une large mesure si les usagers paient pour emprunter les routes, mérite d'être examiné de plus près.

Un certain nombre de questions doivent être prises en considération à cet égard. Premièrement, lorsqu'on élabore une mesure du capital routier qui pourrait être intégrée à un système visant à déterminer si les routes sont financées par ceux qui les utilisent, c'est l'équité, et non l'efficacité, qui est le principal enjeu. L'évaluation et la répartition du coût du capital visent entre autres à s'assurer que les transporteurs routiers, qui utilisent les routes publiques, doivent respecter les mêmes règles que les transporteurs ferroviaires, qui financent leurs infrastructures. Cependant, l'inclusion du coût du capital ne se traduit pas par une tarification plus efficace de l'utilisation des routes, ni par une meilleure affectation des ressources. Comme nous l'avons vu à la section 2, une tarification efficace est représentative des coûts marginaux à court terme et, par conséquent, fait abstraction du coût du capital. Une tarification de second rang qui tient compte de la tarification non optimale des services ferroviaires est susceptible d'être très différente des prix obtenus après imputation du coût du capital routier[xxxii].

Si, aux fins de l'efficacité de l'investissement, il importe que le coût d'opportunité du capital soit constaté, il n'est pas nécessaire que ce coût soit refilé aux usagers des routes. En matière de dépenses d'investissement, la discipline à laquelle on doit s'astreindre se résume principalement à l'obligation de procéder à une évaluation systématique et rigoureuse des options. De plus, à intervalles

réguliers, on devrait également se demander si le capital immobilisé dans les actifs existants pourrait être mieux utilisé ailleurs. Pour prendre des décisions efficaces, on doit connaître le coût d'opportunité réel du capital; la part du coût qui est imputée aux usagers des routes et aux contribuables n'a pas d'importance.

La constatation du coût du capital et l'imputation aux utilisateurs des routes de la part de ce coût qui leur revient peuvent accroître l'équité de différentes façons : elles font ressortir – et par conséquent, contribuent à éliminer – la subvention versée par les contribuables aux usagers des routes, le cas échéant; elles facilitent la création d'un système qui met sur un pied d'égalité les usagers des routes et les usagers des infrastructures commerciales (exploitées dans les deux cas par des entreprises privées et des organismes sans but lucratif); elles favorisent une plus grande justice dans les tarifs imposés aux différents usagers des routes. Les différences observées au chapitre de la forme de propriété et de la structure organisationnelle, ainsi que les différences relatives aux méthodes comptables qui en découlent, viennent compliquer les comparaisons du coût du capital. L'élaboration d'une méthode d'évaluation appropriée du coût du capital routier permettrait de comparer les modes au chapitre des coûts et des ratios coûts-recettes. On pourrait ainsi calculer le rajustement de la tarification actuelle qui devrait être effectué afin que les usagers des routes soient traités sur le même pied que les usagers des autres installations de transport.

Il existe d'importantes différences entre les routes et les autres types d'infrastructure de transport. Dans le cas des routes, par opposition aux aéroports ou aux ports, une plus forte proportion des usagers sont des contribuables. Par exemple, une part disproportionnée des services des aéroports sont assurés à des Canadiens à revenus élevés et à des non-résidents, alors que les routes sont utilisées par la plupart des contribuables canadiens. Toutefois, du point de vue de l'équité, ce qu'il faut retenir, c'est qu'un écart important subsiste entre ceux qui financent les routes et ceux qui tirent parti des services routiers. En comblant cet écart, on peut accroître l'équité.

Deuxièmement, les efforts visant à accroître l'équité sont, à juste titre, axés sur la juste répartition des coûts routiers futurs. Il serait injuste de refiler aux usagers actuels des routes le coût de l'iniquité antérieure du fait que l'on n'a pas établi le prix du capital routier. Il faudrait avant tout corriger l'iniquité, le cas échéant, attribuable au fait que les usagers ne versent pas un loyer approprié pour utiliser les actifs publics (les routes). À cette fin, l'administration publique pourrait exécuter une opération virtuelle et vendre directement les actifs aux usagers. En

fait, le « club des usagers des routes » devrait rembourser une dette calculée à partir du prix de vente des actifs routiers.

Le fait que les routes aient déjà été amorties ou non n'est pas pertinent. Le capital a un coût, qu'il soit sous forme de dette ou de fonds propres. De même, le fait que les usagers des routes sont aussi des contribuables ne devrait pas influencer sur le choix de la solution. S'ils sont effectivement des contribuables et que la route a déjà été payée, les usagers des routes seront les bénéficiaires d'une partie des fonds qu'ils verseront. La situation générale serait plus équitable en cela que, contrairement à ce qui se produit lorsque le financement repose sur les taxes, ceux qui utilisent fréquemment les routes assumeraient une plus grande part du coût du capital routier et ceux qui se déplacent moins souvent au moyen de leur véhicule à moteur déboursaient moins.

Troisièmement, le prix du marché des actifs routiers constitue un point de référence approprié pour la « vente ». Si les actifs routiers étaient évalués en deçà de leur valeur au marché, on continuerait de verser une subvention aux usagers des routes. La valeur au marché est le coût de remplacement actuel des actifs qui constitueraient un réseau routier efficient. En tant que routes, certaines composantes du réseau routier n'ont pas de valeur même une fois que les avantages qu'elles procurent – l'augmentation du débit routier dans d'autres sections du réseau (l'externalité du réseau) – sont pris en compte. Ces segments seraient ignorés dans le cadre de l'évaluation des actifs si le réseau était vendu à des investisseurs du secteur privé et n'ont aucune valeur pour un club fictif d'usagers à la lumière des avantages nets qu'ils procurent à ses membres. Ces tronçons de route sont similaires aux embranchements dont le CN et le CP se sont défaits lorsque la Loi sur les transports au Canada de 1996 leur a donné la possibilité de rationaliser leur réseau. On peut également établir un parallèle avec les aéroports peu achalandés dont l'État n'a pu se départir dans le cadre de sa stratégie de privatisation ou qui ont été cédés, mais uniquement moyennant un loyer net nul ou négatif^[xxxii]. Dans une certaine mesure, ces composantes du réseau routier sont le résultat d'investissements antérieurs effectués pour des raisons politiques ou dans une optique de répartition ou de développement du pays, des objectifs qui ne sont plus considérés comme étant pertinents ou valables. Le coût de ces investissements est, à juste titre, supporté par tous les contribuables.

Les actifs qui doivent entrer dans le calcul doivent être évalués comme dans un marché concurrentiel. Baumol (2000, p.11) fait remarquer que, dans un tel marché, un actif dont l'abandon n'est pas prévu est évalué à son coût de

remplacement actuel, c'est-à-dire au plus bas coût, compte tenu de la technologie la plus efficace pouvant actuellement être utilisée pour reproduire sa capacité de production. La valeur des terrains routiers est incluse dans le coût de remplacement et devrait entrer dans le calcul, comme nous le verrons ci-dessous.

La méthode proposée pour l'évaluation du capital routier est similaire à celle utilisée par les grandes sociétés pour déterminer si leur investissement dans les divisions d'exploitation produit un rendement adéquat. Dans les deux cas, on cherche à mettre au point une mesure réaliste du coût d'opportunité d'après le rendement que procureraient les ressources si elles étaient investies ailleurs. Suivant l'approche proposée, les infrastructures routières et ferroviaires seraient traitées de la même façon. Le critère de suffisance des revenus, qui influence les décisions réglementaires dans le secteur ferroviaire au Canada et aux États-Unis, reconnaît que les compagnies de chemin de fer doivent être en mesure de réunir les capitaux nécessaires au remplacement, à la modernisation et à l'expansion du réseau. Avec les actifs existants, les compagnies de chemin de fer sont forcées – comme en témoigne le critère de suffisance des revenus – de réaliser un revenu équivalant au coût du capital pour tous les actifs qui n'ont pas été vendus ou délaissés et qui doivent être remplacés. Le système d'établissement des coûts qui est proposé fait en sorte que les usagers des routes acquitteraient vraisemblablement des frais d'infrastructures établis en fonction du coût de remplacement d'actifs économiquement justifiables.

Terrains

Étant donné que les terrains sont une composante importante du stock de capital routier, les considérations susmentionnées laissent entendre que l'on devrait en tenir compte dans l'estimation du capital routier et que l'on devrait les évaluer au prix du marché. Des objections ont été exprimées à cet égard. On a soutenu que le recours au prix du marché fait abstraction du fait que la valeur des terrains découle souvent de l'existence de la route [xxxiii]. Dans son analyse des recettes et des coûts routiers au Québec, Boucher (1996) a exclu le coût des terrains du fait qu'il est difficile d'isoler l'impact positif des voies publiques sur les propriétés voisines et leur impact négatif sur les emplacements concurrents. Cependant, en milieu urbain, où les terrains ont une grande valeur, l'importance des voies publiques par rapport aux autres facteurs qui font grimper le prix des terrains est discutable. Dans les grands centres et les environs, où la forte croissance démographique a exercé une pression soutenue sur les valeurs immobilières, l'impact des voies publiques sur le prix des terrains a sans doute été marginal. De plus, si une nouvelle route contribue à l'appréciation de la valeur des terrains, cela s'explique par l'amélioration de l'accès que permet la route dans son

ensemble. Pour les différents tronçons de route, la valeur au marché actuelle, par opposition à la valeur moindre que les terrains auraient si la route d'accès n'avait pas été construite, est peut-être plus représentative du coût d'opportunité des terrains.

Dans le cas des aéroports et des ports, on a soutenu que les terrains appartenant à ces installations ne devraient pas être évalués au prix du marché en raison des restrictions imposées aux autorités relativement à leur utilisation^[xxxiv]. De même, on pourrait affirmer que les terrains où les routes ont été aménagées ne devraient pas être évalués au prix du marché car leur utilisation est restreinte. Par exemple, la valeur d'une lisière de route serait inférieure à celle des terrains adjacents qui peuvent avoir une vocation commerciale. Si les terrains routiers sont différents des propriétés privées, on peut les comparer aux autres immobilisations spécialisées. Par exemple, l'investissement dans l'aménagement d'une complexe hydroélectrique est dans une large mesure irrécupérable. Cela n'influe pas sur le prix de l'actif, bien que cela se répercute sur le risque de l'investissement et le rendement escompté par les actionnaires. Le bien-fondé de l'investissement doit toujours être analysé à la lumière du prix du marché. Ce n'est qu'en évaluant les terrains et les actifs reproductibles en fonction du prix du marché que les administrations publiques pourront déterminer si les investissements routiers constituent une utilisation judicieuse des ressources et si les actifs existants demeurent économiquement justifiés. Si on évalue les terrains au prix du marché, par opposition à un prix estimé plus bas, une plus forte proportion des actifs routiers existants ont des avantages négatifs et, par conséquent, sont ignorés à l'étape de l'estimation du stock de capital routier.

Si l'évaluation au prix du marché est préférable, le coût inhérent à tous les terrains qui servent actuellement de voies publiques ne devrait pas être imputé aux utilisateurs de véhicule. Ces terrains sont également utilisés par les piétons, les cyclistes et les services publics, qui y aménagent des couloirs de réseaux. Seul le terrain que requiert l'emprise de base devrait être pris en compte dans l'estimation du stock de capital routier.

4.3 Application de la méthode proposée

Suivant la méthode proposée, on estimerait le coût du capital en multipliant le stock routier défini par un taux d'intérêt représentant le coût des fonds. Pour définir le stock routier, il convient : i) d'estimer le coût de remplacement du réseau routier; ii) de déterminer quels tronçons de route ne font pas partie d'un réseau efficient et devraient être exclus du calcul du stock routier; iii) d'estimer la valeur du terrain routier qui devrait entrer dans le calcul du stock routier. Ces calculs sont analysés ci-dessous.

Dans une petite économie ouverte comme le Canada, le taux d'intérêt du marché applicable aux prêts internationaux constitue une approximation raisonnable du coût du capital. Afin d'assurer la comparabilité avec les rendements obtenus dans le secteur privé, on devrait rajuster ce coût à la hausse en fonction des taux marginaux d'imposition moyens des sociétés aux échelons fédéral et provincial. Les auteurs des études canadiennes antérieures ont jugé que le taux réel se situait entre 5 % et 10 %. Alors que la Commission a opté pour un taux réel de 10 %, Lall (1992) et Boucher (1996) ont employé un taux réel de 6 %. Blanchard et coll. (1996) ont utilisé un taux réel de 8 % dans leur analyse du cycle de vie à la lumière de leur évaluation des rendements procurés par des investissements qui présentaient sensiblement le même risque.

Estimation du coût de remplacement du réseau routier

On peut estimer le coût de remplacement des actifs routiers reproductibles de plusieurs façons :

- à l'aide du modèle de stock de capital de Statistique Canada;

- en estimant la proportion du stock qui est remplacé par des dépenses en capital annuelles et en appliquant ce facteur de « mise à l'échelle » aux dépenses d'investissement;

· en « construisant » une estimation à partir de l'information sur l'envergure et les caractéristiques matérielles du réseau et des coûts de la construction.

La dernière méthode, qui a été employée par Richardson (1996, Section 7) pour estimer le coût de remplacement du réseau canadien de routes et d'autoroutes, est sans doute la plus attrayante. Au terme du processus de « construction » d'une estimation, une mine d'information sur la valeur de remplacement des segments du réseau de routes et d'autoroutes, ainsi que sur les facteurs qui déterminent les coûts de construction, devrait être accessible [xxxv]. On pourrait recourir à cette méthode pour analyser l'impact des données nouvelles et des différentes hypothèses relatives à la technologie routière et à la construction des routes, ou encore pour déterminer dans quelle mesure la valeur du stock routier varierait si certains tronçons étaient exclus de l'estimation.

Richardson fait remarquer que l'on doit disposer de trois éléments d'information pour appliquer cette méthode : la distance représentée par les différents types de routes; les caractéristiques matérielles de chaque type de route et une carte qui établit un lien entre ces caractéristiques et les activités de construction; les estimations du coût unitaire de chaque activité de construction. On peut trouver cette information dans les bases de données de Transports Canada, des ministères provinciaux des Transports et de l'ATC [xxxvi]. La fiabilité des estimations repose sur le soin et la précision avec lesquels on assemble les éléments d'information nécessaires. À partir des données disponibles, il devrait être possible d'élaborer une matrice qui fournit des estimations détaillées du stock selon la catégorie de route, les caractéristiques de la construction et l'emplacement [xxxvii].

Delucchi (1998b) a utilisé la deuxième méthode pour estimer l'infrastructure autoroutière américaine fournie par le secteur public. Il a présumé que le stock de capital est stable, de manière que chaque année, $1/n$ du stock est remplacé, n étant la durée d'utilisation du stock. Il a ensuite rajusté (à la hausse) en conséquence les investissements effectués durant l'année de référence afin d'estimer la valeur de remplacement du stock de capital. Bien entendu, cette hypothèse de la stabilité du stock est discutable. De plus, même si la répartition selon l'âge du stock de capital demeure relativement constante dans le temps, on peut concevoir que les types de routes remplacées varient d'une année à l'autre, ce qui influe sur le calcul du stock de capital.

On pourrait également utiliser les estimations de Statistique Canada. Cet organisme ne diffuse pas de données sur les stocks routiers, mais on peut trouver les données contextuelles nécessaires dans le modèle du stock de capital. Richardson fournit des estimations de la valeur comptable du réseau routier et autoroutier qui ont été produites à l'aide du modèle de Statistique Canada. Sur demande, cet organisme peut également produire des estimations de la valeur de remplacement des stocks routiers canadiens.

On se heurte à certaines difficultés lorsque l'on tente de produire des estimations fiables du stock routier. Dans une étude réalisée récemment pour la Federal Highway Administration des États-Unis, Fraumeni (1999) a passé en revue les études antérieures, qui faisaient appel à différentes hypothèses et méthodes. L'étude de 1974 de Faucett et Scheppach, la plus complète, renferme des estimations de la valeur au marché du stock de capital (ce qui comprend les terrains) pour 21 modes de transport; dans une étude plus récente – Bell et McGuire (1997) –, on trouve une description des caractéristiques des autoroutes et des estimations du stock de capital autoroutier selon l'État. Faucett et Scheppach utilisent une fonction hyperbolique de ,9 pour estimer la diminution de l'efficacité productive du stock de capital, ainsi qu'une fonction uniforme afin de mesurer l'amortissement économique, c'est-à-dire la variation de la valeur au marché attribuable au vieillissement des actifs routiers[xxxviii]. Dans cette étude et dans d'autres analyses réalisées ultérieurement, les investissements dans les autoroutes américaines ont été ventilés selon l'affectation des fonds (revêtement, nivellement et structures).

Fraumeni se concentre sur les estimations du stock de capital productif qui peuvent être utilisées pour mesurer l'apport du capital à la croissance économique, à ne pas confondre avec la valeur au marché du stock de capital (le « stock de capital de richesse ») qui est pertinente en vue de l'estimation du coût du capital[xxxix]. Cependant, le rapport de Fraumeni à la Federal Highway Administration décrit l'information détaillée qui est nécessaire à la construction d'estimations fiables du capital de richesse, ainsi que des stocks productifs. Elle propose que le stock de capital soit estimé à partir des données sur les investissements dans les revêtements, le nivellement et les structures et que les estimations soient réparties selon la catégorie administrative (inter-États, État, locales) ou la catégorie fonctionnelle (dégagement, collectrices et locales). Dans chaque catégorie, Fraumeni établit une distinction entre les dépenses de construction et les autres dépenses d'investissement, ce qui tranche avec les études antérieures. Les courbes des revêtements de l'AASHTO seraient utilisées pour l'évaluation de la qualité et de la performance des revêtements, de même que pour établir le rythme des désaffectations.

La base de données de Statistique Canada sur les investissements routiers ne ventile pas les investissements selon leur type ni les actifs selon leur catégorie. Les données sur les dépenses routières sont recueillies dans le cadre de l'enquête générale de Statistique Canada sur les investissements industriels. Afin d'estimer les stocks routiers, l'organisme a recours à la méthode de l'inventaire permanent : on ajoute la formation brute de capital fixe au stock de capital chaque année, et on soustrait l'amortissement. On présume que les actifs routiers ont une durée d'utilisation moyenne de 29 ans et que les routes sont réparties suivant une fonction de rejet en forme de cloche tronquée qui va de 50 % à 150 % de la durée d'utilisation moyenne. Les dépenses d'entretien, ce qui comprend les travaux de réfection mineurs, n'entrent pas dans le calcul des investissements, mais la réfection des revêtements est incluse. Les séries du stock de capital réalisées à partir de différentes hypothèses d'amortissement (géométrique, linéaire et hyperbolique) sont disponibles. Richardson utilise l'amortissement linéaire et l'amortissement uniforme pour estimer la valeur comptable du stock de capital autoroutier du Canada.

Statistique Canada ne recueille pas de données sur les investissements dans les revêtements, le nivellement et les structures dont il est question dans l'étude de Fraumeni et que l'on trouve en partie dans les études américaines détaillées. L'organisme ne peut pas fournir d'information sur la nature et la composition des actifs routiers du Canada. En outre, comme seules des données agrégées sur les investissements routiers sont recueillies, Statistique Canada doit appliquer des hypothèses relatives à des facteurs, par exemple l'amortissement, la durée d'utilisation et les coûts de construction des routes, à un éventail d'actifs très différents au chapitre des caractéristiques. Même si les hypothèses employées étaient justes à un moment donné, les estimations produites suivant ces paramètres ne sont pas fiables si des changements importants sont survenus dans la composition du stock routier canadien.

Définition du réseau routier efficient

Ce volet des calculs vise à estimer la proportion du stock routier qui devrait être imputée aux contribuables plutôt qu'aux usagers des routes. S'il convient de déterminer quels investissements routiers sont discutables dans l'optique du rapport coûts-avantages, l'analyse de différents segments routiers présente uniquement de l'intérêt dans la mesure où elle nous aide à faire la lumière sur cette question générale. Cela laisse entendre que l'on pourrait s'appuyer sur des critères généraux ou des lignes directrices afin de définir le réseau routier

efficace, ce qui rend l'exercice moins spectaculaire qu'on pourrait le croire au départ.

Comme on pouvait s'y attendre, les études coûts-avantages révèlent que les avantages escomptés des investissements routiers sont étroitement liés au débit routier. Les avantages nets d'un investissement sont moindres lorsque le débit journalier moyen annuel (DJMA) est plus faible. Dans son analyse des études coûts-avantages antérieures, Blanchard (1996) constate que, effectivement, sur les autoroutes achalandées, tous les projets étaient avantageux par rapport aux coûts, alors que très peu de projets prévus pour les routes peu fréquentées affichent la même rentabilité. Par conséquent, il est raisonnable de se concentrer sur les routes à faible débit en vue de déterminer quels investissements routiers ne sont pas justifiés d'un point de vue économique, soit parce que la route ne peut pas produire des avantages nets positifs, soit parce qu'elle a été construite suivant une norme trop sévère.

Leore (1997) démontre que, à partir des données sur les autoroutes provinciales et territoriales, il est possible de dresser un tableau détaillé du réseau de routes et d'autoroutes du Canada qui renferme des renseignements sur le débit, la capacité et la qualité du revêtement de chacune. Si, par exemple, il est convenu que les routes ayant un DJMA de moins de 1 000 ne sont pas économiques, le nombre et l'emplacement des routes qui appartiennent à cette catégorie peuvent être établis. De même, on peut déterminer quels investissements routiers sont suspects si les études économiques arrivent à la conclusion que les autoroutes à quatre voies ne sont pas justifiées pour un débit donné ou qu'il n'est généralement pas économique d'opter pour le revêtement de gravier avec une route peu fréquentée.

Une analyse en trois étapes est proposée. La première étape consiste à passer en revue les évaluations des investissements routiers et à réaliser de nouvelles études afin de définir des critères pour déterminer lesquels d'entre eux sont discutables dans l'optique du rapport coûts-avantages. À la deuxième étape, on applique ces critères pour cerner les investissements qui seront exclus de l'évaluation du stock routier. La proportion du stock de capital représentée par ces investissements « non économiques » est estimée à la troisième étape. On dispose de l'information nécessaire à cette fin si l'estimation du stock de capital a été « construite » à partir des données disponibles sur l'envergure et les caractéristiques matérielles du réseau routier et les coûts de construction (voir la section précédente). On pourrait également utiliser les données sur les coûts tirées des analyses coûts-avantages qui ont servi à la définition des « critères

d'exclusion » pour produire des estimations pancanadiennes de la valeur de remplacement de certains actifs ou éléments d'actif.

Une telle analyse produit une approximation de la proportion du stock routier qui constitue un investissement justifiable dans l'intérêt public et qui doit être considérée comme un bien public plutôt qu'un bien dit de club. À partir de ces résultats, on peut rajuster les estimations du stock routier du Canada afin de dériver des estimations du coût de remplacement d'un réseau économiquement justifiable, lequel devrait être assumé par les usagers.

Estimation de la valeur des terrains

Dans les études antérieures, on a eu recours à différentes approches pour estimer la valeur des terrains routiers. Aux États-Unis, les estimations des dépenses en capital de la Federal Highway Administration et du Bureau of Economic Analysis englobent les terrains. Delucchi transforme ces estimations annuelles en estimations de la valeur du stock des terrains en utilisant le même facteur de mise à l'échelle que lors de l'estimation du stock de capital reproductible à partir des dépenses en capital. Pour les estimations relatives aux routes britanniques, Newbery (1988) s'appuie sur une étude antérieure laissant entendre que la valeur des terrains pourrait représenter approximativement 14 % de la valeur du capital reproductible[xi]. La valeur des terrains n'est pas incluse dans l'estimation de la valeur du réseau canadien de routes et d'autoroutes réalisée par Robertson, mais a été prise en compte dans l'estimation du capital routier produite par la Commission. On estime que, dans les années 1990, les 137 236 kilomètres d'autoroutes provinciales du Canada occupaient quelque 475 000 hectares, et que les terrains urbains représentaient environ 1 % de cette superficie. D'après la valeur moyenne des terres agricoles et le prix moyen des terrains non aménagés dans les régions urbaines, la valeur des terrains routiers s'établissait à 2,4 milliards de dollars en 1990[xii].

Pour obtenir une approximation de la valeur des terrains routiers, nous pourrions peut-être utiliser les estimations du capital routier reproductible et les données de diverses études sur la relation existant entre les terrains et les actifs routiers construits. Toutefois, il serait préférable de produire des estimations distinctes pour les grandes régions urbaines et rurales à partir de la superficie requise par le réseau routier et de la valeur des terrains. En général, l'évaluation foncière constitue la source d'information la plus détaillée et la plus fiable sur la valeur des terrains. Nous pourrions également, à l'instar de la Commission, obtenir le prix moyen des terres agricoles selon la province auprès de Statistique Canada,

estimer le prix des terrains urbains au moyen des données de la SCHL sur le prix des habitations neuves et rajuster la partie de l'estimation qui correspond aux terrains afin de dériver la valeur des terrains non aménagés. En utilisant les valeurs moyennes provinciales et municipales, par opposition au prix des terrains adjacents, la probabilité que l'évaluation des terrains routiers englobe l'impact de la route sur la valeur des terrains est plus faible.

À la section 4.2, nous avons soutenu que les terrains excédentaires ne devraient pas être inclus dans l'évaluation des terrains routiers. Pour savoir si cette affirmation est juste, il convient d'étudier en détail les terrains routiers situés dans les zones urbaines, où les terrains excédentaires suscitent le plus d'appréhension du fait qu'ils risquent de gonfler la valeur estimée des stocks routiers. Une étude sur la ville de Vancouver réalisée par KPMG Management Consulting (Levelton, 1994) fournit un élément de réponse à cet égard. Suivant la définition fournie par KPMG, la route de base a une largeur de 7 mètres. La superficie totale affectée aux routes a été estimée à partir des données municipales et provinciales. En utilisant les données provinciales avec les données sur la longueur du réseau routier, la firme d'experts-conseils a pu estimer les terrains excédentaires. D'après ses calculs, 28 188 hectares ont été affectés au réseau routier de Vancouver en 1991, et 72 % de cette superficie pouvait être considérée comme excédentaire. Suivant la méthode que nous avons proposée – qui n'est toutefois pas celle de KPMG^[xliii] - l'emprise routière, qui représente 28 % des terrains, serait évaluée au prix du marché et ajoutée à la valeur estimative des stocks routiers reproductibles.

5. RÉPARTITION DES COÛTS COMMUNS

5.1 Introduction

Dans les études sur les coûts routiers réalisées pour le compte de l'État, la répartition des coûts communs s'inscrit dans un processus qui débute avec l'estimation des dépenses routières et qui se poursuit avec l'imputation d'un maximum de coûts à court et à long termes aux catégories de véhicules en fonction de certains critères. À la troisième étape, on répartit les coûts restants, généralement au moyen d'une mesure globale de l'utilisation des routes. Lorsqu'elle est effectuée dans une optique économique ou efficiente, la répartition des coûts n'a pas le même sens ni le même objectif. Elle devient un sujet de préoccupation uniquement si l'on cherche à recouvrer les coûts et si la tarification fondée sur les coûts marginaux à court terme entraîne un manque à gagner. En pareil cas, il faut déterminer comment minimiser la perte de bien-être lorsque l'augmentation de la tarification de l'utilisation des routes est supérieure à son niveau efficient.

Les principales différences entre les deux méthodes sont décrites au tableau 6. Si les études sur la répartition des coûts ont été considérées comme une méthode de tarification de l'utilisation des routes fondée sur l'équité, les résultats ne sont pas forcément plus équitables que lorsque les coûts sont efficients [\[xliv\]](#). Par ailleurs, l'efficacité économique a pris beaucoup de place dans les études sur la répartition des coûts réalisées récemment par les administrations publiques, ce qui s'est traduit, dans certains cas, par le prolongement et l'amélioration de modèles d'établissement des coûts, de manière qu'ils puissent produire des estimations de la tarification efficiente de l'utilisation des routes.

Tableau 6. Établissement des coûts : équité ou efficience

	Répartition des coûts fondée sur l'équité	Répartition des coûts fondée sur l'efficience
Étape 1	Estimation des dépenses routières annuelles	Estimation des coûts économiques annuels, ce qui comprend le coût d'opportunité du capital
Étape 2	Répartition des coûts à court et à long termes entre les catégories de véhicules selon certains critères	Calcul de la tarification efficiente de l'utilisation des routes en fonction des coûts marginaux à court terme
Étape 3	Répartition des coûts restants en fonction d'une mesure globale de l'utilisation des routes	Affectation des coûts de manière à minimiser la perte de bien-être

5.2 Méthodes de répartition des coûts fondées sur l'équité

Pour comprendre la répartition des coûts communs, il convient de faire un survol de la méthode employée pour établir les coûts en fonction de l'équité. Les trois méthodes les plus acceptées sont décrites ci-après.

Établissement des coûts en fonction des avantages

Suivant cette méthode, les coûts routiers sont répartis en fonction des avantages dont jouissent les différentes catégories d'usagers. Ces avantages reposent sur des facteurs tels que les économies réalisées au chapitre de l'utilisation du véhicule, du temps de déplacement et des accidents. Cette méthode, qui a été abordée dans une étude américaine sur la répartition des coûts durant la période 1961-1965, était privilégiée par l'industrie du camionnage du fait qu'elle refilait aux automobilistes une part relativement élevée des coûts. Elle a été rejetée en raison de la difficulté d'estimer avec exactitude les avantages dont jouissent les usagers, car les résultats iraient à l'encontre du principe voulant que la tarification repose sur les coûts engendrés par les différentes catégories de véhicules.

Méthode incrémentale

La méthode incrémentale a été utilisée dans les études américaines sur la répartition des coûts qui ont été réalisées durant les années 1960 et 1970. On choisit une « autoroute de base », qui répond aux besoins d'un « véhicule de base », par exemple une automobile. Les coûts de ce système de base sont répartis entre les catégories de véhicules d'après le nombre de milles-véhicules parcourus. Toute augmentation incrémentale de la durabilité du revêtement ou des ponts, de la largeur des voies ou du nivellement qui est « occasionnée » par les véhicules plus gros ou plus lourds est attribuée à la catégorie de véhicules responsable. Le Congressional Budget Office (1979, p. 56) a critiqué cette approche, car elle permet aux camions de tirer parti des économies associées à l'augmentation de l'épaisseur du revêtement :

[TRADUCTION] Le test de l'AASHTO a révélé que (...) l'apport du dernier pouce de revêtement à la durabilité du revêtement dans son ensemble est beaucoup plus grand que le premier pouce. On peut établir un parallèle avec la vente à un cent : le premier flacon d'aspirine coûte 29 cents et le second, un cent. Lorsque la méthode du coût incrémental est employée, la route de base correspond au flacon à 29 cents et l'augmentation incrémentale attribuable aux camions, au flacon à un cent. Donc, tous les véhicules acquittent le coût de la route de base en fonction des essieux-milles, alors que les camions ne paient que le « flacon à prix d'aubaine ».

Le Congressional Budget Office a souligné que si les camions, par opposition aux voitures, étaient le véhicule de base, la totalité des coûts du revêtement leur seraient imputés. Les voitures assumeraient les coûts incrémentaux de l'adaptation à leurs besoins de la route de camionnage, qui sont presque nuls.

Dans le débat d'orientation qui a suivi, l'industrie du camionnage a soutenu que la méthode du coût incrémental était conforme à l'évolution historique : à l'origine, les routes ont été conçues pour les voitures et ont ensuite été modifiées pour les véhicules lourds. D'autres ont fait remarquer que les études sur la répartition des coûts présentaient des lacunes, non seulement en raison du traitement arbitraire du coût des revêtements, mais également parce qu'elles mettaient l'accent sur leur durabilité et négligeaient la question de la capacité. Comme Small, Winston et Evans l'ont démontré par la suite, le nombre de voies requises a une grande influence sur les coûts routiers.

Méthode fédérale

Cette méthode, qui a été présentée dans l'étude de 1982 sur la répartition des coûts aux États-Unis, a été reprise dans des études australiennes et britanniques subséquentes et a été améliorée dans l'étude américaine de 1997. Comme pour la méthode du coût incrémental, les coûts sont principalement répartis en fonction de la responsabilité. Cette méthode, qui s'applique aux coûts à court terme, est similaire à l'étape 2 de la méthode d'établissement des coûts reposant sur l'efficacité (voir le tableau 6). Cependant, à l'étape 2 de la méthode fédérale, les coûts à long terme sont également imputés dans la mesure où la responsabilité des coûts peut être établie.

Les études réalisées récemment sur la répartition des coûts ont tenu compte des critiques formulées par le Congressional Budget Office (1979). En effet, les auteurs ont imputé aux véhicules le coût de la détérioration du revêtement attribuable à la charge en fonction de la charge par essieu. Si les auteurs de certaines études ont eu recours à la CEES pour estimer la dégradation du revêtement dans certaines études, l'étude américaine de 1997 est fondée sur des modèles qui estiment l'apport de différentes catégories de véhicules à la détérioration du revêtement nécessitant des travaux d'entretien et de réparation. On a également tenu compte du coût de l'accroissement de la capacité du réseau routier. Dans l'étude américaine de 1997, on a utilisé un coût de base des installations et un coût supplémentaire qui reflète la nécessité d'accroître l'épaisseur du revêtement en fonction de la charge par essieu inhérent au débit routier futur. Si le coût supplémentaire est imputé à la lumière de la charge par essieu, le coût de base des installations est réparti en fonction des milles-véhicules parcourus (MVP) par un véhicule, pondérés par son coefficient d'équivalence en unités de voiture particulière. Une méthode similaire est utilisée pour l'imputation des coûts de construction de nouveaux ponts. D'autres coûts tels que le nivellement, l'écoulement des eaux et la largeur de la chaussée sont généralement imputés en fonction de l'impact des caractéristiques matérielles et fonctionnelles de différentes catégories de véhicule sur la conception des autoroutes.

Les auteurs des études ne traitent pas de la même façon les coûts qui ne sont pas imputables ou qui sont difficiles à imputer. Par exemple, dans l'étude de 1997 sur la répartition des coûts aux États-Unis, les coûts associés à la sécurité et à la gestion de la circulation sont principalement imputés en fonction des MVP pondérés par le coefficient d'équivalence en unités de voiture particulière, car on considère que ces coûts sont liés à la capacité. Cependant, dans l'étude sur les

véhicules lourds réalisée récemment par la National Road Transport Commission de l'Australie, le gros des dépenses relatives à la sécurité et à la mesure de la circulation sont réparties entre tous les véhicules sur la base des kilomètres-véhicules. Alors que la responsabilité de la plupart des coûts a pu être établie dans l'étude américaine, on trouve une importante catégorie de coûts non dissociables, répartis selon les kilomètres-véhicules, dans l'étude australienne.

Il est difficile de comparer les résultats des études sur la répartition des coûts, car les coûts ne sont pas définis exactement de la même façon, et les résultats finaux reflètent les différences entre les pays au chapitre du type de route, du débit routier et de l'éventail de véhicules qui empruntent les routes. Nix, Boucher et Hutchinson (1992) ont tenté de résoudre ces problèmes. Les résultats de leurs efforts sont présentés au tableau 7. Ils ont plus précisément essayé de déterminer comment les coûts seraient répartis au Canada si des méthodes quelque peu différentes (mais qui s'inspirent toutes de la méthode fédérale) étaient employées. Pour les calculs, les auteurs ont utilisé les coûts de l'ATC – après les avoir rajustés – et les statistiques des véhicules canadiens^[xliv]. Les méthodes reposent sur l'étude de 1982 sur la répartition des coûts aux États-Unis, sur l'étude de 1990 de la Inter-State Commission de l'Australie ainsi que sur l'étude de 1990-1991 du Department of Transport du Royaume-Uni.

Le tableau fait ressortir certaines différences entre les méthodes. Premièrement, les coûts totaux sont beaucoup plus bas avec la méthode américaine. La Federal Highway Administration s'intéresse aux dépenses fédérales; par conséquent, l'étude ne porte que sur la construction et les grands travaux d'entretien. L'administration et l'entretien financés intégralement par les États et les administrations locales ne sont pas pris en compte. Deuxièmement, les coûts imputés aux gros camions sont particulièrement élevés suivant la méthode britannique. Cela s'explique du fait que l'usure de la chaussée est presque exclusivement attribuable à la charge par essieu, l'impact du climat et du vieillissement étant ignoré. Troisièmement, les voitures assument une plus grande proportion des coûts avec la méthode australienne qu'avec les autres méthodes. Une part importante des coûts sont jugés non dissociables en Australie; comme ces coûts sont imputés en fonction des kilomètres-véhicules parcourus, la proportion des coûts imputés aux voitures est plus grande.

Tableau 7. Comparaison de méthodes de répartition des coûts au Canada

	Méthode américaine, 1982	Méthode britannique, 1990-1991	Méthode australienne, 1990
Coûts totaux (millions de \$ CA de 1989)	2 332,4	4 334,0	4 334,0
Coût au kilomètre (cents)			
Voitures	0,5	1,0	2,0
Camions légers	1,5	1,1	2,0
Camions lourds	7,5	16,5	9,0
Autobus	6,0	1,8	2,3
Motocyclettes, etc.	0,5	0,9	1,9
Autre	10,5	2,1	2,3

Source : Nix, Boucher et Hutchinson (1992)

Sujets de controverse

Les observateurs et les groupes qui seraient le plus touchés par la détermination des coûts dans l'optique de l'efficacité ont soulevé des objections. Nombre d'entre elles ont trait à l'estimation de la dégradation de la chaussée et ont été abordées à la section 3. Voici certaines des autres questions qui ont retenu l'attention :

- **Détermination des coûts routiers**

Des critiques ont été formulées à l'endroit de la méthode du financement par répartition qui, comme nous l'avons vu précédemment, impute les dépenses routières annuelles plutôt que le coût estimatif de la prestation des services infrastructurels aux usagers actuels. Dans les études américaines sur la répartition des coûts, l'analyse est encore plus restreinte du fait que les auteurs s'intéressent uniquement aux dépenses des programmes financées par le Federal Highway Trust Fund. Certains coûts inhérents à la prestation des services routiers ne sont pas à la charge de l'administration fédérale. En effet, d'après le tableau 7, une part importante des dépenses routières sont exclues de l'analyse avec la méthode américaine.

- **Imputation des coûts routiers aux véhicules lourds**

Les représentants de l'industrie du camionnage ont exprimé des réserves relativement à la méthode d'imputation des coûts aux véhicules lourds^[xiv]. Par exemple, ils font remarquer que les calculs des coûts fondés sur le poids nominal brut enregistré des véhicules sont erronés, car ils font abstraction des déplacements effectués sans chargement ou avec un chargement partiel. Certains véhicules tels que les camions-citernes ont la plupart du temps un poids représentant moins de la moitié de leur masse enregistrée. Les représentants de l'industrie soutiennent que la détermination des coûts routiers doit également tenir compte de la tendance des camions lourds à rouler principalement sur les routes inter-États rurales et les principales autoroutes. Ces camions fréquentent assez peu les routes urbaines et les routes secondaires coûteuses. De plus, l'industrie a remis en question la faisabilité de la taxe sur la masse et la distance à la lumière des résultats d'une étude sur la répartition des coûts. À son avis, de tels frais d'utilisation seraient très difficiles à administrer et à percevoir.

Les deux premières questions susmentionnées ont été abordées dans des études récentes sur la répartition des coûts. Dans l'étude américaine de 1997 et l'étude australienne de 1998, la responsabilité des coûts est analysée en fonction de la masse opérationnelle des véhicules. Dans l'étude américaine, on peut calculer les coûts des déplacements en tenant compte des caractéristiques des véhicules ainsi que des différences entre les diverses catégories de routes urbaines et rurales. La faisabilité administrative d'un tel système de tarification demeure discutable, mais son administration et sa mise en œuvre à relativement peu de frais sont beaucoup plus probables en raison des améliorations

apportées récemment aux technologies d'identification automatique des véhicules et de pesage en mouvement.

- **Importance des coûts non imputables**

Des voix se sont élevées contre la forte proportion de coûts qui ne peuvent pas être isolés, de même que contre ce qui a parfois été perçu comme des efforts coercitifs de réduction du nombre de coûts considérés comme non imputables. Dans la première étude sur la répartition des coûts au Canada, qui portait sur les coûts routiers enregistrés en 1968 en Ontario, Haritos (1973) s'est contenté d'utiliser deux séries d'hypothèses pour répartir les coûts du capital selon qu'ils étaient inévitables ou évitables^[xlvi]. Dans des études plus récentes, les coûts non isolables sont le fruit d'une analyse détaillée visant à mettre en relief les coûts qui varient selon l'utilisation des routes. En général, les résultats de cet exercice varient considérablement. Par exemple, Martin (1994) constate que, si seulement 18 % des dépenses engagées par l'Australie au chapitre de l'entretien, des ponts et des chaussées en 1992-1993 peuvent être isolées, ce pourcentage augmente si on utilise d'autres méthodes de répartition des coûts : il atteint 21 % avec la méthode de la Nouvelle-Zélande; 32 % avec celle de l'Afrique du Sud; 31 % avec la méthode britannique; 37 % avec celle des États-Unis. Dans l'étude réalisée récemment par la National Road Transport Commission, les coûts imputés représentent 41 % des coûts totaux, ce qui est bien en deçà du pourcentage américain et même du pourcentage figurant dans l'étude de 1982 sur la répartition des coûts aux États-Unis (53,3 %).

- **Traitement des coûts non imputables**

Aucune méthode ne s'impose pour l'affectation des coûts non imputables. Dans la plupart des études, les coûts non imputables sont répartis entre les catégories de véhicules uniquement en fonction des kilomètres/milles-véhicules parcourus. Cependant, dans l'étude de 1997 sur la répartition des coûts aux États-Unis, certains coûts communs tels que les coûts des installations de base associées aux nouveaux ponts et voies, sont imputés d'après les MVP pondérés par le coefficient d'équivalence en unités de voiture particulière. Une bonne part des améliorations apportées au réseau qui pourraient être considérées comme des coûts communs, mais qui peuvent également contribuer à réduire l'encombrement, sont également imputées de cette façon aux États-Unis. Nix, Boucher et Hutchinson (1992) ont produit des estimations pour le Canada en imputant les coûts communs sur la base des kilomètres-véhicules parcourus. Cependant, dans le rapport final de la Commission, les coûts communs sont répartis en fonction des kilomètres pondérés par le coefficient d'équivalence en unités de voiture particulière, de manière que les estimations soient

représentatives des coûts enregistrés à l'échelle du réseau. De telles conclusions sur l'imputation des coûts communs peuvent avoir une grande incidence sur la part des coûts assumés par différentes catégories d'utilisateurs. Par exemple, Nix estime que, en rajustant les résultats que lui et ses deux collègues ont obtenus, la Commission a majoré de 43 % les coûts routiers estimés pour le camion moyen [\[xlvi\]](#).

5.3 Méthodes de répartition des coûts fondées sur l'efficacité

Comme nous l'avons souligné ci-dessus, l'imputation des coûts joue un rôle moins important lorsque la méthode est fondée sur l'efficacité. Lorsque l'approche est fondée sur l'équité, elle vise à déterminer la part des coûts qui devrait revenir à l'utilisateur. En revanche, dans l'optique de l'efficacité, les frais imposés à l'utilisateur sont établis suivant des principes économiques; en pareil cas, l'imputation des coûts vise à déterminer si la tarification doit être rajustée afin que les recettes soient plus élevées. Cela s'avère nécessaire du fait que, à tout le moins dans certaines administrations, les frais d'utilisation établis d'après les coûts marginaux à court terme qui tiennent compte de l'encombrement n'engendreraient pas suffisamment de recettes pour recouvrer les coûts de la prestation des services infrastructurels aux utilisateurs actuels.

Si les méthodes de répartition des dépenses publiques analysées ci-dessus reposent sur les coûts, les deux principales méthodes de répartition économique, la tarification de Ramsey et la tarification binôme, sont fondées sur la demande. En vertu de la tarification de Ramsey, les recettes supplémentaires nécessaires au recouvrement des coûts sont perçues auprès des utilisateurs; le montant à percevoir est inversement proportionnel à l'élasticité de la demande par rapport au prix de l'utilisation des routes. En imposant la plus importante majoration aux segments de marché les moins sensibles au prix, la tarification de Ramsey minimise l'impact de l'augmentation des frais d'utilisation des routes au-delà de leur niveau économiquement optimal.

Le fait qu'il est difficile de produire des estimations robustes de l'élasticité de la demande pour différentes catégories d'utilisateurs peut entraver la mise en œuvre de la tarification de Ramsey. On a également reproché à cette méthode d'imputation des coûts de faire porter un fardeau trop lourd aux personnes à faible revenu. Les tenants de la méthode fondée sur l'efficacité rétorquent généralement que l'objectif de l'équité devrait être réalisé directement plutôt que

par l'entremise de la tarification. Toutefois, il est possible, comme l'ont démontré Diamond et Mirlees (1971), d'intégrer explicitement l'objectif de l'équité dans une méthode de répartition qui s'inspire de la tarification de Ramsey.

Avec la tarification binôme, des droits d'adhésion pour l'utilisation du réseau routier s'ajouteraient aux frais d'utilisation. Les droits d'accès fixes contribuent à combler le manque à gagner lorsque la tarification efficiente ne produit pas suffisamment de recettes. Si de tels frais peuvent dissuader des conducteurs d'utiliser le réseau routier, ils peuvent avoir moins d'impact que les solutions de rechange, notamment la tarification de Ramsey, qui supposent que toutes les recettes nécessaires sont perçues par la majoration des frais.

Dans le cadre d'un système de tarification binôme, les frais d'utilisation des routes pourraient être établis en fonction des coûts marginaux, des frais fixes étant exigés pour combler le manque à gagner. Pour recouvrer les coûts, on pourrait également jumeler les droits d'accès fixes à une majoration des frais d'utilisation s'inspirant de la méthode de Ramsey. On devrait privilégier la méthode qui minimise la perte de bien-être engendrée par l'augmentation des prix au-delà du niveau économiquement optimal. Train (1991) a déterminé que l'option de « second rang », les droits d'accès et les frais d'utilisation, serait conforme à la règle suivante :

$$Pa - MCa / Pa * (ea-eua) = Pu - MCu / Pu * (eu-eau)$$

où,

Pa = Droits d'accès

MCa = Coûts marginaux d'accès

Pu = Frais d'utilisation des routes

MCu = Coûts marginaux d'utilisation des routes

ea = Élasticité de la demande d'accès

eua = Élasticité croisée de la demande d'utilisation avec les droits d'accès

eu = Élasticité de la demande d'utilisation

eau = Élasticité croisée de la demande d'accès avec les frais d'utilisation

Par conséquent, avec un système de tarification de second rang, le pourcentage d'augmentation des droits d'accès au-delà des coûts marginaux d'accès, multiplié par l'élasticité « nette » des droits d'accès, serait égal au pourcentage de majoration des frais d'utilisation, multiplié par l'élasticité nette de la demande d'utilisation. Si les usagers des routes sont relativement insensibles à l'imposition des droits d'accès, l'élasticité nette de l'accès est très faible; la quasi-totalité, voire la totalité des recettes supplémentaires nécessaires au recouvrement des coûts seraient produites grâce aux droits d'accès. En revanche, si la demande d'accès est très sensible au prix, les droits d'accès jouent un rôle modeste à cet égard.

Les droits d'accès, par exemple les frais d'obtention du permis de conduire et d'immatriculation des véhicules, sont assortis de faibles coûts d'administration, qui les rendent encore plus attrayants par rapport aux frais d'utilisation. Cependant, leur impact sur certains usagers sensibles au prix peut être très spectaculaire. Alors qu'une augmentation des frais d'utilisation peut amener les consommateurs sensibles au prix à moins emprunter les routes, une forte hausse des droits d'utilisation peut amener certains consommateurs à ne pas utiliser le réseau routier. Par conséquent, suivant la règle susmentionnée, les droits d'accès seraient suffisamment bas pour ne pas avoir un impact marqué sur le comportement des consommateurs. Toutefois, les droits d'accès pourront vraisemblablement être augmentés davantage avec certaines catégories d'usagers (les utilisateurs de véhicules lourds) que d'autres (les automobilistes). Une méthode d'imputation des coûts fondée sur l'efficacité est susceptible de combiner les augmentations des droits d'accès et les majorations des frais d'utilisation « à la Ramsey », et l'importance de ces solutions de rechange peut varier considérablement selon la catégorie d'usagers.

6. CONCLUSION

Si des progrès ont été réalisés, il y a encore des obstacles de taille à surmonter en vue de produire des mesures fiables des coûts de l'usure des routes et du capital routier. Des problèmes conceptuels et analytiques, ainsi que des problèmes de données, viennent compliquer l'estimation des coûts totaux d'infrastructures et le calcul de la tarification efficiente de l'utilisation des routes. Les pays qui ont réalisé des études sur la répartition des coûts n'ont pas encore trouvé de solution à ces problèmes, bien que la présente étude permette de tirer des leçons à cet égard.

Certains des problèmes analytiques les plus épineux sont associés à l'élaboration de modèles pouvant fournir des estimations fiables de la dégradation des chaussées attribuable à différentes catégories de véhicules. Pour calculer les coûts marginaux nécessaires à la tarification efficiente, il convient d'isoler l'impact de la charge des véhicules des autres causes de la détérioration des routes, tout particulièrement le climat et le vieillissement. On doit utiliser différents modèles pour tenir compte de la réaction de divers types de routes revêtues et non revêtues. D'après des calculs préliminaires effectués à partir d'un modèle ontarien, les coûts marginaux selon le type de charge qui sont associés à des chaussées conçues pour un grand débit routier sont très faibles et sont bien inférieurs à ce qui a été estimé aux États-Unis. Cette question devra toutefois être approfondie dans d'autres études. Bien que les résultats des études américaines ne s'appliquent pas chez nous, les chercheurs canadiens peuvent tirer parti du système complexe de modélisation routière et de collecte de données que le Department of Transport des États-Unis utilise pour estimer la détérioration des chaussées imputable à différentes catégories d'usagers.

Dans les études sur la répartition des coûts, les coûts de la prestation des services routiers sont généralement mesurés au moyen des dépenses publiques en capital et de fonctionnement. Il conviendrait plutôt de recourir à des mesures qui reflètent les coûts économiques des services consommés par les usagers actuels du réseau routier. Une mesure appropriée des coûts de l'usure et de la détérioration des routes nous renseignerait sur la part des coûts d'entretien et de réfection essentiels pendant la durée d'utilisation, qui devrait être assumée par les usagers actuels; par dépenses « essentielles », on entend celles qui doivent être engagées afin que les routes respectent un seuil de performance

acceptable. L'autre élément clé de l'estimation des coûts économiques est la mesure du coût d'opportunité du capital investi dans le réseau routier.

Dans le présent document, nous avons soutenu que le coût d'opportunité du capital devrait être calculé en fonction du coût de remplacement d'un réseau routier efficient. Ainsi, les usagers des routes seraient sensiblement dans la même situation que les utilisateurs du réseau de transport ferroviaire : les tarifs-marchandises qu'ils acquittent tiennent compte des coûts engagés par les transporteurs ferroviaires pour entretenir une infrastructure rationalisée. En vertu de la méthode proposée, les investissements antérieurs effectués pour des raisons politiques ou dans une optique de répartition ou de développement du pays seraient exclus du calcul du coût du capital visant à déterminer si les routes sont financées par ceux qui l'utilisent. Si ces coûts doivent être constatés, ils devraient également être assumés par tous les contribuables. De plus, l'estimation du stock de capital devrait tenir compte de la valeur de remplacement des terrains qui forment l'emprise de base.

Afin d'utiliser la méthode proposée, il importe avant tout de s'attaquer à des problèmes épineux, qui ne sont cependant pas insolubles. Mentionnons notamment la production d'une estimation fiable de la valeur globale du stock routier du Canada. Statistique Canada peut fournir une estimation du capital routier reproductible, mais celui-ci repose sur les résultats de son enquête générale sur les investissements, ainsi que sur des hypothèses générales. Il serait souhaitable de « construire » une estimation du stock routier à partir de données détaillées sur l'envergure et les caractéristiques matérielles du réseau et des coûts de construction. On ajouterait la valeur estimative au marché des terrains routiers essentiels à cette estimation du capital reproductible afin d'obtenir une mesure globale des actifs routiers.

Les études sur la répartition des coûts ont déployé des efforts considérables afin d'établir les coûts attribuables aux différentes catégories d'usagers. Cette méthode fondée sur la responsabilité des coûts est largement répandue, bien que son application varie beaucoup d'un pays à l'autre. Toutefois, d'un point de vue économique, la répartition des coûts revêt de l'importance si l'on cherche à les recouvrer et si la tarification fondée sur les coûts marginaux à court terme se traduit par un manque à gagner. On doit alors déterminer quelle combinaison de droits d'accès et de frais d'utilisation « à la Ramsey » minimisera la perte de bien-être advenant que les tarifs sont majorés au-delà de leur niveau efficient.

Références

Alam, M., A. Clayton et F. Nix (1997), « Pavement Deterioration and Truck Loads in Winnipeg », actes de la Conférence annuelle du Groupe de recherche sur les transports au Canada.

Barton, R. (1998), « Grain Truck Haul and Saskatchewan Roads », rapport présenté à Saskatchewan Highways and Transportation, septembre.

Baumol, W.J. (2000), « Public Interest Standards for Canadian Rail Rate Regulation: Differential Prices, Access and Price Ceilings », déclaration faite dans le cadre de l'Examen de la Loi sur les transports au Canada, 6 octobre.

Baumol, W.J. et D.F. Bradford (1970), « Optimal Departures from Marginal Cost Pricing », *American Economic Review*, V. 60, juin.

Bell, M.E et T.J. McGuire (1997), *Macroeconomic Analysis of the Linkages Between Transportation Investments and Economic Performance*, NCHRP Report 389. Washington: National Academy Press.

Blanchard, G. (1996), « Analyse avantages-coûts de projets routiers: examen des résultats », Groupe des politiques, Transports Canada.

Blanchard G., S. Richardson et S. Alavi (1996), « Dépenses relatives à l'infrastructure routière, taxes sur l'essence et recettes routières au Canada », Transports Canada, Direction générale de l'analyse économique, TP 12975F, juin.

Boucher, M. (1996), « Highway Costs and Revenues in Quebec: Evidence and Analysis », actes de la Conférence annuelle du Groupe de recherche sur les transports au Canada.

Boucher M. et F. Nix (1995), « Road Costs and Marginal Cost Pricing », actes de la Conférence annuelle du Groupe de recherche sur les transports au Canada.

Braeutigam, R. (1979), « Optimal Pricing with Intermodal Competition », American Economic Review, V.69, mars.

Conférence européenne des ministres des Transports, Des transports efficaces pour l'Europe: politiques pour l'internalisation des coûts externes, CEMT/OCDE, 1998.

Congressional Budget Office (1992), Paying for Highways, Airways and Waterways: How Can Users Be Charged?. Washington: U.S. Government Printing Office, mai.

Congressional Budget Office (1979), Guidelines For A Study of Highway Cost Allocation. Washington: CBO, février.

Delucchi, M.A. (1998a), « The Annualized Social Costs of Motor-Vehicle Use in the U.S., 1990-91: Summary of Theory, Data, Methods and Results », Institute of Transportation Studies, University of California, UCD-ITS-RR-96-3(1), juin.

Delucchi, M.A. (1998b), « Motor-Vehicle Infrastructure and Services provided by the Public Sector », Institute of Transportation Studies, University of California, UCD-ITS-RR-96-3 (7), mai.

Diamond, P.A. et J.A. Mirrlees (1971), « Optimal Taxation and Public Production, 1: Productive Efficiency », *American Economic Review*, Vol. 61.

Faucett, J. et R.C. Scheppach, (1974) *Capital Stock Measures for Transportation: A Study in Five Volumes*, rapport présenté au Department of Transportation des États-Unis, décembre.

Fraumeni, B.M. (1999), *Productive Highway Capital Stock Measures*, rapport rédigé en sous-traitance par le Battelle Memorial Institute pour la Federal Highway Administration des États-Unis, janvier.

Gaudry, M., S. Mallet et C. Marullo (1997), « BRQ-1: Un premier bilan intégré des coûts et revenus du réseau routier au Québec et du transport public de la grande région de Montréal », CRT -96-43, Université de Montréal.

General Accounting Office (1994), « Highway User Fees: Updated Data Needed to Determine Whether All Users Pay their Fair Share », GAO/RCED -94-181.

Gillen D. et T.H. Oum (1992), « La politique sur l'infrastructure des transports: la tarification, les investissements et le recouvrement des coûts » dans *Directions: le rapport final de la Commission royale sur le transport des voyageurs au Canada*, Volume 3. Ottawa: La Commission.

Gomez-Ibanez, J. (1997), « Estimating Whether Transport Users Pay their Way: The State of the Art », dans *The Full Costs and Benefits of Transportation*, publié sous la direction de Greene, Jones et Delucchi. Berlin: Springer-Verlag.

Greene, D.L. et D.W. Jones (1997), « The Full Costs and Benefits of Transportation: Conceptual and Theoretical Issues » dans *The Full Costs and Benefits of Transportation*, publié sous la direction de Greene, Jones et Delucchi. Berlin: Springer-Verlag.

Hajek, J., S. Tighe et B. Hutchinson (1998), « An Economic Life-Cycle Evaluation of Pavement Damage Associated with Trucks: An Ontario Study », communication présentée lors de la Conférence de 1998 de l'Association des transports du Canada, Regina (Saskatchewan).

Hutchinson, B., F. Nix et R. Haas (1994), Optimality of Highway Pavement Strategies in Canada, Transportation Research Record 1455. Washington: TRB.

Lall, A. (1992), « Coût de l'infrastructure des transports au Canada » dans Directions: le rapport final de la Commission royale sur le transport des voyageurs au Canada, Volume 4. Ottawa: La Commission.

Leore, Bob (1997), « The State of the Canadian Intercity Highway System, 1986-93 », actes de la Conférence annuelle du Groupe de recherche sur les transports au Canada.

Levelton W.P. (1994), « The Full Costs of Transporting People in the Greater Vancouver Region », actes de la Conférence annuelle du Groupe de recherche sur les transports au Canada.

Litman, T. (1994), Transportation Cost Analysis: Techniques, Estimates and Implications. Victoria (C.-B.) : Litman.

Martin, T. (2001), The Effect of Climate on the Cost of Road Maintenance in Australia, Australian Road Research Board Ltd., Research Report, ARR No.353.

Martin, T. (1994), Estimating Australia's Attributable Road Track Costs, Australian Road Research Board Ltd., Research Report, ARR No.254.

Miller, P. et J. Moffet (1993), *The Price of Mobility: Uncovering the Hidden Cost of Transportation*. New York: National Resources Defense Council.

National Road Transport Commission (1998), *Updating Heavy Vehicles: Technical Report*. Melbourne, Australie.

Newbery, D.M. (1995), « Royal Commission Report on Transport and the Environment - Economic Effects of Recommendations », *The Economic Journal*, V. 105, septembre.

Newbery, D.M. (1990), « Pricing and Congestion: Economic Principles Relevant to Pricing Roads », *Oxford Review of Economic Policy*, V. 6, été.

Newbery, D.M. (1988), « Road User Charges in Britain », *The Economic Journal*, V. 98 (Conference 1988).

Nix, F., M. Boucher et B. Hutchinson (1992), « Le coût du réseau routier » dans *Directions: le rapport final de la Commission royale sur le transport des voyageurs au Canada, Volume 4*. Ottawa : La Commission.

Quinet, E. (1994), « Les coûts sociaux des transports: évaluation et liens avec les politiques d'internalisation » dans *Internaliser les coûts sociaux des transports*. Paris: Conférence européenne des ministres des transports.

Richardson, S. (1996), « Évaluation du réseau canadien de routes et d'autoroutes », *Transports Canada, rapport TP 12794F*, juin.

Rothengatter, W. (1994), « Obstacles à l'utilisation des instruments économiques dans la politique des transports » dans *Internaliser les coûts sociaux des transports*. Paris: Conférence européenne des ministres des transports.

Rothengatter, W. (1991), « Infrastructure Pricing, Cost Allocation and Investment in Europe », communication présentée lors d'un séminaire technique de la Commission royale sur le transport des voyageurs au Canada, Ottawa, 26 et 27 septembre.

Small, K.A, C. Winston et C.A. Evans (1989), Road Work: A New Highway Pricing and Investment Policy. Washington, D.C.: The Brookings Institution.

Sparks, G.A., C. Berthelot et P. Christensen (2000), « Multiple Objectives: Agency Cost vs Level of Service on Northern Low Volume Highways », actes de la Conférence annuelle du Groupe de recherche sur les transports au Canada.

Train, K. (1991), In Pursuit of Optimal Regulation: The Economic Theory of Natural Monopoly. Cambridge, Mass.: The MIT Press.

Transportation Research Board (1996), Paying Our Way: Estimating Marginal Social Costs of Freight Transportation, rapport du Committee for Study of Public Policy for Surface Transportation. Washington, D.C.: National Academy Press.

Tretheway, M. (2001), « Airport Ownership, Management and Price Regulation », communication rédigée pour le Groupe de recherches sur les transports au Canada, mars.

U.K. Department of Transport (1990), The Allocation of Track Costs, 1990/91, Londres.

U.K. Department of Transport (1968), Road Track Costs. Londres: Her Majesty's Stationery Office.

U.S. Department of Transportation (2000), Comprehensive Truck Size and Weight Study, Volume 1, Volume 2 (chapitre 6) et Volume 3 (chapitre V). Washington, D.C.

U.S. Department of Transportation (1997), 1997 Federal Highway Cost Allocation Study, Washington, D.C.

Vitaliano, D.F et J. Held (1990), « Marginal Cost Road Damage User Charges", Quarterly Review of Economics and Business, Vol. 30, été.

Notes en fin d'ouvrage

[i] Voir, par exemple, Conférence européenne des ministres des transports (1998).

[ii] Les études sur la répartition des coûts routiers aux États-Unis remontent à 1956, lorsque le Congrès a créé le Highway Trust Fund afin de financer les dépenses routières de l'administration fédérale et a adopté une politique de répartition équitable des taxes routières entre les diverses catégories d'usagers.

[iii] Cependant, les automobilistes assurés peuvent également imposer des externalités à la société. Les coûts psychologiques, que Delucchi classe parmi les externalités non monétaires, arrivent sans doute au premier rang.

[iv] Ces coûts sont constitués des éléments (3), (4), (50) et (6) du tableau 1.

[v] De même, les estimations du débit routier qui sont erronées ou qui reposent sur des frais d'utilisation inadéquats peuvent influencer sur les décisions d'investissement.

[vi] Les coûts de la pollution atmosphérique ont été exclus de l'étude de 1987; cependant, d'après l'estimation présentée dans une mise à jour publiée en 2000, ils se situeraient entre 30 et 349 milliards de dollars.

[vii] On a analysé les coûts de l'encombrement chronique et des retards additionnels causés par des incidents tels que les collisions et les véhicules en panne.

[viii] Les coûts de la consommation de carburant sont des coûts sociaux à l'exclusion des dépenses des utilisateurs de véhicules. On les a inclus, car on croit que le prix au marché du carburant ne reflète pas parfaitement le coût que l'économie doit supporter lorsque l'offre de carburant est perturbée.

[ix] Si l'on doit encourager les camionneurs à répartir la charge entre un plus grand nombre d'essieux afin de réduire la détérioration de la chaussée, une augmentation de la taxe sur le carburant milite en faveur des camions ayant un moteur moins puissant et moins gourmand. Ces questions sont abordées à la section 3 de l'étude.

[x] Dans une étude réalisée en 1994, le General Accounting Office des États-Unis a constaté que seulement cinq États imposaient toujours des frais aux camions lourds en fonction de la masse et de la distance. Trois États (le Wyoming, le Colorado et l'Ohio) ont abandonné cette pratique en raison des frais d'administration élevés ou de l'évasion fiscale généralisée. Le Wyoming et le

Colorado ont estimé que les frais d'administration grugeaient environ 20 % des recettes.

[xi] Bien que l'on fasse mention des non-usagers, cette question vise tous ceux qui jouissent d'avantages largement supérieurs aux gains que leur procure l'utilisation du réseau routier.

[xii] Les biens publics purs ont deux caractéristiques : la consommation du bien par une personne ne réduit pas la part offerte aux autres consommateurs; il est très difficile ou coûteux d'empêcher la consommation de ces biens. Cependant, l'accès contrôlé à certains tronçons routiers est possible, et l'utilisation de la route par une personne influe sur la « consommation » des autres si la route est encombrée.

[xiii] Voir Greene et Jones (1997)

[xiv] D'après les calculs effectués pour les climats tempérés assortis de périodes de gel dans William Paterson, *Road Deterioration and Maintenance Effects* (Washington, D.C. : Banque mondiale. 1987).

[xv] Le modèle évalue les types de dégradation suivants pour les revêtements souples : (1) diminution de la cote PSR (indice de l'état de service de la chaussée) attribuable à la circulation; (2) diminution de la cote PSR attribuable à l'argile gonflante; (3) fissuration par fatigue; (4) fissuration thermique; (5) formation d'ornières; (6) diminution de la résistance au glissement.

[xvi] Department of Transportation des États-Unis (2000)

[xvii] Dans le cas des revêtements à membrane mince, une mince couche de gravier et un liant bitumineux sont placés directement sur le sol de plate-forme.

[xviii] Sparks, Berthelot et Christensen (2000) abordent cette question et analysent les possibilités d'amélioration de la qualité des routes.

[xix] Alors que Vitaliano et Held imputent la moitié de l'impact aux facteurs environnementaux, Newbery présume que la proportion s'établit plutôt à 40 %. Ces auteurs se fondent sur l'étude de la Banque mondiale mentionnée à la note 14.

[xx] Cette section repose principalement sur les données du Department of Transportation des États-Unis (2000).

[xxi] L'écartement d'essieux n'a pas les mêmes répercussions sur les chaussées rigides. D'après les données probantes, l'écartement d'essieux peut atténuer la détérioration sur de courtes distances.

[xxii] Cependant, on ne pourra tirer parti des avantages des pneus jumelés s'ils n'ont pas été bien entretenus, ce qui entraîne un déséquilibre des charges.

[xxiii] Voir Nix, Boucher et Hutchinson (1992)

[xxiv] Nix, Boucher et Hutchinson répartissent ces coûts en fonctions des kilomètres-véhicules parcourus.

[xxv] Le taux d'intérêt utilisé pour calculer le coût du capital peut tenir compte comme il se doit de l'augmentation du coût de remplacement. Cependant, les coûts peuvent également augmenter en raison de l'utilisation de matériaux de meilleure qualité qui sont plus coûteux.

[xxvi] L'accord sur les véhicules lourds est intervenu lors d'une réunion sur le transport routier de représentants des États, dans le cadre de la conférence spéciale des premiers ministres de 1991.

[xxvii] Delucchi intègre une estimation du coût des terrains à ses calculs du coût annualisé du capital investi dans les actifs routiers remplaçables. Ce coût annualisé est estimé comme suit :

$$ACC = NRV * i / 1 - (1 + i)^{-t}$$

où :

ACC = Annuité qui fait en sorte que la valeur actualisée des paiements à la fin de chaque année est égale à la valeur de remplacement nette du capital au début de la première période

NRV = Valeur de remplacement du stock de capital

i = Taux d'actualisation

t = Durée d'utilisation du capital

La valeur de récupération du stock de capital devrait être déduite dans le calcul du coût, mais Delucchi présume qu'elle est nulle.

[xxviii] Gomez-Ibanez considère qu'il s'agit d'une lacune des estimations des coûts routiers de Litman (1994) et de Miller et Moffet (1993).

[xxix] Voir Rothengatter (1991)

[xxx] Toutefois, un investissement peut produire des avantages nets même si on ne peut pas recouvrer intégralement les coûts auprès des usagers. Les décisions d'investissement ne peuvent pas reposer uniquement sur la suffisance des revenus.

[xxxi] D'après Braeutigam (1979)

[xxxii] Le loyer est négatif lorsque l'aide financière de l'État est supérieure au loyer annuel payé par les autorités aéroportuaires.

[xxxiii] Voir Quinet (1994)

[xxxiv] Voir, par exemple, Tretheway (2001)

[xxxv] Cependant, Richardson (1996) ne fournit qu'une estimation agrégée du stock de capital routier.

[xxxvi] Certains des renseignements exigés ont été utilisés dans l'élaboration des modèles analysés à la section 3 de l'étude.

[xxxvii] Richardson présume que les coûts unitaires de construction sont 50 % plus élevés pour le Réseau routier national que pour l'ensemble du réseau; par contre, on devrait pouvoir obtenir des données précises sur les écarts de coûts de construction, qui s'expliquent par des différences liées aux matériaux, à la conception et à l'emplacement.

[xxxviii] L'impact des différents modèles d'amortissement économique est illustré dans le tableau suivant. Le tableau indique le pourcentage d'un investissement initial qui demeure dans le stock de capital de richesse selon l'hypothèse d'amortissement qui est appliquée à un actif ayant une durée d'utilisation de 10 ans. les calculs sont fondés sur un taux d'actualisation de 4 %. Le tableau est tiré de Fraumeni (1999).

Âge	Rectangulaire	Hyperbolique de .9	Uniforme	Géométrique
0	100,0	100,0	100,0	100,0
1	91,7	90,1	82,9	80,0
2	83,1	79,9	67,1	64,0
3	74,2	69,5	52,9	51,2
4	64,8	59,0	40,2	41,0
5	55,1	48,2	29,1	32,8
6	44,9	37,4	19,6	26,2
7	34,4	26,8	11,9	21,0
8	23,4	16,5	6,1	16,8
9	11,9	7,9	2,0	10,7
10	0,0	0,0	0,0	0,0

[xxxix] On a généralement recours à l'exemple de l'ampoule électrique pour expliquer la différence entre les deux concepts de stock de capital. Une ampoule électrique a une durée d'utilisation de 12 mois, et l'intensité de l'éclairage est constante durant cette période. Après six mois, l'ampoule est productive à 100 %, mais sa valeur au marché n'est plus que la moitié du prix d'achat. À ce stade, le stock de capital productif représente deux fois le stock de capital de richesse.

[xl] Newbery se fonde sur A.R. Prest, « Some Aspects of Road Finance in The U.K. ». Manchester School of Economics and Social Studies, V. 31, no3, septembre 1963.

[xli] Directions, Volume 2, 155-161.

[xl ii] Pour une raison inconnue, KPMG prend une direction opposée, définissant les terrains routiers comme la valeur annualisée des terrains utilisés pour les routes, au-delà de ce que requiert un réseau de transport de base.

[xl iii] Les deux méthodes font cependant appel à des concepts d'équité différents. Avec une méthode fondée sur l'efficacité, on cherche avant tout à maximiser le bien-être général, pour ensuite affecter directement des fonds à la réalisation d'objectifs d'équité bien précis.

[xl iv] En appliquant la méthode américaine aux coûts des revêtements, il a fallu adopter les ratios des coûts américains et, par conséquent, présumer que les caractéristiques du parc de véhicules étaient sensiblement les mêmes des deux côtés de la frontière. On a pris ce raccourci, car les modèles de détérioration utilisés par la Federal Highway Administration pour répartir les coûts des revêtements ne pouvaient pas être reproduits.

[xl v] Voir GAO (1994).

[xl vi] Haritos présume que (1) les coûts du capital sont inévitables; (2) que les deux tiers de ces coûts sont inévitables. Les deux hypothèses débouchent sur des conclusions très différentes quant à la relation entre les taxes sur le camionnage et les coûts imputés.

[xl vii] Nix, Weight-Distance Taxes, rapport établi pour le compte de l'Alliance canadienne du camionnage, novembre 2001.