

Résumé exécutif

1. Contexte général

Ce projet mené au Centre d'Etudes Economiques et Sociales de l'Environnement (CEESE) de l'Université Libre de Bruxelles s'inscrit dans le cadre général du développement de méthodologies visant à évaluer le caractère soutenable des transports dans la perspective de la mise en place de politiques vers une mobilité durable. Dans ce cadre et pour contribuer à la traduction du concept de mobilité durable en termes opérationnels, une approche possible consiste à évaluer les coûts externes dont sont responsables les activités de transport, c'est-à-dire la part des coûts sociaux générés par ces activités et qui ne sont pas supportés par ceux qui les occasionnent mais par des tiers. Ces externalités concernent principalement: la pollution atmosphérique aux échelles locale, régionale et globale; les nuisances sonores; la consommation de ressources (espace et énergie); la congestion et les accidents de la route.

L'étude menée au CEESE dans le cadre du projet «Mobilité durable en région bruxelloise» concerne plus spécifiquement le développement de méthodologies permettant de quantifier et de monétariser les effets externes des transports. Le besoin de disposer de telles méthodologies se manifeste dans deux optiques principalement.

Tout d'abord, dans le cadre d'une politique d'internalisation où la prise en compte des coûts externes se fait souvent par voie réglementaire ou à l'aide d'instruments économiques, l'évaluation monétaire des effets externes des transports permet, pour les différents modes de transport, la détermination du taux d'internalisation à réaliser.

Ensuite, dans le cadre de l'évaluation de projets, de politiques ou de mesures en relation avec les transports, ces méthodologies permettent d'intégrer l'évaluation des bénéfices environnementaux générés que l'évaluation économique traditionnelle a tendance à ignorer.

2. Principaux objectifs

Dans le cadre de ce projet, nous envisageons l'évaluation des coûts externes causés par le trafic automobile, en traitant plus spécifiquement les coûts externes environnementaux (pollution atmosphérique et bruit) et en nous focalisant sur leur évaluation en zone urbaine où les problèmes posés par le trafic automobile se posent avec plus d'acuité et où les impacts environnementaux sont nettement plus importants.

Outre l'approfondissement des connaissances dans ce domaine, un objectif essentiel de cette étude a donc été de développer et d'appliquer un cadre comptable des externalités environnementales liées au trafic routier en région bruxelloise.

Un autre objectif important était de développer un outil d'aide à la décision permettant la prise en compte des coûts/bénéfices environnementaux associés aux mesures en faveur d'une mobilité durable.

3. Impacts liés à la pollution atmosphérique

Concernant l'évaluation des impacts liés à la pollution atmosphérique d'origine automobile en termes d'effets néfastes sur la santé publique, de détérioration des bâtiments ou de réduction des rendements agricoles par exemple, la méthodologie générale adoptée repose sur l'évaluation du coût des dommages. Egalement connue sous le nom d'approche du chemin d'impact, cette méthodologie trace le passage d'un polluant depuis l'endroit où il est émis jusqu'à l'impact final en suivant une série logique d'étapes.

L'évaluation des effets externes générés par les transports est alors le résultat d'une analyse qui comporte quatre étapes principales:

- évaluation des émissions polluantes dont est responsable le trafic routier;
- détermination des concentrations en polluant résultantes dans l'air ambiant (immissions) ;
- calcul des dommages physiques ;
- traduction en termes monétaires.

Cette approche, notamment préconisée dans le cadre du projet européen ExternE, a été adaptée à la situation en région bruxelloise en développant des outils adéquats pour le calcul des émissions et pour la modélisation de la relation émissions-immissions, et en tenant compte des spécificités locales notamment pour le stock de matériaux exposés à la pollution.

D'un point de vue méthodologique, en fonction de l'échelle spatiale considérée – locale, régionale ou globale – des approches spécifiques ont été considérées, principalement pour l'établissement de la relation entre les émissions du transport et les concentrations résultantes ainsi que pour la quantification des dommages.

En ce qui concerne le **calcul des émissions** du trafic routier requis pour l'évaluation des dommages aux différentes échelles, un modèle spécifique a été développé. Il s'agit du modèle AMORTEC (**A**ggregate **M**odel for **R**oad **T**raffic **E**missions **C**alculation) qui, en se basant sur la méthodologie COPERT, permet le calcul des émissions du trafic routier à une échelle agrégée nationale ou régionale sur base annuelle ou mensuelle. Les émissions polluantes et la consommation de carburants associées au trafic routier en Région de Bruxelles-Capitale ont été calculées sur une base mensuelle pour la période 1990-1999 pour les différentes catégories de véhicules composant le parc automobile et en prenant en compte l'évolution de celui-ci au cours de cette période.

3.1 Evaluation des dommages à l'échelle locale

Afin d'évaluer les impacts à l'échelle locale considérés de façon prioritaire dans l'étude, un modèle spécifique a été développé. Il s'agit du modèle «Bruxelles Air» pour l'évaluation des coûts externes de la pollution atmosphérique en Région de Bruxelles-Capitale. Ce modèle est composé de trois modules. Le premier, dédié au calcul des émissions, établit le lien entre les principales activités économiques responsables de la pollution de l'atmosphère urbaine (trafic et chauffage domestique et des bureaux) et leurs niveaux d'émissions respectifs. Le second module détermine les immissions (concentrations auxquelles les récepteurs sont soumis) résultantes en modélisant la relation entre ces immissions, les émissions calculées précédemment et différentes variables météorologiques pertinentes à l'aide d'un modèle de type économétrique. Le troisième module évalue alors les dommages en termes physiques et monétaires via des fonctions exposition-réponse et des fonctions de dommage appropriées.

Sur base de ce modèle, la situation en Région de Bruxelles-Capitale a été évaluée en terme d'impacts locaux pour la période 1995-1998.

Cette analyse a permis de situer, avec une probabilité de 67%, les coûts des dommages à la santé et aux bâtiments en Région de Bruxelles-Capitale pour l'année 1998 considérée comme année de référence dans une plage d'estimations de 220 à 3.526 M€ avec pour valeur médiane **882 M€**.

De ce montant, 92% (811 M €) sont relatifs aux dommages à la santé, principalement dominés par la mortalité associée aux particules qui représente à elle seule 651 M€. Ces estimations très élevées des dommages en terme de mortalité sont liées à la valeur monétaire importante attribuée à la vie humaine (3,1 M€) et aux années de vie perdues (84 k€ pour la mortalité chronique). En terme de morbidité, les dommages associés à la pollution atmosphérique d'origine automobile sont également importants et s'élèvent à près de 159 M€ dont 62% (98 M€) sont associés aux bronchites chroniques causées chez les adultes par les particules fines, et 24% aux jours d'activités réduites également liés aux particules.

Comparativement beaucoup plus faibles, les détériorations causées aux bâtiments sont évaluées à plus de 70 M€ en 1998 pour la Région de Bruxelles-Capitale. Ces impacts sont largement dominés (98%) par les particules responsables des salissures des bâtiments.

En terme d'évolution, l'analyse a mis en évidence une diminution globale des coûts externes annuels de 14% entre 1995 et 1998 principalement observables à partir de 1997 suite à la diminution importante des émissions de particules et de dioxyde de soufre issues du trafic.

En terme de coût externe par kilomètre parcouru, ces estimations conduisent à des coûts moyens au kilomètre de 300 m€ en moyenne sur l'ensemble du parc automobile. Une analyse plus fine a néanmoins révélé de grandes différences entre différentes catégories de véhicules (voitures, camionnettes, camions et autobus) et différents modes de transports de personnes et de marchandises. Des différences importantes ont également été mises en évidence au sein de chaque catégorie de véhicules suivant les évolutions technologiques.

3.2 Evaluation des dommages associés à la pollution photochimique

Dans ce cadre, une méthodologie d'évaluation basée sur le recours à un modèle déterministe modélisant la météorologie et les processus chimiques intervenant dans la formation de l'ozone a été mise en oeuvre. Le modèle METPHOMOD développé par le groupe de modélisation numérique du Laboratoire de Pollution Atmosphérique et des Sols à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne a été utilisé.

L'utilisation de ce modèle a nécessité l'établissement d'un cadastre d'émissions horaires spécifique à la Belgique pour une série de 36 polluants : méthane, monoxyde de carbone, monoxyde d'azote, dioxyde d'azote, dioxyde de soufre ainsi que 31 espèces de composés organiques volatils non-méthaniques.

En terme de dommages, l'approche développée s'est limitée aux effets à court terme (épisode) pour lesquels des fonctions exposition-réponse étaient disponibles. L'analyse considère spécifiquement les effets sur la santé en termes de mortalité aiguë et d'admissions à l'hôpital pour cause respiratoire au cours d'un épisode de pollution photochimique.

Dans un premier temps, la méthodologie développée a permis de modéliser un épisode de pollution photochimique survenu les 10 et 11 août 1998 considéré comme situation de référence et de calculer les dommages associés à cet épisode sur un domaine de 120 km x 120 km centré sur Bruxelles. L'évaluation a conduit à des coûts externes de **2,2 M€** dont 80% sont associés à la mortalité aiguë.

Dans un second temps, trois scénarios de réduction des émissions de gaz précurseurs (oxydes d'azote et composés organiques volatils) ont été analysés. Les stratégies considérées consistaient à réduire les émissions totales au niveau de la Région de Bruxelles-Capitale de trois façons : uniquement les émissions de NOx de 50% ; uniquement les émissions de COV de 50% ; ou simultanément les émissions de NOx et COV de 50%.

Sur base de cette analyse, il n'est pas aisé de conclure de façon univoque sur la stratégie la plus efficace pour améliorer la situation. En effet, en fonction de la zone géographique ou du critère d'évaluation considérés, des conclusions différentes peuvent être établies quant à la stratégie la plus efficace en terme de réduction de la pollution photochimique.

Si la réduction des émissions de COV seuls en région bruxelloise apparaît comme la stratégie la plus efficace pour la diminution des valeurs de pic observées sur le domaine, c'est la réduction des émissions de NOx seuls qui est la plus efficace en terme de diminution des valeurs moyennes sur 8 heures auxquelles sont associés les effets sur la santé.

Les différents scénarios considérés conduisent tous à des augmentations des concentrations d'ozone dans les principales agglomérations urbaines (Anvers, Bruxelles, Gand, Charleroi et Mons-Borinage) ce qui indique la saturation de ces zones à la fois en NOx et en COV.

Concernant spécifiquement la Région de Bruxelles-Capitale, la stratégie la moins défavorable – c'est-à-dire celle qui conduit à l'augmentation la plus faible des concentrations – est celle de réduction des émissions de COV uniquement.

En terme de dommages à la santé, seul le scénario de réduction des émissions de NOx conduit à une réduction des coûts externes associés à l'épisode par rapport à la situation de référence. Les deux autres scénarios conduisent à de légères augmentations (moins de 1%) de ces dommages, ceci malgré l'effet global des réductions des concentrations d'ozone.

Ceci s'explique par le fait que, d'une part, seuls les dommages sur la santé sont intégrés dans l'évaluation et que, d'autre part, c'est au niveau des grandes agglomérations que se produisent les plus grands accroissements de pollution photochimique. Les effets positifs d'une réduction des précurseurs en région bruxelloise se faisant surtout ressentir dans les zones rurales, l'intégration des effets sur la végétation et les cultures agricoles à long termes pourraient conduire à des conclusions différentes.

3.3 Evaluation des dommages associés au réchauffement climatique

Sur base des émissions de gaz à effet de serre (CO₂, CH₄ et N₂O) calculées par AMORTEC et en considérant une valeur de 2,4€/tCO₂, telle que préconisée par le nouveau modèle FUND 2.0 pour les externalités liées à l'effet de serre, les coûts externes associés au réchauffement climatique dont est responsable le trafic routier en Région de Bruxelles-Capitale ont pu être évalués à **1,7 M€** pour l'année 1998. Il faut néanmoins signaler que cette valeur est fortement dépendante de nombreuses incertitudes ainsi que de la valeur attribuée aux coûts associés à la tonne de CO₂ émise qui a déjà été revue à plusieurs reprises et qui devrait encore prochainement être revue à la hausse en fonction de l'évolution des connaissances.

Concernant spécifiquement l'évolution de la situation en Région de Bruxelles-Capitale, une augmentation de 9% a pu être mise en évidence entre 1990 et 1999. Par ailleurs, un début de diminution est apparu à partir de 1999 ce qui semble caractéristique de l'évolution des émissions du trafic en zone urbaine par rapport aux trafics sur autoroutes ou en zones rurales où la marge de progression est encore importante.

3.4 Analyse de mesures en faveur de transports soutenables

Afin de répondre à son objectif d'aide à la prise de décision, l'étude des impacts de la pollution atmosphérique d'origine automobile a été complétée par l'évaluation des effets potentiels de différentes mesures en faveur de transports soutenables.

Par rapport à la situation en 1998 considérée comme cas de référence, des mesures de trois types ont été évaluées : des mesures technologiques visant d'une façon générale à l'amélioration des paramètres d'émission du parc de véhicules ; des mesures encourageant le transfert modal vers des modes plus propres et finalement des mesures de réduction de la demande de transport.

L'analyse des impacts potentiels des différentes mesures techniques et non-techniques, a tout d'abord permis de mettre en évidence les réductions importantes des émissions que le rajeunissement du parc automobile (élimination des véhicules antérieurs à 1990) permet en théorie de réaliser. D'autre part, la marge de progression « garantie » par l'évolution des normes européennes limitant les émissions prévues à moyen terme (Euro IV en 2005) est importante – de l'ordre de 80% de réduction – pour les polluants responsables de la pollution locale et régionale. Par contre, ces normes ne garantissent nullement la réduction des émissions des gaz à effet de serre.

Au niveau du réchauffement climatique, nous avons en effet pu mettre en évidence que les technologies traditionnelles de véhicules (essence et diesel) même respectueuses des normes les plus strictes ne semblaient pas pouvoir induire une réduction effective des émissions de CO₂. Au niveau des mesures techniques, seules l'introduction de nouvelles technologies de véhicules (véhicules électriques, hybrides ou à pile à combustible) ou le

recours à des carburants alternatifs tels que le LPG permettraient de réduire les émissions de CO₂ à un niveau acceptable pour rencontrer les objectifs du protocole de Kyoto. Les mesures non-techniques sont également particulièrement intéressantes de ce point de vue.

Les nouvelles technologies de véhicules permettent en outre des gains intéressants au niveau de la réduction de la pollution locale et régionale.

En ce qui concerne les mesures non-techniques, les effets d'un transfert même minime en faveur du vélo s'avèrent particulièrement intéressants en terme de réduction des dommages.

Finalement, l'analyse montre que la réduction du trafic de marchandises par la route ou son report vers des modes plus propres (transports ferroviaire et fluvial) ont des effets potentiels importants sur la réduction de la pollution atmosphérique malgré la part relativement faible du trafic de marchandises dans le trafic global.

4. Coûts externes associés au bruit du trafic routier

Dans le cadre du projet « Mobilité durable en région bruxelloise, l'objectif était d'estimer le coût induit par le bruit routier dans la Région de Bruxelles-Capitale. Dans ce but, deux approches distinctes ont été retenues. Il s'agit, d'une part, de la méthode d'évaluation contingente retenue dans un premier temps et, d'autre part, de l'approche des prix hédonistes qui est venue ensuite offrir une vision plus large de la situation.

4.1 Méthode d'évaluation contingente

Cette méthode d'évaluation vise à déterminer la disposition à payer (DAP) pour recevoir un avantage, la réduction du niveau de bruit en l'occurrence.

L'application de la méthode d'évaluation contingente s'est révélée être adaptée à la situation de Bruxelles-Capitale et les résultats obtenus s'avèrent être riches en enseignements. Non seulement, les habitants de Bruxelles-Capitale, pour les rues soumises à un niveau de bruit supérieur à 55 dB(A), se considèrent comme réellement gênés par le bruit routier, mais de plus, certains d'entre eux sont prêts à offrir une somme parfois loin d'être négligeable pour réduire cette nuisance quotidienne. Les facteurs expliquant les réactions des interviewés ont par ailleurs révélés une grande variabilité tant pour expliquer la gêne exprimée que pour comprendre la raison de l'adhésion au marché contingent.

La mise en oeuvre de cette méthode a permis d'estimer la DAP des personnes interrogées. Pour l'échantillon considéré, le montant moyen de la DAP est de 224 BEF/mois par ménage (2688 BEF/an). Si l'on ventile ce montant par le nombre de membres du ménage, cette moyenne tombe à 114 BEF /mois/hab, soit le montant de 1368 BEF/hab/an (=34 €/hab/an).

4.2 Méthode des prix hédonistes

Dans le cadre de la prolongation du projet de décembre 2000 à juin 2001, il est apparu intéressant de compléter l'analyse des coûts du bruit du trafic routier en Région Bruxelles-Capitale par une étude des prix hédonistes. La méthode dite hédoniste vise à chiffrer le coût du bruit via son impact sur le marché immobilier.

Au terme de l'analyse menée, bien que la régression statistique opérée dans le cadre de cette étude se révèle être globalement cohérente et significative, elle n'a pas permis, dans l'état actuel des données, de tirer des conclusions par rapport à la variable d'intérêt principal à savoir l'influence du niveau de bruit sur le prix des logements.

Il ressort clairement des résultats obtenus, qu'un approfondissement de l'étude serait nécessaire et pertinent. Pour plus de certitudes quant à l'obtention de résultats plus complets, une prochaine étude devrait se baser notamment sur un échantillon constitué en fonction des besoins requis par la méthode et qui devrait contenir, contrairement à celui ayant servi à cette étude, un nombre plus élevé de logements situés sur les artères principales de la ville.