



Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service de l'aménagement des
infrastructures et de l'environnement

Septembre 1998

173

DA18

Déviations de la route 117 sur le territoire
de la municipalité de L'Annonciation

L'Annonciation

6211-06-0H5

GESTION DES CORRIDORS ROUTIERS

Méthode d'évaluation des impacts d'un contournement d'agglomération



Direction de la mobilité en transport

CANQ
TR
PST
MT
101
V. 2

Ludovic PICARD

Élève ingénieur de l'École Nationale des Travaux Publics de l'État
Stagiaire au Ministère des Transports du Québec

Méthode d'évaluation des impacts d'un contournement d'agglomération

Sommaire

Introduction.....	3
I/Définition du cadre de travail.....	4
II/ Estimation des impacts sur les usagers.....	6
II.1/ Situation observée.....	6
II.1.1/ Données utiles.....	6
II.1.2/ Monétarisation.....	9
II.1.3/ Difficultés particulières.....	13
II.2/ Situation sans la mise en place de la déviation.....	15
II.2.1/ Évolution de la densité d'accès.....	16
II.2.2/ Estimation de la vitesse moyenne.....	17
II.2.3/ Estimation des trafics.....	18
II.3/ Méthode de la situation initiale.....	18
III/ Estimation des impacts sur la sécurité.....	18
III.1/ Recueil de données.....	18
III.2/ Élaboration du scénario de référence.....	19
III.3/ Monétarisation.....	21
III.4/ Méthode de la situation initiale.....	21
IV/ Impacts environnementaux.....	22
IV.1/ Le bruit.....	22

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
DIRECTION DE L'OBSERVATOIRE EN TRANSPORT
SERVICE DE L'ANALYSE ET DE LA DOCUMENTATION
35, rue de Port Royal Est, 3^e étage
Montréal (Québec) H3L 3T7

IV.2/ Pollution atmosphérique	23
IV.2.1/ Émission de gaz polluants	23
IV.2.2/ Effet de serre	24
IV.2.3/ Monétarisation	25
IV.2.4/ Évolution au cours du temps	27
V/ Impacts socio-économiques	28
V.1/ Évolution de la structure urbaine	29
V.2/ Impacts sur les entreprises	30
V.2.1/ État des connaissances	30
V.2.2/ Différentes méthodes d'évaluation	31
V.2.3/ Impacts macro-économiques	35
V.3/ Impact sur les valeurs foncières	37
V.3.1/ Généralités	37
V.3.2/ Recueil de données	38
V.3.3/ Méthode d'évaluation	38
Conclusion	39

Introduction

Cette étude a pour objet l'estimation des effets de la construction d'une déviation d'une agglomération à la fois en termes de niveau de service sur l'itinéraire concerné et sur le développement économique au plan local. L'objectif principal d'une déviation est de séparer le trafic de transit (c'est-à-dire l'ensemble des déplacements n'ayant aucune extrémité à l'intérieur de la ville) du trafic d'échange (exactement une extrémité dans la ville) ou local (les deux extrémités du trajet sont à l'intérieur de la ville) et par là-même de permettre aux deux types d'usagers de circuler dans des conditions accrues de confort (vitesse) et de sécurité. En réduisant le trafic à l'intérieur de la ville, on diminue également les nuisances (bruit, pollution) qui lui sont liées et on améliore la qualité de vie des habitants.

Mais les effets de la mise en place d'un contournement ne s'arrêtent pas là car la modification des flux de circulation et des conditions d'accessibilité aux différentes zones de la ville contournée ou d'autres villes qui en résultent joue un rôle décisif dans le processus de localisation des agents économiques. Il s'ensuit un véritable bouleversement dans l'évolution de la structure urbaine.

En effet, une déviation, par la force d'attraction quasi-gravitationnelle qu'elle exerce sur les activités à caractère industriel ou commercial, peut si l'on n'y prend garde, voir ses abords s'urbaniser de façon dense et de fait devenir une traverse d'agglomération alors qu'elle devait la contourner. Le problème initial se trouve donc à nouveau posé puisque les conditions de fluidité et de sécurité de la circulation se seront considérablement dégradées par rapport aux objectifs qu'on s'était fixés. Il est alors nécessaire d'envisager un nouvel investissement afin de rejeter encore plus loin le trafic de transit. En résumé, on peut dire que la construction d'une déviation a un impact sur les flux de trafic, qui a une influence sur la localisation des activités économiques, qui modifie la fluidité et la sécurité du trafic, ce qui rend nécessaire la construction d'une nouvelle déviation.

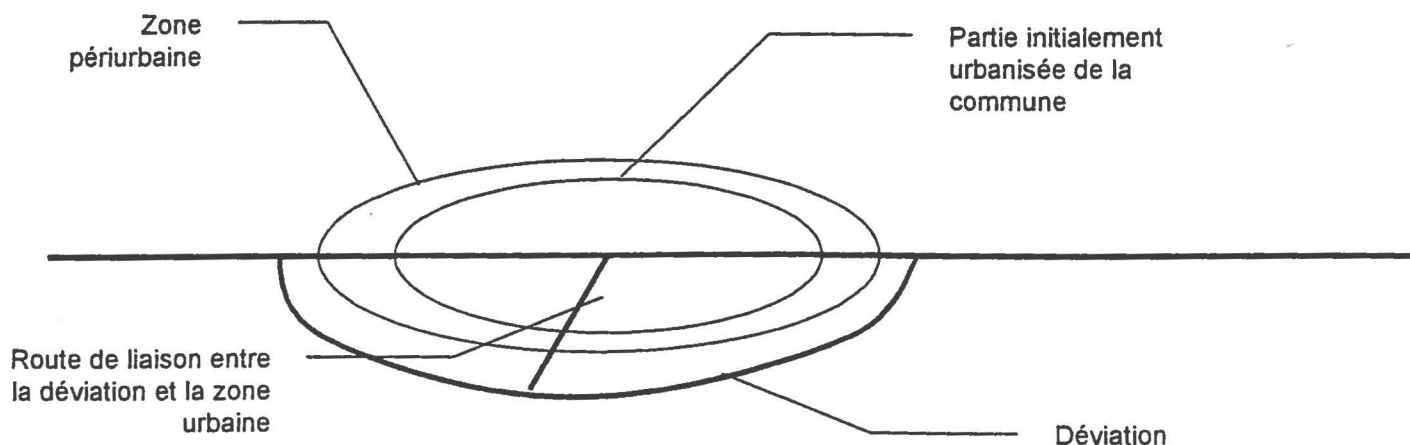
Arrivé à ce stade du processus, on peut se dire que l'investissement initial consenti par les pouvoirs publics a été totalement perdu puisque les gains socio-économiques (gains de temps, amélioration de la sécurité routière, diminution des nuisances) escomptés au départ auront été bien moindres. Cependant, si dans l'intervalle la commune contournée a bénéficié d'une véritable revitalisation, alors la rentabilité socio-économique de la déviation est peut être quand même au rendez-vous.

Aussi, ces deux derniers points, à savoir l'efficacité de la route en termes de trafic, de sécurité, de diminution des nuisances et ses impacts sur l'économie au niveau local ou régional, méritent qu'on en fasse une estimation aussi précise que possible afin de pouvoir les mettre en balance avec l'investissement réalisé. La difficulté principale réside dans le fait qu'il faut donc essayer de savoir comment auraient évolué les choses en cas d'inaction de la part des autorités de transport (i.e. sans déviation). C'est l'objet de ce rapport que de proposer une méthode permettant d'évaluer a posteriori la rentabilité socio-économique de la construction d'une déviation.

Après avoir précisé le cadre et les hypothèses de base de notre étude, nous parlerons des aspects liés au trafic (gains de temps, sécurité, nuisances) qui sont les variables dont les facteurs d'influence sont les plus facilement identifiables. Par la suite, nous tenterons d'évaluer les impacts sur les activités industrielle et commerciale. Cette dernière partie est de loin la plus délicate puisque nous verrons que bien d'autres paramètres que le système de transport entrent en jeux.

I/ Définition du cadre de travail

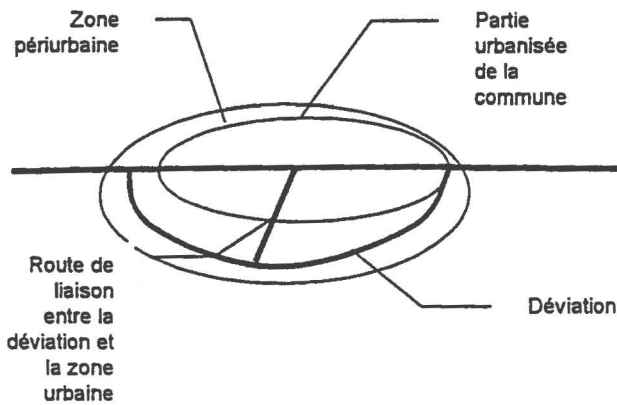
Situation juste après la mise en place de la déviation :



N.B. : ce schéma, comme ceux qui vont suivre, ne prétend pas reproduire de façon exacte tous les cas de déviation qui seront étudiés par la suite mais il permet d'expliquer simplement la méthode retenue.

- : Partie urbaine de la route contournée, la vitesse y est en général limitée à 50 km/h et la densité d'accès y est élevée (supérieure à 40 accès/km).
- : Partie périurbaine de la route contournée, la limitation de vitesse y est de 50 ou 70 km/h, plus rarement de 90 km/h. La densité d'accès y est plus faible (entre 20 et 40 accès/km).
- : Partie rurale de l'itinéraire. La vitesse est limitée à 90 km/h et la densité d'accès est inférieure à 20 accès/km.

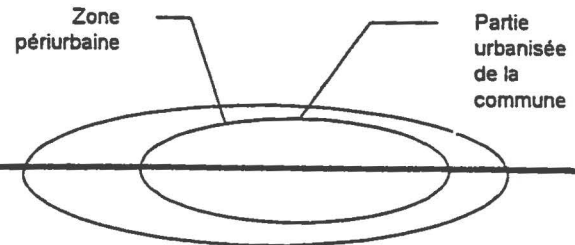
Situation actuelle avec déviation



Comme nous l'avons déjà dit, il se présentera souvent le cas où, faute de contrôle suffisant, la zone urbaine ou périurbaine s'étend et se développe en direction de la déviation. Si bien que celle-ci se retrouve avec une densité d'accès beaucoup plus élevée qu'au départ (où elle se trouvait en général en zone rurale), d'où perte de fonctionnalité et de sécurité.

En effet, l'arrivée de trafic local ou d'échange par les nouveaux accès, même si elle n'engendre pas de congestion grave, nécessite la mise en place de dispositifs pour la gestion des conflits aux intersections (feux de circulation), ce qui ralentit considérablement la progression des véhicules. Il est également probable que les limites de vitesse sur une partie de la déviation auront été abaissées. Par ailleurs, les autres accès, étant non contrôlés, sont particulièrement accidentogènes. Enfin, il reste à voir si l'économie locale (commerces, valeurs foncières, établissements industriels) a été favorisée ou au contraire défavorisée au cours de cette évolution.

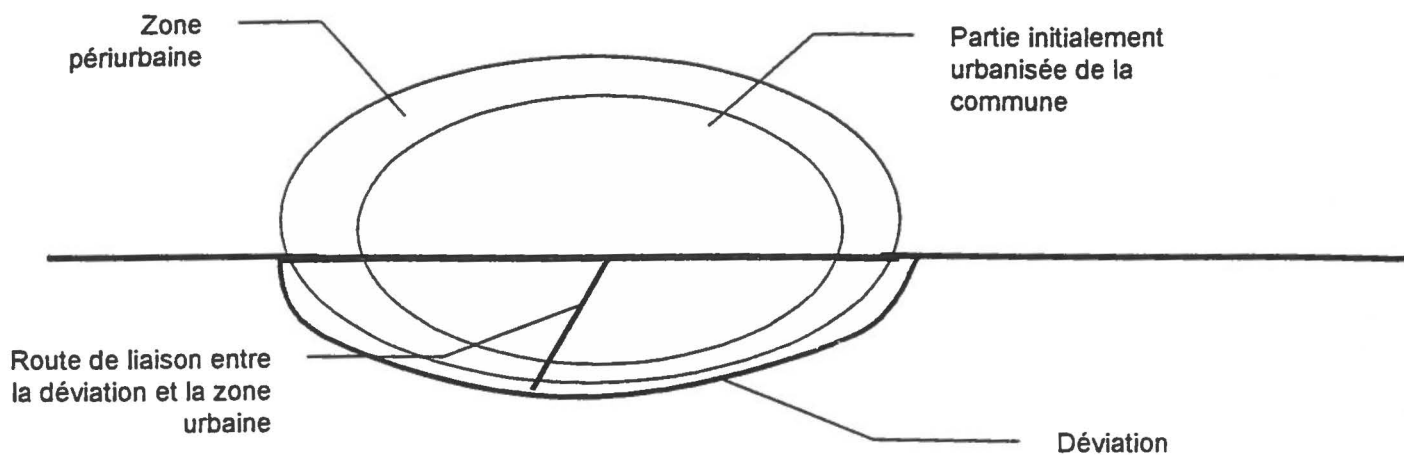
Situation prévisible sans déviation



Toute la difficulté de cet exercice réside dans la prévision de l'évolution de la situation dans le cas où l'on ne réaliserait aucune amélioration dans le réseau de transport (rien d'autre que l'entretien normal des chaussées).

On peut toutefois raisonnablement supposer que, la route principale continuant de jouer son rôle de puissant catalyseur du développement urbain, les zones urbaine et périurbaine s'étendront le long de cette route, dégradant ainsi les conditions de circulation et de sécurité. Le problème est de savoir quelle sera la pression de ce développement urbain.

L'évaluation socio-économique traditionnelle consiste normalement en la comparaison entre la situation avec déviation (dite situation observée) et la situation sans déviation (dite situation de référence). Toutefois, on pourrait également comparer la situation observée à celle que l'on aurait observé si l'on avait géré l'infrastructure de manière à lui conserver toute la fonctionnalité et le niveau de sécurité qu'elle offrait au lendemain de sa construction, c'est à dire si l'on avait mis en place une politique restrictive de gestion des accès. Nous appellerons ceci la « **méthode de la situation initiale** » et le scénario de développement correspondant sera appelé **scénario « gestion des accès routiers »**. Dans ce scénario, nous supposons également que la densité d'accès le long de la route contournée n'évolue plus, en tout cas pas de façon à dégrader les conditions de circulation.



Il serait alors nécessaire de faire l'estimation des différents paramètres (vitesse, débit, taux d'accident, valeurs foncières ventes au détail) dans le cas où on aurait strictement restreint les possibilités de développement urbain le long de la déviation.

II/ Estimation des impacts sur les usagers

II.1/ Situation observée

II.1.1/ Données utiles

Il est important dans notre cas de pouvoir faire une photographie de la situation en matière de trafic (débits, vitesses, etc.) avant et après la mise en service de la déviation pour les raisons suivantes :

- D'une part, le fait de disposer de données concernant plusieurs années précédant la mise en service de la déviation permet d'établir les tendances lourdes de l'évolution de ces différents paramètres (notamment le taux de croissance annuelle du trafic) en l'absence de déviation, ce qui se révélera utile par la suite.
- D'autre part, les chiffres de trafic et de vitesse sur la route contournée et sur la déviation quelques mois ou quelques années après la mise en service de celle-ci (on estime en effet qu'au bout de quelques années, et après une période de forte augmentation à cause du trafic induit, le trafic global retrouve une croissance comparable à celle enregistrée avant déviation) permettent de déterminer avec une

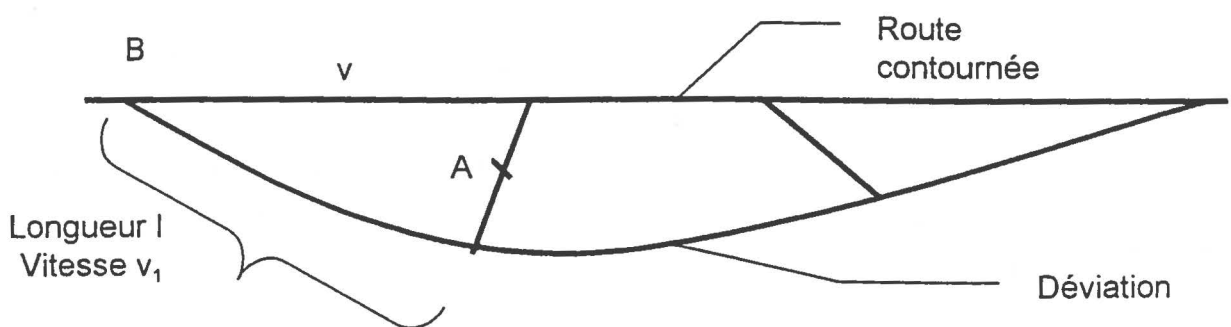
précision acceptable le niveau total de trafic induit, aussi bien local (sur la route contournée) que de transit (sur la déviation). Il est estimé qu'en moyenne, une réduction des coûts généralisés de transports de 1 % entraîne une augmentation de 0,13 % du trafic.¹

En effet, la mise en service de la déviation se traduit par une amélioration des conditions de circulation à la fois pour les usagers en transit et pour le trafic d'échange car :

- La route contournée ayant été soulagée du trafic de transit, celle-ci devient plus attractive.
- La déviation est souvent reliée en son point central à la commune. Ainsi il peut devenir plus intéressant d'emprunter la déviation au moins sur une partie de son tracé pour aller dans la partie de l'agglomération la plus proche de la déviation (ou en sortir)

Or, s'il est facile de déterminer le gain de temps pour un voyageur en transit (il suffit de soustraire le temps de parcours sur la totalité de la route contournée du temps de parcours sur la totalité de la déviation), il est en revanche beaucoup plus difficile d'estimer le gain de temps de l'utilisateur local dans la mesure où on ne connaît pas son trajet avec précision. Cependant, on pourra considérer les simplifications suivantes :

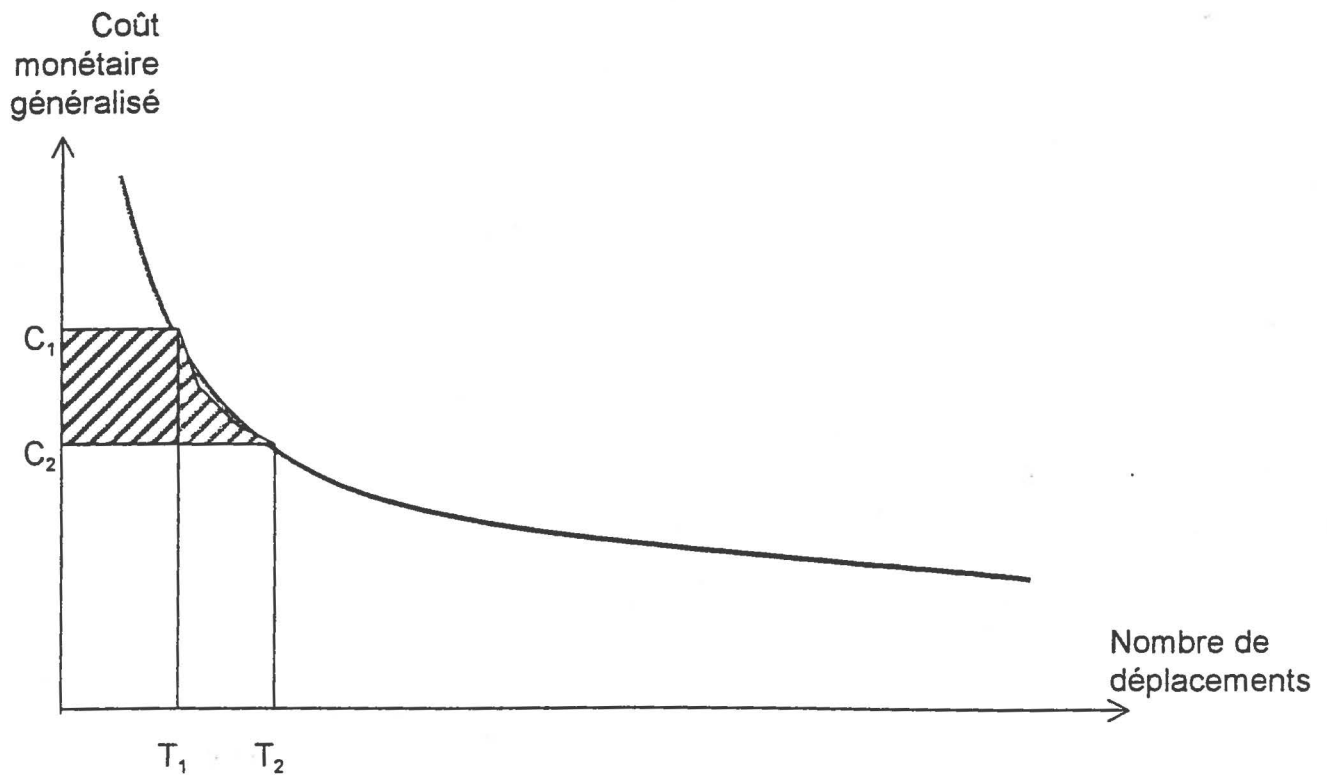
- Les gains de temps des usagers qui continuent à utiliser l'ancienne route sont nuls dans la mesure où la vitesse praticable est avant tout définie par les limitations réglementaires et souvent aussi par la configuration de la route.
- Si un usager local utilise la déviation sur une longueur L à la vitesse v_1 et que la vitesse praticable sur le tronçon équivalent de la route contournée est $v < v_1$, alors le gain de temps de cet usager sera $\Delta T = L/v - L/v_1$:



¹ Peter Greig, David Ferguson, Thorolf Thoresen, *Linking road strategies to economic development*, Roads Corporation, Victoria, Australia.

Par exemple, un usager qui veut se rendre du point A au point B aura peut-être avantage à utiliser la déviation plutôt que la route contournée. Dans ce cas, on fera l'hypothèse que les deux trajets ont en moyenne sensiblement la même longueur et que le gain de temps se fait essentiellement sur la portion de déviation utilisée.

En ce qui concerne le trafic induit, il est difficile de parler de gain de temps puisqu'il s'agit de déplacements qui n'auraient pas eu lieu en l'absence de la déviation. En réalité, cela montre que le coût monétaire généralisé de ces déplacements a été suffisamment abaissé pour que ceux-ci deviennent rentables aux yeux des gens qui les effectuent, c'est-à-dire que leur utilité soit supérieure à leur coût :



Le surplus du trafic induit correspond à la surface de la zone hachurée rouge, soit, en supposant que la courbe de demande peut être assimilée sur cet intervalle à une droite : $S = (C_1 - C_2) * \frac{T_1 - T_2}{2}$

II.1.2/ Monétarisation

a) Valeur du temps

Une fois que les gains de temps sont déterminés, il reste à les monétariser en les multipliant par la valeur du temps qui leur correspond. Celle-ci n'est pas la même pour tous les usagers et dépend avant tout des motifs de déplacements que nous disposerons par ordre croissant de valeur du temps :

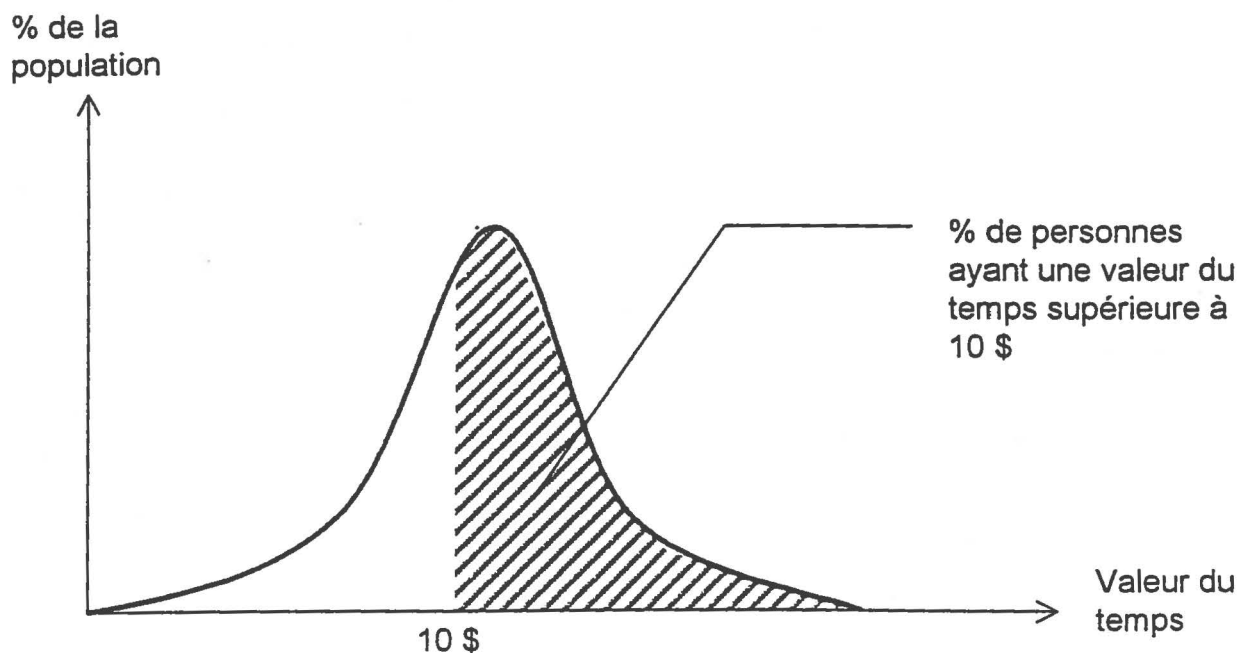
- Utilisation de la voiture personnelle;
- Déplacement professionnel : pendant les heures de travail;
- Et enfin le camionnage.

On aurait pu ajouter la catégorie « trajet domicile-travail ». Celui-ci est d'autant plus contraignant qu'il est en général quotidien. Dans ce cas, la valeur du temps se situerait certainement entre le déplacement de loisir et le déplacement professionnel ». Mais il est difficile d'avoir une estimation précise de ce type de trafic car il faut alors utiliser une enquête détaillée sur les motifs de déplacements.

Pour ce qui est des déplacements professionnels et du camionnage, le cabinet de conseil Roche, dans son « étude avantages-coûts d'une gestion des accès au Québec », préconise, pour 1996, des valeurs respectives de 35 \$/voiture/heure (soit 2,6 fois le salaire horaire moyen Québécois) et de 60 \$/camion/heure (qui comprend le salaire d'un chauffeur ainsi que les coûts d'amortissement et d'exploitation du véhicule).

Dans toutes les autres situations (notamment les déplacements pour les loisirs), la valeur du temps est hautement subjective car il s'agit alors de savoir combien on est prêt à payer pour diminuer son temps de déplacement. Toutefois, cette valeur est inévitablement reliée au niveau de vie puisque c'est en grande partie la quantité d'argent disponible qui conditionne la somme qu'on est susceptible d'accepter de payer. L'étude citée ci-dessus avance le chiffre de 7 \$/voiture/heure, soit la moitié du salaire brut horaire québécois en 1993.

On peut proposer deux autres manières de calculer la valeur du temps. La première consiste à interroger directement un échantillon de personnes. Cette méthode présente plusieurs inconvénients : d'une part, personne n'a une idée précise de sa propre valeur du temps dans la mesure où il n'existe pas de marché sur lequel on pourrait acheter des gains de temps, d'autre part, les réponses risquent de n'être pas toujours très honnêtes car chacun va essayer de défendre ses propres intérêts. La seconde manière consisterait à recueillir des chiffres de trafic sur une autoroute payante et à les confronter avec le gain de temps qu'elle permet par rapport à la route parallèle gratuite et avec le prix du péage. Par exemple, si une autoroute dont le péage est de 10 \$ et permet un gain de temps d'une heure, on peut dire que l'ensemble des personnes qui utilisent cette autoroute (et qui représente une certaine proportion des personnes du trafic sur l'itinéraire concerné) ont une valeur du temps au moins égale à 10 \$. Si on arrive à recueillir un nombre suffisant de points différents, on peut tracer une courbe de répartition :



Les principaux inconvénients de cette méthode sont d'une part qu'elle nécessite pour une région donnée d'avoir des routes payantes et d'autre part que la représentativité de l'échantillon ainsi sélectionné est peu satisfaisante (il y a surreprésentation des gens se déplaçant beaucoup en voiture et qui sont en général ceux qui ont la valeur du temps la plus élevée).

Quelle que soit la valeur finalement retenue, il convient d'effectuer des tests de sensibilité de la valeur actuelle nette par rapport à elle. Souvent, en particulier dans le cas des déviations, les avantages liés aux gains de temps sont de loin les plus importants et la valeur du temps joue donc un rôle déterminant dans la rentabilité d'un projet. En général, on effectue le calcul en retenant trois valeurs différentes : une hypothèse « haute », une hypothèse « basse », la troisième étant intermédiaire.

Rem : Pour les entreprises, les gains de temps ne se traduisent pas seulement par des baisses de coûts de transport. Les firmes concernées peuvent en profiter soit pour améliorer leurs marges, soit pour réduire leurs prix. Dans ce dernier cas, l'augmentation de la demande va provoquer un accroissement de l'activité de production permettant une augmentation des profits. Par ailleurs, l'efficacité accrue du système de transport peut inciter les entreprises à réorganiser leurs flux de livraison afin de diminuer les coûts de stockage. Ces « effets secondaires », difficiles à évaluer et surtout sensibles à l'occasion de la construction de grandes infrastructures, seront évoqués dans le paragraphe concernant l'impact sur les activités économiques.

b) Coûts d'utilisation des véhicules

Ils peuvent être classés en deux catégories :

- les coûts variables d'utilisation d'une voiture particulière qui comprennent l'usure des pièces mécaniques (pneumatiques, freins) et la consommation de carburant. Or, ceux-ci ne dépendent pas seulement du nombre de kilomètres parcourus, mais aussi des conditions de circulation. En effet, il est évident que le système de freinage, la consommation de carburant, le moteur sont particulièrement affectés en ville où les séquences « accélération-freinage » sont très nombreuses à cause des feux de circulation, de la densité du trafic et des nombreux changements de direction. Et même à vitesse constante, le rendement énergétique d'un véhicule moyen augmente jusqu'à 60-70 km/h et décroît au-delà. Ainsi, il est probable que le coût d'exploitation sur une déviation (qui permet normalement une circulation plus fluide) soit inférieur au coût sur la route contournée.
- Les coûts fixes correspondent à l'achat du véhicule, la prime d'assurance ainsi que d'éventuelles taxes d'immatriculation. Ils sont par définition indépendants du kilométrage annuel et ils n'auront donc aucune incidence sur notre évaluation. Par conséquent, nous les ignorerons dans la suite de l'étude.

Au sujet des coûts variables, plusieurs études ont été conduites :

- L'Association Automobile Canadienne les estime à 0,083 \$ Can/km en 1992-93.²
- Todd Litman³ en donne une estimation en fonction du type de véhicule et du milieu (en \$US/véh.mile en 1996) :

Type de véhicule	Milieu urbain (heure de pointe)	Milieu urbain (hors pointe)	Milieu rural	Moyenne
Moyenne voiture	0,147	0,128	0,109	0,124
Voiture compacte	0,107	0,093	0,079	0,090
Voiture électrique	0,207	0,180	0,153	0,175
Mini-van	0,207	0,180	0,153	0,175
Bus Diesel	3,75	0,75	0,75	1,35
Moto	0,062	0,054	0,05	0,054
Bicyclette	0,020	0,020	0,020	0,020
Marche à pied	0,040	0,040	0,040	0,040

² 1992-93 Car Costs, Canadian Automobile Association (Ottawa), brochure.

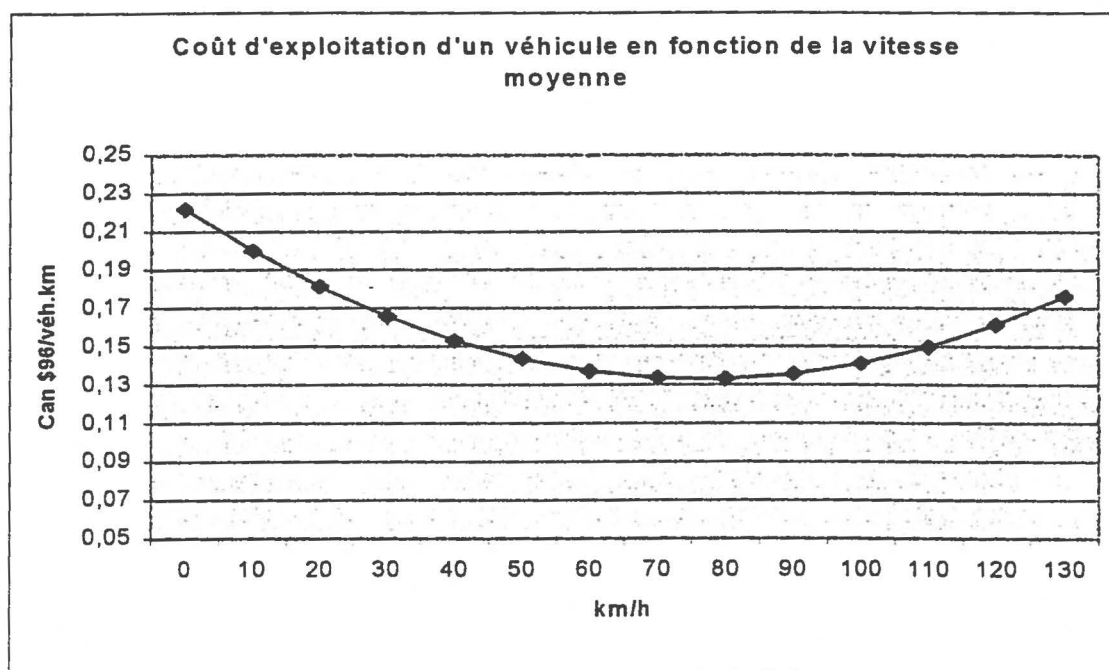
³ Transportation Cost Analysis : Techniques, Estimates and Implications, Todd Litman, Victoria, Transport Policy Institute.

Ces valeurs, telles qu'elles sont données, sont difficilement exploitables dans notre cas car nous avons vu que le type de milieu dans lequel se trouve une route peut changer au cours du temps. Or, l'urbanisation des abords d'une route se traduit par une baisse de la vitesse pratiquée par les voitures du fait de l'arrivée de trafic local aux intersections. On peut donc essayer, en utilisant la première ligne du tableau ci-dessus, d'établir une relation entre la vitesse et le coût d'exploitation par kilomètre. Ainsi, si l'on considère que la vitesse moyenne pratiquée en ville est de 15 km/h en heure de pointe et de 30 km/h hors heure de pointe et que la vitesse en milieu rural est de 100 km/h alors on peut utiliser la relation :

$$C = 0,171 - 0,00179.V + 1,171.10^{-5}.V^2 \text{ (en US\$/km)}$$

Où V est la vitesse moyenne du véhicule en km/h

soit en \$Can : $C = 0,221 - 0,00232.V + 1,515.10^{-5}.V^2$ (1 \$Can = 0,7727 \$US)



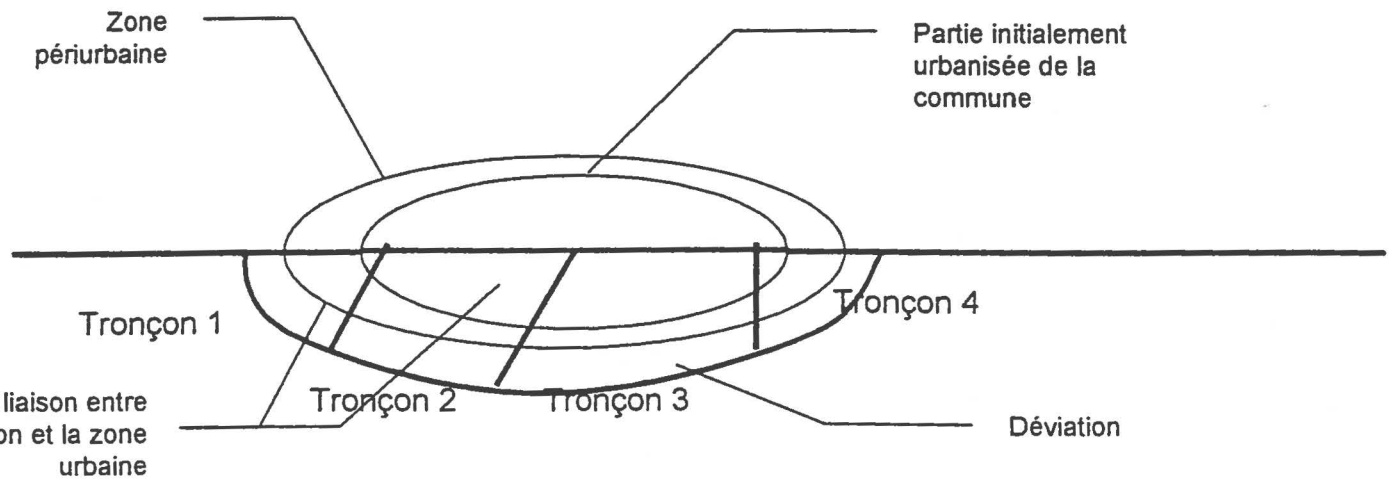
Rem : Cette courbe illustre bien l'allure qu'on avait décrite précédemment. Les coûts d'exploitation atteignent un plancher à environ 70 km/h et augmentent lorsqu'on s'éloigne de cette valeur.

On a implicitement relié l'urbanisation et la vitesse moyenne. On suppose ici qu'une vitesse moyenne faible signifie toujours que les conditions de circulation sont difficiles, c'est-à-dire que le conducteur est fréquemment obligé de procéder à un arrêt suivi d'une relance du véhicule, manœuvre qui est extrêmement gourmande en carburant. Le cas d'un conducteur isolé et roulant à une vitesse constante et très faible (40 km/h) n'est pas pris en compte.

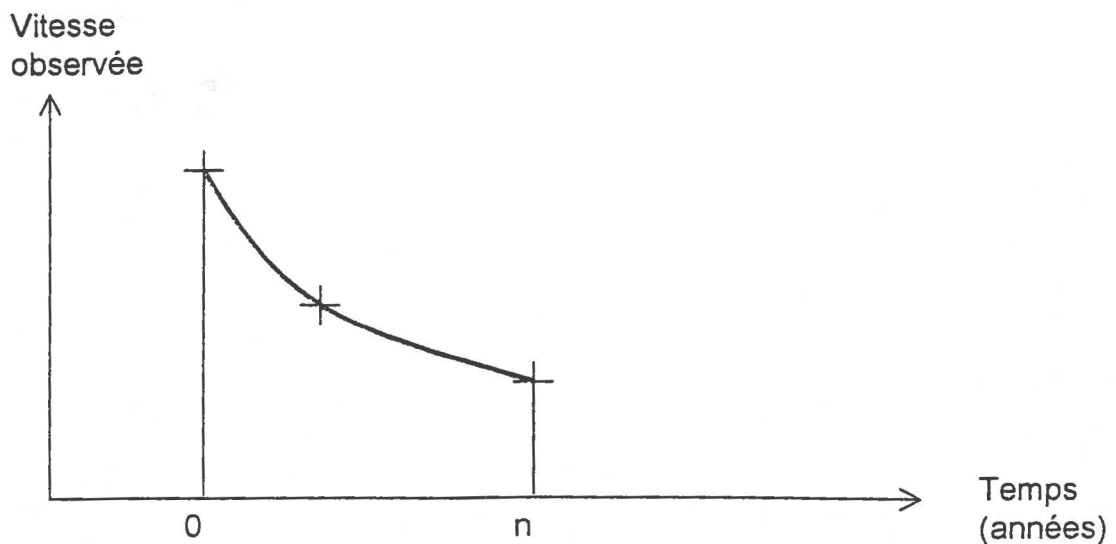
II.1.3/ Difficultés particulières

a) Vitesse

Nous avons vu que la vitesse praticable sur la déviation allait certainement changer au cours du temps du fait de la modification du nombre d'accès à la déviation. Aussi faudrait-il « découper » la déviation en tronçons suffisamment petits pour être homogènes de ce point de vue et connaître l'évolution de la vitesse pratiquée dans chacun d'entre eux ainsi que des niveaux de trafic pour chaque motif de déplacement. Un découpage « naturel » nous est déjà fourni par les intersections entre la déviation et les routes adjacentes :



On sait toutefois qu'il serait très difficile d'obtenir toutes ces informations pour chaque année depuis l'ouverture de la déviation. On pourra donc remplir les blancs en utilisant les données disponibles en réalisant une interpolation linéaire ou polynomiale. Par exemple, pour calculer la vitesse de parcours sur un tronçon précis, et si on ne dispose que de quelques points, on procédera de la façon suivante :



Dans cet exemple, on ne dispose que de trois points. On pourra donc déterminer l'équation de l'unique polynôme de deuxième degré qui passe par ces trois points.

Pour connaître les niveaux de trafic, on procédera de la même façon, mais uniquement pour les années venant après que le trafic induit ait atteint son maximum car c'est seulement à ce moment là que la croissance du trafic redevient relativement régulière et permet donc d'appliquer la méthode avec une fiabilité acceptable.

En ce qui concerne l'application de cette méthode à la détermination de la vitesse moyenne observée, il faut avoir conscience du fait que celle-ci peut subir des variations brutales, par exemple à la suite de l'installation de feux de circulation tricolores. Dans ce cas, il faudrait pouvoir tenir compte de chacune de ces « discontinuités » et ne réaliser d'interpolation que dans des périodes situées entre deux d'entre elles. Il en est de même pour le trafic local qui peut connaître une augmentation instantanée après l'aménagement au bord de la déviation d'un centre commercial ou d'une usine importante. La réalisation d'une régression linéaire en choisissant comme unique paramètre la densité d'accès sans distinction de leur type constitue également une approximation acceptable dans la mesure où la densité de tous les types d'accès évolue de façon comparable.

b) trafic de transit

Il n'est pas toujours évident que les chiffres de trafic disponibles font la distinction entre le trafic local et d'échange (ensemble des déplacements ayant au moins une de ses extrémités à l'intérieur de la ville) et le trafic de transit.

Pour résoudre ce problème, David Burress⁴ propose l'utilisation d'un modèle gravitaire pour l'estimation de ces trafics :

$$T_{ij} = \frac{\alpha(P_i P_j)^\beta}{D_{ij}^\gamma} \text{ où :}$$

T_{ij} = trafic entre les villes i et j

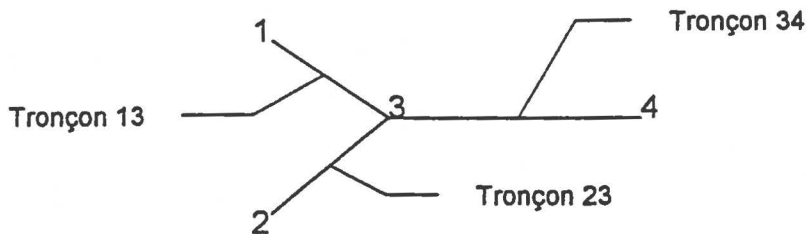
P_i = Population de la ville i

D_{ij} = Distance ou temps de parcours entre les villes i et j

- Dans la mesure où en milieu rural il n'y a quasiment pas de congestion, D_{ij} sera directement proportionnel à la distance réelle entre i et j (à savoir $\frac{\text{distance réelle}}{\text{vitesse moyenne d'un véhicule isolé}}$). Par ailleurs, le parcours emprunté par tous les automobilistes entre deux points i et j sera supposé être celui donnant le temps de parcours le plus faible.

⁴ *Impacts of highway bypasses on Kansas Towns, October 1996*, David Burress, Institute for Public Policy and Business Research, School of Business, Department of Economics, The University of Kansas.

- Les paramètres α , β et γ seront déterminés par une méthode des moindres carrés. En effet, on connaît le trafic passant sur un segment de route. Celui-ci n'est autre que la somme des T_{ij} qui empruntent ce segment. Par exemple :



On connaît les débits totaux sur les tronçons 13, 23 et 34 (respectivement D_{13} , D_{23} et D_{34}). Si le modèle était exact, on aurait : $D_{13} = T_{13}$, $D_{23} = T_{23}$ et $D_{34} = T_{34} + T_{14} + T_{24}$

Par la suite, on cherche α , β et γ de sorte que : $(D_{13} - T_{13})^2 + (D_{23} - T_{23})^2 + (D_{34} - (T_{34} + T_{14} + T_{24}))^2$ soit minimum.

- La principale difficulté réside dans la non-linéarité du problème qui ne peut être levée par le passage au logarithme dans la mesure où il faut faire la somme de plusieurs trafics :

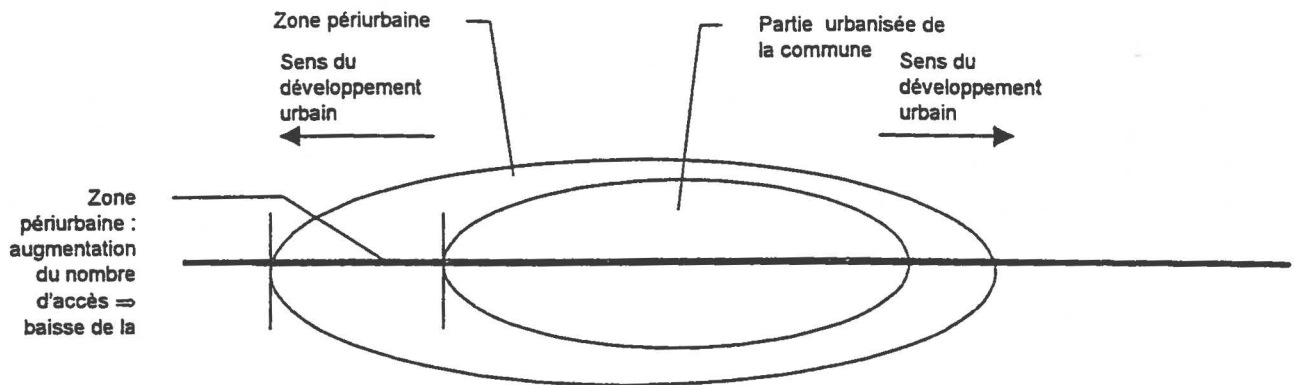
$$\ln(T_1 + T_2) \neq \ln(T_1) + \ln(T_2)$$

Une fois que toute cette difficulté est surmontée (par l'utilisation d'un programme informatique performant), il suffit, pour déterminer le trafic de transit dans la ville i , de sommer tous les T_{kl} dont l'itinéraire passe par la ville i avec k et $l \neq i$.

Rem : Ce modèle peut être amélioré en incluant des variables comme le nombre d'emplois ou la surface commerciale des villes i et j .

II.2/ Situation sans la mise en place de la déviation (scénario de référence)

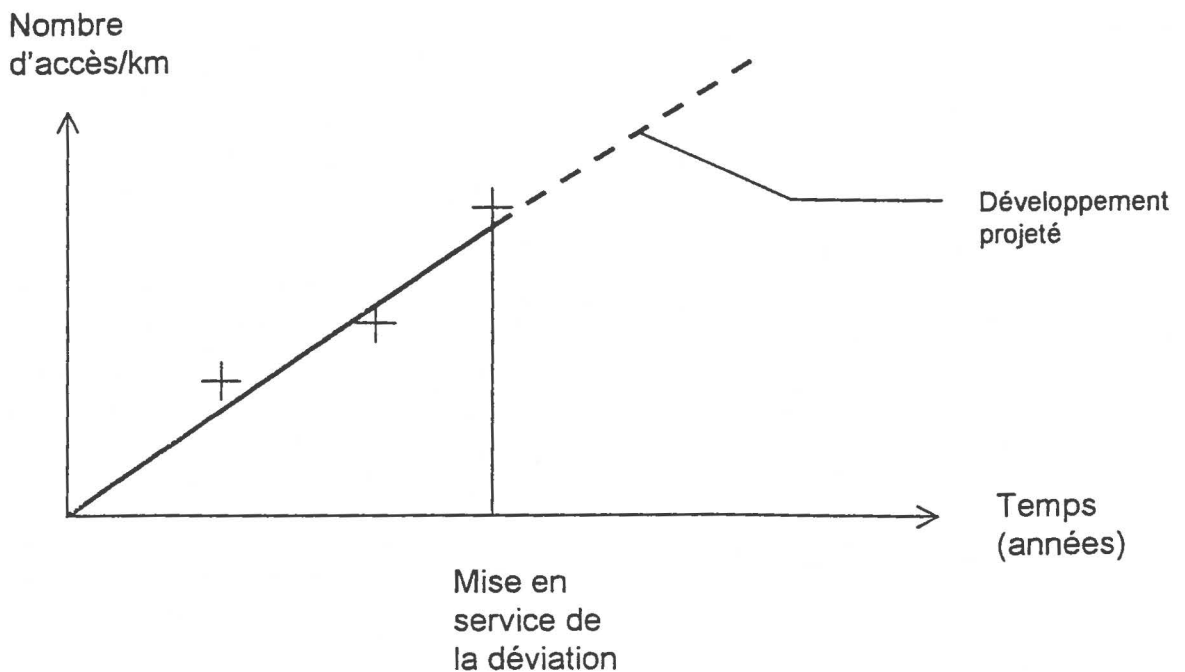
Dans la mesure où, le plus souvent, les niveaux de trafic ne seront pas suffisamment élevés pour amener à eux seuls un ralentissement significatif de la vitesse de circulation, cette dernière ne dépendra donc que d'une seule variable : le nombre d'accès de chaque type (commercial, résidentiel, industriel, intersection sans signalisation, intersection avec signalisation) en bordure de route. Or, celui-ci n'est susceptible d'augmenter que dans les tronçons qui sont au départ en milieu rural ou périurbain.



II.2.1/ Évolution de la densité d'accès

Il s'agit donc dans un premier temps d'évaluer, en l'absence de déviation, la pression du développement urbain le long de la route en milieu rural ou périurbain. Ceci peut être réalisé de deux façons :

- Si on dispose des données concernant l'évolution du nombre d'accès au cours des années précédant la mise en service de la déviation, on pourra se contenter d'utiliser les rythmes de croissance observés. C'est la méthode du développement projeté :



- Dans le cas contraire, on emploiera la méthode dite de la « zone témoin ». Il s'agit alors de trouver une ou plusieurs localités proches de la zone étudiée, dont les principales caractéristiques (population, trafics, croissance économique, distance à un important centre urbain, longueur de route traversant la ville) sont semblables, qui n'ont pas fait l'objet d'une déviation et qui n'ont pas pu être affectées par la mise en service de la déviation étudiée. On relève alors la croissance du nombre d'accès dans la zone témoin en fonction du milieu (rural ou périurbain) puis on applique ce taux à la ville étudiée.

Dans tous les cas, il faudra tenir compte des documents d'urbanisme de la ville étudiée dont les directives peuvent soit accélérer, soit freiner ce développement. De même, le découpage initial des parcelles de terrain va jouer un rôle dans l'évolution de la densité des accès. Tous ces paramètres devront être intégrés au cas par cas.

Il est important que cette estimation soit effectuée avec la plus grande précision possible dans la mesure où elle sera également utilisée dans l'étude concernant les valeurs foncières.

II.2.2/ Estimation de la vitesse moyenne

L'idéal serait de disposer d'une base de données concernant la vitesse sur des tronçons où les densités d'accès seraient variables mais dont toutes les autres caractéristiques seraient semblables (débit, type de route, nombre de voies, profil longitudinal et tracé en plan, distance entre les bâtiments et la route). On peut alors raisonnablement supposer que seule la densité d'accès intervient dans les différences de vitesse constatées et réaliser une régression multiple de la forme suivante :

$$V = V_0 + \alpha_s \cdot A_s + \alpha_i \cdot A_i + \alpha_c \cdot A_c + \alpha_i \cdot A_i + \alpha_r \cdot A_r \quad \text{avec :}$$

V	Vitesse moyenne des véhicules
A_s	Densité d'intersections avec contrôle de circulation
A_i	Densité d'intersections sans contrôle de circulation
A_c	Densité d'accès commerciaux
A_i	Densité d'accès industriels
A_r	Densité d'accès résidentiels
V_0	Terme constant

Rem : Le calcul des coefficients peut se faire par la méthode des moindres carrés. Il conviendra alors d'être très attentif à leur significativité.

Il ressort des études déjà effectuées sur ce sujet précis (« Analyse avantages-coûts d'une gestion des accès routiers au Québec ») que les seules variables significatives sont la densité d'intersections avec contrôle de circulation, la densité d'accès commerciaux et d'accès industriels. On pourra donc simplifier le calcul et le limiter à ces trois paramètres.

Il suffira alors d'appliquer les coefficients calculés aux densités projetées dans l'étape précédente pour obtenir les vitesses de parcours dans chaque tronçon de route considérés et par suite les temps de parcours. On supposera que sur la partie de la route située dès le départ en milieu urbain dense (c'est-à-dire là où la densité d'accès ne peut plus augmenter), la vitesse des véhicules ne subit pas de variations considérables.

II.2.3/ Estimation des trafics

On partira des chiffres de trafic donnés pour l'année précédant la mise en service de la déviation pour chaque tronçon et de déplacement (local ou de transit) auxquels on appliquera des taux de croissance annuels basés sur les taux des années précédentes et sur les prévisions de croissance du PIB à long terme. La répartition des flux entre le déplacement de loisir, le voyage domicile-travail, le déplacement professionnel et le camionnage sera prise égale à celle de l'année de référence, à savoir l'année de mise en service de la déviation.

II.3/ Méthode de la situation initiale

Dans le cadre de cette méthode, il s'agit seulement de comparer l'efficacité présente de la déviation à celle qu'on attendait au moment de la construction. Si on ne dispose pas de mesures de la vitesse et des temps de parcours juste après l'ouverture de la route, on pourra supposer, le trafic n'étant pas suffisamment dense pour amener la congestion de la voie, que la vitesse était alors au moins égale à la limite autorisée.

Pour la mise au point du scénario « gestion des accès routiers », on pourra calculer le trafic de transit à l'aide du modèle gravitaire exposé au II.1.3/, b) avec les nouvelles hypothèses concernant les temps de parcours.

III/ Estimation des impacts sur la sécurité

III.1/ Recueil de données

Bien entendu, il est nécessaire de collecter un maximum de données concernant le nombre d'accidents et leur gravité aussi bien sur la déviation que sur la route contournée. Lorsqu'une donnée est manquante, on peut la déduire de celles des années précédentes et suivantes par une interpolation polynomiale ou par une régression linéaire (voir II.1.3/).

Ces paramètres sont sujets à des aléas importants car il suffit par exemple d'un concours de circonstances pour provoquer un accident exceptionnellement grave, ce qui est susceptible de bouleverser les statistiques, surtout en milieu rural. Toutefois, il s'agit d'événements « anormaux » qui peuvent se neutraliser mutuellement (une très mauvaise année peut être suivie d'une année exceptionnellement bonne). C'est pourquoi l'utilisation d'une régression linéaire, qui fait ressortir la tendance générale d'une évolution, paraît bien adaptée.

III.2/ Élaboration du scénario de référence

Cet exercice comporte des difficultés particulières puisque bien d'autres paramètres que la mise en service d'une nouvelle infrastructure interviennent dans la réduction du nombre d'accidents. Il s'agit principalement des progrès technologiques dans la construction de matériels de transport, de l'adoption de règles de plus en plus strictes (notamment au sujet de l'alcool au volant) et de l'amélioration de la formation des conducteurs.

Dans ces conditions, pour faire la projection du nombre d'accidents et de leur gravité dans le cadre de la situation de référence, nous proposerons l'approche suivante :

- 1) Procéder à un découpage de la route contournée en tronçons homogènes (tronçons ou sections de référence) sur toute leur longueur à l'année 0 (année précédant la mise en service de la déviation). L'homogénéité de chaque tronçon sera examinée au travers des critères suivants qui sont les principaux facteurs environnementaux (i.e. non liés au véhicule ou à son conducteur) jouant un rôle dans la fréquence et la gravité des accidents :
 - caractéristiques géométriques de la route (qui sera représentée par la vitesse de base);
 - densité du bâti (et donc des accès à la route);
 - DJMA;
 - proportion de trafic local (c'est lui qui est à l'origine des conflits aux intersections). Celle-ci est en général fortement liée au nombre d'habitants de la ville;
 - profil en travers de la route (nombre de voies et leur largeur);
 - marge de recul des bâtiments (un élargissement du champ de vision encourage l'augmentation de la vitesse et amène donc une aggravation des conséquences d'un accident.
- 2) Détermination du nombre d'accidents, de blessés graves et légers, de tués/Mvéh.km (que nous appellerons désormais variables dépendantes) dans chaque section à l'année 0.
- 3) Pour chacun de ces tronçons et à la même année, identifier, dans d'autres villes, des sections de route présentant un profil semblable. Nous les appellerons désormais « sections témoins ». Pour des raisons évidentes, il est nécessaire que les villes auxquelles elles appartiennent n'aient pas subi de modifications importantes de leur réseau routier au cours des années suivantes (i.e. pas de construction de déviation ni d'élargissement).

Pour que ceci soit possible, il faudra vraisemblablement choisir des communes plus petites, présentant globalement moins de problèmes d'insécurité que la ville contournée et ne justifiant donc pas la réalisation d'un investissement du même type.

Afin de sélectionner les sections témoins les plus « ressemblantes » parmi toutes celles qui sont disponibles, on calculera la distance euclidienne entre chaque section témoin et la section de référence :

$$d_i = \sum_{j=1}^n \frac{(x_j - x_{ij})^2}{s_j^2} \quad \text{avec}$$

- j Indice représentant la $j^{\text{ème}}$ variable explicative (par exemple le DJMA ou la largeur de la route)
- x_j Valeur de la $j^{\text{ème}}$ variable pour la section de référence
- x_{ij} Valeur de la $j^{\text{ème}}$ variable pour la $i^{\text{ème}}$ section témoin
- s_j Écart-type de la $j^{\text{ème}}$ variable
- d_j Distance euclidienne entre la section j et la section de référence

Par la suite, on sélectionne les sections témoins qui donnent les distances les plus faibles (le seuil doit être choisi surtout en fonction de la qualité et de la taille de l'échantillon disponible).

- 4) Une fois que toutes les opérations précédentes ont été faites, il ne reste plus qu'à observer l'évolution des variables dépendantes au cours du temps dans les sections témoins. Les taux annuels d'évolution ainsi déterminés seront utilisés pour la mise au point du scénario de référence à partir des chiffres de l'année 0.

4bis) Dans le cas où le paragraphe 3) ne permettrait pas de trouver une solution satisfaisante, on peut utiliser l'échantillon pour faire une régression multiple dont les variables dépendantes seraient :

- nombre d'accidents/Mvéh.km,
- nombre de blessés légers/Mvéh.km,
- nombre de blessés graves/Mvéh.km,
- nombre de tués/Mvéh.km,

et dont les variables explicatives seraient :

- vitesse de base,
- largeur de la route,
- nombre d'intersections/km,
- nombre d'accès commerciaux/km,
- nombre total d'accès/km,
- DJMA,

- proportion de trafic local,
- marge de recul des bâtiments,
- année de mesure.

La variable « année de mesure » est censée représenter à elle seule les causes plus générales de l'amélioration de la sécurité routière (progrès technologiques dans la construction de matériels de transport, adoption de règles de plus en plus strictes et amélioration de la formation des conducteurs). L'utilisation du modèle de régression linéaire implique qu'on suppose que ces causes agissent avec une certaine continuité (dans notre modèle, leur impact est proportionnel au temps qui passe), ce qui est parfois démenti par les faits : lorsque le port de la ceinture de sécurité a été rendu obligatoire en France en 1976, la mortalité sur les routes a connu une chute brutale au cours de l'année suivante. Toutefois, une variation d'une grande ampleur sur le plan national est suffisamment exceptionnelle pour que l'erreur engendrée soit acceptable.

Les coefficients de régression, une fois déterminés, permettront l'élaboration du scénario de référence. On aura besoin pour cela des résultats calculés dans la partie II, comme l'évolution de la densité d'accès en périphérie (II.2.1/) et des trafics (II.2.3/). Les marges de recul seront données par les documents d'urbanisme.

Cette dernière méthode, bien qu'à mon sens donnant des résultats moins satisfaisants, se révélera fort utile lorsqu'il s'agira des sections situées initialement (i.e. à l'année 0) en zone périurbaine ou rurale et proche de la ville, c'est-à-dire dont les certaines caractéristiques (comme par exemple la densité d'accès) évoluent avec le temps, à la différence des sections déjà urbanisées. Il serait en effet trop aléatoire d'essayer de trouver au moins une section témoin qui connaîtrait un développement urbain au même rythme que la section de référence.

III.3/ Monétarisation

Nous utiliserons les valeurs préconisées en 1995 par le ministère des Transports du Québec dans son « plan d'action de sécurité routière 1996-2000 », à savoir :

- 2,9 M\$ pour un décès,
- 100 000 \$ pour un blessé grave,
- 3 000 \$ pour un blessé léger,
- 6 000 \$ pour les dommages matériels.

III.4/ Méthode de la situation initiale

Comme nous l'avons déjà expliqué, cette méthode consiste à établir une comparaison entre l'évolution observée et celle que l'on aurait observée si l'on avait fait en sorte que la déviation conserve les caractéristiques de fonctionnalité et de sécurité qu'elle avait juste après sa construction, c'est-à-dire si l'on avait empêché que l'urbanisation se développe sur ses abords.

Pour cela, on procédera de la même façon que précédemment, mais en travaillant non pas sur la route contournée à l'année 0 mais sur la déviation à l'année 1 (année de mise en service). Les sections témoins devront donc être situées en rase campagne, c'est-à-dire qu'il ne devra y avoir que très peu d'évolution en ce qui concerne les accès à ces sections.

IV/ Impacts environnementaux

IV.1/ Le bruit

Il existe plusieurs méthodes d'évaluation des coûts monétaires engendrés par le bruit routier. Nous pouvons en citer principalement trois⁵ :

- 1) La méthode du coût d'évitement consiste à calculer l'investissement nécessaire à la réduction du bruit à la source. Ainsi, en France, il a été estimé que pour ramener le bruit de tous les types de véhicules à 70 dB, il en coûterait :
 - 0,10 F/véh.km pour une voiture particulière,
 - 0,12 F/véh.km pour un autobus,
 - 0,15 F/véh.km pour un camion.
- 2) La méthode du coût d'interposition consiste à évaluer l'investissement nécessaire pour protéger les riverains du bruit. Il s'agit essentiellement de la construction de murs antibruit ou du renforcement de l'isolation acoustique des logements. Pour connaître le niveau d'exposition au bruit de ces riverains, on a établi la formule suivante qui donne le niveau moyen de bruit en dB en fonction du débit horaire de véhicules Q, de la vitesse V (en m/s) et de la distance à l'axe de la route d (en m) :

$$L_{eh} = -3 + 10 \cdot \log Q + 30 \log V - 10 \log \frac{d}{30}$$

- 3) La méthode du coût de dépréciation évalue l'impact du bruit sur la valeur des immeubles et des terrains. Cette dépréciation est estimée entre 0,4 et 0,5 % par décibel supplémentaire au dessus de 55.

Ces trois méthodes sont loin d'être concordantes dans leurs résultats et les deux premières donnent en général des évaluations sensiblement plus élevées que la troisième. Toutefois, nous utiliserons cette dernière méthode car, dans le paragraphe consacré à l'évaluation des impacts de la déviation sur les valeurs foncières, le bruit ne sera qu'un facteur parmi d'autres (comme l'accessibilité) et ses impacts seront forcément intégrés. Faire en plus l'évaluation du coût du bruit par une autre méthode risquerait de conduire à un double comptage.

Ainsi, la méthode exactement employée pour cette évaluation sera décrite dans une prochaine partie.

⁵ Pierre MERLIN : *Géographie, économie et planification des transports*, Presses universitaires de France, 1991.

IV.2/ Pollution atmosphérique

IV.2.1/ Émission de gaz polluants

Là encore, ce paramètre est intimement lié au progrès technologique dans la fabrication des véhicules (rendement du moteur, aérodynamique, pot d'échappement catalytique) et dans la synthèse des carburants. À la différence du bruit, la pollution atmosphérique n'apparaît que très peu dans les variations de valeurs foncières car elle n'est pas perçue de façon directe par les riverains.

Les principaux polluants émis par les moteurs à explosion sont :

- le monoxyde de carbone, qui provient d'une combustion incomplète de hydrocarbures et qui, par son affinité pour l'hémoglobine, engendre des insuffisances cardiaques et respiratoires. Les concentrations peuvent aller jusqu'à 20 ppm dans les lieux encombrés;
- les hydrocarbures (10 à 20 ppm) : ils ne sont pas tous toxiques mais certains (les hydrocarbures aromatiques) irritent les yeux et d'autres (le 3-4 benzopyrène) sont cancérigènes;
- les oxydes d'azote (NO_x : 5 à 10 ppm) : ils agissent sur les poumons et dégradent les fonctions respiratoires;
- les composés sulfureux s'attaquent également aux poumons;
- les métaux lourds, et surtout le plomb, émis en quantité importante par la circulation, provoquent l'anémie par leur présence dans le sang et même de graves troubles neurologiques pouvant atteindre les facultés intellectuelles, surtout chez les enfants;
- les moteurs diesel, qui émettent moins de polluants que le moteur classique (-90 % pour le CO, -50 % pour les hydrocarbures), émettent des particules constituées d'un noyau de carbone entouré d'hydrocarbures absorbés qui sont retenus par les poumons et réduisent la capacité respiratoire;
- les résidus produits par l'usure des pneumatiques et des plaquettes de frein se déposent sur la route et sont ensuite entraînés par les eaux pluviales qui, si elles ne sont pas récupérées et dépolluées avant d'être rejetées dans le milieu naturel, risquent de souiller le sol puis la nappe souterraine.

Ces polluants affectent également la pérennité des bâtiments et des monuments (pluies acides) ainsi que la survie des végétaux. Une méthode pour calculer les impacts de cette pollution consiste à évaluer les dégâts qu'elle cause à l'environnement. On peut aussi évaluer le coût du remplacement du parc automobile actuel par des véhicules strictement non polluants qui restent encore à inventer (même dans le cas d'un véhicule alimenté à l'hydroélectricité, ce sont les batteries qui posent des problèmes de recyclage).

Il est généralement admis que les émissions globales de polluants sont stables ou en progression puisque, surtout dans les zones rurales, l'effet de la diminution des émissions de polluants de chaque véhicule est compensé par l'impact de l'augmentation continue du trafic (avec en plus un trafic induit très important dans le cas de grandes infrastructures).

Cependant, une déviation, parce qu'elle entraîne une fluidification du trafic routier et donc une baisse de la consommation de carburant par véhicule, permet une baisse des émissions de gaz polluants. Il serait donc intéressant de connaître la quantité de ces gaz émis par un véhicule en fonction des conditions de circulation. Celles-ci pourraient être représentées par la vitesse moyenne des véhicules et par la densité d'intersections le long de la voie (celles-ci obligent souvent les automobilistes à un ralentissement puis à un redémarrage, ce qui est la manœuvre au cours de laquelle un véhicule est le plus polluant).

IV.2.2/ Effet de serre

Celui-ci est causé par la production de CO₂ par les véhicules à moteur (entre autres). Or, la production de CO₂ est proportionnelle à la consommation de carburant. Tout le problème se résume donc à la connaissance de cette consommation en fonction de la vitesse de circulation. Quant à la valorisation de cette nuisance, elle ne peut être effectuée que par la méthode du coût d'évitement, c'est-à-dire en calculant le coût du remplacement du parc actuel de véhicules à moteur par des véhicules « zéro émission » (mais même les voitures électriques ne remplissent pas rigoureusement ce critère, du moins dans les pays où l'électricité est produite à partir d'énergie fossile). Une autre méthode consisterait à estimer l'impact (qui peut être positif ou négatif) sur les activités humaines du réchauffement de la planète, ce qui est difficile et peu convaincant puisqu'on ne sait ni si ce réchauffement est durable, ni si on peut l'attribuer aux émissions de CO₂.

Plusieurs études ont proposé une estimation des taux d'émission moyen pour les voitures particulières, voici les résultats de l'une d'entre elles (résultats sans pot catalytique) :

Type de polluant	Hydrocarbures	CO	NO _x	SO _x
émission (g/véh.km)	3,15	23,6	1,91	0,065

Source : GVRD Air Quality Management Plan : Stage 2 Draft Report : Priority Emission Reduction Measures, Greater Vancouver Regional District (Vancouver), Mai 1992, Tableau 5-8, p 5-43.

De son côté, l'OCDE évalue la production de CO₂ à 160 g/véh.km⁶

⁶ Agence internationale de l'énergie, *L'Automobile et les Changements climatiques*, 1992, fig. 6.9 a), p. 110.

IV.2.3/ Monétarisation

Il faut également tenir compte du fait que la pollution atmosphérique n'a pas les mêmes impacts selon que l'on se trouve à proximité d'importantes activités humaines (milieu urbain) ou non (milieu rural). Le tableau suivant rassemble les estimations de coûts réalisées par Peter Miller et John Moffet⁷ concernant la valorisation (en \$US 1993) des émissions de polluants par kilogramme :

	CO ₂	HC	CO	NO _x	SO ₂
Milieu urbain	0,06-0,13	7,20	12	0,60-8,40	0,01-0,36
Milieu rural	0,06-0,13	3,60	0	0,05-0,06	0,0003

S'appuyant sur l'ensemble des études réalisées à ce sujet, Todd Litman (réf. p. 9) donne une estimation des coûts de la pollution atmosphérique en fonction du milieu (en US \$ par véhicule km en 1996) :

Type de véhicule	Milieu urbain (heure de pointe)	Milieu urbain (hors pointe)	Milieu rural	Moyenne
Moyenne voiture	0,039	0,032	0,010	0,025
Voiture compacte	0,032	0,026	0,006	0,019
Voiture électrique	0,010	0,008	0,002	0,006
Camionnette	0,070	0,058	0,018	0,044
Bus Diesel	0,115	0,099	0,044	0,080
Moto	0,066	0,053	0,009	0,038
Bicyclette	0,000	0,000	0,000	0,000
Marche à pied	0,000	0,000	0,000	0,000

Comme pour les coûts d'exploitation des véhicules, on peut essayer de trouver une relation entre les coûts de pollution de l'air et la vitesse moyenne des véhicules. Ainsi, pour une voiture moyenne (première ligne du tableau), si l'on présume que la vitesse moyenne est de 15 km/h en milieu urbain congestionné, 30 km/h en milieu urbain non congestionné, et 100 km/h en milieu rural, et si l'on effectue une interpolation polynomiale, on obtient la relation suivante :

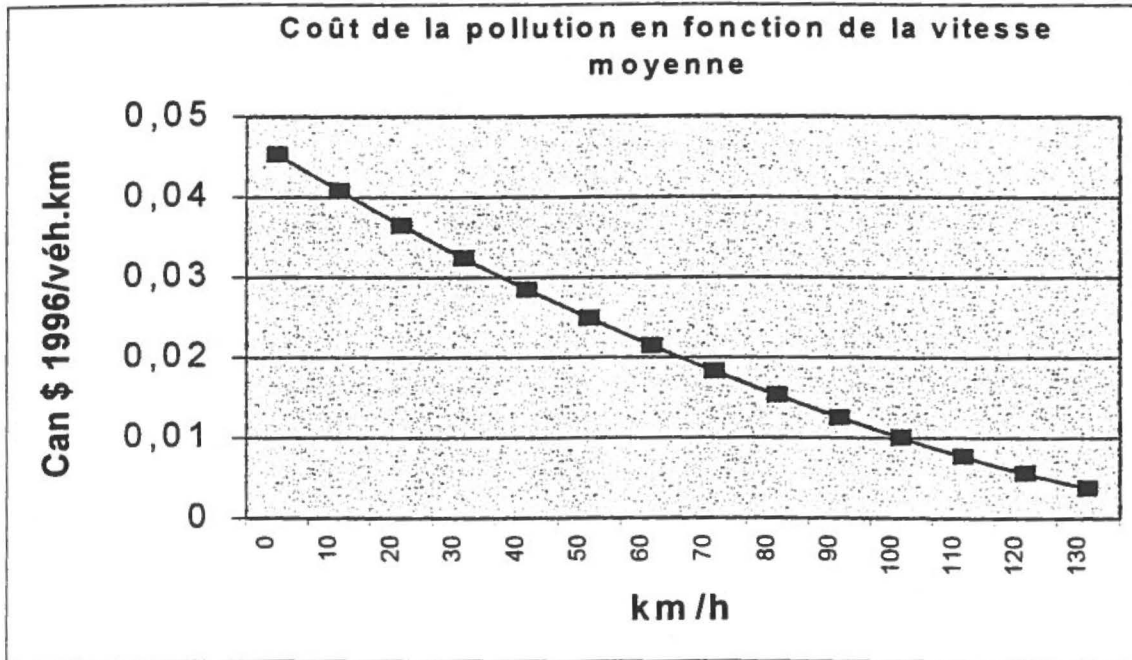
$$C = 0,0425 - 0,0004645.V + 1,114.10^{-6}.V^2 \text{ (en US \$/véh.km en 1996)}$$

Où V est la vitesse moyenne des voitures en km/h

$$\text{soit, en \$Can 1996 : } C = 0,550 - 0,0006011.V + 1,4417.10^{-6}.V^2$$

(avec 1 \$Can = 0,7727 \$US).

⁷ The price of mobility, Natural Resources Defense Council (Washington DC), oct. 1993, p. 48.



Rem :

- Dans ce modèle, le paramètre « vitesse moyenne » est utilisé pour représenter deux variables distinctes. D'une part, comme nous l'avons déjà dit dans le chapitre consacré aux coûts d'exploitation des véhicules, elle représente les conditions de circulation (une vitesse moyenne faible est supposée signifier que le véhicule doit s'arrêter puis de se relancer assez fréquemment). D'autre part, elle est utilisée pour représenter la densité d'urbanisation puisque le coût unitaire de la production de polluants est d'autant plus élevé que le nombre de personnes touchées est lui aussi élevé. On ignore donc complètement le cas d'un boulevard périphérique urbain où les voitures roulent à grande vitesse et où le nombre de riverains est souvent très élevé. Ceci n'est pas gênant puisque la présente méthode est avant tout destinée aux communes rurales.
- Il ne faut sans doute pas trop se fier à cette courbe lorsque la vitesse dépasse 100 km/h puisque, au-delà de cette vitesse, les coûts de la pollution semblent se diriger vers des valeurs très faibles. Ceci n'est pas très réaliste car on peut considérer qu'une vitesse supérieure à 100 km/h indique que l'on se trouve en rase campagne et donc que les coûts liés aux émissions de polluants ne peuvent plus baisser, alors que la consommation de carburant augmente de façon exponentielle.

- Une étude du ministère des Transports du Québec réalisée sur la région de Montréal (*Impacts sur la consommation énergétique et les émissions polluantes liés à l'évolution de la demande de transports des personnes à l'horizon 2011* – Chantal LEMAY, Catherine LAPLANTE, 1991) à l'aide notamment du modèle MOBILE5C montrent que les taux d'émission en HC et NO atteignent leur valeur minimum lorsque la vitesse est de 55 mph soit environ 90 km/h. Pour les taux d'émission en NO_x, cette vitesse est de 50 mph, soit 80 km/h. Si l'on prend en compte le fait que les coûts unitaires de la pollution sont plus bas en rase campagne qu'en ville, on voit que la première partie de la courbe semble fiable.
- En ce qui concerne les poids lourds, une étude⁸ citée par Litman nous conduit à considérer que les coûts engendrés par un camion sont en moyenne 15 fois plus élevés que ceux engendrés par une voiture.

IV.2.4/ Évolution au cours du temps

Les valeurs précédentes sont valables uniquement pour l'année 1996. Or, on sait que ces valeurs étaient plus élevées dans les années précédentes du fait de la moindre performance des moteurs et des systèmes de dépollution et de la moindre qualité des carburants. Au premier rang des systèmes de dépollution figure le pot d'échappement catalytique qui permet, avec également toutes les évolutions qu'il impose (suppression du plomb dans l'essence, utilisation systématique de l'injection électronique), de réduire les émissions de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures et d'oxydes d'azote de respectivement 70 %, 30 % et 80 %⁹. Compte tenu des valeurs données au IV.2.2/ et IV.2.3/, on peut en déduire que le coût de la pollution se trouve diminué de 65 %.

La technologie du pot catalytique a été introduite aux USA en 1970 et rendue obligatoire en 1981. La durée de vie moyenne d'une automobile étant située entre 8 et 10 ans, on peut considérer qu'à partir de 1990 tout le parc automobile nord-américain était muni de ce dispositif. La baisse de 65 % des émissions de polluants due à la généralisation du pot catalytique peut donc être répartie sur 10 ans (entre 1981 et 1990) en une baisse annuelle de 10 %.

Dans le même intervalle, la consommation de carburant diminuait fortement en Amérique du Nord, réduisant de façon proportionnelle les émissions de polluants (indépendamment des autres causes de réduction de ces émissions). Ainsi, selon l'étude de l'Agence Nationale de l'Énergie (L'Automobile et les Changements Climatiques, p. 82) concernant la consommation réelle de carburant aux USA entre 1970 et 1988, on constate que :

- entre 1970 et 1976, la consommation est restée stable à 19 litres pour 100 km;

⁸ James McKenzie, Roger Dower et Donald Chen, *The Going Rate : What it really costs to drive*, World Resources Institute (Washington DC), 1992.

⁹ Pierre MERLIN : *Géographie, économie et planification des transports*, Presses universitaires de France, 1991.

- entre 1976 et 1988, elle est passée de façon presque linéaire de 19 à 13 litres pour 100 km, soit une baisse annuelle de 3 % que nous supposons se poursuivre dans les années suivantes, au moins jusqu'à 1998 (il est toutefois évident qu'elle ne pourra pas se poursuivre indéfiniment au même rythme).

Ainsi, en combinant ces deux tendances, on peut établir un scénario d'évolution des coûts des émissions de polluants par véhicule kilomètre entre 1970 et aujourd'hui :

- entre 1970 et 1976, pas de changement;
- entre 1976 et 1981, baisse de 3 % par an;
- entre 1981 et 1990, baisse de 8 % par an;
- après 1990, baisse de 3 % par an.

V/ Impacts socio-économiques

Ainsi que nous l'avons évoqué, la mise en place d'une déviation autour d'une ville rurale provoque souvent, à long terme, de profonds bouleversements dans la structure urbaine de celle-ci. Ce sont ces changements que nous chercherons dans un premier temps à décrire.

L'impact purement économique peut être vu sous deux angles complémentaires :

- 1) L'évolution du chiffre d'affaires des commerces et des entreprises installés sur la commune ainsi que l'évolution du revenu moyen par habitant. Ces deux aspects précis sont en partie redondants et en partie complémentaires. Ils sont redondants car les revenus des entreprises sont en partie distribués sous forme de salaires aux habitants de la commune qui y travaillent, tandis que ce salaire est lui-même en partie converti en achats auprès de ces commerces. Ils sont complémentaires car tous les habitants d'une ville n'y travaillent pas forcément. Il est à noter que pour l'ensemble de la collectivité (Province ou État), tous ces gains ou pertes ne représentent que des transferts puisqu'un achat qui n'est pas effectué dans une commune le sera dans une autre commune faisant partie de la même collectivité.
- 2) L'impact sur le patrimoine foncier de la commune. L'évolution de celui-ci, en particulier autour de la déviation et autour de la route contournée, est d'ailleurs fortement corrélée à l'évolution de la structure urbaine dans ces mêmes lieux. Cette fois, il ne s'agit pas d'un transfert au sein de la collectivité puisque contrairement à des ventes au détail, des richesses foncières peuvent être créées ou perdues.

V.1/ L'évolution de la structure urbaine

Dans notre tâche de description de cette évolution, nous disposerons des outils suivants :

- photographies aériennes à différentes époques;
- cartes topographiques;
- archives municipales concernant les permis de construction, de démolition et de changement d'usage;
- annuaires téléphoniques anciens (pour les commerces).

Outre les problèmes liés à la perte de fonctionnalité et de sécurité par la route, l'urbanisation aux abords des déviations pose des problèmes d'ordre esthétique. En effet, le développement se fait le plus souvent de manière anarchique, les municipalités étant souvent conduites à réviser leurs documents d'urbanisme afin de satisfaire les exigences de puissantes entreprises commerciales ou industrielles n'ayant que l'embarras du choix pour la localisation de leurs nouveaux établissements (la concurrence entre les communes est rude). On ne saurait cependant trop reprocher aux élus locaux de céder à ce véritable chantage à l'emploi à un moment où le taux de chômage demeure à un niveau élevé. Dans ces conditions, on voit difficilement comment mettre sur pied un système empêchant les grandes entreprises de dicter leur loi aux collectivités locales, à moins de se doter d'outils réglementaires permettant à l'État, en collaboration avec les municipalités, de gérer cette situation plus efficacement.

Nous connaissons bien le résultat de la politique actuelle, aussi bien au Québec qu'en France¹⁰. Il prend le plus souvent la forme de bâtiments ressemblant à des entrepôts agrémentés d'aires de stationnement et de grillages, le tout surmonté d'une épaisse couche d'affichage publicitaire.

Enfin, et cette remarque concerne tous les types de projets routiers, le fait de faciliter les déplacements motorisés encourage une urbanisation à très faible densité. Ainsi, non seulement l'utilisation de l'automobile est terriblement consommatrice d'espace (routes, échangeurs, aires de stationnement), mais elle provoque un gaspillage de cet espace. Par suite, la dispersion géographique grandissante des activités rend les modes de transport non motorisés (marche à pied, bicyclette) de moins en moins compétitifs et rend la population de plus en plus dépendante de l'automobile. Dans le cas particulier des déviations d'agglomération, les terrains peu coûteux situés en périphérie deviennent tout à coup intéressants à exploiter pour les développeurs. Et le changement d'affectation se fait toujours au détriment de l'exploitation agricole. En outre, parmi les coûts engendrés par ce type de développement, figurent les coûts d'extension des réseaux de distribution d'eau potable, d'électricité, de télécommunication et du réseau d'assainissement.

¹⁰ Voir notamment : Martine Meunier, Jean-Claude Gallety, Tristan Guilloux, *Urbanisation aux abords des infrastructures, Phénomènes économiques et effets induits en Entrée de ville*, CERTU, 1994.

V.2/ Impacts sur les entreprises

V.2.1/ État des connaissances

Ainsi que nous l'avons déjà dit, les projets de construction d'une déviation autour d'une commune s'attirent souvent l'hostilité des commerçants situés au bord de la route contournée qui craignent de perdre une part essentielle de leur clientèle. Les élus locaux y voient eux une formidable incitation à l'installation de nouvelles entreprises et décident donc souvent de créer une zone industrielle à proximité. Afin de mieux savoir ce qu'il en est réellement, nous allons dans un premier temps résumer les principales conclusions des études déjà effectuées à ce sujet et ayant fait l'objet d'une fiche de lecture¹¹ :

- Les infrastructures de transport sont un outil de développement économique et d'aménagement du territoire mais il n'en est pas la cause. L'impact qu'aura une nouvelle route sur l'activité économique dépendra avant tout de la stratégie développée par les acteurs concernés pour en tirer profit.
- Le plus souvent, l'impact économique est négligeable. Il peut être positif ou négatif, ce qui dépend surtout des atouts de la commune, autres que les infrastructures de transport.
- Globalement, la santé économique d'une région dépend surtout de paramètres comme la qualification de la main d'œuvre ou la conjoncture économique nationale. Dans la stratégie de localisation des entreprises, la proximité d'une infrastructure de transport efficace est un atout mais n'est pas un critère déterminant, sauf dans le cas des entreprises ayant grand besoin de publicité (« effet vitrine » recherché par les commerces) ou de celles susceptibles de tirer un maximum de profit de la réduction des coûts de transport (transporteurs routiers, entreprises ayant plusieurs établissements dont chacun doit être facilement accessible à partir des autres).
- S'il y a un impact négatif, ce sont surtout les commerces dépendants du trafic de transit (hôtels, restaurants, stations-service) qui sont touchés, bien que la plupart du temps, la part de leur chiffre d'affaires réalisée avec une clientèle de passage soit très faible. Les autres commerces sont en général plutôt favorisés.

¹¹ Voir notamment les documents suivants :

- *Déviation d'agglomérations. Un bilan sur 20 cas*, CETE Méditerranée - SETRA, 1990.
- *Economic Effects of Highway Bypasses on Business Activities in Small Cities*, Reijo Helaakoski, Hani S. Mahmassani, C. Michael Walton, Mark A. Euritt, Robert Harrison, S. Johann Andersen, The University of Texas at Austin.
- *Economic & Social Effects of a Highway Bypass - American Fork, Utah*, Utah State University, College of Business and Science.
- *Employment and Income Impact of Expenditures for Bypass, Loop and Radial Highway Improvements*, Jesse L. Buffington, Dock Burke Jr., Texas Transportation Institute.
- *The Bypass Impact On Communities*, Paul V. Plotas, Larkin Associates Consulting Engineers.
- *Evaluation of the Economic Impacts of a Highway Bypass : A Case Study of the Goulburn Bypass*, Bruno P. Parolin, Barry J. Garner, School of Geography, University of New South Wales.
- *Effects of highway Bypasses in rural Communities and Small Urban Areas*, Transportation Research Board, National Research Council.
- *Impacts of Highway Bypasses on Kansas Towns*, David Burress, Institute for Public Policy and Business Research, University of Kansas, Kansas Department of Transportation.
- *By-passes for Communities*, Rosalie Hill, Peter Townroe, School of Urban and Regional Studies, Sheffield City Polytechnic.

- La baisse de l'activité commerciale de la ville et/ou son déplacement aux abords de la déviation ne sont pas une fatalité. Il existe des stratégies pour prévenir ce phénomène. On peut par exemple profiter de la baisse de trafic sur la route contournée pour y réaliser un aménagement destiné à rendre le centre-ville plus convivial* (plus de place pour les piétons, plus d'aires de stationnement) et ainsi attirer une clientèle nouvelle qui sera plus fidèle que la clientèle de transit parce que ne s'arrêtant plus « par hasard ».
- C'est surtout le périmètre situé autour des échangeurs qui fait l'objet d'une pression importante de développement.
- Les commerces dépendant du trafic routier subissent des impacts (disparition, relocalisation vers la déviation, ouverture) à court terme (moins de deux ans) au contraire des autres activités économiques.

V.2.2/ Différentes méthodes d'évaluation

De même que dans les parties précédentes, la principale difficulté sera de mettre au point le scénario de référence (en l'absence de déviation). Pour ce faire, nous pourrions utiliser différentes méthodes, selon la quantité de données dont nous disposerons.

Celles-ci seront issues de différentes sources comme les archives des communes concernées ou les statistiques publiées au niveau national. Les chiffres de ventes des commerces pourront notamment être déduits du montant des taxes prélevées sur la consommation.

a) Utilisation d'un modèle économétrique

Ce modèle consiste dans un premier temps, à partir des « photographies » de différentes villes (avec ou sans déviation, mais tout de même comparables par ailleurs) à différentes époques, à effectuer une régression multiple entre d'une part la variable cherchée (ici les ventes au détail annuelles), et d'autre part, tous les paramètres susceptibles d'avoir une influence sur elle, à l'aide de la méthode des moindres carrés.

Ainsi, les variables dépendantes seront :

- les ventes annuelles des commerces dépendant du trafic de transit;
- les ventes annuelles des autres commerces;
- les ventes annuelles de tous les commerces;
- le chiffre d'affaires des entreprises industrielles ou de service.

Les variables explicatives peuvent être classées en plusieurs types :

1. Variables caractérisant la ville mais non liées à la déviation :
 - population;
 - distance à une ville importante (il est évident que la proximité d'un grand centre urbain est défavorable au commerce local);
 - trafic journalier moyen sur les routes pénétrant dans la ville.
2. Variables caractérisant la conjoncture économique au niveau régional ou national :
 - taux de croissance du PIB au Canada pendant la même année;
 - revenu moyen dans la région ou dans la MRC;
 - année.
3. Variables liées à la déviation :
 - variable binaire « déviation » (= 1 si présence d'une déviation, = 0 sinon);
 - distance moyenne de la déviation par rapport à la route contournée;
 - une variable « accès » qualifiant le niveau de contrôle des accès à la route (valeurs entre 0, si aucune restriction, et 10, si restriction totale des accès).
 - longueur totale de la déviation;
 - longueur de la portion de route contournée;
 - trafic journalier moyen sur la déviation;
 - nombre de routes menant de la déviation jusqu'au centre de la ville;
 - éventuellement une variable binaire « construction de la déviation » (= 1 si année de construction de la déviation, =0 sinon) pour tenir compte de l'impact des dépenses liées à ces travaux (aussi bien directement qu'indirectement, à travers la présence du personnel de chantier).

Dans la suite, nous appellerons individu le vecteur ligne constitué de l'ensemble des valeurs des variables (dépendantes ou explicatives) concernant une ville précise en une année précise. Pour la constitution de notre échantillon, il pourra s'agir d'une ville ayant fait ou non l'objet d'une déviation en une année située avant ou après la construction de l'éventuelle déviation. Les villes choisies devront présenter des profils variés du point de vue des variables explicatives sélectionnées pour une meilleure qualité de la régression mais devront en dehors de cela être aussi semblables que possible. Il faut bien sûr que les observations faites sur la ville étudiée fassent partie de l'échantillon.

Nous cherchons donc, pour chaque variable dépendante, une relation de la forme suivante :

$$y_i = \sum_{j=1}^n \alpha_j \cdot x_{ij} + u_i$$

Où :

- y_i Valeur observée d'une des variables dépendantes du $i^{\text{ème}}$ individu
- x_{ij} Valeur observée de la $j^{\text{ème}}$ variable explicative du $i^{\text{ème}}$ individu
- α_j $j^{\text{ème}}$ coefficient de la régression linéaire
- u_i Erreur commise par la régression multiple dans l'estimation de la $i^{\text{ème}}$ variable dépendante
- n Nombre de variables explicatives

On calcule ensuite les coefficients α_j de telle sorte que :

$$\sum_{j=1}^n u_j^2 \text{ soit minimum}$$

Une fois que tous ces coefficients sont déterminés, on peut calculer le développement qui aurait eu lieu en l'absence de déviation.

! Les notations qui vont suivre n'ont plus aucun rapport avec les précédentes !

Désormais, nous utiliserons les notations suivantes (l'année 0 fait toujours référence à l'année précédant la mise en service de la déviation) :

- y_i Valeur observée de la variable dépendante choisie de la ville étudiée à l'année i , en présence de la déviation
- x_{ij} Valeur observée de la $j^{\text{ème}}$ variable explicative de la ville étudiée à l'année i , en présence de la déviation
- y_i' Valeur projetée de la variable dépendante choisie de la ville étudiée, à l'année i , si la déviation n'avait pas été construite
- x_{ij}' Valeur projetée de la $j^{\text{ème}}$ variable explicative de la ville étudiée, à l'année i , si la déviation n'avait pas été construite

Les méthodes de calcul des x_{ij}' ont été exposées dans les chapitres précédents (à l'exception de la population, pour laquelle on utilisera les taux de croissance des années précédant l'ouverture de la déviation). les x_{ij}' des variables liées à la déviation seront pris égaux à 0.

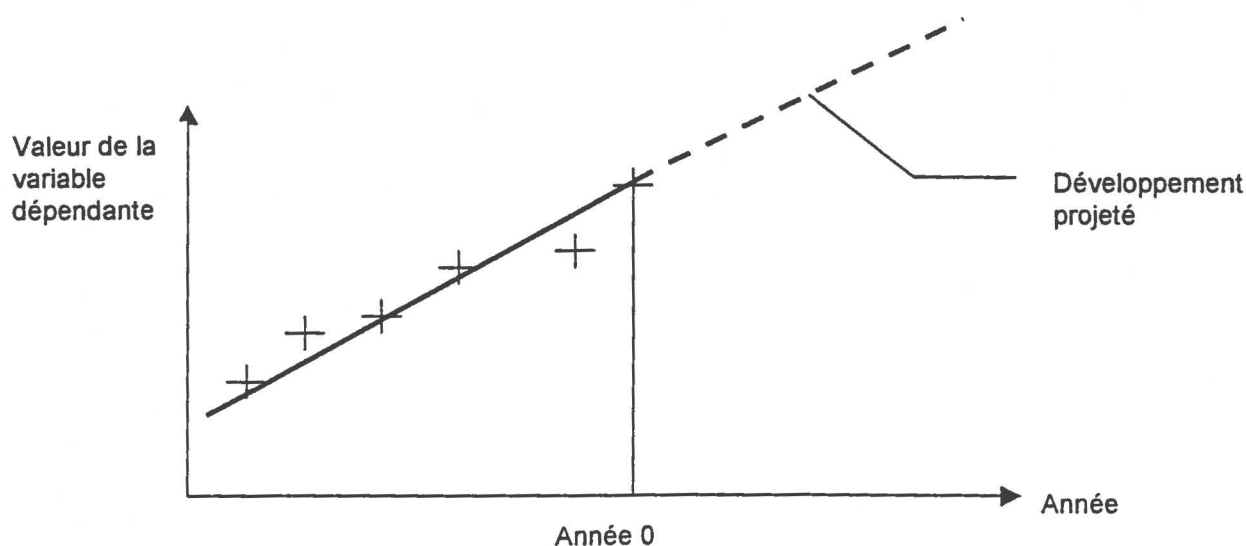
On a donc :

$$y_j' = \sum_{j=1}^n \alpha_j \cdot x_{ij}'$$

Par la suite, il ne reste plus qu'à faire la comparaison entre y_j et y_j' pour déterminer les coûts ou bénéfices engendrés par la déviation.

b) Méthode du développement projeté

Cette méthode consiste tout simplement à recueillir les valeurs des différentes variables dépendantes de la ville étudiée dans les années précédant la mise en service de la déviation puis à extrapoler les valeurs prévisibles pour les années suivantes à l'aide d'une régression linéaire :



c) Méthode de la zone témoin

Elle est tout à fait analogue à celle décrite dans le chapitre consacré à la sécurité routière :

- À l'année 0, on recherche une commune semblable à la ville étudiée du point de vue des variables dépendantes et des variables explicatives non liées à la déviation (voir a)). Il faut bien sûr que cette ville témoin ne subisse pas de modifications importantes de son réseau routier au cours des années suivantes.
- Si on dispose de plusieurs choix possibles, on sélectionnera le (ou les) meilleur(s) par le calcul de la distance euclidienne :

$$d_i = \sum_{j=1}^n \frac{(x_j - x_{ij})^2}{s_j^2} \quad \text{avec}$$

- j Indice représentant la $j^{\text{ème}}$ variable dépendante ou explicative non liée à la déviation (par exemple les ventes au détail ou le trafic journalier entrant dans la ville)
- x_j Valeur de la $j^{\text{ème}}$ variable pour la ville de référence
- x_{ij} Valeur de la $j^{\text{ème}}$ variable pour la $i^{\text{ème}}$ ville témoin
- s_j Écart-type de la $j^{\text{ème}}$ variable
- d_j Distance euclidienne entre la ville j et la ville de référence

- Par suite, on observe les taux de croissance annuels des valeurs de variables dépendantes de la ville témoin. On utilise alors ces taux pour le calcul des valeurs des variables dépendantes de la ville de référence à partir des chiffres de l'année 0.

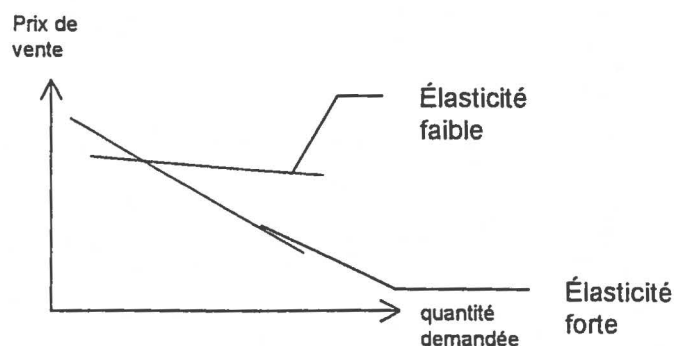
d) Méthode de la situation initiale

Il s'agit ici de déterminer l'évolution de la situation économique locale dans le cas où l'on impose une politique de gestion des accès plus stricte. Les méthodes décrites dans le a) et le c) sont donc applicables avec les modifications suivantes :

- Dans le a), les variables liées à la déviation ne seront pas prises égales à 0 mais dans le cadre de la méthode de la situation initiale (et en particulier, la variable « accès » sera égale à 10 ou moins, si l'on veut tester d'autres scénarios).
- Dans le c), la ville témoin sera une ville contournée, mais avec contrôle strict des accès.

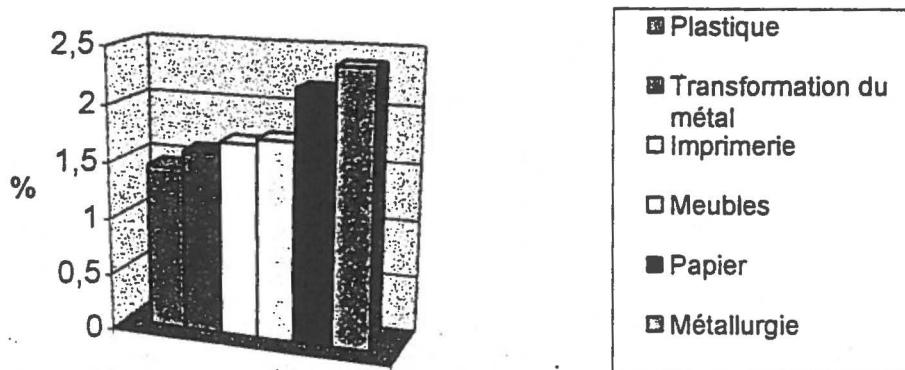
V.2.3/ Impacts macro-économiques

Les acteurs économiques de la ville contournée ne sont pas les seuls à être concernés par la construction d'une déviation. Parce que celle-ci permet la réduction des temps de transport et donc des coûts de transport, les entreprises vont pouvoir soit en profiter pour augmenter leur marge et donc leurs bénéfices, soit pour baisser le prix de vente des produits transportés et ainsi augmenter leur production. Le plus souvent, il s'agira d'une combinaison des deux mesures. Le dosage est déterminé par l'état actuel des marges et par l'élasticité de la demande du produit transporté par rapport à son prix de vente. Si cette dernière est grande, alors la forte augmentation de ventes qui résulterait d'une baisse de prix relativement faible permettrait une augmentation substantielle des profits. Si elle est faible, alors il est préférable de privilégier l'augmentation des marges dans la mesure où l'on a peu d'espoir d'augmenter le volume de ventes.

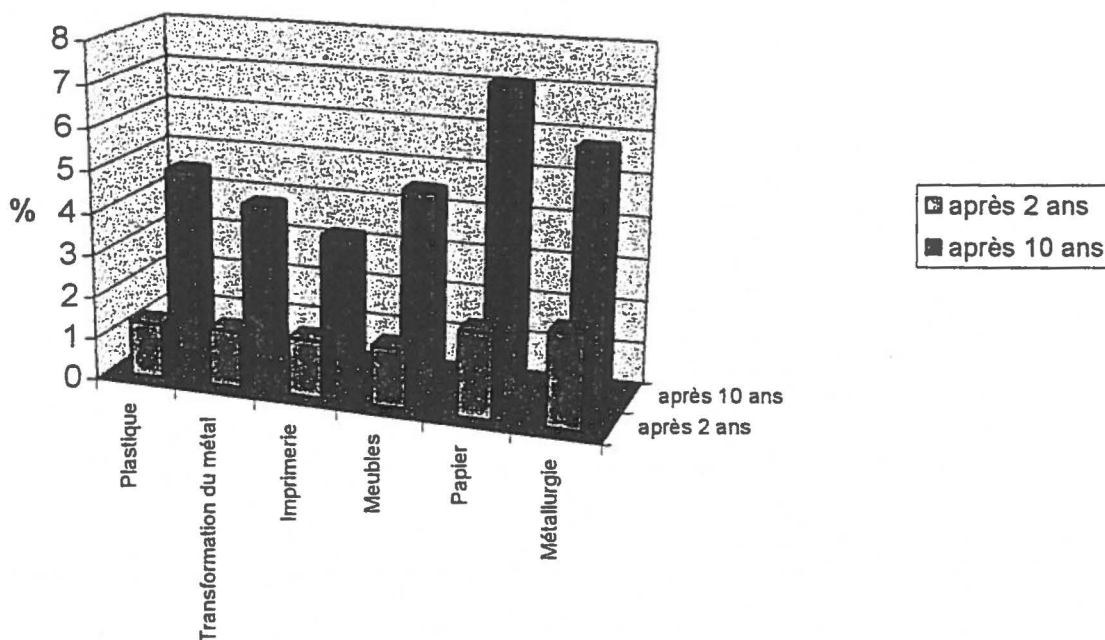


Le profit qu'une entreprise pourra tirer d'une nouvelle infrastructure de transport dépendra également de la part des coûts de transport dans le prix de revient de ses produits. Cette part est d'autant plus élevée qu'il s'agit de produits lourds, c'est à dire à faible valeur ajoutée, ainsi que le confirment les schémas suivants¹ :

% des coûts de transport dans le coût total (USA)



% de croissance du à la baisse de 10% des coûts de transports (USA)



¹ Glen Weisbrod, Frederick Treyz, *New Methods for Measuring Highway Economic Benefits – The Elements of Business productivity*, Transportation Research Board, 76th Annual Meeting, January 12-16, 1997, Washington DC.

On peut estimer la variation de la production due au changement des coûts de transport à l'aide de la formule suivante¹³ :

$$E_t = \frac{v_t \cdot E_d}{1 - [(1 - v_t) \cdot E_d] / E_s} \quad \text{avec}$$

- E_t Élasticité de la demande de transport
 v_t Part du transport dans le coût total
 E_d Élasticité de la demande pour les produits transportés
 E_s Élasticité de l'offre pour les produits transportés

Il faut donc connaître à la fois le volume et le type de marchandises transportées sur la nouvelle infrastructure pour déterminer l'augmentation de la production qui en résulte.

Il existe des impacts indirects de la construction d'une déviation sur les entreprises qui sont beaucoup plus difficiles à quantifier. Ainsi, une amélioration du réseau de transport peut autoriser des livraisons (réception ou expédition) plus fréquentes et donc une réduction des stocks et des coûts qui y sont attachés (coûts de gestion en particulier). Par ailleurs, l'entreprise va pouvoir étendre son champ d'investigations pour ce qui concerne la recherche de clients, fournisseurs et employés. Ceci peut aussi bien être un atout (augmentation du marché potentiel, de la qualité de la main d'œuvre et des fournisseurs) qu'un risque (accroissement de la concurrence avec les autres régions). Tout dépend en fait de la stratégie adoptée par les entreprises et des atouts dont elles disposent, ce qui rend toute évaluation difficile et aléatoire.

V.3/ Impact sur les valeurs foncières

V.3.1/ Généralités

Le prix de l'immobilier, plus que celui de toute autre « marchandise », dépend en premier lieu de l'offre et de la demande dont il fait l'objet. C'est pourquoi la fixation des prix fonciers ne répond pas toujours à des critères objectifs. Il est néanmoins facile de prévoir les grandes tendances d'évolutions dans le cas qui nous intéresse :

- À court terme, la construction d'une déviation engendre une coupure au sein des terrains agricoles entourant la ville. Les « chutes », ces petits morceaux de terre coincés entre la déviation et l'agglomération urbaine, sont plus difficilement exploitables et perdent donc une partie de leur valeur en tant que terrains agricoles. Ceci étant vrai sauf s'il a été procédé à un remembrement efficace.

¹³ Peter Greig, David Ferguson, Thorolf Thoresen, *Linking Road Strategies to Economic Development*, Roads Corporation, Victoria, Australia.

- Les terrains non bâtis et situés en zones constructibles qui sont desservis par la nouvelle infrastructure vont connaître une forte hausse de leur valeur car les entreprises sont friandes de l'impact publicitaire engendré par une telle localisation. En particulier, les zones situées près des échangeurs dans le cas des autoroutes connaissent souvent un développement fulgurant¹⁴. Sous la pression des promoteurs, il arrive que la destination de ces terrains prévue dans les documents d'urbanisme soit modifiée afin de les rendre constructibles avec une forte densité.
- La valeur des commerces situés le long de la route contournée vont connaître une baisse puisque chacun pense que le détournement du trafic de transit vers la déviation va forcément se traduire par une baisse de l'activité. Par suite, de nombreux commerçants voulant se localiser près de la déviation ou cesser leur activité vont mettre en vente leur commerce, ce qui risque d'accentuer la chute des prix.
- En revanche, les habitations situées près de la route contournée, étant débarrassées d'une partie des nuisances causées par la circulation automobile, vont prendre de la valeur.
- L'impact d'une déviation sur les valeurs foncières se fait parfois sentir dès l'annonce de sa construction, car les agents économiques anticipent la modification de la demande qui va intervenir. Toutefois, cela n'est pas systématique car on sait aussi qu'il peut s'écouler beaucoup de temps entre l'annonce d'une déviation et sa réalisation (le projet peut même être abandonné entre temps) et que le risque est donc grand.

V.3.2/ Recueil de données

Cette étude s'appuiera en partie sur le recueil de statistiques concernant l'évaluation foncière des municipalités du Québec publié chaque année depuis 8 ans par le ministère des Affaires municipales du Québec. Cependant, dans le cas des déviations construites avant 1989, il faudra faire appel aux municipalités étudiées. Il n'est alors pas évident que l'on disposera d'estimations fiables, mais les archives municipales permettront au moins de tracer l'évolution de l'utilisation du sol.

V.3.3/ Méthode d'évaluation

Les méthodes utilisables ont été décrites précédemment, il s'agit du modèle économétrique, de la zone témoin, et du développement projeté. Les différentes variables utilisées seront les suivantes :

¹⁴ *Analysis of Freeway Impact in Five urban Areas in North Carolina*, Snehamay Khasnabis, Department of Civil Engineering, Wayne State University, Wilard F. Babcock, Department of Civil Engineering, North Carolina State University.

1) Variables dépendantes :

- valeur foncière des logements;
- valeur foncière des immeubles commerciaux et de service;
- valeur foncière des terres agricoles;
- valeur foncière des immeubles industriels.

2) Variables explicatives globales :

- population;
- revenu moyen dans la région (ou MRC);
- taux de croissance économique dans la région.

3) Variables explicatives liées à la déviation :

- présence d'une déviation (=1 si oui, =0 sinon);
- année de mise en service de la déviation (=1 si oui, =0 sinon), pour voir les effets à court terme. On pourrait également introduire des variables comme « 1 an ou 2 ans avant la mise en service » ou bien « début de la construction » afin de savoir de quelle façon les agents économiques ont réagi dès lors qu'ils étaient sûrs de la présence future de cette déviation;
- distance moyenne de la déviation par rapport à l'agglomération;
- longueur totale de la déviation;
- % de trafic détourné de l'ancienne route.

Conclusion

La partie suivante aura pour objet l'étude de l'ensemble des déviations routières construites en Gaspésie sur le tracé de la route 132. Bien entendu nous essaierons de respecter le canevas exposé dans le présent rapport. Toutefois, nous verrons que compte tenu de la somme colossale d'information à réunir, de la difficulté qu'il y a à les réunir et du peu de temps disponible, nous serons obligés d'effectuer quelques raccourcis et de poser des hypothèses supplémentaires.